

Heft 112

SINUS-Transfer Grundschule

Weiterentwicklung des mathematischen
und naturwissenschaftlichen Unterrichts
an Grundschulen

Gutachten des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der
Naturwissenschaften (IPN) Kiel

GEFÖRDERT VOM



Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

Materialien zur Bildungsplanung
und zur Forschungsförderung

- Geschäftsstelle -
Friedrich-Ebert-Allee 38
53113 Bonn

Telefon: (0228) 5402-0
Telefax: (0228) 5402-150
E-mail: blk@blk-bonn.de
Internet: www.blk-bonn.de

ISBN 3-934850-48-0
2004

Konzeption für ein BLK-Modellversuchsprogramm
zur
„Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen
Unterrichts an Grundschulen“
(SINUS-Transfer Grundschule)

Februar 2004

Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN)

Kiel

Die Konzeption für das Programm wurde von einer Expertengruppe ausgearbeitet.

Die Federführung lag bei

Prof. Dr. Manfred Prenzel, IPN, Kiel

Mitglieder der Expertengruppe:

Prof. Dr. Horst Bayrhuber, IPN, Kiel

Prof. Dr. Reinhard Demuth, IPN, Kiel

Prof. Dr. Manfred Euler, IPN, Kiel

Dr. Timo Ehmke, IPN, Kiel

Dr. Claudia Fischer, IPN, Kiel

Helmut Geiser, IPN, Kiel

Margret Hertrampf, Universität Bayreuth

Dr. Margot Janzen, IPN, Kiel

Dr. Eva-Maria Lankes, Universität Hamburg

Kirstin Lobemeier, IPN, Kiel

Uta Meentzen, IPN, Kiel

Prof. Dr. Kornelia Möller, Universität Münster

Dr. Christian Ostermeier, IPN, Kiel

Dr. Karen Rieck, IPN, Kiel

Prof. Dr. Christoph Selter, PH Heidelberg

Dr. Matthias Stadler, IPN, Kiel

Prof. Dr. Gerd Walther, Universität Kiel

Inhalt

1	Ausgangspunkt.....	1
2	Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht an Grundschulen.....	5
2.1	Grundlegende Bildung an Grundschulen - weit gefasster Bildungsauftrag	5
2.2	Ziele und Prinzipien des Mathematikunterrichts an Grundschulen.....	7
2.3	Ziele und Prinzipien des naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen.....	9
2.4	Rahmenbedingungen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht.....	12
3	Problembereiche des mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts	16
4	Anlage des Transferprogramms „Grundschule“	26
4.1	Ziele	26
4.2	Leitlinien des Programms	27
4.3	Besonderheiten der Umsetzung an Grundschulen.....	29
4.4	Phasen der Programmarbeit.....	31
4.5	Programmübergreifende Zusammenarbeit	33
5	Arbeitsschwerpunkte und Module	34
5.1	Zehn Module für die Grundschule.....	35
5.2	Beziehungen zwischen Modulen	51
6	Organisation	54
7	Evaluation	57
8	Dissemination.....	59

1 Ausgangspunkt

Internationale Schulleistungsvergleiche informieren über Stärken und Schwächen von Bildungssystemen. Die TIMS-Studie zeigte, dass Deutschland im schulischen Bereich international den Anschluss verliert. Auf die Ergebnisse der TIMS-Studie reagierten Bund und Länder unter anderem mit der unverzüglichen Einrichtung eines BLK-Modellversuchsprogramms zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“.

Dieses Modellversuchsprogramm bearbeitet typische Problembereiche des deutschen Unterrichts in der Mathematik und in den Naturwissenschaften. Um die Probleme zu überwinden, werden in enger Zusammenarbeit mit den Lehrkräften neue Unterrichtszugänge entwickelt, erprobt und zwischen Schulen ausgetauscht. Das Programm setzt auf die professionelle Kooperation von Lehrkräften, und es konzentriert die Arbeit auf den Fachunterricht. Anliegen ist es, die unmittelbaren Lernbedingungen so zu gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler bedeutungsvolle Sachverhalte geistig durchdringen und verstehen können und dabei anschlussfähiges und anwendbares Wissen aufbauen. Das Programm rückt die Unterrichtsentwicklung in den Vordergrund, weil hier durch professionelle Zusammenarbeit in relativer kurzer Zeit deutliche Qualitätsgewinne erreicht werden können. Mit der Betonung des Unterrichts wird dieser jedoch nicht zum einzigen und ausschlaggebenden Faktor für die erkennbaren Leistungsschwächen deutscher Schülerinnen und Schüler erklärt. Die erforderlichen Innovationen in anderen Feldern, etwa in der Lehrerbildung oder der Lehrplanentwicklung, wirken sich erst mit mehrjährigen Zeitverzögerungen auf den Unterricht aus. Das Programm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts bemüht sich deshalb darum, den Schülerinnen und Schüler heute und innerhalb der aktuellen Rahmenbedingungen möglichst gute Lernbedingungen anzubieten. Aber auch zu den langfristig erforderlichen Veränderungen in den verschiedenen Phasen der Lehrerbildung oder in der Lehrplanentwicklung kann das Programm eine Fülle von Anregungen beitragen.

Das auch unter dem Kürzel „SINUS“ bekannte BLK-Modellversuchsprogramm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zielt auf kooperative Unterrichtsentwicklung und professionelle Qualitätssicherung. Ausgangspunkt für die Arbeit sind die Probleme vor Ort in der jeweiligen Schule. Die gemeinsame Arbeit

des Kollegiums steht jedoch in einem konzeptuellen Bezugsrahmen (nämlich den „Modulen“, die typische Problemzonen des Unterrichts behandeln), der einen Zugriff auf Problemlösungen und Erfahrungen anderer und eine Zuordnung der eigenen Entwicklungen gestattet. Die Schulen sind zugleich in Netzwerke eingebettet, in denen Schulen, aber auch Universitätsinstitute, Forschungseinrichtungen, Landes- und Fortbildungsinstitute zusammenwirken. Eine Besonderheit des Programms besteht dabei darin, dass die beteiligten Schulen aktiv und konstruktiv die aus ihrer Sicht vordringlichen Probleme bearbeiten. Für diese Probleme gibt es keine einfachen Standardlösungen; vielmehr müssen die Schulen selbst Lösungswege finden bzw. auf ihre besondere Lage zuschneiden. Dabei können sie auf allgemeinere Konzeptionen, auf Handreichungen und Fallbeispiele zurückgreifen, nicht aber auf Rezepte. Nicht nur in Deutschland sind bisher alle Bemühungen gescheitert, bessere Lernerfolge durch Rezepte, durch detailliert vorgegebene Unterrichtskonzeptionen und -materialien zu erreichen. Das ist nicht weiter erstaunlich, denn der entscheidende Faktor für einen erfolgreichen Unterricht ist das didaktische Verständnis der Lehrkraft. Auch die besten Werkzeuge und Materialien versagen, wenn sie ungeschickt, unabhängig von Ausgangslage wie Zweck und ohne ständige Beobachtung und Nachsteuerung des Prozesses angewendet werden. Deshalb zielt das Programm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts auf ein ausdifferenziertes und vertieftes didaktisches Verständnis, auf eine intelligente Nutzung von Hilfsmitteln und auf den Austausch eines entsprechenden Wissens in der Profession. Wie die Erfahrungen aus dem Programm zeigen, konnten die beteiligten Schulen bzw. Lehrkräfte unter dieser Zielstellung sehr erfolgreich arbeiten. Über die Module wurden problematische Unterrichtsskripts konstruktiv weiter entwickelt; Qualitätssicherung und professionelle Zusammenarbeit sind an den beteiligten Schulen selbstverständlich geworden.

Nun können sich Modellversuchsprogramme nicht damit begnügen, positive Entwicklungen in einer begrenzten Anzahl von (bei SINUS 180) Schulen in Gang zu setzen. Erfolgreiche Modellversuchsprogramme zeigen nicht nur, dass bestimmte Entwicklungen erreicht werden können, sondern auch wie. Von Modellversuchen wird aber gelegentlich noch mehr erwartet. Manche hoffen, dass sie Vorlagen (z. B. für einen veränderten Unterricht) liefern, die in gewisser Weise nur noch vervielfältigt und verteilt werden brauchen, um Veränderungen in der Fläche erreichen zu können. Dass Veränderungen in der Fläche und letztlich nicht nur im engeren Feld des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts erforderlich sind, wurde durch die PISA-Befunde kräftig unterstrichen.

Wenn man jedoch einen Ansatz in die Fläche tragen möchte, der auf kooperative unterrichtsbezogene Qualitätsentwicklung setzt, dann hat es keinen Sinn, einfach Materialien oder Unterrichtskonzepte aus dem Programm an andere Schulen weiterzureichen. Um ein entsprechendes Programm zu verbreiten, müssen in erster Linie die wesentlichen Prinzipien der Programmarbeit in weiteren Schulen eingeführt werden. Neu hinzukommende Schulen können dabei durchaus von den Erfahrungen der bisherigen Programmschulen profitieren, aber sie müssen sich dennoch in die Prozesse einer schulnahen und problembezogenen Unterrichtsentwicklung und Qualitätssicherung begeben und diese fest etablieren.

Das Programm SINUS-Transfer, das kürzlich von der BLK eingerichtet wurde, dient dazu, den Ansatz einer kooperativen unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklung nun an einer deutlich größeren Zahl von Schulen auszubreiten. Bei diesem Vorhaben soll vor allem auch die Wirksamkeit eines mehrstufigen Disseminationsansatzes überprüft werden, über den zugleich eine Infrastruktur für eine flächendeckende Ausbreitung (und ggf. Übertragung auf andere Fächer) entwickelt werden soll.

Bei der Planung des Transferprogramms wurden erste Überlegungen angestellt, die tatsächlich eine weiter reichende Übertragung des SINUS-Ansatzes betreffen, nämlich die Übertragung auf eine andere Schulstufe. Mit dem Ausgangspunkt TIMSS hatte sich das Modellversuchsprogramm zur Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts mit guten Gründen auf die Sekundarstufe I konzentriert, am Rande allenfalls die Grundkursproblematik in der gymnasialen Oberstufe thematisiert. Die Konzentration auf eine Schulstufe (und damit noch einigermaßen homogene Zielgruppe) erleichterte die Einrichtung einer kooperativen Qualitätsentwicklung mit dem Bezugspunkt Fachunterricht. Allerdings bleibt selbst bei der Einengung auf eine Schulstufe erhebliche Variabilität in schulorganisatorischen Bedingungen und den Kompetenzprofilen der Lehrkräfte aufgrund der unterschiedlichen Schulformen (von Hauptschule bis Gymnasium). Ausgangsbedingungen für die Qualitätsentwicklung in der Sekundarstufe I sind freilich das Vorwissen, Vorerfahrungen und fach- bzw. themenbezogene motivationale Orientierungen der Schülerinnen und Schüler. Die Diskussion über kumulative Defizite, die nicht erst im Kontext der PISA-Befunde begann, weist auf die Notwendigkeit hin, bei der Qualitätsentwicklung im Bildungssystem möglichst früh einzusetzen. Wenn die Qualität bzw. Effizienz des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts flächendeckend verbessert werden soll, dann rentiert sich die Investition nur, wenn jeweils auch auf

den darunter liegenden Schulstufen alle Anstrengungen unternommen wurden, bei möglichst allen Schülerinnen und Schülern gute kognitive und motivationale Voraussetzungen für einen weiterführenden Fachunterricht zu entwickeln. Etwas genereller betrachtet gilt es, den Unterricht in der Grundschule bereits unter der Perspektive eines Lernens über die Lebensspanne zu betrachten.

Befürchtungen über dramatische Leistungsdefizite aus dem Grundschulunterricht wurden durch die IGLU-Befunde relativiert. Dennoch lassen auch die Befunde von IGLU-E zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz weit reichenden Handlungsbedarf im Grundschulbereich erkennen. Erkenntnisse aus dieser international vergleichenden Studie wie auch aus anderen Studien zum Grundschulunterricht liefern Anhaltspunkte für die Ausrichtung eines SINUS-Transferprogramms Grundschule, die im Folgenden beschrieben werden sollen. Zurückgegriffen wird ebenfalls auf Erfahrungen aus anderen Modellversuchsprogrammen, soweit sie sich mit Grundschulen befasst haben (z. B. Teilprojekte in den Programmen „QuiSS“, „BLK 21“ und „Lebenslanges Lernen“).

Die vorliegende Konzeption für eine Übertragung des SINUS-Ansatzes beginnt mit einer Betrachtung der wichtigsten Zielsetzungen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts der Grundschule. Es werden dann Problembereiche des Unterrichts beschrieben und einige bedeutsame Rahmenbedingungen (z. B. Besonderheiten des professionellen Feldes) für den Grundschulunterricht diskutiert. Auf der Grundlage dieser Ausführungen wird dann die Struktur des Transferprogramms vorgestellt und begründet. Es folgt eine Beschreibung der Arbeitsschwerpunkte, die insbesondere auch eine gegenüber SINUS veränderte Konstellation von Modulen präsentiert. Die anschließenden Kapitel behandeln die Organisation des Programms, die erforderliche Begleitforschung und den geplanten Übergang in eine erste Disseminationsstufe im Rahmen des Vorhabens. Der Expertise beigelegt ist eine erste Kalkulation der Kosten für das BLK-Programm „SINUS-Transfer Grundschule“.

2 Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht an Grundschulen

Die Zielsetzungen und Prinzipien des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen sind im Zusammenhang mit der generellen Konzeption der Grundschule in Deutschland zu sehen. Dieser allgemeine Rahmen wird zunächst präsentiert. Nach Ausführungen zu den besonderen Zielen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts werden schulorganisatorische Bedingungen und typische Unterrichtskonzeptionen skizziert. Zu berücksichtigen sind schließlich Besonderheiten der Lehrerbildung für Grundschulen wie auch der professionellen Orientierungen der Lehrkräfte.

2.1 Grundlegende Bildung an Grundschulen - weit gefasster Bildungsauftrag

Die Grundschule zielt auf grundlegende allgemeine Bildung bei allen Schülerinnen und Schülern. Die Grundschule ist die Einrichtung in der deutschen Bildungslandschaft, in der systematisch mit dem Lehren und Lernen begonnen wird. Als Schule für alle (mit wenigen Ausnahmen) nimmt sie Kinder mit höchst unterschiedlichen Lernvoraussetzungen auf. Dennoch soll über die Grundschule ein gemeinsames grundlegendes Bildungsniveau erreicht werden. Die Grundschule soll aber auch die Kinder in ihrer individuellen Wissens- und Persönlichkeitsentwicklung fördern. Das bedeutet, Unterschiede oberhalb des Sockelniveaus nicht nur zu akzeptieren, sondern anzustreben. Sie soll ein gemeinsames soziales Grundverständnis aufbauen und sie soll mögliche Benachteiligungen ausgleichen, die auf unterschiedliche Lernchancen in unterschiedlichen Herkunftsmilieus zurückzuführen sind.

Die Grundschule hat den Auftrag, wichtige Voraussetzungen für die Teilhabe am kulturellen und gesellschaftlichen Leben zu entwickeln. Die angestrebte Förderung der Persönlichkeitsentwicklung zielt auf Eigenständigkeit, Selbstbewusstsein, Interesse, Lern- und Leistungsbereitschaft, aber auch auf die Bereitschaft, Verantwortung zu übernehmen, sich mit anderen zu verständigen und Probleme nach demokratischen Grundsätzen zu lösen. Mit Blick auf ihre Gegenwart sollen die Kinder über die Grundschule lernen, ihre Umwelt besser zu verstehen und in ihr handlungsfähig zu werden. In Hinblick auf ihre Zukunft wiederum gilt es, grundlegende Kompetenzen aufzubauen, die als Voraussetzungen für anschließende bzw. spätere Lernprozesse (über die gesamte Lebensspanne) dienen.

Unter inhaltlichen Gesichtspunkten ist die Grundschule beauftragt, in die wichtigsten Lebens- und Kulturbereiche einzuführen. Die Einführung in grundlegende Kulturtechniken

sowie in grundlegende Zugangs- oder Aneignungsweisen zu Weltbereichen beschränkt sich nicht auf ein Einüben, angestrebt wird vielmehr das selbstverständliche und situationsgerechte Nutzen und Anwenden. Die Begegnung mit Kultur- und Weltbereichen beginnt in der Grundschule bereits „aufgefächert“, wenn auch in einer vorerst groben disziplinären Gliederung. Die Fächer stellen einen Bezugsrahmen für Lernen dar, der den Anschluss für das weiterführende spätere Lernen bereits erkennen lässt, aber auch eine Rückbindung an wissenschaftliche Referenzdisziplinen gestattet bzw. verlangt.

Die Grundschule hat nicht nur den Auftrag, die Kinder unter Berücksichtigung ihrer Ausgangslagen zu fördern. Sie soll die Schülerinnen und Schüler mit sukzessiv steigenden Anforderungen konfrontieren, auch in der Form von Prüfungen, um Lernfortschritte und Leistungsfähigkeit zu erfassen. Dabei wird von den Lehrkräften erwartet, dass sie das Leistungspotential ihrer Schülerinnen und Schüler zuverlässig einschätzen und auf dieser Basis gegebenenfalls Empfehlungen für die weitere Schullaufbahn geben können. Die Frage des Übergangs in weiterführende Schulen beeinflusst den Grundschulunterricht freilich nicht nur unter diagnostischen bzw. prognostischen Aspekten. Letztlich geht es darum, die Schülerinnen und Schüler so zu qualifizieren, dass sie jeweils den unterschiedlichen Anforderungen der weiterführenden Schule gerecht werden.

Die knappe Darstellung des Bildungsauftrags zeigt, wie vielfältig, weitreichend und spannungsreich die Zielsetzungen für die Grundschule sind. Hervorzuheben ist der inhaltliche Umfang, der Lehrkräfte, die als feste Bezugsperson mehrere Fächer unterrichten, in die Rolle von „Generalisten“ bringt. Von ihnen wird erwartet, dass sie die Schülerinnen und Schüler adäquat für den nachfolgenden spezialisierten Fachunterricht vorbereiten. Der nachfolgende Unterricht wird an anderen, räumlich und institutionell klar abgegrenzten schulischen Einrichtungen erteilt, und nun von Lehrkräften, die (ebenfalls meist) in fachlicher Hinsicht enger und spezieller ausgebildet wurden.

Die Klientel der Grundschule wiederum ist deutlich heterogener als in anderen Schulformen. Die Unterschiedlichkeit betrifft hier nicht nur die kognitiven Lernvoraussetzungen, sondern die gesamte Fülle von Personenmerkmalen. Dies führt zur didaktischen Herausforderung, eine Balance zu finden zwischen dem Anspruch, einerseits alle zumindest auf ein Sockelniveau (mit inhaltlich definierten Kompetenzen) zu bringen, andererseits die Schülerinnen und Schüler individuell angemessen zu fördern und zu fordern. Diese Aufgabe - bzw. besser, dieses Optimierungsproblem - verlangt ein besonderes Kompetenzprofil, das in erster Linie pädagogisch und didaktisch bestimmt ist. Wenn man sich wiederum

die Zielstellungen der Grundschule vor Augen führt, nämlich ein grundlegendes Verständnis, basale Fertigkeiten, Kulturtechniken und Zugänge zu entwickeln, dann ist die Ausrichtung des fachlichen „Generalisten“ mit hoher didaktischer Expertise durchaus angemessen.

