

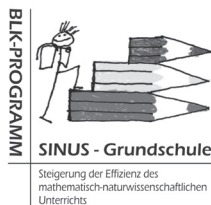
SINUS-Transfer Grundschule

NATURWISSENSCHAFTEN

Modul G 10: Übergänge gestalten

Reinhard Demuth, Joachim Kahlert

Kiel, im März 2007



Inhaltsverzeichnis

Anliegen des Moduls	3
1. Das Grundschulalter – umrahmt von Übergängen	4
2. Was können wir zum Gelingen des Übergangs beitragen?	6
2.1 Inhaltliche und methodische Abstimmung zwischen den beteiligten Bildungseinrichtungen	6
2.2 Verständigung über die anzustrebenden Kompetenzen	7
2.3 Anschlussfähige Erfahrungen und Einsichten ermöglichen	7
3. Die Gestaltung von Übergängen aus der Perspektive naturwissenschaftlicher Bildung	12
3.1 Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen	12
3.2 Grundlegende Konzepte und ihr möglicher Aufbau	13
3.3 Methodische Strukturierung des Unterrichts	15
3.4 Überprüfung der Fähigkeitsniveaus	17
3.5 Ausblick	17
Literatur	18

Übergänge gestalten

Joachim Kahlert & Reinhard Demuth

*»Sachkunde hatten wir damals, das wurde (dann) unterteilt, Erdkunde, Biologie und Physik. Deswegen kam ich ein bisschen aus der Rolle.«
(Gymnasiast, Klasse 5, gefunden in Mitzlaff & Wiederhold 1989, S. 13)*

Anliegen des Moduls

Um etwas Neues zu lernen, muss man auf Bekanntes zurückgreifen. Heute formulieren wir diese Erkenntnis so: Lernende konstruieren ihr Wissen, und zwar in Abhängigkeit von ihrem Vorwissen, von gegenwärtigen mentalen Strukturen und bestehenden Überzeugungen.

Zu Recht wird daher gefordert, auch naturwissenschaftliches Wissen und Können müsse kumulativ aufgebaut und im Rahmen einer langfristig angelegten Bildungsentwicklung gefördert werden (z. B. Bund-Länder-Kommission 1997). Diese sollte bereits im Kindergarten beginnen. In diesem Alter ist das Interesse der Kinder an naturwissenschaftlichen Phänomenen und Sachverhalten besonders groß und kann genutzt werden, um Grundlagen für weiterführendes Lernen zu schaffen.

Die erwünschte kontinuierliche Entwicklung von Wissen, Können und Verstehen auf Gebieten der Naturwissenschaften setzt eine gemeinsame Verständigungsbasis zwischen den beteiligten Bildungseinrichtungen voraus. Bisher interpretieren Kindergarten, Grundschule und weiterführende Schulen ihren Bildungsauftrag unterschiedlich. Die Erwartungen, die die jeweiligen Institutionen an die Kinder richten, sind nicht oder kaum aufeinander abgestimmt. Angebote und Anforderungen der Bildungseinrichtungen orientieren sich an verschiedenen Vorstellungen darüber, wie Kinder am besten in ihrer Lern- und Bildungsentwicklung zu fördern sind. Die im Bildungssystem vorgesehenen Übergänge können die individuelle Bildungsentwicklung beeinträchtigen, wenn sie nicht oder unzureichend gestaltet werden. Hinzu kommt, dass der Sachunterricht in der Grundschule bundesweit keine einheitliche curriculare Struktur aufweist und keine eindeutige und einheitliche Fortsetzung auf den weiterführenden Schulen findet. Inhaltlich greifen so unterschiedliche Fächer wie Geschichte, Sozialkunde, Biologie, Physik, Chemie und Geographie Themengebiete auf, die auch schon im Sachunterricht der Grundschule angesprochen werden. Selbst im naturwissenschaftlichen Unterricht ist die Fortsetzung der im Sachunterricht geschaffenen Grundlagen nicht einheitlich. Es hängt daher in hohem Maße auch von der Abstimmungs- und Verständigungsbereitschaft der einzelnen Erzieherinnen und der Lehrkräfte an den Grundschulen und den weiterführenden Schulen ab, ob der Übergang inhaltlich gestaltet wird. Dazu möchte dieses Modul Anregungen und Vorschläge machen.

Daher werden im ersten Teil der Modulbeschreibung einige wichtige Herausforderungen skizziert, die von Kindern mit den Übergängen in die Grundschule und in die weiterführenden Schulen zu bewältigen sind. Der zweite Teil macht deutlich, was zum Gelingen von Übergängen beiträgt:

- die inhaltliche Abstimmung zwischen den Bildungseinrichtungen,
- die Verständigung über die zu entwickelnden Kompetenzen der Kinder,
- die Grundlegung von Wissen und Können, das anschlussfähig für weiterführendes Lernen ist.

Damit wird auch die besondere Verantwortung der Lehrerinnen und Lehrer in der Grundschule unterstrichen. Sie greifen Vorwissen und Erfahrungen der Kinder auf und bilden im Sachunterricht erste fachliche Grundlagen für die Entwicklung von Wissen und Können auf den Gebieten der Naturwissenschaften.

Im dritten Teil werden Vorschläge für die konkrete Gestaltung des naturwissenschaftlichen Unterrichts unterbreitet und an Beispielen konkretisiert.

1 Das Grundschulalter – umrahmt von Übergängen

Fragt man Kinder vor ihrer Einschulung, was sie in der Schule wohl erwartet, dann lautet eine verbreitete Antwort, dort beginne das Lernen (vgl. Speck-Hamdan 2001). Zwar haben die Kinder auch bis zum Schuleintritt vieles gelernt, aber die Erwartung, mit dem Eintritt in die Grundschule fange das »Lernen« an, hat durchaus einen realistischen Kern. Die Bedingungen, unter denen Kinder lernen, ändern sich mit der Einschulung fundamental.

Wenn Kinder in die Schule kommen, kommen sie nicht ohne Lernerfahrungen – im Gegenteil, sie haben bereits mehrere Jahre erfolgreich gelernt. Sie machen hinreichend verständlich Gebrauch von einer Sprache, mitunter auch von einer zweiten, kennen einige Zahlen, haben sich manche Regeln des Zusammenlebens angeeignet, haben Radfahren, zum Teil auch Schwimmen gelernt und können einige technische Geräte zweckmäßig bedienen. Außerdem sind sie in der Lage, sich topologische Strukturen, wie oben – unten, vorne – hinten, näher – ferner, einigermaßen zuverlässig vorzustellen. Sie unterscheiden zwischen Lebewesen und nicht lebenden Gegenständen und können einfache Irrtümer über Sachverhalte, die ihnen bereits vertraut sind, erkennen. Manche wissen schon einiges über Bewohner ferner Welten, z. B. Indianer, oder auch über Ritter und Dinosaurier, sind über Unterschiede zwischen Mädchen und Jungen im Bilde und unterscheiden Freunde von anderen Kindern.

Dies und noch viel mehr lernen Kinder vor und außerhalb der Schule zumeist ohne gelenkte, geregelte und kontrollierte Angebote und ohne regelmäßige Überprüfung ihres Wissens- und Könnensstandes. Zwar bekommen sie auch beim vor- und außerschulischen Lernen manchmal gezielte Anleitungen sowie Rückmeldungen wie Lob und Tadel, aber die lernende Auseinandersetzung der Kinder mit ihrer Umwelt ist noch nicht durch eine Systematik gelenkt, die andere vorgeben und durchsetzen (müssen). Die Regelungsdichte des Lernens ist vergleichsweise gering. Der Wunsch, etwas zu können oder zu bewältigen, sich zu erproben, am beobachteten Geschehen teilzunehmen, Neugierde, Faszination und Erstaunen begleiten die vor- und außerschulischen Lernwege und Aneignungsformen der Kinder.

In der Schule wird das anders, und zwar nicht, weil dort etwas falsch gemacht wird, wie voreilige Schulkritik mitunter unterstellt, sondern weil Schule sich um einen systematischen Aufbau von Wissen und Können kümmert. Das bringt unvermeidbare Zwänge für die Organisation des Lernangebots und damit auch für das Lernen mit sich:

- Weil schulische Lernangebote zuverlässig aufeinander aufbauen sollen, unterliegen sie zwangsläufig einer zunehmend fachlich orientierten Systematik. Um diese einhalten zu können, wird in der Schule vom Kind erwartet, auch dann zu lernen, wenn es noch kein spontanes Interesse an der Sache hat.

- Der Zeitrahmen für die jeweiligen Lerninhalte ist nicht beliebig ausdehnbar. Daher wird von den Kindern verlangt, ihre Aufmerksamkeit auf einen anderen Inhalt zu richten, auch wenn es interessanter wäre, sich weiter mit dem zu beschäftigen, was man gerade tut.
- Schulisches Lernen ist Lernen in Gruppen. Wenn möglichst vielen Kindern gute Lernbedingungen geboten werden sollen, dann können Lehrkräfte im Unterricht auch bei größtem Differenzierungsgeschick nicht jedes spontane Interesse und nicht jede Idee der Kinder aufgreifen.
- Weil ohne regelmäßige Leistungsermittlung nicht zu beurteilen ist, welche weiteren Lernangebote sinnvoll, nötig, verfrüht oder auch überflüssig sind, sehen sich Kinder in der Grundschule erstmals systematisch und regelmäßig mit Leistungsansprüchen konfrontiert. Dadurch nimmt sich das Kind nach und nach als guter oder weniger guter Schüler in den jeweiligen Lernbereichen wahr – mit allen Chancen und Risiken für die Entwicklung von Interesse und Leistungsbereitschaft.
- Schulisches Lernen ist eine Auseinandersetzung mit Vorstellungen über die Welt vor dem Hintergrund allgemeingültigen und belastbaren Wissens. Vor und außerhalb der Schule reicht es in der Regel aus, wenn die individuellen Vorstellungen von Phänomenen, Ereignissen und Beziehungen subjektiv Orientierung und Handlungssicherheit bieten. Doch in der Schule gelten vor allem jene Vorstellungen, Einsichten und Arbeitsweisen, die als Inhalte und Techniken der kulturellen Selbstverständigung allgemein akzeptiert werden können. Daher wird von den Kindern mehr und mehr verlangt, Wort, Bild, Schrift und Zahl eindeutig und korrekt zu verwenden, sicher mit Regeln, Rechenoperationen und logischen Schlussfolgerungen umzugehen und sich auf gemeinsames Wissen zu beziehen, wenn sie ihre Vorstellungen über die soziale und natürliche Umwelt zum Ausdruck bringen.

In der Grundschule beginnt somit eine Versachlichung und Systematisierung des Lernens, die sich nach dem Übergang in die weiterführenden Schulen fortsetzt und dort zunehmend fachorientierter wird.

- Während in der Grundschule die Klassenlehrerin den weitaus größten Anteil des Unterrichts erteilt, werden die Schülerinnen und Schüler in den weiterführenden Schulen von spezialisierten Fachlehrerinnen und Fachlehrern unterrichtet. Die Schüler müssen mit einer größeren Varianz von Lehrstilen und Persönlichkeitsmerkmalen der Lehrkräfte umgehen und sich an die Vorherrschaft des Einzelstunden-Fachunterrichts gewöhnen. Lernen und Arbeiten in flexiblen Zeitblöcken ist kaum mehr möglich. Aus der Grundschule vertraute Lernformen wie Freiarbeit, offener Unterricht und Gruppenarbeit kommen seltener vor.
- Die Ausstattung der Unterrichtsräume, die in der Grundschule in der Regel abwechslungsreich gestaltet und mit zahlreichen vertrauten Lern- und Arbeitsmaterialien ausgerüstet sind, orientiert sich nun weniger an den besonderen Bedürfnissen und Wünschen einzelner Klassen.
- Dem Übertritt in die weiterführende Schule geht eine Selektionsentscheidung voraus, die auch von den Kindern als solche wahrgenommen wird und die sie im Hinblick auf ihr Selbstbild bewältigen müssen.

Diese zahlreichen und zum Teil einschneidenden Veränderungen lassen den Eintritt in die Grundschule und den Übertritt in die weiterführenden Schulen zu typischen Übergangsereignissen werden mit Chancen und Risiken für den individuellen Bildungsverlauf.