2.2 Ziele und Prinzipien des Mathematikunterrichts an Grundschulen

Wie generelle Zielstellungen der Grundschule in einem Unterrichtsfach umgesetzt und konkretisiert werden, lässt sich an der Mathematik sehr schön zeigen. Im Mathematikunterricht an Grundschulen sollen mathematische Kenntnisse und Fertigkeiten entwickelt werden, die bereits Kinder in ihrem Alltag benötigen und die zugleich als operative Grundlage für eine tiefergehende Beschäftigung mit der Mathematik dienen. Allerdings geht es nicht allein um den Erwerb einer „Kulturtechnik“, sondern um den Zugang zur Mathematik als Teil unserer Kultur bzw. einer besonderen Art, Sachverhalte wahrzunehmen, abzubilden, durchzuspielen und zu verstehen (zu „mathematisieren“). Unter dieser Perspektive erscheint die Mathematik auch als eine besondere Sprache, die etwa dazu genutzt wird, ein eigenes Denksystem zu kreieren, in und mit diesem zu arbeiten und es beim Argumentieren zu verwenden. Die Mathematik kann dabei als mächtiges Werkzeug beim Lösen von Problemen genutzt werden und über entsprechende Anwendungen zur Entwicklung breit nutzbarer Denk- und Problemlösestrategien beitragen. Während der vordergründige, alltägliche Nutzen von Mathematik als Kulturtechnik offensichtlich ist, bleiben der Reiz und die Bedeutung von Mathematik als Sprache oder Denksystem häufig verborgen. Deshalb muss der Mathematikunterricht sich offensiv der Herausforderung stellen, Bedeutung, Reiz und Nutzen der Mathematik erfahrbar zu machen. Dies schließt die Erfahrung ein, dass Mathematik verstanden werden kann.

Der Blick in die Lehrpläne zeigt, wie diese Ziele umgesetzt werden. Die Schülerinnen und Schüler sollen etwa grundlegende Zahl- und Operationsvorstellungen entwickeln, geometrische Formen und Operationen kennen und Sachaufgaben in verschiedenen Darstellungsweisen lösen können. Sie sollen in altersgemäßer Weise Sachverhalte mathematisieren bzw. in Problemzusammenhängen modellieren, sie sollen mathematisch argumentieren und kommunizieren und auch fachübergreifend nutzbare Fähigkeiten entwickeln (etwa: Ordnen, Verallgemeinern). Außerdem sollen sie Vertrauen in ihre mathematische Kompetenz gewinnen, sich für mathematische Phänomene und Probleme interessieren und

lernen, konstruktiv mit Fehlern umzugehen und mit Ausdauer und Konzentration an mathematischen Aufgaben und Problemen zu arbeiten.

Ziele für die Mathematik in der Grundschule, wie sie in der fachdidaktischen Literatur und in neueren Lehrplänen zu finden sind, betrachten die Grundschulmathematik im größeren Zusammenhang eines kumulativen Lernens über die Schulzeit. Sie folgen der Idee eines grundlegenden mathematischen Verständnisses für alle, im Sinne einer mathematischen Literalität. Sie erkennen die Bedeutung motivationaler Orientierungen, und sie bemühen sich darum, gängigen stereotypen Vorstellungen von Mathematik entgegen zu wirken. Insofern erlauben bzw. fordern die curricularen Rahmenbedingungen einen auf Verstehen, bedeutungsvolles und anschlussfähiges Lernen angelegten Mathematikunterricht in der Grundschule. Allerdings bestehen noch vielerorts erhebliche Abstände zwischen dem „intendierten“ und dem „realisierten“ Curriculum, wie noch darzulegen sein wird.

Um entsprechende Ziele zu erreichen, schlägt die Mathematikdidaktik Prinzipien für die Unterrichtsgestaltung vor, die ebenfalls in einer Reihe von Lehrplänen ihren Niederschlag gefunden haben. Betonung finden Prinzipien eines aktiven, konstruktiven, selbstständigen und sozialen Lernens. Deshalb wird vorgeschlagen, mehr Gelegenheiten zum entdeckenden Lernen zu geben, die Planung beim eigenständigen und die Artikulation beim gemeinsamen Lernen hervorzuheben, ein breites Spektrum von gezielten und beziehungsreichen Übungsformen einzusetzen, von Anwendungssituationen auszugehen, dabei an den Vorerfahrungen anzusetzen, Fehler als Lerngelegenheiten zu begreifen, unterschiedliche Repräsentationsformen zu verwenden und die Übersetzung in verschiedene Darstellungsformen zu pflegen, um nur einige Punkte zu nennen.

Für den Mathematikunterricht an Grundschulen steht damit prinzipiell ein breites Repertoire an Zugängen, Arbeits- und Sozialformen, aber auch Materialien und Aufgabenbeispielen und nicht zuletzt Schulbüchern zur Verfügung. Für viele der nutzbaren Möglichkeiten gibt es theoretische Begründungen, für einige, leider nur wenige, empirische Evidenz. Ob sie erfolgreich wirken, hängt meist von der Verwendung ab, die auf die jeweilige Ausgangslage und Zielsetzung zugeschnitten sein muss. Besonders kritisch ist freilich die Orchestrierung von Maßnahmen oder, weiter gefasst, die Entwicklung einer kohärenten und zielführenden Unterrichtskonzeption. In dieser Hinsicht fehlen bisher noch Handlungsgerüste für die Lehrkräfte an Grundschulen. Vor allem fehlen Leitfäden und Unterstützungen für die schrittweise Umsetzung in Routinen, unter Einbeziehung vor allem der Schülerinnen und Schüler, aber auch anderer Gruppen (etwa Eltern, Kollegium). Und es

fehlen Ansätze, die Lehrkräfte bzw. Kollegien an Grundschulen Stück um Stück in die Lage zu versetzen, ihren Unterricht selbst problemorientiert und kriteriengeleitet weiter zu entwickeln.

2.3 Ziele und Prinzipien des naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen

Für die Naturwissenschaften ist an der Grundschule in Deutschland kein eigenes Fach vorgesehen. Naturwissenschaftsbezogene Themen werden hierzulande im Sachunterricht behandelt; sie sind dort aber eben nur ein Themenbereich neben anderen. Der Sachunterricht zielt generell darauf ab, die Wahrnehmung, das Verständnis und das Erschließen der natürlichen, technisch gestalteten, kulturellen und sozialen Umwelt, ausgehend von den Erfahrungen der Kinder, in Richtung fachlich belastbarer Vorstellungen und Zugänge zu entwickeln. Die Einbettung naturwissenschaftlicher Themen in den Sachunterricht bietet die Chance, relativ breit an kindlichen Erfahrungen anzuschließen und fachgebietsübergreifend zu unterrichten. Auf der anderen Seite fällt es dem Sachunterricht, im Vergleich zu einem international oft anzutreffenden grundlegenden „Science“-Unterricht schwer, den Schülerinnen und Schülern einen kohärenten und weiterführenden Zugang zu naturwissenschaftlichen Ideen, Denk- und Arbeitsweisen zu eröffnen.

Betrachtet man die unterschiedlichen Fachgebiete, die im Sachunterricht thematisch angesprochen werden, dann betreffen diese (neben Naturwissenschaften und Technik) u. a. die Geographie, Geschichte, Politikwissenschaft, Ökonomie und Volkskunde. Der wissenschaftliche Erkenntnisstand für das Lehren und Lernen in diesen Fach- und Themengebieten ist national wie international sehr unterschiedlich entwickelt. Für den Bereich Naturwissenschaften gibt es (wie auch in der Mathematik) eine gut etablierte, theoretisch elaborierte und empirisch fundierte didaktische Forschung, die sich speziell auch mit dem Grundschulalter befasst. Vergleichbare wissenschaftlich begründete Konzeptionen liegen für die anderen Teilgebiete des Sachunterrichts nicht vor. Aufgrund der Diskrepanz im Forschungsstand fällt es in Deutschland schwer, didaktisch kohärente Konzeptionen für den Sachunterricht generell wie auch für seine verschiedenen Themengebiete zu entwerfen. In den Lehrplänen spiegeln sich Gliederungen der deutschen Sachunterrichtsdidaktik mit Unterscheidungen von Erfahrungsbereichen, Lernfeldern oder neuerdings „Perspektiven“.

Die internationale Diskussion über (naturwissenschaftliche) Grundbildung im Sinne von „(Scientific) Literacy“, über Struktur- und Entwicklungsmodelle für die aufzubauenden Kompetenzen findet in Deutschland erst allmählich ihren Niederschlag. Wenn man in der Grundschule ernsthaft das naturwissenschaftliche Verständnis und Interesse von Kindern anregen und fördern will, wird man sich jedoch an entsprechenden Konzeptionen orientieren müssen. Dies kann auch im Rahmen eines integrierenden Faches „Sachunterricht“ geschehen. Richtet man den Unterricht naturwissenschaftsbezogener Themen an Modellen einer kumulativen Kompetenzentwicklung aus, bedeutet dies mehr Struktur und Sicherheit für die Lehrkräfte. Durchaus zu wünschen wären Rückwirkungen dieser didaktischen Zugangsweisen auf die anderen thematischen Lernfelder oder Perspektiven des Sachunterrichts.

Unter dieser Rahmenvorstellung zielt der naturwissenschaftliche Unterricht (im Kontext des Sachunterrichts) an Grundschulen auf die Entwicklung eines grundlegenden konzeptuellen Wissens und Verständnisses, das naturwissenschaftlichen Leitideen zugeordnet werden kann. In den Blickpunkt rücken wenige zentrale Konzepte, die auf die Erfahrungswelt der Kinder bezogen werden können, zugleich aber anschlussfähig sind für nachfolgendes Lernen. Die Konzepte werden später ausdifferenziert und neu verknüpft und können dann auch fachspezifisch eingeordnet werden. Ein weiterer Zielaspekt des naturwissenschaftlichen Unterrichts ist darauf gerichtet, ein erstes Verständnis naturwissenschaftlicher Arbeits- und Denkweisen anzubahnen. Wenn den Kindern Gelegenheit für eigene Beobachtungen oder Untersuchungen gegeben wird, zielt dies auf ein generelles Grundverständnis naturwissenschaftlicher Zugänge und bedeutet keineswegs, zu früh mit Fachpropädeutik zu beginnen. Unter anderem können hier auch erste Vorstellungen über die

(Natur-)Wissenschaften und ihre Besonderheiten, über Beziehungen zwischen Naturwissenschaften und Technik und ihren Anwendungen aufgebaut werden. In Hinblick auf das Anliegen von Grundbildung kann sich der naturwissenschaftliche Unterricht nicht auf den Aufbau von kognitiven Kompetenzen beschränken. Ebenso wichtig ist es, Neugier und ein tiefergehendes fragendes Interesse zu wecken, zur Auseinandersetzung mit naturwissenschaftsbezogenen Fragen und Problemen anzuregen, eine sachliche und kritische Haltung zu unterstützen. Im Unterricht sollten die Kinder die Naturwissenschaften als für sie zugängliches Feld erleben, das sie sich mit Gewinn (Freude und zunehmendem Verstehen) erschließen können.

Ein entsprechend kompetenzorientierter Naturwissenschafts- bzw. Sachunterricht verbindet die didaktisch gebotene Orientierung an den Lernerfahrungen und Lebenswelten der Kinder mit einer Perspektive, die auf ein durchaus anspruchsvolles Verständnis von grundlegenden Konzepten und Denkweisen abzielt. Befunde aus zahlreichen Studien der letzten Jahre belegen, dass das kognitive und motivationale Potential von Kindern im Grundschulalter für eine lernende Auseinandersetzung mit Naturwissenschaften häufig unterschätzt wird. Offensichtlich sind Kinder durchaus interessiert und kognitiv in der Lage, lokale Modellvorstellungen und Mini-Theorien zu bilden, sowie Wege zur Prüfung von Hypothesen zu finden und zu erproben.

Um eine entsprechend zielbezogene Kompetenz- und Motivationsentwicklung anzuregen verweist die naturwissenschaftsdidaktische Forschung auf Unterrichtsprinzipien, die eine aktive Wissenskonstruktion anregen und unterstützen. Für den naturwissenschaftlichen Unterricht (im Sachunterricht) bieten sich vielfältige Möglichkeiten, von vertrauten Alltagssituationen problemorientiert auszugehen, Vorstellungen und Annahmen darlegen und begründen zu lassen, zum Explorieren anzuregen und die Erfahrungen und Erkenntnisse auszuwerten und zu interpretieren. Als Ausgangspunkt kann aber auch ein Blick in die Wissenschaft dienen. Ein entscheidender Faktor für den Lerngewinn ist eine Balance zwischen „gedanklichen“ Aktivitäten („minds-on“) und Tätigkeiten („hands-on“), gerade in den Erarbeitungsphasen. Gruppenaktivitäten unterstützen das Explizieren von Vorstellungen und das Argumentieren; sie unterstreichen, dass naturwissenschaftliches Arbeiten soziales Arbeiten ist. Eine wesentliche Rolle für ertragreiche Schüleraktivitäten spielen klare Aufgabenstellungen und Handlungsgerüste, die große Zeitverluste durch blindes Probieren ausschließen und Erfolgserlebnisse wahrscheinlich machen. Die naturwissenschaftsdidaktische Forschung hat eine Fülle von Befunden über Alltagsvorstellungen von Kindern gewonnen, die als „Fehlkonzepte“ gelten. Das Wissen über entsprechende, mehr oder weniger zutreffende Alltagsvorstellungen kann Lehrkräften helfen, wenn es darum geht, Vorstellungen der Kinder zu klären und die Kinder mit anderen Ideen bzw. Erfahrungen zu konfrontieren. Anliegen des naturwissenschaftlichen Unterrichts kann es jedoch nicht sein, alle möglichen Fehlkonzepte auszumerzen, die häufig auch noch bei Erwachsenen und nach dem Besuch eines Naturwissenschaftsunterrichts auf der ersten oder gar zweiten Sekundarstufe festzustellen sind. Vielmehr müssen behutsam die Alltagsvorstellungen identifiziert werden, die zukünftigem Lernen im Wege stehen und die im Grundschulalter aus der Sicht der Kinder überzeugend widerlegt und überwunden werden können.

Die Lehrpläne vieler Länder machen auf entsprechende Unterrichtsprinzipien aufmerksam, wenn sie die naturwissenschaftlichen Lernfelder bzw. Anteile im Sachunterricht thematisieren. Es gibt allerdings eine Tendenz, die aktiven Handlungsmöglichkeiten bei naturwissenschaftsbezogenen Themen als motivierenden Anreiz zu nehmen, die Kinder mehr oder weniger selbständig arbeiten zu lassen und dabei die Denkprozesse kaum mehr zu begleiten, zu stimulieren und gegebenenfalls mit anderen Sichtweisen zu konfrontieren. Ein weiteres Problem besteht darin, dass Lehrpläne ein mehr oder minder schmales Spektrum naturwissenschaftsbezogener Themen zur Auswahl stellen. Themen, die aus der Lehrkraftperspektive als eher schwierig und weniger lebensnah erscheinen oder die man schlecht über entdecken-lassende Zugänge erarbeiten kann, werden bei Wahlmöglichkeiten eher ignoriert. Das bedeutet zum Beispiel, dass biologische Themen eher bevorzugt werden als Themen mit einem Bezug zur Chemie oder Physik. Das Repertoire an Unterrichtskonzepten für einen kognitiv und motivational anregenden naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht, das die (internationale, aber auch die nationale) Naturwissenschaftdidaktik bereitstellen kann, scheint bisher nur sehr begrenzt von Lehrkräften wahrgenommen und ausgeschöpft zu werden.

2.4 Rahmenbedingungen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht

Neben curricularen Vorgaben und schulorganisatorischen Voraussetzungen stellt insbesondere die Lehrerbildung eine Rahmenbedingung für die Ausgestaltung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts dar.

In den vorangegangenen Abschnitten wurden bereits einige Besonderheiten der Lehrpläne für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen thematisiert und auf die aktuelle Diskussion in den Fachdidaktiken bezogen. Bedeutsame Veränderungen in den curricularen Rahmenvorgaben sind insbesondere von den zurzeit ausgearbeiteten Bildungsstandards zu erwarten. Die Standards definieren Anforderungen an Kompetenzen - u. a. in der Mathematik und in den Naturwissenschaften - die kumulativ im Verlauf der Schulzeit entwickelt werden sollen. Nicht nur spezifische Bildungsstandards für die Grundschule, sondern auch die Standards zur Sekundarstufe gewinnen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen in Zukunft

große Bedeutung. Sie bilden damit auch einen Eckpunkt für die Konzeption und Umsetzung eines SINUS-Transferprogramms Grundschule.

Die vorangegangenen Ausführungen verwiesen zugleich bereits auf einige schulorganisatorische Merkmale, die bei der Konzeption des Programms ebenfalls zu berücksichtigen sind: z. B. die Grundschule als Regelschule mit heterogener Schülerschaft aus dem Sprengel, die Gliederung in Fächer bzw. die besondere Situation eines fächerübergreifenden Sachunterrichts oder die Übergangsproblematik. Im Rahmen einer Transferkonzeption, die von Sekundarschulen ausgeht, sind weitere organisatorische Besonderheiten in Betracht zu ziehen. Eine Bedingung, die zwischen den Ländern variiert, ist das Klassen- vs. Fachlehrkraftprinzip. Für die Umsetzung des Programms spielt es eine Rolle, inwieweit die Lehrkräfte fast alle Fächer vorwiegend in einer Klasse unterrichten bzw. ein mehr oder weniger eingeschränktes Fächerprofil in mehreren Klassen. Beim Fachlehrkraftprinzip darf im Allgemeinen eine höhere fachliche bzw. fachdidaktische Spezialisierung vorausgesetzt werden; wünschenswert wäre in diesem Fall die Kooperation in einer Art von Fachkollegium. Die Länder unterscheiden sich auch in einer mehr oder weniger konsequenten Stufung, die zum Beispiel Lehrkräfte konsekutiv über alle vier Grundschuljahre in der gleichen Klasse unterrichten lässt oder einen Lehrkraftwechsel zwischen der zweiten und dritten Klassenstufe vorsieht, die Lehrkräfte bevorzugt für die Klassenstufen 1 und 2 oder 3 und 4 einsetzt. usw. Diese Bedingungen tangieren z. B. die Vertrautheit mit kumulativen Lernverläufen über die Grundschulzeit. Nicht unbedeutend für die vorgesehene unterrichtsbezogene Qualitätsentwicklung sind Vorgaben für die Leistungsbeurteilung (z. B. Klassenstufen, ab denen Ziffernzensuren erteilt werden) oder Regelungen des Übertritts (welche Fachleistungen berücksichtigt und wie sie gewichtet werden, Status eines Übertrittsgutachtens). Bei weiteren Faktoren, die der Schulorganisation zugeordnet werden können, ist mit erheblichen Unterschieden zwischen Schulen zu rechnen. Für die geplante kooperative Qualitätssicherung stellt allein die Schulgröße einen kritischen Faktor dar. Die Größe variiert zwischen „Zwergschulen“ bis hin zu mehrzügigen Schulen mit sehr kleinen bzw. umfangreichen Kollegien. Grundschulen, die in Schulzentren untergebracht oder mit Hauptschulen verkoppelt sind, bieten andere Ausgangsbedingungen für schulformübergreifende Zusammenarbeit bzw. für einen SINUS-Transfer von der Sekundarstufe zur Grundschule.

Von besonderer Bedeutung für die Transferkonzeption sind die vorauszusetzenden Qualifikationen und Kompetenzen der Lehrkräfte bzw. die zu erwartende Unterschiedlichkeit in

diesen Merkmalen. Hier muss mit Unterschieden zwischen den Ländern gerechnet werden aber auch mit Unterschieden innerhalb der Länder, in Abhängigkeit vom Zeitpunkt des Lehramtsstudiums. In Anbetracht der Breite an studierbaren Fächern im Lehramtsstudium Grundschule (verglichen mit der Lehramtsausbildung für die Sekundarstufenlehrkräfte) ist bei Lehrkräften mit anderen Studienschwerpunkten als der Mathematik oder den Naturwissenschaften in diesen Bereichen nur ein begrenztes fachwissenschaftliches und fachdidaktisches Wissen zu erwarten. Dabei variieren die Stundenanteile, die von den Lehrkräften in der Fachausbildung studiert werden, erheblich je nach Wahl des Studienschwerpunkts. Außerdem gibt es keine Gewähr, dass Lehrkräfte nur in den Fächern unterrichten, die sie in der Lehramtsausbildung vertieft studierten.

Für ein Professionalisierungsprogramm stellt ein - überspitzt formuliert - „fachfremd“ erteilter Unterricht eine besondere Voraussetzung und Herausforderung dar. In Deutschland besteht eine Tendenz, die grundständige unterrichtsfachbezogene Ausbildung als notwendige Voraussetzung für qualitativvollen Unterricht zu betrachten. Gerade in Anbetracht einer unsicheren Professionalität dient das Zertifikat als Qualitätsbeweis. Betrachtet man die Forschungslage zur Qualität des fachfremden Unterrichts, der international (bzw. in einigen Ländern) sehr stark verbreitet ist, dann bleiben Zweifel, inwieweit die grundständige fachliche bzw. fachdidaktische Ausbildung tatsächlich ein entscheidender Faktor für Unterrichtserfolg ist. Man muss dabei die Frage der „Grundständigkeit“ hervorheben. Lehrkräfte, die fachfremden Unterricht erteilen (müssen), werden sich ja sehr wohl auf ihre Aufgabe einstellen, vorbereiten, die erforderliche Kompetenz aneignen und sich entsprechend weiterqualifizieren. Aufgrund ihrer Lehrerfahrung haben sie eine Vorstellung darüber, was sie als Lehrende an fachlichem Verständnis benötigen. Mit dem Hintergrund eines erfolgreichen akademischen Studiums darf erwartet werden, dass sie sich im Zweifelsfall auch selbständig in die Materie einarbeiten.

Die Motivation der Lehrkräfte, sich überhaupt bzw. vertiefend mit fachlichen und fachdidaktischen Fragen zu befassen, wird bei einem unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklungsprogramm im Grundschulbereich zu einem wichtigeren Faktor als der in der Lehramtsausbildung erworbene und zertifizierte fachliche Hintergrund.

Während im SINUS Sekundarstufenprogramm die fachliche Kompetenz als Stärke und damit Ausgangsbedingung betrachtet wurde, stellt sich die Lage im Grundschulbereich anders dar. Die Stärke von Lehrkräften an Grundschulen liegt eher in einer pädagogischen / fördernden Haltung und in einem relativ breiten Repertoire an Arbeitsformen. Allerdings

ist gerade bei einem in der Mathematik und den Naturwissenschaften angesiedelten unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklungsprogramm aufgrund der im Vergleich zu den Fachlehrkräften in den Sekundarstufen recht heterogenen Ausbildungsvoraussetzungen unter dem Strich mit einer gewissen Unsicherheit der Grundschullehrkräfte in fachlichen und fachdidaktischen Fragen zu rechnen.

Nicht zuletzt gibt es eine Reihe von eher pragmatischen Faktoren, die sich auf die Beteiligung und Kooperationsmöglichkeiten von Lehrkräften an einem Grundschulprogramm auswirken können. Dies beginnt bei den relativ kleinen Spielräumen für Arbeitsgruppentreffen während des Schultags. Das normale Stundendeputat führt dazu, dass Termine für schulbezogene bzw. schulübergreifende Sitzungen auf die Nachmittage oder gar Abende verlegt werden müssen. In Anbetracht eines sehr hohen Anteils von Lehrkräften, die häufig aufgrund familiärer Verpflichtungen über ihre Arbeitszeit nur mit begrenzten Spielräumen flexibel verfügen können, müssen erhebliche organisatorische Anstrengungen unternommen werden, um regelmäßige Arbeitssitzungen an den Schulen durchführen zu können. Überhaupt werden kontinuierliche Arbeitstreffen zum Fachunterricht für viele Grundschulen ein neues Instrument sein, da wohl an den meisten Grundschulen Fachkollegien bzw. Fachgruppensitzungen bisher nicht gebräuchlich sind.

3 Problembereiche des mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts

Erst mit den mathematik- und naturwissenschaftsbezogenen Erweiterungen der Internationalen Grundschul-Lese-Untersuchung (IGLU bzw. PIRLS) konnte der Kompetenzstand, der in Deutschland am Ende der Grundschulzeit erreicht wird, systematisch, umfassend und international vergleichend beschrieben und eingeschätzt werden. Empirische Befunde zum mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen, die bis zu diesem Zeitpunkt vorlagen, waren meist an relativ kleinen, nicht zufällig gezogenen Stichproben bzw. „Fällen“ gewonnen worden. Unter Bezugnahme auf IGLU und dem vorliegenden empirisch gesicherten Erkenntnisstand werden im Folgenden wichtige Problembereiche des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen herausgearbeitet.

Zur Befundlage nach IGLU: IGLU bzw. PIRLS (IEA-Progress in Reading Literacy Study) berichtete einen Leistungsstand am Ende der Grundschule, der auf den ersten Blick (und im Vergleich zu TIMSS und PISA) als weniger dramatisch erschien. Die Bewertung der Befunde hängt jedoch von der gewählten Bezugsgruppe ab. Während die IEA-Studien (TIMSS, PIRLS) bisher ein sehr breites Spektrum von Ländern aus aller Welt verglichen, nimmt PISA ausschließlich die Leistungen der OECD-Staaten als Bezugspunkt. Die IGLU-Befunde zum Lesen, aber auch die der Erweiterungsstudie zur Mathematik und zu den Naturwissenschaften, erscheinen so im Vergleich mit der breiten Auswahl von IEA-Teilnehmerstaaten weniger problematisch zu sein. Die Lage stellt sich anders dar, wenn man speziell die in Industriestaaten (etwa der OECD) erreichten Leistungen vergleicht. Die Mathematik- und Naturwissenschaftsleistungen liegen dann in Deutschland am Ende der Grundschulzeit etwa auf dem Durchschnittsniveau von OECD- oder EU-Staaten. Vermutungen, die international unterdurchschnittlichen PISA-Ergebnisse seien eine unmittelbare Folge schwacher Lernergebnisse der Grundschule und durch diese in gewisser Weise vorprogrammiert, wurden damit zunächst einmal nicht bekräftigt.

Allerdings geben die Daten des IGLU-Berichts keinen Anlass, die Grundschule in Deutschland als pädagogisch wenig problematisches Feld zu betrachten. Bei einer differenzierten Interpretation der IGLU-Befunde muss etwa berücksichtigt werden, dass die Messung der mathematischen und naturwissenschaftlichen Kompetenz in Deutschland sechs Jahre nach dem Test in den internationalen Vergleichsländern erfolgte. Es ist durchaus damit zu rechnen, dass einige Länder zwischenzeitlich deutlich bessere Leistungen

erreichen würden. Außerdem nahmen zum Beispiel in der IGLU-Erweiterungsstudie vier deutsche Länder nicht teil, die bei PISA im Ländervergleich unterdurchschnittlich abgeschnitten hatten. Dass die Unterschiede zwischen Ländern auch schon im Grundschulalter beträchtlich sein können, zeigten die differenzierten Analysen für einige Länder der Bundesrepublik Deutschland. Nicht zuletzt führt die klassenstufenbezogene Erhebung bei IGLU dazu, dass die Ergebnisse etwas günstiger ausfallen als bei einem Vergleich von alterstufenbezogenen Testergebnissen. Auch bei Grundschulstichproben erklären Altersunterschiede beträchtliche Anteile der Leistungsvarianz; bei PISA erreichen die Leistungsunterschiede zwischen der Stichprobe der Fünfzehnjährigen und der 9. Klassen eine Größenordnung um 10 Punkte.

Das generelle Niveau mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenz: Letztlich belegen die IGLU-Befunde für die Bereiche mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenz bei differenzierter Betrachtung für Deutschland ähnlich durchschnittliche Leistungen, wie sie auch bei TIMSS für die Sekundarstufe I festgestellt wurden. Damit zeichnet sich für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen ein Entwicklungs- und Handlungsbedarf ab, der durchaus dem für die Sekundarstufe bei TIMSS festgestellten entspricht und der zur Einrichtung von SINUS führte.

Ein wichtiger Grund für Maßnahmen zur Verbesserung der Unterrichtsqualität ergibt sich damit generell aus dem internationalen Vergleich. Es wäre fatal, die Leistung, die Deutschland in IEA-Studien (TIMSS, PIRLS) bei einer breiten Länderauswahl erzielt, als zufriedenstellendes Kriterium zu betrachten. Als Bezugsgröße („benchmark“) muss vielmehr der Kompetenzstand herangezogen werden, der in vergleichbaren EU- oder OECD-Staaten erreicht wird. Damit zeigt auch der IGLU-Vergleich, dass insgesamt an deutschen Grundschulen ein höheres Niveau mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenz angestrebt werden muss. Das bedeutet vor allem, ein weiter entwickeltes mathematisches und naturwissenschaftliches Verständnis anzustreben, wie es zum Beispiel durch die bei IGLU unterschiedenen (höheren) Kompetenzstufen beschrieben wird. Ein entsprechend hohes Verständnisniveau wird man jedoch nur dann erzielen können, wenn die Möglichkeiten für einen anspruchsvollen Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht an den Grundschulen konsequent ausgeschöpft werden. So kann man auch an deutschen Grundschulen in vielen Klassenzimmern beobachten, dass die Mathematik relativ eng gefasst und manchmal nur auf das Rechnen und bloßen Fertigkeitserwerb reduziert wird. In ähnlicher Weise findet man immer wieder auch Lehrkräfte, die naturwissenschaftliche

Themen im Sachunterricht im Sinne einer vordergründigen Naturkunde behandeln und Besonderheiten des naturwissenschaftlichen (theoriegeleiteten und systematisch prüfenden) Zugangs ausblenden. Es liegt auf der Hand, dass ein entsprechend eingeschränkter Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht nur wenig Anregungen und Anstöße zur Klärung und Entwicklung von Interessen bietet.

Somit zeigt sich Handlungsbedarf für den Unterricht an Grundschulen nicht nur bei Vergleichen mit den international leistungsstarken Ländern. Die IGLU-Befunde belegen systematisch, dass die grundlegenden Ziele der Grundschule in Deutschland nur zu einem Teil bzw. von einem Teil der Schülerinnen und Schüler erreicht werden.

Förderung von Schülerinnen und Schülern mit erheblichen Leistungsschwächen: Betrachtet man etwa die Verteilungen der Schülerinnen und Schüler auf die erwähnten Stufen mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenz, dann findet man beträchtliche Anteile (Mathematik über 18 Prozent, Naturwissenschaften über 16 Prozent), die auf bzw. unterhalb der ersten Leistungsstufe einzuordnen sind. Diese Schülerinnen und Schüler bringen (zum Teil extrem) schlechte Voraussetzungen für ein weiterführendes Lernen mit. Bei ihnen zeichnet sich bereits am Ende der Grundschulzeit die Gefahr eines schulischen Scheiterns ab, mit negativen Perspektiven für eine berufliche Ausbildung und – genereller – für gesellschaftliche Partizipationsmöglichkeiten. Deshalb besteht eine bedeutsame Herausforderung für den Grundschulunterricht darin, frühzeitig spezifischen Förderbedarf zu erkennen und durch gezielte Unterstützung kumulativen Defiziten entgegen zu wirken.

Entdecken und Fördern von Spitzengruppen: Auf der anderen Seite lassen die IGLU-Befunde bei einer beträchtlichen Gruppe von Schülerinnen und Schülern sehr gute bis ausgezeichnete Voraussetzungen für eine anspruchsvolle (dennoch durchaus altersgemäße) Auseinandersetzung mit mathematischen und naturwissenschaftlichen Fragen erkennen. Speziell im naturwissenschaftlichen Bereich, aber auch in der Mathematik gibt es Hinweise, dass die Schülerinnen und Schüler auf den beiden höchsten Kompetenzstufen ihr Entwicklungspotential nur zum Teil ausschöpfen konnten. In Deutschland ist eine gewisse Tendenz festzustellen, den möglichen Beitrag des Grundschulunterrichts zur Entwicklung mathematischer, naturwissenschaftlicher wie auch technischer Kompetenzen zu unterschätzen und in gewisser Weise nicht ernst zu nehmen. Tatsächlich bringen die Kinder im Grundschulalter bemerkenswerte kognitive und ausgezeichnete motivationale Voraussetzungen für eine intensive, anregende und verständnisorientierte Auseinandersetzung mit mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Problemstellungen mit. Die

Grundschule kann damit sehr wohl die kumulative Entwicklung mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenzen fundieren, in der Breite, aber auch mit Blick für die Spitze. Auch hier hängt es von der thematischen Breite und Vielfalt des Naturwissenschafts- und Mathematikunterrichts ab, ob die Kinder Anstöße und Gelegenheiten erhalten, ihre besonderen Talente und auch ihre Interessen zum Ausdruck zu bringen. Selbstverständlich müssen im Unterricht dann aber auch Möglichkeiten und Wege angeboten werden, sich neue Inhalte und Kompetenzen zu erschließen.

Umgehen mit heterogenen Lernvoraussetzungen: Gerade der Kontrast zwischen den untersten und obersten Kompetenzstufen verdeutlicht das Leistungsspektrum, das im Grundschulunterricht berücksichtigt und möglichst gleichermaßen gefördert werden soll. Nun ist die Grundschule in Deutschland ohne Zweifel die Schulform mit der größten Erfahrung im Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen. Man kann den Grundschulen in keiner Weise vorwerfen, sie würden sich nicht darum bemühen, Schülerinnen und Schüler auf sehr unterschiedlichen Niveaus anzusprechen, zu fordern und zu fördern. Wenn das Umgehen mit heterogenen Lernvoraussetzungen als eine Problemzone des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen bezeichnet wird, dann wird damit eine Herausforderung beschrieben, die nur in einer gemeinsamen Anstrengung bearbeitet und zu besseren Lösungen geführt werden kann. Wenn vorliegende Befunde darauf hinweisen, dass diese Problematik noch keineswegs gelöst ist, lohnt sich auch ein Blick über die Grenzen, um andere Wege kennen zu lernen, wie bei unterschiedlichen Ausgangslagen individuelle Lernfortschritte gesichert werden. Unter der Perspektive einer Qualitätsverbesserung wird ein zentrales Anliegen sein müssen, Unterrichtsverfahren für den Umgang mit heterogenen Lernvoraussetzungen zu entwickeln und zu erproben, die über die bisher in Deutschland gebräuchlichen Ansätze eines differenzierenden Unterrichts hinausgehen.

Erweiterte Unterrichtsformen und Skripts: Dabei wird es vor allem darum gehen, entsprechende (bekannte und neue) adaptive Verfahren aufeinander abzustimmen und in einem kohärenten Unterrichtskonzept gezielt und routiniert einzusetzen. Die Aufgeschlossenheit von Grundschulen gegenüber sogenannten „offenen“ oder „schülerorientierten“ Unterrichtskonzepten und die (gegenüber Sekundarschulen) relativ große Vielfalt an Sozial- und Arbeitsformen bieten sehr gute Ausgangspunkte für eine Weiterentwicklung von Unterrichtsskripts, die verstehendes und bedeutungsvolles Lernen auf unterschiedlichen Niveaus anregen und gezielt unterstützen.

Enge Kopplung von Kompetenz und sozialer Herkunft: Wie die Befunde aus IGLU weiterhin zeigen, variieren die im Grundschulalter festzustellenden Kompetenzunterschiede systematisch mit Merkmalen der sozialen Herkunft. Die Leistungen der Schülerinnen und Schüler in den Mathematik- und Naturwissenschaftstests korrelieren in einem beträchtlichen (gegenüber PISA nur geringfügig geringeren) Umfang mit dem sozioökonomischen Status ihres Elternhauses. Diese Korrelation kann bedeuten, dass Kinder in bestimmten sozialen Umgebungen besser auf die Schule vorbereitet und eingestellt werden, sowie mehr Unterstützung und Lernbegleitung im Elternhaus erhalten. Eine entsprechende differentielle Unterstützung durch die Elternhäuser wird man durch Unterricht nur zu einem Teil kompensieren können. Für die Schule hilfreich wären differentielle Unterstützungen der Elternhäuser, die Anregungs-, Übungs- oder Rückmeldedefizite des Unterrichts auszugleichen hätten. Bei IGLU finden sich Hinweise, dass Schülerinnen und Schüler - etwa bei den Naturwissenschaftstests - auf Wissen zurückgreifen, das vermutlich außerhalb der Schule angeeignet wurde. Wenn Elternhäuser und allgemein das jeweilige außerschulische Umfeld in einem unterschiedlichen Umfang und mit unterschiedlicher Qualität Erfahrungsmöglichkeiten und Zugänge zum naturwissenschaftlichen Verständnis und einer altersgemäßen naturwissenschaftlichen Grundbildung anbieten würden, so ergäbe sich ein Problem, das den Sachunterricht kräftig herausfordern würde. Prinzipiell muss es das Anliegen der Grundschule sein, einem Auseinanderdriften der Kompetenzentwicklung aufgrund unterschiedlicher Erfahrungshintergründe entgegenzuwirken. Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht an den Grundschulen kann dazu entscheidend beitragen, dass Kinder aus unterschiedlichen Milieus die Lernanregungen erhalten, die für die Entwicklung eines mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundverständnisses notwendig sind.

Geschlechterdifferenzen: In diesem Zusammenhang kann auch auf die beträchtlichen Geschlechterdifferenzen in den Mittelwerten für mathematische und naturwissenschaftliche Kompetenz hingewiesen werden, die bereits am Ende der Grundschule festzustellen sind. Dass solche Unterschiede nicht „natürlich“ sind, zeigt der internationale Vergleich. Zahlreiche Studien haben erfolgreich belegt, dass Kompetenz und Interesse im mathematischen und naturwissenschaftlichen Bereich bei Schülerinnen und Schülern gefördert werden kann und wie diese Förderung aussehen kann. Die am Ende der Grundschulzeit zu beobachtenden Geschlechterdifferenzen weisen darauf hin, dass der Unterricht offensichtlich doch nicht immer in der gewünschten Weise an den Erfahrungen, dem Vorverständnis

und den Interessen von Jungen und Mädchen anknüpft bzw. es nicht schafft, bei beiden Gruppen zielbezogene Entwicklungen anzuregen, die auf ein vergleichbares Kompetenzniveau führen.

Kinder und Elternhäuser mit Migrationsgeschichte: Das Anknüpfen an unterschiedlichen Erfahrungen (oder „Lebenswelten“) ist weiterhin eine besondere Herausforderung für das Unterrichten von Kindern aus unterschiedlichen Kulturen. Dabei muss klar gesehen werden, dass der Sprachbeherrschung und der Lesekompetenz eine Schlüsselstellung bei der Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Migrationshintergrund zukommt. Im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht geht es speziell darum, die unterschiedlichen Vorerfahrungen und motivationalen Orientierungen zu berücksichtigen und möglichst auszugleichen. Ein interessanter didaktischer Aspekt im mathematischen, aber auch im naturwissenschaftlichen Unterricht kann jedoch auch darin gesehen werden, gezielt Symbolsysteme und Repräsentationsformen zu verwenden, die Anforderungen an die Beherrschung der deutschen Sprache zeitweise reduzieren.