Aus zahlreichen Untersuchungen wissen wir, dass Kinder die beschriebenen Übergangssituationen besser bewältigen, wenn sie überzeugt sind, die auf sie zukommenden Neuerungen beherrschen zu können. Lehrerinnen und Lehrer der Grundschule können dazu beitragen, indem sie sich für eine gute methodische und inhaltliche Abstimmung zwischen Kindergarten und Grundschule einerseits und zwischen Grundschule und weiterführenden Schulen andererseits einsetzen. Wir befassen uns im Folgenden eingehend mit dieser curricularen Abstimmung, weil diese in ihrer Wirksamkeit für langfristig anschlussfähiges Lernen alle andere Unterstützungsangebote übertrifft.

2 Was können wir zum Gelingen des Übergangs beitragen?

2.1 Inhaltliche und methodische Abstimmung zwischen den beteiligten Bildungseinrichtungen

Kindergärten, Grundschulen und zum Teil auch weiterführende Schulen haben eine Reihe von Maßnahmen und Kooperationsformen hervorgebracht, die den Übergang erleichtern sollen. Dazu gehören zum Beispiel Treffen zwischen den Leitungen der verschiedenen Einrichtungen und gemeinsame Fortbildungen ihrer Lehrkräfte sowie gegenseitige Besuche und gemeinsame Feste der Schülerschaften. Es gibt mehrere Hinweise darauf, dass der Nutzen derartiger Aktivitäten für die gezielte Unterstützung des Übergangs eher gering ist. Im Gegensatz dazu wird der guten methodischen und inhaltlichen, also curricular basierten Abstimmung zwischen den verschiedenen Bildungseinrichtungen höchste Bedeutung zugemessen.

Gerade den Lehrkräften in der Grundschule fällt als besondere Herausforderung die Aufgabe zu, Übergänge auf der Basis langfristig orientierter Lernprozesse »gleitend« zu gestalten. Dies lässt sich viel einfacher fordern als umsetzen, wie die Praxis zeigt:

- Betrachtet man den Übergang vom Kindergarten in die Grundschule, so verfügen Erzieherinnen in aller Regel über noch geringere Kenntnisse in den Naturwissenschaften als die Grundschullehrkräfte selbst. Eine Verständigung über pädagogisch sinnvolle und gleichzeitig fachlich tragfähige Inhalte ist daher schwierig.
- Noch kritischer ist die Übergangssituation von der Grundschule in die weiterführenden Schulen. Wie vielfältige Erfahrungen zeigen, liegt die Hauptschwierigkeit in der bisher kaum möglichen Verständigung zwischen Grund- und Sekundarstufenlehrern über Inhalte. Der Grund hierfür ist insbesondere, dass die Sachunterrichts-Lehrkräfte in der Regel – im Gegensatz zu ihren Kolleginnen und Kollegen in den weiterführenden Schulformen – kein naturwissenschaftliches Fach studiert haben und sich daher fachlich nicht sicher fühlen. Eine Diskussion beider Lehrergruppen über fachliche Inhalte auf gleicher Augenhöhe ist daher schwierig und findet kaum statt.

Ein wichtiger Schritt zur Überwindung dieser Barriere wäre die Erarbeitung eines inhaltlichen Rahmens. Dieser kann sich entweder an bewährten Ansätzen und Verfahren orientieren (vgl. z. B. die AAAS-Aus-

arbeiten) oder in einer übergreifenden Rahmenplanung für die schulischen und vorschulischen Bildungseinrichtungen eines Landes geschaffen werden. Auf dieser Basis wird eine Verabredung zwischen den einzelnen Schulen aus dem Grundschul- und Sekundarbereich viel leichter gelingen. Die Lehrkräfte weiterführender Schulen könnten dann ihre Zweifel an der Tragfähigkeit der in der Grundschule vertretenen Konzeptionen nicht mehr mit dem bloßen Hinweis auf ihre fachlich spezialisierteren Qualifikationen rechtfertigen.

2.2 Verständigung über die anzustrebenden Kompetenzen

Bildungsziele bleiben blumige Worte, wenn es nicht gelingt, sie so zu konkretisieren, dass Lehrkräfte sowie Erzieherinnen und Erzieher auch tatsächlich beobachten können, ob die Lernanstrengungen der Kinder zu Fortschritten in Richtung des Zieles führt. Dafür kann es helfen, Bildungsziele als Kompetenzen zu konkretisieren.

Kompetenzen umfassen

- Sach- und Faktenwissen (deklaratives Wissen),
 - Orientierungswissen, verfahrensbezogene Fähigkeiten und Fertigkeiten (prozedurales Wissen),
 - Wissen, das der Kontrolle und Steuerung von Lern- und Denkprozessen dient.
- (vgl. GDSU 2002, 4; Klieme u. a. 2003).

Kompetenzen zielen über den bloßen Erwerb von Kenntnissen und Fertigkeiten hinaus auf die Förderung des Verstehens und präzisieren die Anforderungen an Kinder und Jugendliche als Könnensziele. Sie stiften Könnenserfahrungen, die es dem Kind ermöglichen, sich als Bewältiger von Herausforderungen zu sehen.

Versteht man naturwissenschaftliche Bildung als Entwicklung von Kompetenzen, dann sollte die frühe Begegnung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen vor allem dazu dienen, das Interesse der Kinder an den Gegenständen und Tätigkeitsfeldern der Wissenschaften zu wecken und weiterzuentwickeln. So ist es in den ersten Jahren der frühen Beschäftigung mit naturwissenschaftlichen Phänomenen wichtig zu lernen, Dinge und Erscheinungen genau zu beobachten und sich mit anderen darüber auszutauschen, was man sieht, was man sich dazu denkt und worüber man erstaunt ist. Später kommt es darauf an, das Gelernte nutzbar zu machen und weiter auszubauen. Vor allem ist dann die Erfahrung wichtig, dass das früher erworbene Wissen und die bereits vorhanden Fähigkeiten dabei helfen, Neues zu lernen.

2.3 Anschlussfähige Erfahrungen und Einsichten ermöglichen

Die Lehr-Lern-Forschung lieferte einige Erkenntnisse darüber, wodurch das Lernen so unterstützt wird, dass auf- und ausbaufähiges Wissen und Können erworben wird (siehe Kasten auf der folgenden Seite).