Motivationale Orientierungen: Ein - in gewisser Hinsicht sehr positiver - Befund aus IGLU betrifft die Einstellungen der Schülerinnen und Schüler zum Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht und ihre Lernmotivation. Der größte Teil der Schülerinnen und Schüler findet den Mathematikunterricht und naturwissenschaftliche Themen im Sachunterricht wichtig und interessant. Die Schülerinnen und Schüler berichten insgesamt über eine hohe fachbezogene Lernmotivation, und dies weitgehend unabhängig davon, ob sie in diesem Fach gut bzw. kompetent (im Sinne der Kompetenzstufen) sind. Da ihre gemessene Kompetenz durchaus mit ihrem Selbstkonzept bzw. der eigenen Einschätzung der Leistungsfähigkeit korreliert, ist der Befund über eine insgesamt hohe Lernmotivation (unabhängig von der Leistung) bemerkenswert. Er unterstreicht, dass die Schülerinnen und Schüler in der Grundschule den Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht prinzipiell schätzen und sehr gute motivationale Voraussetzungen für diesen Unterricht mitbringen.

Interessen der Lehrkräfte: Auch aus der Sicht der Lehrkräfte sind die Themen des Mathematik- und des naturwissenschaftlichen Unterrichts für die Schülerinnen und Schüler interessant und bedeutungsvoll, sowohl für die aktuelle Lebenssituation der Kinder wie für das nachfolgende Lernen. Es gibt allerdings auch Hinweise, dass manche Themen und Gebiete (z. B. mit Bezug zur Biologie) aus der Sicht der Lehrkräfte bedeutsamer und reizvoller sind als andere (z. B. mit Bezug zur Physik, Chemie oder Technik). Die Sachunterrichtslehrpläne lassen dabei den Lehrkräften große Spielräume, ihre Präferenzen umzuset-

zen. Die Präferenzen wiederum stehen in Zusammenhang mit eigenen Interessenschwerpunkten, aber auch mit der Einschätzung der eigenen fachlichen Sicherheit aufgrund eines mehr oder weniger vertieften Studiums. In ihrer eigenen Schulkarriere hatten die meisten Lehrkräfte sehr viele umfassendere Gelegenheiten, sich mit Biologie zu befassen. Bei einem sehr großen Frauenanteil bei den Lehrkräften für die Grundschule wirkt der typische Interessenbefund der Sekundarstufen (stärkeres Interesse an der Biologie, geringes an Physik und Chemie) in der Studiengestaltung und im Berufsfeld nach.

Studienschwerpunkte: Erhebliche Anteile von Lehrkräften erteilen Sachunterricht, ohne im Studium im größeren Umfang auf das Unterrichten von physikalischen oder chemischen Themen vorbereitet worden zu sein. In einer sehr knappen fachdidaktischen Ausbildung besteht die Gefahr, dass das Unterrichts Anliegen nur oberflächlich behandelt und verstanden werden kann. Es braucht sehr viel mehr Zeit, um nachzuvollziehen, unter welchen Bedingungen und wie im Grundschulalter ein grundlegendes Verständnis zentraler naturwissenschaftlicher Konzepte und Denk- und Arbeitsweisen entwickelt werden kann. Für den Mathematikunterricht sieht die Ausbildungssituation im Studium etwas günstiger aus; dennoch unterrichtet ein beträchtlicher Anteil der Lehrkräfte ohne vertiefte mathematische bzw. mathematikdidaktische Ausbildung in der ersten Studienphase. Es ist bereits erwähnt worden, dass auch in einem „fachfremd“ erteilten Unterricht Lernprozesse fachlich und didaktisch kompetent angeregt und zielbezogen gefördert werden können. Voraussetzung dafür bleibt eine entsprechende, mehr oder weniger eigenständige bzw. von außen unterstützte Nachqualifikation.

Fortbildungswünsche: Viele Lehrkräfte an Grundschulen nehmen für sich einen Bedarf an Fortbildung für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht wahr. Entsprechende fachunterrichtsbezogene Fortbildungswünsche wurden u. a. auch in BLK-Modellversuchsprogrammen, die Grundschulen einbezogen, geäußert. Allerdings werden übliche Fortbildungsangebote für diesen Bereich oft als schlecht zugänglich und wenig hilfreich eingeschätzt. Von Fortbildungsangeboten wird gemeinhin erwartet, dass sie konkrete Unterrichtsmöglichkeiten sichtbar machen und die Lehrkräfte in die Lage versetzen, weiterführende Fragen der Schülerinnen und Schüler aufgreifen zu können bzw. eventuelle Fehlvorstellungen zu erkennen. Vor allem aber sollten die Fortbildungen Anregungen und Hilfen bereitstellen, die auf die jeweilige besondere Problemlage der Schule bzw. Lehrkraft passen. Diesem Anspruch können herkömmliche Fortbildungen bisher nur einzeln gerecht werden.

Übergänge und Schnittstellen: Eine eigene Problematik für die Lehrkräfte ergibt sich an den Schnittstellen zwischen Kindergarten, Vorschule und Grundschule einerseits und andererseits zwischen Grundschule und weiterführenden Schulen. Für eine pädagogisch sinnvolle Gestaltung des Übergangs vom Kindergarten zur Grundschule gibt es zwar ausgearbeitete und erprobte Konzeptionen, die sich jedoch vielerorts aus verschiedenen Gründen nicht umsetzen lassen. Speziell für die Bereiche Mathematik und Naturwissenschaften wird die Übergangsproblematik gekennzeichnet durch Betreuungssituationen an Kindergärten, in denen das Potential dieser Erfahrungsräume, Spielbereiche oder Lernfelder bisher nur in Ausnahmefällen erkannt und aufgegriffen wurde. Aus der Lehrerperspektive gewinnen mathematische oder naturwissenschaftliche Vorkenntnisse oder Fähigkeiten für die Frage einer möglichen Zurückstellung oder vorzeitigen Einschulung allenfalls eine nachgeordnete Rolle. Mit dem Übergang vom Kindergarten zur Grundschule verbinden sich zahlreiche allgemeine pädagogische Fragen, die grundsätzlich zu bearbeiten sind und nicht speziell den Mathematik- und Sachunterricht betreffen.

Der Übergang zu weiterführenden Schulen führt dagegen eher in fachspezifische Probleme. Aus der Sicht der Lehrkräfte stehen Fragen der Leistungsbeurteilung im Vordergrund. Insbesondere die Mathematik bzw. die Beurteilung der Mathematikkompetenz gewinnt eine beträchtliche Bedeutung für die Übertrittsempfehlung. Die Mathematikkompetenz bzw. Mathematikzensur wurde aber auch in einigen Studien als Beispiel genommen, um zu untersuchen, inwieweit die Leistungsbeurteilungen am Ende der Grundschule bzw. die Übertrittsempfehlungen diagnostisch und prognostisch aussagekräftig sind. Die Studien zeigen unter anderem, dass Zensuren die Leistungsfähigkeit schlecht vergleichbar abbilden, weil offensichtlich sehr unterschiedliche Beurteilungsmaßstäbe angelegt werden. Die Studien belegen auch beträchtliche Anteile von Fehlzusweisungen aufgrund der Übertrittsempfehlungen. Prinzipiell ist es sinnvoll, hier zwischen der Güte und Zuverlässigkeit der Leistungsbeurteilung einerseits und den Problemen einer Prognose der Lern- und Leistungsentwicklung an weiterführenden Schulen andererseits zu differenzieren. Die Qualität der Diagnose hängt nicht nur von technischen Aspekten der Prüfungsaufgaben ab, sondern auch von der Enge oder Breite des Mathematikverständnisses der Lehrkraft, das die Aufgabenstellung, aber auch die Beobachtung und Lernbegleitung steuert. Als besondere diagnostische Herausforderung kann auch hier das Erkennen eines spezifischen Förderbedarfs oder von fehlerhaften Herangehensweisen oder Vorstellungen gelten. Viele Lehrkräfte erwarten für sich selbst einen erheblichen Gewinn durch eine differenzierte dia-

gnostische Kompetenz bzw. durch ein Bereitstellen von Instrumenten, die ihre eigenen Beobachtungen und Beurteilungen ergänzen können. Die Güte der Prognose hängt wiederum von der Qualität der Diagnose ab. Für die Prognose unter dem Aspekt der Schullaufbahneempfehlung gewinnt das Lehrerurteil aufgrund des langen Beobachtungszeitraums an Gewicht; punktuelle Ergebnisse aus standardisierten Tests können zur Ausschärfung der Beurteilung beitragen. Die Vorhersage hängt freilich auch vom Kriterium (bzw. dem Wissen über dieses) der Anforderungen im Mathematik- und auch Naturwissenschaftsunterricht an weiterführenden Schulen ab. Die Stichwörter Diagnose und Prognose markieren damit - aus der Sicht der Lehrkräfte und der Forschungsperspektive - ein wichtiges Problemfeld des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. Dabei geht es nicht nur um die Weiterentwicklung der diagnostischen Kompetenz von Lehrkräften, sondern auch um die Verbesserung von Verfahren, die Bereitstellung von Instrumenten und die zweckgemäße Anwendung in unterschiedlichen diagnostischen Entscheidungssituationen, etwa bei der Erfassung von Lernvoraussetzungen, -schwierigkeiten, -fortschritten und -ergebnissen, bei der Beurteilung von Leistungen oder bei der Vorhersage von Lernentwicklungen unter bestimmten Bedingungen.

Zusammenarbeit zwischen Grundschulen und weiterführenden Schulen: Eine Verständigung über Schwerpunkte und Anforderungen zwischen abgebenden und aufnehmenden Schulen ist nicht allein für die Verbesserung von Diagnosen und Prognosen wünschenswert, sondern insbesondere für das Vorbereiten und Anbahnen von kumulativen Lernprozessen. Bisher ist der Informationsstand von Lehrkräften über die curricularen Schwerpunktsetzungen und Anforderungen anderer Schulformen eher noch schwach entwickelt. Anstrengungen, mathematische und naturwissenschaftliche Potentiale in der Grundschule zu erschließen, haben nur dann Sinn, wenn eine kohärente Anregung und Unterstützung auf der Sekundarstufe weitergeführt wird. Der im internationalen Vergleich festzustellende relative Leistungsabfall vom 10. bis zum 15. Lebensjahr bzw. von der 4. zur 9. Jahrgangsstufe weist auf substantielle Probleme einer weiterführenden Förderung im Verlauf der Sekundarstufe hin. Entsprechende Abstimmungs-, Anschluss- und Übergangsprobleme zwischen Grundschulen und weiterführenden Schulen müssen deshalb in Deutschland verstärkt bearbeitet werden. Die Entwicklung und Einführung von Bildungsstandards wird hier wesentliche Impulse geben.

Professionalisierung: Lehrkräfte an Grundschulen sind aufgrund ihrer Ausbildung und beruflichen Anforderungen „Generalisten“, die insbesondere ein didaktisches Kompetenz-

profil und Gespür für Kinder und ihre Bedürfnisse entwickelt haben. Die an deutschen Schulen generell weit verbreitete Tendenz, auf sich gestellt berufliche Anforderungssituationen zu meistern, wird an Grundschulen verstärkt durch ein typisches Arrangement der Kopplung von Beruf und Familie. Die Anwesenheit an der Schule wird fast vollständig durch den Unterricht bestimmt. Damit bleiben relativ wenige Gelegenheiten für einen intensiveren Austausch im Kollegium über Fragen des Unterrichts. Soweit Unterrichtsprobleme thematisiert werden, betreffen diese eher pädagogische Schwierigkeiten mit einzelnen Kindern denn fachdidaktische Fragen.

Damit hat sich an deutschen Grundschulen traditionell eine Arbeitsorganisation etabliert, die einen kontinuierlichen professionellen Austausch über Fragen des Unterrichts nicht leicht macht. Die herkömmliche Funktionsbeschreibung der Schulleitung lässt nur sehr eingeschränkte Möglichkeiten, an der Schule gemeinsame didaktische Diskurse anzuregen, zu moderieren und über längere Zeiträume in Gang zu halten. Vielerorts bleibt auch bei Ansätzen zur Schulentwicklung oder zur Erarbeitung eines Schulprogramms der Unterricht ausgeklammert.

Das bei Grundschullehrkräften oft stark ausgeprägte Gefühl einer professionellen Verantwortung wird individuell im Kümmern um die eigene Klasse wirksam, führt jedoch selten zu Aktivitäten, die zur Weiterentwicklung des Berufsfeldes mit einem gemeinsamen professionellen Bestand an Wissen und Problemlösungsmustern beitragen. Die Individualisierung der Berufstätigkeit bedingt vielmehr eine erhebliche Unsicherheit über die eigene Wirksamkeit, solange pädagogische Ideale und nicht professionell geteilte Erfahrungen über das pädagogisch Erreichbare oder über mehr oder weniger geeignete Maßnahmen als Beurteilungskriterium herangezogen werden. Vor diesem Hintergrund muss auch damit gerechnet werden, dass eine erwünschte Ausweitung der kollegialen Zusammenarbeit an der Schule nicht unbedingt am Willen der Lehrkräfte scheitert, sondern durch kurzfristig nicht delegierbare familiäre Verpflichtungen behindert wird. Gerade auch deshalb erscheint an deutschen Grundschulen ein Programm angezeigt, das auf einen intensiven unterrichtsbezogenen Austausch und gemeinsame Problemlösungen abzielt.

4 Anlage des Transferprogramms „Grundschule“

Die Problembereiche des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen stimmen in vieler Hinsicht mit den Problemzonen überein, die in der Konzeption für das Modellversuchsprogramm zur Steigerung des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts auf der Sekundarstufe I beschrieben wurden. PISA hat für die Sekundarstufe gezeigt, dass die bei TIMSS festgestellten Probleme nicht nur auf den Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht beschränkt sind. Betrachtet man TIMSS II/ III, PISA und IGLU zusammen, dann zeichnen sich ähnliche Problemlagen auf allen Schulstufen ab. Auf diese Ausgangsbedingungen an Schulen bzw. Lehrerkollegien ist der für SINUS entworfene Ansatz einer kooperativen, problemorientierten und unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklung an Schulen und Kollegien in Deutschland zugeschnitten. Dennoch sollten Besonderheiten der Schul- und Unterrichtsorganisation nicht übersehen werden, wenn daran gedacht wird, den für SINUS charakteristischen Ansatz auf die Grundschule zu übertragen.

4.1 Ziele

Anliegen des SINUS-Transferprogramms Grundschule ist es, den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen in enger Zusammenarbeit mit und von Lehrkräften weiterzuentwickeln. Die Unterrichtsentwicklung zielt insgesamt auf ein höheres Niveau mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenz bei den Schülerinnen und Schülern. Das Programm zielt auf ein mathematisches und naturwissenschaftliches Verständnis, das Kinder in ihrer aktuellen Lebenswelt anwenden und nutzen können. Es zielt weiterhin auf Kompetenzen, die eine solide Grundlage für das nachfolgende Lernen in schulischen wie außerschulischen Kontexten bereitstellen. Es zielt aber auch darauf ab, die Bedeutung von Mathematik und Naturwissenschaften sichtbar zu machen, Neugier zu wecken und längerfristig die Entwicklung von Interessen bzw. einer aufgeschlossenen, kritischen Haltung zu unterstützen. Diese allgemeine Orientierung des Programms wird durch eine differentielle Ausrichtung ergänzt, die konsequent individuelle Lernvoraussetzungen berücksichtigt und an diesen anschließt. Das bedeutet auch, spezifische Konzeptionen zur Förderung besonders leistungsstarker oder schwacher Schülerinnen und Schüler zu entwerfen. Bei der Weiterentwicklung und Erprobung von differentiellem Unterrichtsansätzen nimmt das Programm ebenfalls systematisch Ausgangslagen in

den Blick, die mit der sozialen und der kulturellen Herkunft, aber auch mit dem Geschlecht verkoppelt sind.

Ein Grundprinzip des Programms beruht darauf, dass die Lehrkräfte an ihrer Schule gemeinsam und problemorientiert ihren Unterricht weiterentwickeln, neue Ansätze erproben, die Erfahrungen austauschen und an andere Schulen weitergeben. Ausgangspunkt sind die besonderen Probleme vor Ort. Dieser Zugang bedeutet nichts anderes, als an Schulen Verfahren der Qualitätssicherung einzuführen. Der entscheidende Beitrag zur Professionalisierung besteht darin, dass die Entwicklungen und Erfahrungen in einem gemeinsamen Bezugssystem von Problemen und Problemlösungen zugänglich gemacht werden. Sie werden zwischen Lehrkräften ausgetauscht, die alle in einen ähnlichen Prozess der fachbezogenen Unterrichtsentwicklung involviert sind. Um die professionelle Qualitätsentwicklung anzuregen, abzusichern und auf Bahnen mit hoher Erfolgsaussicht zu steuern, ist wissenschaftliche Begleitung notwendig, die Unterstützungen anbietet und berät. Sie hat auch die Aufgabe, diejenigen Personen fortzubilden und zu unterstützen, die in einer Koordinationsfunktion Qualitätsentwicklungsprozesse an den Schulen und Netzwerken begleiten und moderieren.

Ein übergeordnetes Ziel des Transferprogramms besteht schließlich darin, die Übertragbarkeit des SINUS-Ansatzes auf eine andere Schulstufe bzw. Schulform zu erproben und zu überprüfen. Wissenschaftlich zu klären sind die Bedingungen, die eine erfolgreiche Implementation (Umsetzung) an Grundschulen begünstigen bzw. behindern. Teil des Transferprogramms soll aber auch die Erprobung eines Disseminationsansatzes sein, der dem Programm eine größere Reichweite gibt. Mit dem Transferprogramm soll nicht zuletzt die Infrastruktur für eine weitgehende Ausbreitung der SINUS-Konzeption zur Qualitätsentwicklung im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht an Grundschulen geschaffen werden.

4.2 Leitlinien des Programms

Das Transferprogramm übernimmt für die Arbeit an Grundschulen die zentralen Vorgehensweisen aus dem Programm „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“. Folgende Prinzipien, die sich im Rahmen von SINUS bewährt haben, können und sollen zur unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklung an Grundschulen angewendet werden:

- Ausrichtung der Unterrichtsentwicklung auf Problembereiche des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen, die für die Kompetenz- und Motivationsentwicklung bedeutsam sind,
- Vorbereitung und Orientierung der Arbeit an einem System von Bausteinen (Modulen), die wichtige Problembereiche des Unterrichts so zuschneiden, dass sie von Lehrergruppen an unterschiedlichen Schulen erfolgreich (mit erkennbaren Fortschritten) bearbeitet werden können,
- Anregung zu schulnaher modulbezogener Arbeit und Kooperation im Kollegium mit verbindlichen Absprachen,
- Einführung von Verfahren der Qualitätssicherung / Evaluation, die auf die kooperative Unterrichtsentwicklung im Fachkollegium zugeschnitten sind,
- Einrichtung von regionalen Schulnetzen, die ihre Modulbearbeitung abstimmen, Entwicklungen erproben und Erfahrungen austauschen, kollegial evaluieren und gemeinsam Fortbildungen organisieren,
- Unterstützung der Zusammenarbeit an den Schulen selbst und in regionalen Netzwerken durch Koordinatorinnen und Koordinatoren, die Organisations- und Dokumentationsarbeiten übernehmen, Anregungen und Hilfen zur Unterrichtsentwicklung und Qualitätssicherung geben, Beratung geben bzw. besorgen und sich um den Austausch von Erfahrungen in regionalen und überregionalen Netzwerken kümmern,
- Bereitstellen von Handreichungen, Materialien, Fortbildungs- und Beratungsangeboten durch einen Programmträger, der weitere Einrichtungen (z. B. der Lehrerbildung) in die Arbeit einbezieht und damit eine Infrastruktur für schulnahe Fortbildungen und für die Unterstützung von Unterrichts- und Schulentwicklung aufbaut,
- Einrichtung eines Servers und Informationsmanagementsystems zum mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen bzw. zu den Arbeiten aus dem Transferprogramm,
- Begleitung der Arbeit an den Schulen durch abgestimmte Evaluationsmaßnahmen, die den Schulen und dem Programmträger Rückmeldungen über die erzielten Fortschritte geben, und die insgesamt eine zuverlässige Einschätzung des Programmserfolgs gestatten.