So kann Lernen unterstützt werden

- Mit attraktiven Zielen die Lernanstrengung motivieren
- Interessen nutzen
- Vorhandenes Wissen und vorhandene Vorstellungen stimulieren
- Den Lernprozess zur Sprache bringen und den Austausch anregen
- Neues Wissen und Können als sinnvollen Zuwachs an Einsicht, Erklärungs- oder Handlungsmöglichkeit erfahrbar machen
- Für Klarheit, Verständlichkeit und angemessene Schwierigkeit sorgen

Nun können bereits im Kindergartenalter und erst recht in der Grundschule die Vorstellungen, die Kinder sich zu ihren Beobachtungen gerade auch naturwissenschaftlich erschließbarer Vorgänge machen, von Kind zu Kind recht verschieden sein. Auch das Vorwissen, auf das sie dabei zurückgreifen, ist unterschiedlich ausgeprägt. Neugierde und Interessen werden nicht bei allen Kindern auf die gleiche Art und Weise geweckt, angemessene Schwierigkeiten sind nicht für alle gleich und nicht alle Kinder finden die gleichen Ziele und Aktivitäten attraktiv.

Über alle Bildungsstufen hinweg bietet das *Gespräch* über unterschiedliche Beobachtungen und Eindrücke deshalb eine wichtige Erfahrungsgrundlage. Das Gespräch über Beobachtungen und Vorstellungen dient nicht nur dem gemeinsamen Lernen, sondern macht auch mit einem grundlegenden Prinzip für sachbezogenes und naturwissenschaftliches Arbeiten vertraut: der Kommunikation.

Wenn die Kinder ihre Beobachtungen mitteilen, austauschen und vergleichen, dann erfahren sie, dass unterschiedliche Menschen Phänomene und Gegebenheiten zunächst auch unterschiedlich wahrnehmen. So wird mit dem Sprechen über die Sache eine für (natur)wissenschaftliches Arbeiten elementare Kompetenz zum verständigen Austausch von Eindrücken und Beobachtungen unterstützt. Um die Beobachtungen und Eindrücke vergleichbar zu machen, muss man sich darauf einigen, was genau man beobachten möchte und wie man dabei am besten vorgeht. Genaues Beobachten, Einschränken der Beobachtung auf zentrale Aspekte und sorgfältiges, sauberes Arbeiten sind nicht Selbstzweck, sondern sollen sicherstellen, dass tatsächlich die gleichen Phänomene und Dinge auf die gleiche Art und Weise untersucht werden. Dies ist Voraussetzung für von allen geteiltes und sachlich geprüftes Wissen über die Phänomene, Dinge, Ereignisse und Gegebenheiten der Umwelt.

Der um Verständigung mit anderen bemühte Austausch von Eindrücken und Beobachtungen ist daher eine basale Kompetenz für sachliches und später wissenschaftlich orientiertes Arbeiten.

Zudem unterstützt die Versprachlichung von Lernerfahrungen das Verständnis und die Verfügbarkeit des Gelernten. Die sprachliche Verarbeitung fordert dazu heraus, eigene Vorstellungen bewusst zu durchdenken, Wichtiges von weniger Wichtigem zu unterscheiden und das eigene Wissen so zu ordnen, dass es einer anderen Person mitgeteilt und von dieser verstanden werden kann. Gemeinsam über Beobachtungen, Vorstellungen, Überlegungen und Vermutungen zu sprechen, kann mit dazu beitragen, trotz aller Unterschiede in den Bildungseinrichtungen den Kindern anschlussfähige Erfahrungen und Einsichten zu ermöglichen.

Bereits im *Kindergarten* können Kinder Anordnungen einfacher Versuche kennenlernen und an das systematische Beobachten und Vergleichen sowie an das Beschreiben herangeführt werden. Wenn sie mit anderen zusammen überlegen, was bei einem Versuch geschehen sein könnte und wie man die ver-

mutete Lösung überprüfen kann, machen sie elementare Erfahrungen mit dem Bilden von Hypothesen. Die Kinder können zum Sammeln, Sortieren und Vergleichen von Naturmaterialien wie Blüten und Blättern und zur Beobachtung von Naturveränderungen angeregt werden (Wetter, Jahreszeiten, Naturkreisläufe).

Im *Sachunterricht der Grundschule* geht es dann darum, Kinder dabei zu unterstützen, sich zuverlässiges Wissen über die soziale, natürliche und technisch gestaltete Umwelt anzueignen und sich in der modernen Gesellschaft zunehmend selbstständig und verantwortlich zu orientieren (vgl. als Überblick Kahlert 2005, S. 17 ff.). Hier kommt es auf die Stärkung der Einsicht an, dass das als Wissen gilt, was man gemeinsam aus guten Gründen annimmt. Dazu muss man sich über Wissen und Vorstellungen austauschen und verständigen. Über Beobachtungen und Vorstellungen zu sprechen, sie in Frage zu stellen und darüber zu beraten dient dazu, Wissen abzusichern. Um Beobachtungen mitteilen zu können, muss man sich auf Merkmale einigen und auf Verfahren, die eigenen Beobachtungen festzuhalten und zu ordnen. So wird der Nutzen von Symbol- und Ordnungssystemen erkennbar: Wozu lege ich eine Tabelle an? Welche Vorteile hat das? Was bedeutet es, etwas zu messen? Wie muss man dabei vorgehen, damit sichergestellt ist, dass alle auf die gleiche Art und Weise messen? Nach und nach wird dadurch eine Haltung der Sachlichkeit gefördert. Sachlichkeit bedeutet, sich mit seiner natürlichen und sozialen Umwelt überlegt, umsichtig, um Verständigung mit anderen bemüht, aber auch hartnäckig und zielgerichtet fragend auseinanderzusetzen.

In den *weiterführenden Schulen* werden anschließend Wissen und Fähigkeiten zunehmend fachbezogen erworben, vertieft und ausgebaut.

Die Übersicht auf der folgenden Doppelseite fasst zusammen, wie Lernerfahrungen im Umgang mit naturwissenschaftlichen Inhalten vom Kindergarten über die Grundschule bis zur weiterführenden Schule grundgelegt und ausgebaut werden können. Diese Einzelschritte sollen den Kindern die Erfahrung ermöglichen, dass sie etwas bereits Gelerntes erneut anwenden und dadurch neues Wissen und Können aufbauen.

So kommen wir gemeinsam weiter: Anschlussfähige Erfahrungen im Umgang mit naturwissenschaftlichen Inhalten und Arbeitsweisen ermöglichen

	Experimentieren	Beobachten
	Vom Durchführen einfacher Versuche zum geplanten Experiment	Vom Sprechen über einfache Beobachtungen zur fachangemessenen Darlegung
Vom Kindergarten an ...	<p>Kinder können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Eigenschaften von Gegenständen und Materialien sinnlich erfassen und unterscheiden, • einfache Versuche beobachten und mit angemessener Unterstützung durchführen. 	<p>Kinder können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Phänomene, Abläufe und Beobachtungen beschreiben, • erfahren, dass das gleiche Ereignis von verschiedenen Menschen unterschiedlich wahrgenommen wird, • bei einfachen Größen- und Gewichtsrelationen die Notwendigkeit kennen lernen, sich auf gemeinsame Wahrnehmungen zu einigen (kleiner als, schwerer als, genauso groß wie etc.).
In der Grundschule ...	<p>Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Materialien und Gegenstände nach ausgewählten Eigenschaften klassifizieren, • Versuche nach Anleitung mehr und mehr selbstständig durchführen und auswerten. 	<p>Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> • sinnliche Wahrnehmungen und gemessene Größen im Hinblick auf Eindeutigkeit für die gemeinsame Verständigung unterscheiden, • ausgewählte Größen messen und die Messwerte für Vergleiche nutzen, • Beobachtungen miteinander vergleichen und dabei zunehmend Merkmale benutzen, die für den Vergleich angemessenen sind.
In weiterführenden Schulen ...	<p>Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> • Fachliche Erkenntnisinteressen und spezifische Fachmethoden unterscheiden (chemische, physikalische, biologische Fragestellungen) und fachangemessen anwenden, • Experimente zunehmend selbstständig planen, durchführen und auswerten. 	<p>Schüler können</p> <ul style="list-style-type: none"> • bei der Beschreibung von Sachverhalten und Phänomenen und bei der Begründung von Vermutungen Fachbegriffe, Fachwissen und Gesetzmäßigkeiten immer sicherer anwenden.

Interesse weiter entwickeln

Von der Neugierde an interessanten Phänomenen zum fachlichen Interesse

Kinder können

- über Beobachtungen sprechen, die sie erstaunlich finden,
- versuchen darzulegen, was man herausfinden könnte,
- überlegen, wie man dies herausfinden und wer oder was dabei helfen könnte,
- versuchen, Vermutungen zu formulieren und diese zu begründen,
- es als hilfreich erfahren, mit anderen über Beobachtungen, Vermutungen und Ideen zu sprechen und sich gemeinsam Zeit zu nehmen, um etwas herauszufinden.

Schüler können

- immer selbstständiger begründen, warum ein Sachverhalt sie erstaunt oder zum Nachdenken bringt,
- Informationsquellen finden, um Fragen zu klären (Bücher, Internet, andere Kinder, Lehrerin, andere Erwachsene, Ausdenken eines geeigneten Versuchs); sie können diese Quellen zunehmend selbständig nutzen,
- sich gegenseitig auf Widersprüche und Unstimmigkeiten aufmerksam machen und sich mit Einwänden auseinandersetzen,
- Vorstellungen und Vermutungen miteinander vergleichen und auswählen, was besonders überzeugt und begründen, warum,
- sich darauf einigen, was man zusammen beobachten müsste und wie man allen die Chance gibt, dieselbe Beobachtung zu machen,
- einfache Versuche zur Überprüfung bzw. zur Widerlegung von Vermutungen beraten, planen und durchführen (»was müsste geschehen, wenn ...«),
- Beobachtungen, Vermutungen und Ergebnisse übersichtlich festhalten und dazu auch einfache Tabellen, Skizzen und Diagramme nutzen.

Schüler können

- Hypothesen bilden und zunehmend unter Einbeziehung von Sachwissen begründen,
- Experimente mehr und mehr selbständig in der Gruppe planen und durchführen,
- Beobachtungen und Ergebnisse mit Hilfe formalisierter Verfahren festhalten (Protokolle).

Reflektieren

Vom Nachdenken über das, was man getan hat, zum reflektierten Lernen

Kinder können

- am Ende eines Versuches gemeinsam besprechen, was man getan und bemerkt hat: »Was hat uns gewundert?« »Welche Vermutungen haben wir gehört?« »Wie haben wir eine Lösung gefunden?«,
- in ähnlichen Anwendungssituationen das neue Wissen nutzen: Sie können es in einer inhaltlich passenden Geschichte oder in einer Erzählung wiederentdecken; einen ähnlichen Versuch erkennen und mit dem neuen Wissen beschreiben und deuten.

Schüler können

- den Lernprozess in größeren Einheiten zusammenfassen und dabei zunächst strukturierende Hilfen nutzen: »Was war das Problem?« »Gab es verschiedene Vermutungen?« »Wie sind wir vorgegangen?« »Wie haben wir die Lösung gefunden?«,
- versuchen, anderen einen Sachverhalt zu erklären.

Schüler können

- mit Hilfe von Stichpunkten den eigenen Erkenntnisgewinn mündlich zusammenfassen,
- selbstständig Anwendungen von neu erworbenem Wissen erkunden (Technik, Umweltschutz, Gesundheit) und für andere darstellen,
- arbeitsteilig neues Wissen erarbeiten und es sich gegenseitig vorstellen.

... Zugänge anbieten und ausbauen

... sachliche Grundlagen schaffen – fachliches Wissen, Können und Verstehen grundlegen

... fachliches Wissen, Können und Verstehen ausbauen und vertiefen

3 Die Gestaltung von Übergängen aus der Perspektive naturwissenschaftlicher Bildung

In den vorhergegangenen Abschnitten wurden einige zentrale Bedingungen für erfolgreiche Übergänge dargelegt. Nun soll eine Konkretisierung am Beispiel der beiden zentralen Felder des naturwissenschaftlichen Unterrichts erfolgen: den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen und den grundlegenden Konzepten, wie sie in den Basismodulen G2 und G3 beschreiben sind.