Diese Prinzipien repräsentieren einen umfassenden („systemischen“) Ansatz zur Unterrichts- und Schulentwicklung, der in einem hohen Maße problemorientiert und fokussiert ansetzt, den Beteiligten vielfältige Möglichkeiten lässt, sich auf schulspezifische vordringliche Probleme zu konzentrieren und die eigenen Voraussetzungen zu berücksichtigen. Die Programmkonzeption gibt den Schulen Strukturen vor und bietet ihnen Anregungen und Unterstützungen an, jedoch keine Rezepte und Materialsammlungen. Bedingung für erfolgreiche Qualitätsentwicklung ist es, die Problemlage durchdrungen und geklärt zu haben, um geeignete Maßnahmen zu suchen, gegebenenfalls zu adaptieren oder neu zu entwickeln. Ziele und Anwendungsbereiche von Maßnahmen sollten expliziert und die Wirkungen mit geeigneten Verfahren ökonomisch geprüft werden. Das unterrichtsbezogene Qualitätsentwicklungsprogramm ist zugleich ein Professionalisierungsprogramm. Professionalität heißt, erfahrungsbasiert, auf begrifflicher Grundlage mit einer gemeinsamen Terminologie Probleme und Maßnahmen zu fassen, Erfahrungen zugänglich zu machen, Hilfsmittel anderen zur Verfügung zu stellen, Probleme gemeinsam zu bearbeiten. Deshalb arbeiten im Programm Schulen in Netzwerken zusammen, die von lokaler bis nationaler Ebene organisiert sind. Der Austausch auf all diesen Ebenen (unterstützt durch zentrale Fortbildungen, aber auch durch den Programmserver) hat sich bei SINUS als sehr wirksam erwiesen. Eine Schlüsselrolle für die erfolgreiche Ausrichtung der Arbeit und für die Unterstützung von Qualitätsentwicklungsprozessen haben die Koordinatorinnen und Koordinatoren, die Handlungsgerüste anbieten, Arbeiten abnehmen, Austausch forcieren und ggf. selbst als Berater tätig werden können. Die wissenschaftliche Begleitung kann die kollegiale Qualitätsentwicklung am besten durch Angebote von Handreichungen, Fortbildungen und Beratung unterstützen; sie muss in engem Kontakt mit den Schulen bzw. den Koordinatorinnen und Koordinatoren Hilfen bereitstellen und in der Lage sein, Rückmeldungen zu geben.

4.3 Besonderheiten der Umsetzung an Grundschulen

Bei einer Übertragung der Prinzipien von SINUS auf die Grundschulen sind einige Besonderheiten zu berücksichtigen. Es gibt allerdings auch eine Reihe von Unterschieden in Bedingungen zwischen dem mathematischen bzw. naturwissenschaftlichen Unterricht an Grund- und Sekundarschulen, die eine spezielle Anpassung des Programms verlangen. Unterschiede in den Selektionsmöglichkeiten und in der Heterogenität in den Schülervoraussetzungen machen keinen besonderen Zugang zur Unterrichtsentwicklung erforderlich.

Je nach Ausprägung der Heterogenität in der Schülerpopulation können sich wohl unterrichtsorganisatorische und didaktische Problemlagen verschärfen; damit wird jedoch die mögliche kooperative Bearbeitung der Probleme in keiner Weise in Frage gestellt. Entsprechendes gilt für den unterschiedlichen Zuschnitt der Schulfächer auf der Primar- bzw. Sekundarstufe (z. B. Naturwissenschaften als Teil des Sachunterrichts vs. Unterricht in drei naturwissenschaftlichen Fächern). Freilich kann und muss solchen Besonderheiten bei der Auswahl und der Akzentuierung der Module Rechnung getragen werden.

Ernst zu nehmen sind dagegen Unterschiede zwischen den Lehrkräften der Primar- und der Sekundarstufe in den Qualifikations- und Kompetenzprofilen. Ansatzpunkt für die Unterrichtsentwicklung in SINUS war die fachliche Kompetenz der Mathematik- und Naturwissenschaftslehrkräfte; bei den Lehrkräften an den Grundschulen liegt die Stärke in der didaktischen Kompetenz und Schülerorientierung. Wie bereits dargelegt, fühlen sich viele Lehrkräfte an Grundschulen in fachlichen Fragen, die den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht betreffen, eher unsicher. Bei der angestrebten unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklung sind sie in fachlicher und fachdidaktischer Hinsicht auf Anregungen und Unterstützung von außen angewiesen. Bei den Unterstützungsangeboten wird es darauf ankommen, die Lehrkräfte in die Lage zu versetzen, sich zunehmend selbst bzw. gemeinsam im Kollegenkreis in fachlichen Fragen kompetent zu machen. Da an Grundschulen bisher Fachkollegien eher die Ausnahme sind, muss aus dem Kollegium ein möglichst großer Kreis von Lehrkräften gewonnen werden, der sich konsequent mit dem Mathematikunterricht oder den naturwissenschaftlichen Themen des Sachunterrichts befasst. Dabei können klassenstufenspezifische bzw. klassenstufenübergreifende Schwerpunkte gesetzt werden. Wenn kleinere Grundschulen am Programm mitarbeiten, wird es darauf ankommen, über räumlich gut geschnittene Schulsets die Voraussetzungen für regelmäßige bzw. häufige schulübergreifende Arbeitstreffen zu schaffen. Die Arbeiten in den Schulsets müssen insbesondere in der ersten Laufzeit des Programms intensiv von den Koordinatorinnen und Koordinatoren unterstützt werden. Deshalb wird vorgeschlagen, die Arbeit im Grundschulprogramm mit etwas kleineren Schulsets (jeweils fünf Schulen) zu beginnen. Die Sets können dann zu einem späteren Zeitpunkt im Verlauf des Programms im Sinne einer ersten Dissemination deutlich vergrößert werden.

Aus diesen Feststellungen ist der Schluss zu ziehen, bei der Anwendung der SINUS-Prinzipien auf die Grundschule mehr Strukturen bzw. mehr Führung vorzusehen als im Sekundarstufenprogramm. Besonders in der Anfangsphase wird es darauf ankommen, die

am Programm beteiligten Schulen bei einigen zentralen Problemen auf einen gemeinsamen Stand zu bringen, der eine erfolgreiche Bearbeitung vor Ort wahrscheinlich macht. Eine entsprechende gemeinsame Basis dürfte im Sinne der Programmkonzeption weniger durch ein Fortbildungsangebot erreicht werden, sondern durch eine aktive, gezielt vorbereitete und unterstützte Unterrichtsentwicklung in den Kollegengruppen an einer kleinen Auswahl von zentralen Modulen.

Es wird deshalb für das Grundschulprogramm vorgeschlagen, die Arbeit an den Schulen nicht mit einem breiten Spektrum von Modulen und Wahlmöglichkeiten zu starten, sondern die Auswahl zu begrenzen, um zugleich - und kurzfristig - ein tragfähiges, ausdifferenziertes Unterstützungsangebot bereitstellen zu können. Stück um Stück sollen dann die Freiheitsgrade für die Arbeit im Programm erweitert werden, verbunden mit einer sukzessiven Bereitstellung von Handreichungen und Fortbildungen, die Struktur und Sicherheit bieten.

4.4 Phasen der Programmarbeit

Aufgrund der besonderen Situation an Grundschulen wird für die Einführung und Umsetzung des Programms zur Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts ein abgestuftes Vorgehen vorgeschlagen. Auf diese Weise kann den Schulen zu Beginn ein relativ ausdifferenziertes Handlungsgerüst angeboten werden, das mit den Prinzipien der Programmarbeit vertraut macht und zugleich in relevante fachdidaktische Problembereiche einführt. Die vorgeschlagene Stufung gestattet es auch, fokussiert Handreichungen und Fortbildungen für die Koordinatorinnen und Koordinatoren vorzubereiten, damit das Programm bereits in kurzer Zeit an den Schulen gestartet werden kann. Nach der stärker strukturierten Einführungsphase bietet das Programm umfangreiche Wahlmöglichkeiten für Arbeitsschwerpunkte. Damit kann die Arbeit genau auf schulnahe Probleme ausgerichtet werden. Über vielfältige Schwerpunktsetzungen wird insgesamt das Problemfeld des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts umfassend bearbeitet. Mit den dabei entwickelten Unterrichtszugängen, Materialien und Methoden kann am Ende eine erprobte Wissensbasis für eine weitere Ausbreitung des Programmansatzes bereitgestellt werden.

Die Arbeitsschwerpunkte an Grundschulen werden - wie im Sekundarstufenprogramm - durch sogenannte Module bestimmt. Für das Grundschulprogramm werden insgesamt

zehn Module vorgeschlagen, die sich zum Teil sehr eng an die bisherigen SINUS-Module anlehnen, zum Teil aber deutlich anders akzentuiert sind (vgl. Kapitel 5).

Für die gestufte Einführung in die unterrichtsbezogene Qualitätsentwicklung an Grundschulen werden drei Basismodule vorgeschlagen. Diese sehr grundlegenden Module betreffen zentrale Probleme des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen. Die Arbeit im ersten Jahr wird sich bundesweit auf diese drei Module konzentrieren. Die Schulen haben dabei die Möglichkeit, zwei aus den drei Modulen für ihre Arbeit auszuwählen. Da das gesamte Modulspektrum von Anfang an bekannt ist, können die Schulen bei ihrer Modulwahl ihre besondere Situation durch eine Orientierung auf eine längerfristige Modulkombination berücksichtigen. Im zweiten Jahr der Programmarbeit wird den Schulen vorgeschlagen, nun ein weiteres Modul auszuwählen und mit den bisher bearbeiteten Basismodulen zu kombinieren. Der Arbeitsschwerpunkt kann damit ergänzt oder spezifiziert werden. Eine weitere Ergänzungsmöglichkeit ist für das dritte Jahr der Programmarbeit vorgesehen. Ab diesem Zeitpunkt verfügen die Schulen und Schulnetzwerke jeweils über ein spezifisches Arbeitsprogramm für die weitere Programmlaufzeit.

Für das vierte Jahr der Programmarbeit ist keine inhaltliche Neuorientierung vorgesehen, sondern der Eintritt in eine erste Phase der Dissemination. Zu diesem Zeitpunkt sollen die Schulsets (von Beginn an je fünf Schulen) deutlich erweitert werden. Nun sollen fünf weitere Schulen dem Set beitreten. Das Set mit zehn Schulen (und der bisherigen Koordination) soll inhaltlich das bisherige Arbeitsprogramm fortsetzen, zugleich aber die neu hinzukommenden Schulen so mit dem Stand der bisherigen Arbeiten vertraut machen, dass diese gut vorbereitet in die Unterrichtsentwicklung eintreten und zur Arbeit des Sets mit beitragen können. Es dürfte durchaus zweckmäßig sein, von Beginn an die Schulen zu identifizieren, die in der Erweiterungsphase die Sets komplettieren. Die Schulen könnten dann von Anfang an mit einer Art Beobachterstatus die Arbeit im Set und im Programm verfolgen. Mit diesem Erweiterungskonzept werden am Ende der Programmlaufzeit deutlich mehr Schulen intensiv mit unterrichtsbezogener Qualitätsentwicklung vertraut sein.

In der Tabelle 1 wird die Phasenkonzeption noch einmal hervorgehoben und auf den möglichen Startpunkt des Programms (Herbst 2004) bezogen.

Tabelle 1: Die Phasenkonzeption für das SINUS-Transferprogramm Grundschule

<i>Schuljahr</i>	<i>Arbeitsphase</i>
2004/05	Konzentration auf zwei Basismodule (Auswahl aus drei Basismodulen)
2005/06	Ergänzung durch ein weiteres Modul (Auswahl aus den Modulen 4 -10)
2006/07	Ergänzung oder Spezifizierung durch ein weiteres Modul möglich
2007/08	Erweiterung des Schulsets (Verdopplung von 5 auf 10 Schulen pro Set)
2008/09	Vertiefung der Arbeit im erweiterten Set

4.5 Programmübergreifende Zusammenarbeit

Das Transferprogramm für die Grundschule greift Problemstellungen und Ansätze auf, die sich in SINUS als wirksam erwiesen haben. Mit einer Reihe von parallel angelegten Modulen besteht die Möglichkeit, über die Schulstufen bzw. Schulformen hinweg zu einer gemeinsamen professionellen Verständigung zu gelangen. Es bietet sich aber auch an, Lehrkräfte und Schulen aus beiden Programmen an besonderen Problembereichen, z. B. der Übergangsproblematik, der Abstimmung zwischen Primar- und Sekundarstufe, der Ausarbeitung kumulativer Lerngänge über die gesamte Schulzeit, zu einer Zusammenarbeit zu bringen. Dabei können Lehrkräfte der Primar- und Sekundarstufen voneinander profitieren, etwa von der unterschiedlichen pädagogischen, fachlichen und didaktischen Kompetenz. Mit einer solchen programmübergreifenden Kooperation sollte nicht überstürzt begonnen werden. Die Lehrkräfte an Grundschulen werden Zeit brauchen, um mit dem Ansatz vertraut zu werden und ihre Kompetenzeinschätzung zu stabilisieren. Eine entsprechende Kooperation könnte jedoch als fortgeschrittene Herausforderung von den SINUS-Disseminations- und Transferprogrammen aufgegriffen werden. Naheliegende Anknüpfungspunkte für Zusammenarbeit bieten sich auch mit den Hauptschulen im SINUS-Transfer-Programm, die ja meist über einen ähnlichen Ausbildungshintergrund wie die Lehrkräfte an Grundschulen verfügen. Andere aktuelle Herausforderungen für eine programmübergreifende Zusammenarbeit zeichnen sich in Bundesländern ab, die nun zu Beginn der Sekundarstufe I einen fachübergreifenden Naturwissenschaftsunterricht einführen bzw. vor kurzem eingeführt haben. Nicht zuletzt bietet die Einführung von Bildungsstandards für die Primar- und für die Sekundarstufe viele Gelegenheiten, Arbeitsschwerpunkte abzustimmen.

5 Arbeitsschwerpunkte und Module

Das Markenzeichen der unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklung, die im Rahmen von SINUS erfolgte und nun im Transferprogramm fortgesetzt wird, sind die Module. Sie bilden das Zentrum der Arbeit. Auch in der Außenwahrnehmung von SINUS haben die Module eine prominente Position. Die Tatsache, dass inzwischen in Lehrerkreisen, Aus- und Fortbildungsveranstaltungen außerhalb von SINUS zahlreiche der Module aufgegriffen werden, belegt einen Disseminationseffekt des Programms. Die Module als Beschreibungen von Problembereichen mit Hinweisen auf Lösungsmöglichkeiten tragen dazu bei, dass sich Lehrkräfte innerhalb und außerhalb von SINUS professionell über Unterricht verständigen und Erfahrungen austauschen können.

Ohne Module wäre es sehr schwierig gewesen, Schulen für die unterrichtsbezogene Qualitätsentwicklung zu gewinnen. Durch die Module wird die Arbeit inhaltlich bestimmt. Die Module zielen auf Ergebnisse, die sich im Sinne von Produkten fassen lassen. Aufgaben, Experimente, Übungen, kumulative Unterrichtskonzepte, fachübergreifende Projekte sind Ergebnisse, die als fassbar und als praktisch nützlich erlebt werden. Für die Lehrkräfte stehen zunächst die Produkte im Vordergrund, aber die Lehrkräfte haben in SINUS erfahren, dass sie selbst mit der Arbeit an Modulen eine neue Perspektive auf den Unterricht gewonnen haben, ihre Lehrtätigkeit und das Lernen der Schülerinnen und Schüler nun anders sehen und verstehen.

Die Module sollen Problembereiche zuschneiden, die überschaubar sind und an denen man sofort mit der Arbeit beginnen kann. Allein schon die Problembeschreibung in Modulen liefert Kriterien, unter denen die gängige Praxis (z. B. Aufgaben, Umgehen mit Fehlern, Üben) überdacht werden kann. Die Module sollen helfen, die Komplexität des Unterrichts zu reduzieren. Sie identifizieren "Bausteine", die tragende Funktionen haben, aber verändert werden können, ohne sogleich den gesamten Unterrichtsansatz neu zu erfinden. Freilich benötigen die Lehrkräfte nicht nur Kurzbeschreibungen von Modulen, sondern ausgearbeitete Handreichungen mit einigen Beispielen für typische Probleme, um in eine kontinuierliche Arbeit eintreten zu können. Module (und die ausführlicheren Erläuterungen) sollten dabei so angelegt sein, dass Lehrkräfte schnell "Wirkung" sehen, zunächst in der konkreten Veränderung von Aspekten ihres Unterrichts, dann aber auch in den Reaktionen der Schülerinnen und Schüler auf die Veränderungen, in ihrem Herangehen, Verste-

hen und Lernen. Allerdings spüren die Lehrkräfte sehr schnell, dass die Veränderungen in den Bausteinen nicht nur lokal wirken. Lehrkräfte, die angefangen haben, Aufgaben mit mehreren Lösungswegen einzusetzen, bemerken, dass diese Aufgaben Veränderungen in der Ausrichtung des Unterrichts nach sich ziehen. Entsprechende Erfahrungen unterstützen die Erwartung, dass über die Module nicht nur Einzelteile des Unterrichts überarbeitet und verbessert werden. Auf längere Sicht wird der gesamte Unterrichtszugang "evolutionär" verändert, und zwar nicht nur das oberflächliche Drehbuch des Unterrichtsablaufs, sondern auch der Lernzugang der Schülerinnen und Schüler und deren Wahrnehmung und Begleitung durch die Lehrkräfte.

Die Erfahrungen aus SINUS sprechen dafür, die Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen ebenfalls ganz stark an Modulen auszurichten. Die Module für den Grundschulunterricht sollten den eben beschriebenen Kriterien gerecht werden. Da viele Probleme des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in Deutschland nicht schulform- oder schulstufenspezifisch sind, kann daran gedacht werden, vergleichbare Module zu bearbeiten. Einige Besonderheiten der Problemlage an Grundschulen lassen es jedoch nicht zu, alle Module zumindest thematisch analog zum Sekundarstufenprojekt auszurichten.

5.1 Zehn Module für die Grundschule

Im Folgenden werden insgesamt zehn Module für die Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen skizziert. Die ersten drei Module dienen dabei als Basismodule für die erste Phase bzw. das erste Jahr der Programmarbeit. Zur Abgrenzung von anderen SINUS-Modulen werden die Module von G 1 bis G 10 durchnummeriert.

Modul G 1: Gute Aufgaben (Basismodul)

Aufgaben konfrontieren die Schülerinnen und Schüler im Unterricht mit Anforderungen. Die Anforderungen können unterschiedlicher Art sein: Sie reichen vom Ausführen von Routinetätigkeiten, dem Beschaffen und Einordnen von Informationen bis zum Lösen von Problemen. Aufgaben spielen im Mathematikunterricht eine wichtige und eine besondere Rolle. Allerdings geht es dort nicht nur um die bekannten „Rechenaufgaben“. Analoge

Aufgabentypen kommen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht eher selten vor, dafür andere Aufgabenformate.

Versteht man Aufgaben in einem weiten Sinne als Anforderungen, dann rückt im Unterricht ihre didaktische Funktion in den Blickpunkt. Letztlich dienen sie dazu, Lernprozesse anzuregen und zu unterstützen. Die Qualität der Aufgaben bestimmt sich daran, inwieweit sie zielbezogenes, thematisches Lernen wahrscheinlich machen. Schlüsselte man den Begriff Lernen nach Teilaspekten auf, dann gibt es zum Beispiel Aufgaben, die dazu dienen, dass die Schülerinnen und Schüler etwas entdecken, durchdenken, sich Wissen erschließen oder erarbeiten. Aufgaben können aber auch die Funktion haben, etwas (z. B. eine Vorstellung, einen Begriff) zu klären, zu differenzieren. Über andere Aufgaben wiederum werden Routinen ausgebildet oder es wird eine Wissensanwendung unter leicht veränderten Bedingungen verlangt. Man kann hier von „Übungsaufgaben“ sprechen, doch fallen unter dieses Etikett recht unterschiedliche Varianten des Übens. Ob Aufgaben die gewünschten Lernprozesse anregen können, hängt auch davon ab, ob sie für die Schülerinnen und Schüler bedeutungsvoll oder gar interessant sind. Bedeutung kann eine Aufgabe auch dann gewinnen, wenn klar ist, dass sie hilft, etwas sicher zu beherrschen. Eine solche Bedeutung wird aber nicht schon nachvollzogen, wenn sie nur behauptet wird. Gerade Übungsaufgaben sind in Gefahr, sinnlos zu erscheinen und langweilig zu werden. Auch hier gewinnt der Variantenreichtum oder die Einbettung von Aufgaben motivierendes Potential.

Ein Modul, das zur Entwicklung „guter“ Aufgaben für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht anregt, zielt zunächst auf die Berücksichtigung der Vielfalt von Aufgaben unter didaktischen Funktionen. Lehrkräfte brauchen ein großes Repertoire an fachspezifischen Aufgaben und Aufgabenstellungen. Wenn sie über klare Vorstellungen von Aufgabentypen und ihren Zwecken verfügen, dann hilft ihnen das, wenn sie neue Aufgaben generieren müssen. Der kritische Punkt für die Anwendung von Aufgaben im Unterricht liegt in der Frage, welcher Lernprozess mit dieser Aufgabe angestoßen werden kann und soll, und zwar bei der jeweiligen Klasse bzw. (einzelnen) Schülerinnen und Schülern, die über ein bestimmtes Vorwissen oder Vorverständnis verfügen.

Für die Entwicklung und Anwendung von „guten Aufgaben“ liefern Befunde wichtige Anhaltspunkte, die zeigen, dass an deutschen (Grund-)Schulen Aufgaben vorherrschen, die technische Fertigkeiten und Routinen ansprechen. Zu wenig Verwendung finden Aufgaben, die zum Nachdenken Anlass geben, bei denen mathematische oder naturwissen-

schaftliche Vorstellungen genutzt und Beziehungen hergestellt werden müssen. Ebenso ungenutzt bleiben variantenreiche Übungsaufgaben, die das flexible Anwenden von Kenntnissen und Fertigkeiten trainieren. Entsprechende Aufgaben müssen nicht neu erfunden werden; für den Mathematikunterricht findet man sie zahlreich in fachdidaktischen Publikationen und in Schulbüchern. Wichtig ist es, den Überblick über das Aufgabenangebot zu behalten und mit Hilfe von didaktischen Kriterien Aufgaben auszuwählen. Sensibel für die Funktion und Qualität von Aufgaben wird man insbesondere, wenn man sich immer wieder auf die Herausforderung einlässt, selbst Aufgaben zu entwickeln. Im Kollegenkreis können solche Aufgaben diskutiert, aber auch gemeinsam entwickelt werden. Vor allem aber kann der Aufgabenpool in den Schulbüchern unter didaktischen Gesichtspunkten geklärt und sortiert sowie gezielt ergänzt werden. Besondere Aufmerksamkeit könnte den Aufgaben gewidmet werden, die zu Hause erledigt werden sollen, oder aber - aus einer anderen Perspektive - den Aufgaben, die im Rahmen von Parallelarbeiten eingesetzt werden.

Modul G 2: Entdecken, Erforschen, Erklären (Basismodul)

Die Mathematik und die Naturwissenschaften repräsentieren nicht nur Wissensgebiete, sondern besondere und grundlegende Herangehensweisen an Phänomene, Fragen und Probleme. Auf Schülerinnen und Schüler im Grundschulalter wirken Denk- und Arbeitsweisen dieser Disziplinen (oder Kulturen) faszinierend, sie entsprechen in ihrer Struktur den Bemühungen von Kindern, sich die Welt zu erschließen, Sachverhalte einzuordnen und zu verstehen und Neues zu entdecken. Vorstellungen, dass Kinder kognitiv noch nicht in der Lage wären, Vermutungen zu bilden und diese auf dem Hintergrund ihrer Wissensbasis zu prüfen und zu begründen, haben sich als nicht haltbar erwiesen.

Es ist deshalb nur konsequent, der Begeisterung von Kindern am Entdecken und Erforschen und ihrer Suche nach Erklärungen in der Grundschule Raum, Stoff und Anregung zu geben. Schülerinnen und Schüler, die Gelegenheit hatten, in mathematischen oder naturwissenschaftlichen Zusammenhängen Fragen zu stellen, zu explorieren, nach Erklärungen zu suchen und Vermutungen zu prüfen, entwickeln ein Grundverständnis von mathematischen und naturwissenschaftlichen Denkweisen, das vielseitig anwendbar ist. Sie sammeln damit auch erste Erfahrungen in Arbeitsweisen, etwa dem Vergleichen, Ordnen, Beobachten und Experimentieren. Entsprechende Lernerfahrungen bilden die Vorausset-

zungen für eine rationale und zugleich kritische Auseinandersetzung mit mathematischen oder naturwissenschaftlichen Erkenntnissen. Sie sind zugleich eine wichtige Basis für den weiterführenden Unterricht auf der Sekundarstufe und sie können den Einstieg in eine intensivere Beschäftigung mit den Naturwissenschaften oder der Mathematik bedeuten.

Das Modul zielt darauf ab, Schülerinnen und Schüler bereits in der Grundschule für mathematische und naturwissenschaftliche Sichtweisen von Situationen und Phänomen aus der Lebenswelt zu sensibilisieren. Für die Mathematik ist es in diesem Zusammenhang wichtig, sich zu verdeutlichen, dass der reine und der angewandte Aspekt zwei Seiten derselben Medaille sind. Mathematik sollte Mathematik *in Kontexten* sein, in Kontexten *mit*, aber auch in Kontexten *ohne* Wirklichkeitsbezug. Denn Mathematik ist strukturorientiert und anwendungsorientiert. Das heißt, die Schülerinnen und Schüler im Unterricht mit interessanten Phänomenen oder Problemen zu konfrontieren, die von ihnen erkundet und erforscht werden können und ihnen dabei mit Rat und Tat zur Seite zu stehen.

Die Herausforderungen des Moduls betreffen insbesondere die Auswahl von Gegenständen und Fragestellungen, die Vorbereitung der Lernumgebung und die Begleitung des Lernens. Für die Schülerinnen und Schüler sind die Gelegenheiten, etwas aktiv handelnd, sei es alleine oder in einer Gruppe, zu untersuchen, motivational anregend. Die natürliche Neugier wird aufgegriffen, damit sich die Kinder auf verschiedene Weisen spielerisch, beobachtend, beschreibend und erklärend mit mathematischen, naturwissenschaftlichen und technischen Phänomenen und Prozessen auseinandersetzen können. Um mathematisches bzw. naturwissenschaftliches Denken anzubahnen und zu entwickeln, brauchen viele Schülerinnen und Schüler aber auch Hilfestellungen. Die Lehrkraft kann sie unterstützen, ihre eigenen Vorstellungen und Modelle weiter zu entwickeln in Richtung auf tragfähige und anschlussfähige Zugänge zu einer rationalen Erschließung der Welt. Das setzt unter anderem voraus, dass die Lehrkräfte die Mathematik und die Naturwissenschaften nicht auf abgeschlossene Produkte reduzieren, sondern zugleich als Prozess - als etwas, das man betreibt - begreifen. Die Lehrkraft kann auch darauf hinwirken, dass die Kinder lernen, ihre Vorstellungen und Absichten auszudrücken, zu begründen und Erwartungen zu äußern. Planvolle und zweckmäßige Vorgehensweisen werden dabei allmählich entfaltet, kreative Prozesse und Lösungswege unterstützt.

Modul G 3: Schülervorstellungen aufgreifen - grundlegende Ideen entwickeln (Basismodul)

Kinder bemühen sich, die sie umgebende Welt - Natur, Technik, Kultur bzw. damit verbundene, sprachlich vermittelte Konstrukte - zu verstehen. Sie entwickeln Begriffe und Vorstellungen, sie stellen Beziehungen zwischen Begriffen und Ereignissen her, sie versuchen bestimmte Erscheinungen für sich stimmig zu erklären. Sie verwenden dabei auch Bezeichnungen und Konzepte, die sie im außerschulischen Umfeld, etwa im Elternhaus oder in den Medien kennen gelernt haben. Erklärungen, die Vorhersagen gestatten und stimmig sind, werden aufrechterhalten und bei Diskrepanzen eventuell durch Zusatzannahmen gerettet (auch dieses Verhalten ist für Wissenschaften nicht untypisch). Allerdings haben Kinder oft keine Möglichkeit oder Anlässe, ihre Annahmen einer kritischen empirischen Prüfung zu unterziehen. Damit können sich subjektive Vorstellungen und Begriffssysteme entwickeln, die sich von den wissenschaftlich etablierten und jahrhundertlang systematisch über Erfahrungen entwickelten Theorien unterscheiden. Manche dieser subjektiven Vorstellungen erweisen sich geradezu als sperrig, wenn Kinder (genauso freilich Erwachsene) wissenschaftlich gesicherten Konzepten und begrifflichen Konventionen begegnen. So glauben manche Kinder zum Beispiel, dass sich Pflanzen über die Wurzeln durch Erde ernähren, dass leichte Objekte schwimmen und schwere sinken, dass Verbrennung Stoffe vernichtet, dass eine Multiplikation mit Zehn immer das Anhängen einer Null bedeutet oder dass Kommazahlen – als Maßzahlen – wie natürliche Zahlen addiert werden ($0,15\text{ m} + 0,3\text{ m} = 0,18\text{ m}$).

Entsprechende Vorstellungen werden gelegentlich als Fehlkonzepte bezeichnet. Diese Perspektive läuft Gefahr, das mit den Vorstellungen verbundene Bemühen um eine tragfähige Erklärung zu diskreditieren. Tatsächlich beruhen viele der kindlichen Vorstellungen auf Beobachtungen und vernünftigen Überlegungen. Aus didaktischer Sicht gilt es vielmehr, die zutreffenden und tragfähigen Überlegungen in solchen Fehlvorstellungen zu erkennen. Es ist aber keineswegs sinnvoll (und realistisch!), alle (bzw. die häufigsten oder wichtigsten) Fehlvorstellungen in mathematischen oder naturwissenschaftlichen Gegenstandsbereichen im Grundschulunterricht überwinden zu wollen. Vielmehr ist positiv zu fragen, welche basalen (d. h. wissenschaftlich tragfähigen) Vorstellungen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen aufgebaut werden sollen. Da Grundbildung auch auf nützliche Wissensanwendung und Partizipation zielt, gilt es, die Mathematik und die Naturwissenschaften als hilfreiche Werkzeuge zu begreifen und

zu verwenden – und nicht nur als für sich stehende Disziplinen. In den Fachdidaktiken hat dementsprechend eine Rückbesinnung auf zentrale und grundlegende Ideen der Mathematik und der verschiedenen Naturwissenschaften stattgefunden. Grundlegende Vorstellungen von Raum und Form, von Quantität, von Veränderungen und Beziehungen oder von Ungewissheit beschreiben einen Bezugsrahmen für die Entwicklung von Konzepten, die einerseits in der (kindlichen) Lebenswelt, andererseits in der Mathematik verankert werden können. Vor allem werden entsprechende grundlegende Vorstellungen über die gesamte Lebensspanne benötigt; sie können sukzessive ausdifferenziert werden bis hin zu wissenschaftlichen Betrachtungen im sekundären und tertiären Bildungsbereich. Ähnlich grundlegende Vorstellungen betreffen in den Naturwissenschaften zum Beispiel Kennzeichen des Lebendigen, etwa die individuelle und evolutionäre Entwicklung von Lebewesen, Stoffwechsel oder die Stoffumbildung in chemischen Reaktionen, sowie Kenntnisse grundlegender Eigenschaften von Körpern und ihren Wechselwirkungen. Dazu gehört auch ein basales Verständnis der Funktion technischer Geräte aus dem Alltag.

Das Anliegen des Moduls richtet sich darauf, grundlegende Ideen (Konzepte und Prozesse) der Mathematik und der Naturwissenschaften im Grundschulunterricht aufzubauen. Die angestrebte konzeptuelle Entwicklung wird nur dann zu tragfähigen und flexibel nutzbaren begrifflichen Vorstellungen führen, wenn die Vorerfahrungen bzw. die Präkonzepte der Kinder aufgegriffen werden. Erfolgreich kann ein solcher Ansatz zur Konzeptentwicklung in diesen Domänen nur dann sein, wenn er auf einige wenige grundlegende Ideen konzentriert wird. Welche Ideen als zentral bzw. grundlegend betrachtet werden können, ist in zahlreichen Abhandlungen zur mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundbildung erörtert worden. Die in Deutschland angestoßene Entwicklung von Bildungsstandards folgt diesen Überlegungen. Sie identifiziert grundlegende Konzepte und Prozesse, die über kumulative Lernprozesse im Verlauf der Schullaufbahn aufgebaut werden sollen. Arbeiten zu diesem Modul können einen wichtigen Beitrag leisten, die Entwicklung mathematischer und naturwissenschaftlicher Kompetenz kohärent und kumulativ von der Grundschule in die Sekundarstufe zu entwickeln.

Modul G 4: Lernschwierigkeiten erkennen - verständnisvolles Lernen fördern

Lehrkräfte an Grundschulen verfügen erfahrungsgemäß häufig über eine hohe Sensibilität für Lernschwierigkeiten ihrer Schülerinnen und Schüler. Die Bedingungen für kognitive, affektive und motivationale Probleme beim Lernen sind vielfältig; sie können in der Person, aktuellen Ereignissen, der Situation im Elternhaus, Hintergrundfaktoren (soziale, kulturelle Herkunft), aber auch in Unterrichtskonstellationen verortet werden. Wenn Lernschwierigkeiten auftreten, besteht die Gefahr, dass die betroffenen Schülerinnen und Schüler den Anschluss verlieren. Es bleiben Erfolgserlebnisse aus, mit der Folge, dass etwa das Vertrauen in die eigenen Fähigkeiten sinkt, die Ängstlichkeit zunimmt oder die Neigung zu Störverhalten wächst. Auf Lernschwierigkeiten muss deshalb möglichst früh eingegangen werden. Es gilt zu klären, worin die Lernprobleme bestehen, worauf sie zurückzuführen sind und inwieweit eine Förderung mit den Mitteln, die Lehrkräften im Unterricht oder an der Schule zur Verfügung stehen, erfolgen kann.

Ein Programm zur Qualitätsentwicklung im mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht kann nicht den Zweck verfolgen, Lernschwierigkeiten und Maßnahmen zur Prävention und Intervention in der gesamten Erscheinungsbreite zu thematisieren. Das Modul konzentriert sich deshalb auf fachspezifische Lernschwierigkeiten, die oft durch lückenhaftes Vorwissen, fehlende Lernstrategien, eingeschliffene Fehler oder etwa Motivationsprobleme begründet sind. Ein erstes Anliegen richtet sich darauf, den „diagnostischen Blick“ für entsprechende Lernprobleme zu schärfen, der sich ja auch auf mögliche Bedingungsfaktoren richten muss. Um Diagnosen treffen zu können, müssen Situationen oder Gelegenheiten geschaffen werden, in denen die Probleme sichtbar werden. Es braucht auch Zeit, um das Kind in seinem Herangehen und Denken zu begleiten. Eine entscheidende Rolle für die „Schadensbegrenzung“ erhält die Früherkennung von Risikofaktoren, da so kumulativen Defiziten entgegengesteuert werden kann. Der zweite Schwerpunkt des Moduls betrifft die Möglichkeiten einer gezielten und aussichtsreichen Förderung von Schülerinnen und Schülern mit Lernschwierigkeiten im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht. Hier können vorliegende Fördermaßnahmen mit ihren Anwendungsbereichen gesichtet und maßgeschneiderte Förderkonzepte entwickelt werden. Auch wenn, wie in der Mathematik, Übungsformen eine besondere Bedeutung haben, geht es nicht nur darum, variantenreiche Übungsverfahren zur Sicherung von Grundfertigkeiten zu entwickeln und zu erproben. Eine entscheidende Herausforderung besteht darin, auch das Verständnis dessen, was zu tun ist, zu fördern. Das Modul erhält

einen dritten Schwerpunkt, der je nach Einzugsgebiet der Schule bedeutsam werden kann. Dieser richtet sich auf spezielle Teilgruppen von Schülerinnen und Schülern, die aufgrund ihrer Herkunft in Gefahr sind, den Anschluss im Unterricht zu verlieren. Probleme ergeben sich hier vor allem aufgrund der Sprache, aber zum Teil auch aufgrund unterschiedlicher kultureller Erfahrungshintergründe. Auch hier kann es in diesem Programm nicht darum gehen, entsprechende grundlegende Probleme auszugleichen. Vielmehr könnte und sollte unter diesem Modul versucht werden, Unterrichtszugänge zu entwickeln und zu erproben, die gezielt mehrere Repräsentationsformen benutzen, um Unterschieden in der sprachlichen Kompetenz zu begegnen. Kulturell bedingte Erfahrungsunterschiede wiederum könnten nach einer stärkeren Situierung oder Kontextualisierung, etwa auch unter einer gezielten Nutzung von Medien, verlangen.

Modul G 5: Talente entdecken und unterstützen

Lehrkräfte finden in ihren Grundschulklassen ein sehr breites Spektrum an mathematischen und naturwissenschaftlichen Fähigkeiten vor. Einige Schülerinnen und Schüler fallen durch ausgezeichnete Leistungen auf. Sie finden selbst bei anspruchsvollen Aufgaben eigene Lösungswege, bilden souverän mathematische Modelle bei Sachrechenaufgaben, planen originelle und kontrollierte Experimente oder finden durchdachte, kreative Erklärungen für bestimmte Phänomene. Viele dieser Schülerinnen und Schüler zeichnen sich auch durch ein besonderes Interesse für naturwissenschaftliche oder technische Fragen oder mathematische Probleme aus.

Für Lehrkräfte sind Schülerinnen und Schüler aus diesen Spitzengruppen erfreulich, denn sie tragen zum Unterricht bei, bringen ihn voran, erledigen ihre Aufgaben zügig und beanspruchen weniger Unterstützung als andere Kinder. Leistungsstarke Schülerinnen und Schüler erscheinen oft als problemlose Kinder und erhalten, etwa in Anbetracht eines erheblichen Förderbedarfs bei leistungsschwächeren Kindern, weniger Unterstützung. Die Lernunterstützung könnte für die leistungsstarken Kinder aber gerade in weiterführenden kognitiven Herausforderungen liegen. Wie Kinder mit guten oder gar besonderen mathematischen und naturwissenschaftlichen Fähigkeiten erkannt und in ihrer Entwicklung angeregt und unterstützt werden können, ist Gegenstand dieses Moduls.