Mit den von der KMK beschlossenen Bildungsstandards für den mittleren Bildungsabschluss (Klasse 10) in den Fächern Biologie, Chemie und Physik (KMK 2004) wurden Zielsetzungen für bestimmte Kenntnis- und Fähigkeitsniveaus formuliert, die sich am Ende der Sekundarstufe als »Kompetenzen« bei den Schülerinnen und Schülern zeigen und nachprüfen lassen sollen. Diese Kompetenzen müssen im vorangegangenen Unterricht kontinuierlich und systematisch aufgebaut worden sein – allerdings geben die Bildungsstandards keine Informationen darüber, wie und in welchem Umfang sich bestimmte Vorstufen der Kompetenzen oder Zwischenniveaus beschreiben oder näher bestimmen lassen. Dies verwundert auch nicht, da wir bisher noch nicht über sichere Erfahrungen darüber verfügen, welche Konzepte die Kinder in welchem Umfang zu einem bestimmten Zeitpunkt beherrschen bzw. welche Arbeitsweisen sie sicher anwenden können – dies gilt auch für den Sachunterricht.

Es sollen daher im Folgenden Möglichkeiten diskutiert werden, wie Kinder frühzeitig tragfähige Konzepte (vgl. Modul G3) entwickeln und naturwissenschaftliche Arbeitsweisen (vgl. Modul G2) erlernen können. Worauf sollte bei der Gestaltung der Übergänge vom vorschulischen Bereich in die Grundschule bzw. von der Grundschule in die Sekundarstufe I die besondere Aufmerksamkeit bei den Inhalten gerichtet sein? Wie könnte man vorgehen?

3.1 Naturwissenschaftliche Arbeitsweisen

Für die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen gibt es eine detailliert ausgearbeitete und erprobte Beschreibung der Abfolge von »methodischen Kenntnissen«, die die AAAS im Programm »Science – A Process Approach« (AAAS 1968) vor fast 40 Jahren vorgelegt hat. In ihm wurden insgesamt 13 elementare Verfahren identifiziert, die mit Beginn des Unterrichts systematisch und hierarchisch aufeinander aufbauen. In der Grundschule sollen die folgenden acht methodischen Basisfertigkeiten geübt werden, wobei das Anspruchsniveau von 1. bis 8. steigt (vgl. auch Modul G 2):

- | | |
|---------------------------------------|------------------------------|
| 1. Beobachten | 5. Klassifizieren |
| 2. Gebrauch von Raum/Zeit-Beziehungen | 6. Kommunizieren |
| 3. Gebrauch von Zahlen | 7. Voraussagen treffen |
| 4. Messen | 8. Schlussfolgerungen ziehen |

Auf dieser Grundlage lassen sich in der Sekundarstufe fünf anspruchsvollere Fertigkeiten aufbauen, die nachstehend wiederum nach steigendem Anspruchsniveau geordnet sind:

9. Hypothesen formulieren
10. Variablen kontrollieren
11. Daten interpretieren

12. Auf operationale Weise definieren
13. Experimentieren

Zur Abstimmung der zu behandelnden Arbeitsweisen und ihrer Ausprägungen kann auf dieser Basis eine Verständigung zwischen den Bildungseinrichtungen erfolgen. Ein mögliches Vorgehen sei für die grundlegende methodische Fertigkeit des Beobachtens skizziert, wie sie bis zum Ende der Grundschule entwickelt werden kann:

1. Identifizieren und Benennen der Oberflächenbeschaffenheit eines Objekts mit den Begriffen »glatt« und »rauh«; Identifizieren und Benennen der Größe eines Objekts mit den Begriffen »groß« und »klein«.
2. Identifizieren und Benennen von zwei oder mehr Eigenschaften eines Objekts wie Farbe, Form, Größe und Oberflächenbeschaffenheit.
3. Beschreiben von zwei oder mehr Eigenschaften eines Objekts; Farbe, Form, Größe und Oberflächenbeschaffenheit; Identifizieren und Benennen von Farbveränderungen.
4. Identifizieren und Benennen von Veränderungen von Eigenschaften wie Temperatur, Größe, Form und Farbe beim Wechsel von festen zu flüssigen Zuständen.

Entsprechende hierarchische Gliederungen lassen sich auch für die weiteren sieben Grundfertigkeiten formulieren und mit ihnen den Beitrag der jeweiligen Bildungseinrichtung zur Entwicklung dieser Grundfertigkeiten bestimmen.

3.2 Grundlegende Konzepte und ihr möglicher Aufbau

Für die Bestimmung grundlegender Konzepte kann weniger als bei den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen auf breit erprobte und gut etablierte Vorlagen zurückgegriffen werden. Erst in jüngster Zeit wurden vor dem Hintergrund des Perspektivrahmens der Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU 2002) und der Expertise zu SINUS-Transfer Grundschule die Frage der »zentralen Konzepte, die auf die Erfahrungswelt der Kinder bezogen werden können, zugleich aber anschlussfähig sind für nachfolgendes Lernen« neu bestimmt und formuliert. (Bund-Länder-Kommission 2004, S. 10)

Als grundlegende Konzepte für den Sachunterricht in der Grundschule wurden drei Konzepte bestimmt und beschrieben (Modul G3), die auch für den nachfolgenden Unterricht in den Klassen 5 und 6 tragfähig sind (Demuth und Rieck 2005) und in späteren Phasen der Schule nicht wieder verworfen werden, müssen. Diese Basiskonzepte sind:

1. »Auf der Welt geht nichts verloren« (Konzept der Erhaltung der Materie)
2. »Nur mit Energie kann man etwas tun« (Konzept der Energie)
3. »Dinge beeinflussen sich gegenseitig« (Konzept der Wechselwirkung)

Unter diesen drei »Basiseinsichten« kann die Vielfalt der beobachteten Phänomene zusammengefasst werden. Führt man die naturwissenschaftlichen Phänomene auf diese Basiskonzepte zurück, erreicht

man zweierlei: Kindern wird ein erster Blick auf übergreifende Zusammenhänge ermöglicht – der Unterricht wird *sinnvoll*. Kinder und Lehrer bauen eine Wissensbasis auf, an die später in der Sekundarstufe I angeknüpft werden kann: Das Wissen der Kinder wird anschlussfähig.

Diese Konzepte dürfen nicht etwa in einem »Unterrichten von Konzepten« umgesetzt werden, sondern bilden den Hintergrund aller Themen, die üblicherweise in der Grundschule behandelt werden. Dazu ist es erforderlich, die entsprechenden Themenfelder neu aufzuarbeiten (Näheres siehe Kahlert & Demuth 2007). Am Beispiel des Themenfeldes »Luft« wird skizziert, wie sich die Kenntnisse in diesem Themenfeld und ein Bezug zu den Basiskonzepten sukzessiv aufbauen lassen.