Schülerinnen und Schüler, die mit guten Ideen zum Unterricht beitragen oder sehr gute Leistungen bei Leistungsfeststellungen erzielen, bleiben nicht verborgen. Der mathemati-

sche und naturwissenschaftliche Unterricht bietet den Kindern Gelegenheiten, ihre Talente zu zeigen. Es hängt aber doch von den Themen- und Problemstellungen oder den Aufgaben im Unterricht ab, welche Talente sichtbar werden können. Wenn die naturwissenschaftlichen Anteile im Sachunterricht sich auf bestimmte biologische Themen konzentrieren, gibt es keine Chance, technisches Geschick oder physikalisches Verständnis unter Beweis zu stellen. Das gilt auch für einen Mathematikunterricht, der weitgehend auf die Geometrie verzichtet oder die Rechenfertigkeiten in den Vordergrund stellt. Um das Potential von Kindern erkennen zu können, wird man die mögliche thematische Breite des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts ausnutzen müssen. Hinweise auf das Fähigkeitspotential geben die Leistungen in Proben / Klassenarbeiten; doch bieten diese selten Möglichkeiten, originelle Lösungen zu präsentieren. Aufschlussreich sind vor allem die Zugänge und die Denkprozesse von Kindern, die aber längere Beobachtungen und intensive Gespräche voraussetzen. Wie Gelegenheiten zum Erkennen von Talenten in den normalen Unterricht eingebaut und ausgewertet werden können, soll mit diesem Modul geklärt und aufbereitet werden.

Der zweite Aspekt des Moduls betrifft das Fordern und Fördern von Talenten. Hier können zunächst Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, innerhalb des Unterrichts leistungsstarken oder talentierten Schülerinnen und Schüler zusätzliche Anregungen und Lerngelegenheiten zu geben. Hier liegt es nahe, den schnelleren leistungsstarken Kindern weiterführende oder ergänzende Aufgaben anzubieten. Auch das Helfersystem hat sich bewährt, gerade die leistungsstarken Kinder zu fördern: Sie profitieren in der Rolle von Tutoren am Ende mehr (durch ihr Lehren) als ihre Schützlinge (durch ihr Lernen). Aber welche Anregungen und Aufträge führen weiter und wohin? Mit dieser Frage wird man sich unter diesem Modul befassen müssen. Mehr bzw. andere Förderungsmöglichkeiten eröffnen sich außerhalb des Unterrichts, zum Beispiel auf Schulebene in Arbeitsgemeinschaften oder Interessengruppen, ohne oder mit Beteiligung von Eltern, die eventuell besondere Kompetenzen einbringen können. Weitere Unterstützungsmöglichkeiten bieten sich in Kooperationen zwischen der Schule und anderen interessierten Einrichtungen. Das können Forschungseinrichtungen, Betriebe, Bibliotheken, Freizeitstätten oder Vereine sein. Es gibt inzwischen eine Vielzahl von Beispielen, die zeigen, dass entsprechende Kooperationen keineswegs utopisch sind.

Modul G 6: Fachübergreifend und fächerverbindend unterrichten

Die Grundschule beginnt behutsam mit einer Differenzierung des Lehrstoffs nach Fächern. Der Sachunterricht ist ein Beispiel für die Integration einer Fülle von disziplinären Themen und Perspektiven in ein Schulfach. In den Ländern, die in der Grundschule das Klassenlehrerprinzip betonen, liegt es nahe, die Fachgrenzen zu überschreiten, wenn bestimmte Themen den Unterricht über einen längeren Zeitraum beherrschen. Unterricht, der den Lebensweltbezug ernst nimmt, wird auch von Phänomenen, Ereignissen oder Problemen ausgehen, die nicht nur ein Fach betreffen. Auf der anderen Seite sind es die Einzel-fächer bzw. dahinter stehende Disziplinen, die Perspektiven eröffnen und die Perspektiven in ihrer Besonderheit explizieren. Es sind auch die Fächer, die den Anschluss herstellen zu tradiertem Wissen, zu professionellen oder wissenschaftlichen Teilkulturen oder zu Wissensgemeinschaften.

Ziel des Moduls ist es, Möglichkeiten eines fachübergreifenden und fächerverbindenden Grundschulunterrichts didaktisch zu klären und in Unterrichtskonzepten umzusetzen. Mit der Ausrichtung des Programms auf den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht bieten sich Verknüpfungen zwischen dem Mathematik- und dem Sachunterricht an. Der naturwissenschaftliche Sachunterricht kann als Anwendungsfeld für den Mathematikunterricht dienen. Interessante Möglichkeiten für Verknüpfungen bietet der Maßzahlaspekt (z. B. Länge, Volumen, Temperatur oder Zeit), der bei fachübergreifender Betrachtung sehr viel besser geklärt und verstanden werden kann. Dass diese Aspekte mit weiteren Sachthemen oder dem Deutschunterricht verbunden werden können, liegt auf der Hand. Allerdings ist sorgfältig abzuwägen, welche Verknüpfungen motivierend wirken, Anwendungsbezüge herstellen, Zusammenhänge erläutern oder Ordnung schaffen und Perspektiven trennen.

Ein weiterer Arbeitsschwerpunkt könnte die beiläufigen fächerübergreifenden Verbindungen behandeln, die etwa über die Verwendung von Sprache bzw. von Texten im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht ständig gegeben sind. Sachrechenaufgaben verwenden Texte, aber was sind das für Texte bzw. Anwendungen? Wie wird die Sprache in Mathematik übersetzt, oder die Mathematik (das mathematische Denken) in Sprache? Wie werden Vermutungen sprachlich gefasst, wodurch erhalten Objekte ihren Namen und wodurch zeichnen sich sprachlich eine Erklärung oder ein Argument aus? Das Modul bietet vielfältige Möglichkeiten, diesen Fragen nachzugehen und sie in Unterrichtseinheiten umzusetzen.

Modul G 7: Interessen (von Mädchen und Jungen) aufgreifen und weiterentwickeln

Nach wie vor freuen sich Kinder, wenn sie in die Grundschule eintreten. Auch am Ende der Grundschulzeit finden die meisten Kinder mathematische und naturwissenschaftliche Themen so interessant, dass sie sich gerne damit befassen wollen. Dass die Lernmotivation an der Grundschule relativ stabil erhalten bleibt, lässt sich auf die Kompetenzerlebnisse zurückführen. Wie später nie wieder sind in den ersten Schuljahren die Lernfortschritte - im Lesen, Schreiben und Rechnen - so konkret und offensichtlich und wird ihr Nutzen im Alltag so deutlich erfahren. Dennoch gibt es interindividuelle Unterschiede in der Stärke der Lernmotivation und in ihrer thematischen Ausrichtung. Bemerkenswert sind systematische Unterschiede, wenn man nach Geschlecht differenziert. Dass die Größe dieser Differenzen von Land zu Land variiert, verweist auf kulturelle und / oder pädagogische Unterschiede. Erstaunlich bzw. problematisch sind in Deutschland insbesondere die vorfindbaren systematischen Leistungsunterschiede zwischen Mädchen und Jungen am Ende der Grundschulzeit. Im Durchschnitt liegen Leistungen der Mädchen in der Mathematik und in den Naturwissenschaften auf einem etwas niedrigeren Niveau als die der Jungen. Dagegen sind die Mädchen in allen anderen Fächern besser. Aus der Perspektive des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts ist diese Differenz eine Herausforderung. Wie kann an der Grundschule erreicht werden, dass die Mädchen die Mathematik und die Naturwissenschaften genauso interessant finden wie die Jungen und im Mittel ein vergleichbares Kompetenzniveau erreichen?

Dieses Modul bemüht sich um eine stärkere Ausrichtung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an den Schülerinnen und Schülern, also um eine Schülerorientierung, die jedoch auf vergleichbare Ergebnisse in der Lern- und Motivationsentwicklung abzielt. Das bedeutet zum Beispiel, Unterrichtseinheiten zu entwickeln und zu erproben, die an den Erfahrungen der Mädchen anschließen, ohne die Jungen zu vernachlässigen. Für den Sekundarstufenunterricht liegen zahlreiche Unterrichtsbeispiele vor, die zeigen, wie Mädchen und Jungen angesprochen und vergleichbar gefördert werden können.

Ein anderer Aspekt des Moduls betrifft Unterschiede im Selbstkonzept. Bereits in der Grundschule zeichnet sich ab, dass Mädchen ihre Fähigkeiten (speziell in der Mathematik und in den Naturwissenschaften) eher unterschätzen, während Jungen dazu neigen, ihre

Fähigkeiten zu überschätzen. Der Grundschule sollte aber daran gelegen sein, dass Mädchen wie Jungen ihre Fähigkeiten realistisch und zugleich erfolgsversichtlich einschätzen. Im Mathematik- und Naturwissenschaftsunterricht bieten sich viele Gelegenheiten, diese Tendenzen zu verstärken oder abzuschwächen. Das Modul zielt darauf ab zu erkennen, wie Lern- und Leistungssituationen und Rückmeldungen auf Mädchen und Jungen wirken und dementsprechend Gelegenheiten zu schaffen, über die Mädchen erfahren, dass sie mathematische, naturwissenschaftliche oder technische Probleme erfolgreich lösen können.

Modul G 8: Eigenständig Lernen - Gemeinsam Lernen

Die Grundschule ist der Ort, an dem mit dem systematischen Lernen begonnen wird. Der Unterricht zielt nicht nur auf den Aufbau fachlicher Kompetenz, sondern - verbunden damit - auf das Lernen des Lernens. Es geht hier um den Erwerb von Lerntechniken und Lernstrategien, um die Planung und Steuerung des Lernens - in gewisser Weise übernimmt der Lernende sich selbst gegenüber die Rolle eines Lehrenden: Der Schüler oder die Schülerin klärt die Lernziele, differenziert Schritte und plant das Vorgehen, sucht Informationen, arbeitet diese durch, übt selbständig und überprüft seinen Lernfortschritt. Das eigenständige Lernen lernt man nicht losgelöst von Inhalten, und es erhält im Fachzusammenhang jeweils eine besondere Ausprägung. Unterricht kann Gelegenheit geben, das eigenständige Lernen zu erproben. Die Lehrkraft kann zeigen, wie sie vorgehen würde, sie kann Hilfe geben, als Berater zur Seite stehen. Die Schule kann früh damit beginnen, das eigenständige Lernen zu pflegen. Allerdings ändert sich damit die Rolle der Lehrkraft. Der übliche Unterricht im Klassenverband, in der Gemeinschaft tritt zurück.

Im Vergleich zu anderen Ländern wird in Deutschland dem eigenständigen Lernen noch wenig Raum eingeräumt. Damit werden auch Chancen verpasst, den Unterricht auf heterogene Lernvoraussetzungen auszurichten. Wenn Schülerinnen und Schüler eigenständig lernen, dann ist Individualisierung kein Problem. Eigenständig lernen ist eine pädagogische Zumutung. Es muss abgewogen werden, was dem Schüler oder der Schülerin an Eigenständigkeit zugemutet werden kann. Zurzeit besteht in Deutschland noch die Tendenz, den Schülerinnen und Schülern wenig zuzutrauen und entsprechend zuzumuten. Auf der anderen Seite wundert man sich, wie wenig eigenständig die Kinder noch sind. Anliegen des Moduls ist es, den Schülerinnen und Schülern im mathematischen und naturwissen-

schaftlichen Unterricht an Grundschulen mehr an Eigenständigkeit zuzutrauen, aber sie auch im eigenständigen Lernen zu begleiten und zu unterstützen. Es geht vor allem darum, mit Unterrichtskonzepten Erfahrungen zu sammeln, wie Eigenständigkeit im Unterricht „dosiert“ werden kann.

Die andere Seite des Moduls thematisiert das gemeinsame Lernen. Hier kann der Unterricht im Klassenverband in den Blick genommen werden, aber interessanter dürften andere Formen des sozialen Lernens sein, die mehr Interaktionsmöglichkeiten bieten und didaktisch eingesetzt werden können, um mit heterogenen Lernvoraussetzungen umzugehen. Hervorzuheben wären Formen des kooperativen Lernens, die etwa ein wechselseitiges Lehren und Lernen vorsehen und die im Naturwissenschafts- wie im Mathematikunterricht sinnvoll angewendet werden können. Wichtige Faktoren für den Erfolg dieser Formen sozialen Lernens sind die Aufgabenstellungen und Arbeitsverteilungen, vor allem aber die Einführung und Einübung in den Ablauf (das Skript). Sinnvoll genutzt werden können aber auch kompetitive Sozialformen, zum Beispiel um Fertigkeiten einzuüben.

Modul G 9: Lernen begleiten - Lernerfolg beurteilen

Beim Unterricht in der Klasse laufen synchron in vielen Köpfen sehr unterschiedliche Denk- und Lernprozesse in Sekundenbruchteilen ab. Wie kann eine Lehrkraft dieses Geschehen begleiten, interpretieren und gegebenenfalls neu zu beeinflussen suchen? Sie wird scheitern, wenn sie versucht, das gesamte Geschehen einzufangen und zu verfolgen. Eine adäquate Begleitung des Lernens muss der jeweiligen Form des Lehrens angepasst sein. Sie ist im fragend-entwickelnden Unterrichtsgespräch an der Klasse orientiert und auf Äußerungen angewiesen, die allerdings auch für tiefere Nachfragen genutzt werden können. Mehr Chancen für ein intensives Verfolgen von Vorgehensweisen, Denkprozessen oder Argumentationen bieten Arbeitsgruppen oder Einzelarbeit. Letztlich geht es aber nicht darum, irgendwelche Lernprozesse abzubilden. Ziel der Lernbegleitung sind pädagogisch und didaktisch nützliche Informationen, zum Beispiel um den aktuellen Unterricht schülerbezogen steuern zu können oder um Einblick in das mathematische oder naturwissenschaftliche Denken einzelner Kinder zu gewinnen, um Strategien zu rekonstruieren oder Fehlvorstellungen aufzuspüren, um zu erfahren, auf was sie ansprechen. Die Lernbegleitung kann dezent, einfühlsam und kooperativ erfolgen, aber auch als kontrollierend erscheinen. Sie erhält den Charakter der Kontrolle, wenn sie mit Beurteilungen oder Be-

wertungen verbunden ist. Dann werden Schülerinnen und Schüler sehr viel vorsichtiger sein, ihre Gedanken, Überlegungen oder Pläne preis zu geben, weil sie möglicherweise etwas Falsches sagen könnten.

Das Modul zielt so zum einen darauf ab, bewusst Verfahren der Lernbegleitung in den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht zu integrieren. Das bedeutet zunächst, den Unterricht so anzulegen, dass die Lehrkraft Einblicke in das Denken der Kinder, in ihre Vorstellungen und Pläne gewinnen kann. Ein besseres Verständnis der Denkwege der Schülerinnen und Schüler gestattet es, den Unterricht besser an - vermutlich sehr unterschiedliche - Voraussetzungen anzupassen, den Unterrichtsverlauf gegebenenfalls nachzusteuern oder aber diagnostische Informationen über spezifischen Förderbedarf zu gewinnen. Unter dieser Perspektive sollen im Verlauf des Programms beispielhafte Verfahren, Herangehensweisen und Interpretationsmöglichkeiten einer modifikationsorientierten Diagnostik im mathematischen und naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht entwickelt, angewendet und in einer größeren Anzahl von Klassen erprobt werden.

Auf der anderen Seite thematisiert das Modul die Beurteilung von Lernfortschritten und Lernerfolgen. Lehrkräfte an Grundschulen müssen hier (je nach Klassenstufe bzw. auch Land) unterschiedliche Verfahren einsetzen, die von Lernberichten, verbalen Lernstand- und Leistungsbeschreibungen über Ziffernzensuren bis zu Übertrittsempfehlungen führen. Diese Verfahren erlauben auf unterschiedliche Weise, die drei ausschlaggebenden Bezugsnormen für einen Lernerfolg bzw. eine Leistungsbeurteilung zu berücksichtigen (die sachbezogene, die individuelle und die sozial vergleichende Bezugsnorm). Im Rahmen des Moduls sollen für den Bereich des mathematisch und naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts Verfahren geklärt und erprobt werden, die dazu dienen, Leistungsbeurteilungen auf zuverlässige und aussagekräftige Informationen zu stützen, sie adäquat zu beschreiben und unter verschiedenen Bezugsnormen zu interpretieren bzw. entsprechende bezugsnormorientierte Rückmeldungen zu geben.

Diese Thematik betrifft auch die Übertrittsempfehlungen, die jedoch als eigene Problematik behandelt werden können. Übertrittsempfehlungen treffen letztlich bedingte Prognosen: Wenn der Schüler bzw. die Schülerin sich weiter entwickelt wie bisher, dann hat er bzw. sie gute Aussichten, eine bestimmte Schulform erfolgreich zu bewältigen. Die Übertrittsempfehlung beruft sich damit auf Wissen über den Schüler oder die Schülerin und deren Lernverhalten im bisherigen Unterricht und auf Wissen über die Anforderungen an weiterführenden Schulen. Unter der inhaltlichen Ausrichtung des Programms geht es um

Wissen über den mathematischen und den naturwissenschaftlichen Unterricht einerseits auf der Primarstufe und andererseits auf der Sekundarstufe unterschiedlicher Schulformen. Die Arbeit unter diesem Modul sollte dazu beitragen, die möglichen zukünftigen Anforderungen zu klären, zugleich aber diagnostische Kriterien und Verfahren zu erproben, mit denen die Qualität von Übertrittsempfehlungen verbessert bzw. den Lehrkräften mehr Sicherheit für ihre Beurteilung vermittelt werden könnte.

Modul G 10: Übergänge gestalten

Die Grundschule hat die Aufgabe, zwei wesentliche Übergänge zu gestalten, nämlich den der Aufnahme (Einschulung) und den der Abgabe an eine weiterführende Schule. Die Aufnahme erfolgt aus dem Elternhaus oder aus einer Kindertageseinrichtung, die Abgabe an eine schulische Einrichtung. Diese Übergänge betreffen alle Schülerinnen und Schüler. Daneben gibt es weitere Übergänge in Einzelfällen, wie z. B. bei der Überleitung in eine Fördereinrichtung oder bei einer Klassenwiederholung, die besondere Aufmerksamkeit verdienen. Für die Kinder sind Übergänge „kritische“ Lebensereignisse, die mit einem Umfeldwechsel, neuen Aufgaben und Erwartungen und einem Rollenwechsel verbunden sind und bewältigt werden müssen. Aus der Sicht des Bildungssystems markieren die Übergänge „kritische“ Entscheidungssituationen. Die Schülerinnen und Schüler werden pädagogischen Einrichtungen bzw. Treatments zugeordnet, mit Effekten, die in der Summe bestimmte Tendenzen erkennen lassen: Ein mehr oder weniger hohes Einschulungsalter, Verlängerungen der Schulzeit, unterschiedliche Überweisungsquoten an Förderschulen, unterschiedliche Verteilungen auf weiterführende Schulen oder differentielle Chancen, je nach sozialer Herkunft. Bemerkenswert ist schließlich, dass die Einrichtungen an den Schnittstellen selten kooperieren und etwa Anstrengungen unternehmen, in gemeinsamer Abstimmung die Übergänge zu gestalten. Das schließt zum einen Kooperationen ein, um die Kinder bei der Bewältigung dieses kritischen Lebensereignisses zu unterstützen, zum anderen Kooperation, die darauf gerichtet sind, Entscheidungskriterien zu klären und abzustimmen sowie mögliche problematische Tendenzen bei Entscheidungen mit in Betracht zu ziehen.