Das Themenfeld »Luft« eignet sich besonders gut zur Einführung des Konzepts der Erhaltung und der Hinführungen zu den Vorstellungen über den Aufbau der Materie aus kleinen, unsichtbaren Teilchen. Die nachstehend vorgenommene Zuordnung von »Themen ↔ Konzepten ↔ Zeitpunkt der Behandlung« kann und sollte für alle Themenfelder vorgenommen werden, damit deutlich wird, an welcher Stelle und in welchem Umfang bestimmte Konzepte entwickelt werden und wo offene Stellen bleiben. Würde man eine entsprechende Zusammenstellung für das Thema »Feuer« vornehmen, wäre sichtbar, dass an diesem Beispiel stärker das Konzept der Wechselwirkung erarbeitet werden kann. So gibt es bei jedem Thema unterschiedliche Schwerpunkte. Eine Umsetzung dieses schulstufenübergreifenden Konzeptaufbaus für alle Inhalte würde den Rahmen dieses Moduls sprengen. Zudem sind als Basis dafür Kerncurricula nicht nur für den Bereich der weiterführenden Schulen, sondern auch für den Elementar- und Grundschulbereich nötig. So lange diese aufeinander abgestimmten nationalen Kerncurricula fehlen, sollten Erzieherinnen sowie die Lehrkräfte der Grundschulen und der weiterführenden Schulen versuchen, sich in ihrem Einfluss- und Verantwortungsbereich über die von ihnen ausgewählten Inhaltsfelder entsprechend abzustimmen (siehe 3.5). Die hier vorgeschlagene und exemplarisch ausgeführte Struktur für den konzeptorientierten Aufbau von Curricula soll dafür Anregungen geben.

Die folgende Übersicht gibt eine Zusammenstellung zentraler Inhalte und ihrer zeitliche Abfolge bei der Behandlung des Themas »Luft« wieder:

Thema/Inhalte	Konzept	Zeitpunkt der Behandlung
1. Substanzcharakter der Luft		
a) Bewegte Luft		Kindergarten/Vorschule
b) Luft sehen und hören	Erhaltung	Kindergarten/Vorschule
c) Umfüllen von Luft	Erhaltung	Grundschule
d) Wo Luft ist, hat sonst nichts Platz. (Wasser in abgedichtete Flasche füllen, Wattekugel in Flasche blasen, Luftballon in Flasche aufblasen, tauchen ohne nass zu werden)	Erhaltung/Wechselwirkung	Grundschule
2. Luft besteht aus kleinen, unsichtbaren Teilchen		
a) Der Flaschengeist	Wechselwirkung	Grundschule
b) Ausdehnung von Luft beim Erwärmen	Erhaltung/Wechselwirkung/Energie	Grundschule
c) Verteilung eines Duftstoffs in Luft	Erhaltung	Klasse 5
3. Luft übt eine Kraft aus		
a) Verschlossene Flasche wird im Kühl- fach eingedellt.	Wechselwirkung	Grundschule
b) Luft übt überall einen Druck aus.	Wechselwirkung	Klasse 5

3.3 Methodische Strukturierung des Unterrichts

Für den Bereich der Grundschule und zunehmend auch für den Kindergarten findet man in der einschlägigen Literatur zahlreiche Versuche, die auf den ersten Blick attraktiv wirken. Ohne eine gründliche sachlich fundierte didaktische und methodische Reflexion der mit diesen Versuchen verbundenen Lernmöglichkeiten nützen sie jedoch wenig für den Aufbau zuverlässigen Wissens und Könnens. Ja, schlimmer noch, sie können fehlerhafte Vorstellungen festigen oder sogar produzieren. Daher ist es – gerade mit Blick auf die übergeordneten naturwissenschaftlichen Konzepte – unbedingt erforderlich, jeweils zu klären, was der für den Unterricht ausgewählte Versuch zur Entwicklung eines tragfähigen naturwissenschaftlichen Konzepts beitragen kann. Im Zentrum stehen drei Fragen:

- Worauf kommt es beim behandelten Sachverhalt aus naturwissenschaftlich-fachlicher Sicht an?
- Welches Ziel soll mit Bezug auf naturwissenschaftliche Konzepte (siehe 3.2) mit diesem Versuch erreicht werden?
- Mit welchen Vorstellungen der Kinder kann man rechnen? Welche unterstützen den Lernprozess, welche Vorstellungen führen eher in eine falsche Richtung und blockieren oder verhindern sogar den für die Altersstufe angemessenen Erwerb eines langfristig tragfähigen naturwissenschaftlichen Konzepts?

Für einen konzeptorientierten Aufbau von naturwissenschaftlichem Wissen und Können wäre viel gewonnen, wenn Lehrerinnen und Lehrer des Sachunterrichts sich vor dem Experimentieren im Unterricht über diese Fragen Rechenschaft ablegten. Diese Empfehlung gilt für alle Themen, die im Unterricht

behandelt werden, ist also von grundsätzlicher und allgemeiner Art. Die folgende Übersicht zeigt am Beispiel des Themenbereichs »Luft«, wie diese sachfundierte didaktische Reflexion aussehen könnte.

Was kann man hier lernen? – Anleitung zur sachfundierten didaktischen Reflexion

Wir schlagen folgenden Versuchsaufbau vor: Über die Öffnung einer kalten Flasche (aus dem Eisfach) stülpt man einen Luftballon, der schon einmal aufgeblasen war, und erwärmt die Flasche (heißes Wasser, Föhn). Der vorher schlaaffe Luftballon richtet sich auf.