Lehrkräfte an Grundschulen sind sensibilisiert für Übergangssituationen und für mehr oder minder risikobehaftete Entscheidungen. Mit dem Modul sollen Möglichkeiten erarbeitet werden, die Übergänge so zu gestalten, dass die Kinder positive Entwicklungsimpulse

erhalten, also z. B. frühzeitig vorbereitet werden, die zukünftige Einrichtung mit wichtigen Personen kennen lernen, über neue Lerngelegenheiten und Anforderungen informiert werden. Dabei liegt der Schwerpunkt auf Übergängen im fachlichen Rahmen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts. Dies führt zum Beispiel zur Frage nach der Kontinuität und Kohärenz einer Auseinandersetzung mit mathematischen und naturwissenschaftlichen Fragen zwischen Kindergarten und Grundschule einerseits und zwischen Grundschule und weiterführenden Schulen andererseits. Die Zusammenarbeit zwischen Grundschule und Kindergarten kann dazu beitragen, dass vor der Schule (altersgemäße) Begegnungen mit mathematischen Vorstellungen (z. B. Zahlen) erfolgen, mehr oder minder spielerische Erkundungen mit Bezug zu naturwissenschaftlichen Fragen stattfinden. In der Zusammenarbeit mit den weiterführenden Schulen bieten sich vielfältige Möglichkeiten, die spezifischen fachlichen Anforderungen zu klären oder aber Rückmeldungen zu erhalten über die fachlichen Lernkarrieren der abgegebenen Schülerinnen und Schüler. Eine „dritte Instanz“ für entsprechende Kooperationen könnten (oder sollten) die Eltern sein, die bisher allerdings selten - gewissermaßen in einer Funktion als Scharnier - einbezogen sind. Eine systematische und pädagogisch durchdachte Einbeziehung der Eltern kann nur durch die professionell agierenden Lehrkräfte erfolgen.

Eine weitere Arbeitsperspektive wird durch Entscheidungstendenzen an den Schnittstellen zwischen Grundschule und Kindergarten, weiterführenden Schulen oder auch Fördereinrichtungen nahegelegt. Die Problematik des Einschulungsalters (oder der „Schulreife“) hat ebenso einen fachlichen (mathematischen oder naturwissenschafts-bezogenen) Aspekt wie die einer Überweisung an eine Fördereinrichtung. Dabei geht es nicht nur darum, kognitive Anforderungen des Faches zu betrachten, sondern auch zu klären, ob in dem Umfeld der Kinder (Elternhaus oder auch Kindergarten) die Entwicklung der wünschenswerten Kompetenzen gefördert wird. Zu einer besseren Zuordnung von Schülerinnen und Schülern an weiterführende Schulen tragen Kooperationen bei, die fachliche Anforderungen klären, über Stärken und Schwächen der Kinder in der neuen Umgebung informieren, aber auch dazu beitragen, dass sich die unterschiedlichen didaktischen und fachlichen Kulturen begegnen und sich gegenseitig anregen.

5.2 Beziehungen zwischen Modulen

Die zehn Module für die SINUS-Arbeit an Grundschulen weisen eine Reihe von Berührungen und Überlappungen auf. Sie stehen zum Teil in unterschiedlicher Nähe zur Mathematik und zu den Naturwissenschaften (z. B. Modul G 1 vs. Modul G 2) bzw. thematisieren grundlegendere Probleme des Grundschulunterrichts am Beispiel der Mathematik (Module G 9 oder G 10).

Aus der Stufung der Programmkonzeption in mehrere Arbeitsphasen mit unterschiedlichen Freiheitsgraden für die Modulwahl ergibt sich eine Struktur, die in der Tabelle 2 abgebildet ist. Die Zellen markieren jeweils Möglichkeiten, Basismodule mit anderen Modulen zu kombinieren. Das heißt nicht unbedingt, dass damit der Gegenstandsbereich für die Modularbeit wächst; vielmehr können sich durch die Kombination sehr viel schärfere Perspektiven für die Unterrichtsentwicklung ergeben. Entscheidend ist letztlich, dass die Schulen spezifische Probleme ihres mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts in dieser Matrix einordnen können.

Tabelle 2: Basismodule, Wahlmöglichkeiten und Kombinationen

	Basismodule („Säulen“)		
	(1) Gute Aufgaben	(2) Entdecken, Erforschen, Erklären	(3) Vorstellungen und grundlegende Ideen
(G 4) Lernschwierigkeiten			
(G 5) Talente entdecken			
(G 6) Fachübergreifend			
(G 7) Interessen entwickeln			
(G 8) Eigenständig – gemeinsam			
(G 9) Lernerfolg beurteilen			
(G 10) Übergänge gestalten			

Einige der Module legen nahe, dass die Grundschulen bzw. Lehrkräfte auch mit Partnern von außerhalb zusammenarbeiten. Neben weiterführenden Schulen oder Kindertageseinrichtungen werden verschiedentlich die Eltern angesprochen, erwähnt werden auch andere Einrichtungen im Umfeld der Schule. Die Arbeit im Programm wird erheblich profitieren, wenn die Kooperationsmöglichkeiten ausgeschöpft werden.

Wie bereits erwähnt, greifen die Module für die Grundschule viele Ideen aus den ursprünglichen SINUS-Modulen für die Sekundarstufe auf. Auch bei einer engeren Anlehnung bei einigen Modulen finden die Grundschulen eine spezifische Arbeitsrichtung vor. Für die Zusammenarbeit zwischen Grundschulen und Sekundarschulen (bei SINUS bzw. generell) wird es hilfreich sein, Beziehungen zwischen den beiden Modulgruppen zu verdeutlichen. Eine Zuordnung der SINUS-Sekundarstufen-Module zu den Grundschulmodulen erfolgt in der Tabelle 3. Wie dieser Übersicht zu entnehmen ist, konnten die stark verwandten Module fast durchgehend der gleichen Position in der Modulaufstellung zugeordnet werden.

Tabelle 3: Module für die Grundschule und für die Sekundarstufe: Beziehungen

<i>SINUS Grundschule</i>	<i>SINUS Sekundarstufe</i>
(G 1) Gute Aufgaben	(1) Aufgabenkultur
(G 2) Entdecken, Erforschen, Erklären	(2) Naturwissenschaftliches Arbeiten
(G 3) Schülervorstellungen aufgreifen	(3) Aus Fehlern lernen (5) Kumulatives Lernen
(G4) Lernschwierigkeiten erkennen	(4) Sicherung von Basiswissen
(G 5) Talente entdecken	-
(G 6) Fachübergreifend unterrichten	(6) Fächergrenzen erfahrbar machen
(G 7) Interessen aufgreifen	(7) Förderung von Mädchen und Jungen
(G 8) Eigenständig – Gemeinsam lernen	(8) Kooperatives Lernen (9) Verantwortung für das eigene Lernen
(G 9) Lernerfolg beurteilen	(10) Prüfen
(G 10) Übergänge gestalten	-
-	(11) Qualitätssicherung

6 Organisation

Das Transferprogramm Grundschule übernimmt die wesentlichen Strukturmerkmale des SINUS-Programms für eine schulnahe, problembezogene kooperative Unterrichtsentwicklung. Das Transferprogramm Grundschule ist als Modellversuch mit einer eigenen Thematik und Problematik zu betrachten. Deshalb können praktisch keine Materialien oder Handreichungen aus dem Sekundarstufenprogramm auf das Grundschulprogramm übertragen werden. Somit müssen nicht nur neue Handreichungen zu den Modulen entwickelt werden, sondern auch eigene Fortbildungen für die Koordinatorinnen und Koordinatoren angeboten werden, die die besonderen pädagogischen und fachdidaktischen Problemlagen des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen behandeln. Aufgrund der unterschiedlichen Qualifikations- und Professionalisierungssituation an Grundschulen kann auch nicht von vornherein unterstellt werden, dass der Ansatz einer unterrichtsbezogenen Qualitätsentwicklung ähnlich erfolgreich sein wird. Diese Frage wird ebenso empirisch zu beantworten sein wie die Frage nach spezifischen Bedingungen für die Implementation und die Dissemination eines solchen Programms an Grundschulen.

Aufgrund der besonderen Voraussetzungen für den mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen werden einige organisatorische Modifikationen gegenüber der ursprünglichen SINUS-Konzeption vorgeschlagen.

Das Programm sollte mit einer **Laufzeit von fünf Jahren** angelegt werden. Dieser Zeitraum ist erforderlich, um eine kritische Masse an Handreichungen, Materialien und Erfahrungen zu erhalten und zugleich eine tragfähige Infrastruktur für die Dissemination auszubauen. Die Grundschulen brauchen insbesondere zu Beginn des Programms eine intensive Betreuung. Die Expertengruppe vertritt die Auffassung, dass eine engere Betreuung der Schulen durch einen Programmbeginn mit kleineren Schulsets sichergestellt werden kann. Es wird deshalb vorgeschlagen, **Schulsets mit jeweils fünf Schulen** zu bilden. Um von Beginn an breitere Flächen abdecken zu können, sollte eine Gesamtzahl von **bundesweit 40 Schulsets** angestrebt werden. Für die Betreuung sollte jeweils **eine halbe Stelle für die Koordination eines Schulsets** vorgesehen werden.

Im Rahmen einer Disseminationsphase innerhalb der Laufzeit des Programms sollen weitere Schulen in die Programmarbeit einbezogen werden. Eine sehr wirksame Ausbreitung des Programmansatzes wird von einer Vergrößerung der Schulsets vom vierten Pro-

grammjahr an erwartet. Für die **Disseminationsphase ist eine Ausweitung der Schulsets auf je zehn Schulen** vorgesehen. Die Sets werden weiterhin von einem Koordinator / einer Koordinatorin auf einer halben Stelle betreut. Es bietet sich an, von Beginn an Schulen für die Dissemination zu gewinnen und in Kontakt mit den bereits im Programm arbeitenden Schulsets zu bringen.

Alle Schulen benennen eine Person, die als Ansprechpartner zur Verfügung steht und eine Koordinierungsfunktion an der Schule übernimmt. Die Mitarbeit am Programm muss von der Schulkonferenz beschlossen und von der Schulleitung tatkräftig unterstützt werden. Die Teilnahme schließt die Bereitschaft der Schule bzw. der Lehrkräfte ein, an Evaluationen (ohne eigenes Bewilligungsverfahren) aktiv teilzunehmen.

Die Schulen sind mit ausreichend **Reisekosten** für die Zusammenarbeit in den regionalen Schulsets auszustatten sowie mit Mitteln für die **Teilnahme an landesweiten und bundesweiten Fortbildungsveranstaltungen**. Den Schulen sollte außerdem ein angemessener Betrag für die Anschaffung von mathematik- und naturwissenschafts-didaktischer Fach- bzw. Fortbildungsliteratur zur Verfügung gestellt werden.

Die Gesamtkoordination sollte einem **zentralen Programmträger** anvertraut werden, der - gegebenenfalls in Zusammenarbeit mit anderen Einrichtungen - in der Lage ist, das Programm zu organisieren, fachlich zu unterstützen und wissenschaftlich zu begleiten. Der Programmträger übernimmt Aufgaben der Aus- und Fortbildung von Koordinatorinnen und Koordinatoren. In Zusammenarbeit mit kompetenten Einrichtungen bzw. Personen werden modulbezogene Handreichungen und Materialien erstellt sowie Handreichungen zur Ausgestaltung der Programmarbeit an Schulen und zur schulinternen Qualitätssicherung bzw. kollegialen Evaluation. Durch die Einbeziehung von Instituten, die an der Lehrerbildung beteiligt sind, strebt der Programmträger die Entwicklung eines Netzwerkes an, das Schulen im Programm unterstützen und bei der Dissemination mitwirken kann. Aufgabe des Programmträgers ist es weiterhin, den Austausch von Informationen zwischen den Akteuren im Programm zu unterstützen, unter anderem durch die Einrichtung und Pflege eines Servers. Der Programmträger steht ebenfalls für die Beratung der Koordinatorinnen und Koordinatoren und (in einem begrenzten Umfang) der Schulen zur Verfügung. Weitere Aufgaben, die bei entsprechenden Voraussetzungen an den Programmträger vergeben werden können, betreffen die Begleitforschung, im Sinne einer Evaluations- und Implementationsforschung. Der Programmträger ist schließlich für die regelmäßige Berichterstattung verantwortlich.

Für den hier angesprochenen Arbeitsumfang dürften insgesamt acht Stellen für wissenschaftliche Mitarbeiter bzw. Mitarbeiterinnen über die Laufzeit des Programms zu veranschlagen sein, sowie zwei Verwaltungsstellen. Für die Einbindung von externen Partnern müssen Werkvertragsmittel bereitgestellt werden. Es sind weiterhin die Kosten für regelmäßige zentrale Fortbildungsveranstaltungen bzw. für die Ausbildung von Koordinatorinnen und Koordinatoren zu veranschlagen. Für die Begleitforschung müssen Sachkosten für die Durchführung von Erhebungen kalkuliert werden.

Schließlich wird empfohlen, einen **Wissenschaftlichen Beirat** für das Programm einzurichten.

7 Evaluation

In einem Qualitätsentwicklungsprogramm zur "Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen" erhält die Evaluation eine zentrale Bedeutung.

Ein erster Schwerpunkt der Evaluationsforschung zielt darauf ab, in regelmäßigen Zeitabständen Informationen über die **Akzeptanz und die Umsetzung** des Programms an den Schulen zu erhalten, um gegebenenfalls mit geeigneten Maßnahmen auf Probleme reagieren zu können. Für die Erhebungen der Akzeptanz bieten sich Fragebögen an. Mit Fragebögen kann ökonomisch und zuverlässig untersucht werden, inwieweit das Programm, seine Vorgaben und seine Leistungen (z. B. Handreichungen, Server, Koordination) von den Lehrkräften angenommen, aufgegriffen und als nützlich beurteilt werden. Die Lehrkräfte können außerdem zu Unterstützungsbedarf befragt werden. Es empfiehlt sich, bei den Akzeptanzbefragungen auch gezielt die Schulleitungen und Elternvertreter anzusprechen, um kurze Stellungnahmen zur Umsetzung und Sichtbarkeit des Programms zu erhalten.

Ein zweiter Arbeitsschwerpunkt betrifft die Einführung von **Verfahren zur Selbstevaluation** an Schulen. Diese Verfahren können die Schulen nutzen, um die Tragfähigkeit ihrer Entwicklungen erproben zu können. Mit diesen Verfahren gewinnen die Schulen aber auch Einblick in Möglichkeiten einer professionellen Qualitätssicherung. Dem Kontext eines professionellen Qualitätsentwicklungsprogramms angemessen wäre die Verwendung von Portfolios für die Selbstevaluation. Die Schulen hätten dann nach einem vorgegebenen Rahmenkonzept Portfolios für die von ihnen bearbeiteten Module anzulegen. Notwendige Bestandteile solcher Portfolios wären explizite Zielangaben, eine Dokumentation des Vorgehens und Sammlungen von Materialien, die den Ausgangsstand und die Fortschritte abbilden. Die Portfolios können weiterhin ergänzt werden durch systematisch gewonnene Daten (z. B. aus Schülerbefragungen) oder durch Unterrichtsvideos. Damit enthalten die Portfolios Informationen, an denen die Arbeitsfortschritte abgelesen und auf die Zielsetzungen bezogen werden können. Die Portfolios können schulintern für die Reflexion des Vorgehens genutzt werden, sie enthalten aber auch Informationen, auf die in der Zusammenarbeit auf unterschiedlichen Ebenen zurückgegriffen werden kann.

Der dritte Schwerpunkt der Evaluationsforschung im Programm dient zur **Erfolgskontrolle** und zur Identifikation von Bedingungen für eine erfolgreiche Umsetzung (Implementa-

tion) der Programmkonzeption in den Schulen bzw. Schulsets. Da systematische Erfolgskontrollen mit Leistungstests sehr aufwändig sind und von zahlreichen Schulen als einseitig eingestuft werden, ist daran zu denken, die Erfolgskontrolle stärker an Produkten bzw. an Indikatoren für einen veränderten Unterrichtsansatz festzumachen. Bei einer gut durchdachten, systematischen Anlage von Portfolios können diese aussagekräftige Informationen über die Umsetzung des Programms dokumentieren, die über die Schulen hinweg (und auf unterschiedlichen Aggregationsniveaus) genutzt werden können, um belastbare Aussagen über den Erfolg des Programms treffen zu können (ggf. unter Rückgriff auf Expertenratings für Produkte). Kombiniert man die Daten aus den regelmäßigen Fragebogenerhebungen mit den Informationen aus den Portfolios, dann können wiederum Aussagen über Teilgruppen und über Zusammenhänge mit besonderen Implementationsbedingungen getroffen werden.

8 Dissemination

Wie bereits in einigen Abschnitten dargelegt, soll das Programm mit einer ersten Phase der Dissemination (Verbreitung) verbunden werden. Damit erzielt das Programm nicht nur eine größere Reichweite, sondern trägt zur Entwicklung einer Infrastruktur für eine breitere Ausdehnung des Programms bei. Zum Ausbau der Infrastruktur für eine weitere Verbreitung des Programms dient auch die Einbeziehung von Einrichtungen der Lehrerbildung und von fachdidaktischen Experten, die als Multiplikatoren bei Lehrveranstaltungen und durch zielgruppengerechte Publikationen wirken. Nicht zuletzt kann die in diesem Programm vorgesehene Disseminationskonzeption auch als Modell für weitergehende Disseminationsvorhaben dienen, die möglicherweise von einigen Ländern geplant werden.

Die integrierte Disseminationsphase beginnt im Transferprogramm Grundschule im vierten Jahr der Programmlaufzeit. Zu diesem Zeitpunkt werden die Schulsets förmlich erweitert; zu den vorher fünf Schulen eines Sets kommen fünf weitere Schulen aus der Region hinzu. Jede bisherige Programmschule erhält damit eine Partnerschule, mit der in enger Kooperation die bisherige Programmarbeit fortgesetzt und vertieft werden kann. Das bedeutet auch, dass die neu hinzukommenden Schulen relativ komprimiert über die bisherigen Arbeiten informiert und mit klaren Perspektiven in die Arbeitszusammenhänge integriert werden.

Damit diese Dissemination erfolgreich ablaufen kann, sind Vorbereitungen notwendig. Sinnvoll ist es, die Schulen der Disseminationsphase bereits von Anfang an mit dem Projekt vertraut zu machen und für einen regelmäßigen Informationsaustausch zwischen den bereits arbeitenden und den „wartenden“ Schulen zu sorgen. Der Einstieg in die Dissemination wird vor allen dann gelingen, wenn zum Ende des dritten Programmjahres Handreichungen und Materialien zu den Modulen gut aufbereitet vorliegen. Hier wird vor allem der Programmträger darauf achten müssen, dass Ergebnisse und Erkenntnisse aus der bisherigen Arbeit zusammengetragen werden, die neu hinzukommende Schulen an konkreten Beispielen und verständlich mit dem Ansatz vertraut machen.

In Hinblick auf eine weiter reichende Dissemination muss insbesondere zum Abschluss des Programms dafür gesorgt werden, dass verständliche und gute nachvollziehbare Materialien aus dem Programm vorliegen, die neuen Schulen wichtige Hintergrundinformationen für Qualitätsentwicklungsansätze im mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterricht an Grundschulen liefern. Es sollte auch sichergestellt werden, dass ein zentraler

Server auch nach Auslaufen des Programms noch für einen Zeitraum von mehreren Jahren betrieben werden kann. Ein entsprechender Server kann, wenn Materialien und Erfahrungen modulbezogen zugänglich gemacht werden, eventuelle Disseminationsaktivitäten in den Ländern unterstützen. Allerdings muss auch für den Bereich des Grundschulprogramms unterstrichen werden, dass die Ausweitung eines Qualitätsentwicklungsprogramms nicht allein durch ein Streuen von Materialien erreicht werden kann. Neue Schulen müssen in den Qualitätsentwicklungsprozess eingeführt und über einen Zeitraum beraten und unterstützt werden. Unterstützungsfunktionen können insbesondere von den Einrichtungen übernommen werden, die für die Lehrerbildung verantwortlich zeichnen.