Worauf kommt es aus naturwissenschaftlicher Sicht an?	Warme Luft braucht mehr Platz als kalte. Sie dehnt sich aus, wenn Raum dafür vorhanden ist. Der vorher schlaaffe Luftballon bietet diesen Raum.
Welches Ziel soll mit Bezug auf naturwissenschaftliche Konzepte mit diesem Versuch erreicht werden?	Bezug auf das Konzept »Erhaltung der Materie«: Luft ist ein Stoff, der Platz braucht und der sich auch Platz verschaffen kann. Bezug auf das Wechselwirkungs-Konzept: Warme und kalte Luft unterscheiden sich. Warme Luft braucht mehr Platz als kalte. Die Luft dehnt den Ballon, der ihr Widerstand entgegengesetzt. Evtl. Bezug auf das Teilchenkonzept: Die Luftteilchen in warmer Luft bewegen sich schneller als die Teilchen in kalter Luft. Sie können daher mehr Raum einnehmen und sogar die vorher schlaaffe Hülle des Luftballons ein wenig dehnen.
Mit welchen Vorstellungen der Kinder kann man rechnen?	Kinder haben in der Regel schon beobachtet, dass warme Luft nach oben steigt (Heißluftballon, Raumlufte). Für sie ist dies auch der Grund für die Ausdehnung des Luftballons. Hält man die Flasche jedoch mit der Öffnung nach unten, bleibt der Luftballon gedehnt. Nur zeigt er jetzt auch nach unten. Nun leuchtet auch den Kindern ein: »Warme Luft geht nach oben« reicht nicht, um die Aufrichtung des Luftballons zu erklären. Vielmehr dehnt sich Luft beim Erwärmen überall dorthin aus, wo sie sich Platz verschaffen kann: nach oben, nach unten und zur Seite.

Nicht für alle Versuche, die in der pädagogischen Ratgeber-Literatur kursieren, wird man diese Fragen beantworten können. In diesem Fall sollten Sie ernsthaft prüfen, ob ein Versuch nur Unterhaltungs- oder ob er auch Bildungswert hat. Es gibt genügend andere Versuche, die in einen konzeptorientierten Bildungsgang passen.

Ein weiterer Schritt wäre die Verständigung zwischen Vertreterinnen und Vertretern der Bildungseinrichtungen Kindergarten, Grundschule und weiterführende Schule mit folgenden Zielen:

- a) Einigung auf eine an den naturwissenschaftlichen Grundkonzepten (siehe 3.2) orientierte Auswahl geeigneter Experimente;
- b) Klärung des fachlichen Hintergrundwissens zum Verständnis des jeweiligen Experiments;
- c) Vereinbarung über konzeptorientierte Ziele, die mit dem jeweiligen Experiment erreicht werden sollen;
- d) Klärung möglicher Vorstellungen von Kindern; welche Vorstellungen sind für die Entwicklung konzeptorientierten Wissens und Könnens förderlich, welche wirken eher blockierend?

3.4 Überprüfung der Fähigkeitsniveaus

Es ist wichtig, die von den Kindern erworbenen Kenntnisse entweder individuell oder auch summarisch für die Lerngruppe festzuhalten und sie dabei auch zu beschreiben. Damit wird es leicht möglich, den erreichten Stand der Kenntnisse zu einem bestimmten Zeitpunkt festzuhalten. Dies kann in einem kurzen Portfolio oder einem Lerntagebuch erfolgen, das für beide Kompetenzbereiche (naturwissenschaftliche Arbeitsweisen und naturwissenschaftliche Konzepte) geführt werden sollte und alle behandelten Themenbereiche einschließen muss. Denkbar sind auch kurze Feststellungen zum »Können«, wie sie im Folgenden als »Konzeptwissen« exemplarisch für das Themengebiet Luft skizziert werden:

Ende Kindergarten/Vorschule	<ul style="list-style-type: none">• »Ich kann mit Luft verschiedene Gegenstände bewegen.«• »Wenn man Luft ins Wasser bläst, kann man Luft sehen und hören.«• ...
Ende Grundschule	<ul style="list-style-type: none">• »Ich weiß, dass dort, wo Luft ist, sonst nichts Platz hat.«• »Warme Luft braucht mehr Platz als kalte Luft.«• ...
Ende Klasse 5	<ul style="list-style-type: none">• »Stoffe kann man so fein verteilen, dass sie nicht mehr sichtbar sind.«• »Luft besteht aus kleinen, unsichtbaren Teilchen.«

Es liegt auf der Hand, dass Übergänge erleichtert werden, wenn für einzelne Schüler oder auch für ganze Klassen derartige Kompetenzprofile und die mit ihnen deutlich werdenden Ausprägungen von Kenntnissen an die nächste Schulstufe übermittelt werden.

3.5 Ausblick

Weitergehend und als Feinabstimmung des Übergangs noch effizienter als der zuletzt angesprochene Vorschlag ist es, wenn die jeweiligen Fachleute der drei Bildungsstufen Kindergarten/Vorschule, Grundschule und weiterführende Schule sich gemeinsam über Könnens- und Wissensziele verständigen. Den Lehrerinnen und Lehrern der Grundschule kommt dabei aufgrund ihrer Erfahrungen mit den Übergängen in die und aus der Grundschule die zentrale Expertenrolle zu. Ein erster Schritt zur Erstellung von Kompetenzprofilen wäre es, wenn die Sachunterrichtslehrkräfte eines Kollegiums versuchen würden, das hier am Beispiel des Themengebietes »Luft« dargestellte Konzeptwissen für die anderen naturwissenschaftlichen Themengebiete ihres Lehrplans zu formulieren. Der Schwerpunkt wird dabei zunächst bei der Grundschule liegen; die Formulierungen für die Bereiche Vorschule und weiterführende Schule sollten als Arbeitsvorschlag kenntlich gemacht werden. Mit diesen Arbeitsvorschlägen würde man an die Erzieherinnen schulnaher Kindergärten sowie an kooperationsbereite Kolleginnen und Kollegen weiterführender Schulen herantreten, um sie für die konzeptorientierte und curricular basierte Abstimmung von Könnens- und Wissenszielen für jede der drei Bildungsstufen zu gewinnen.

Von einer derartigen Zusammenarbeit profitieren Kinder, Erzieherinnen und Lehrkräfte: Lehrkräfte und Erzieherinnen entwickeln ihr Wissen über die Lernbedingungen in den jeweils angrenzenden Bildungseinrichtungen weiter und die Kinder werden häufiger als bisher die lernmotivierende Erfahrung machen, dass das, was sie schon einmal gelernt haben, wieder gebraucht wird und nützlich ist.

Literatur

- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1968): Science – A Process Approach.
- American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1993): Benchmarks for science literacy. New York. Hier nach: <http://www.project2061.org/publications/bsl/default.htm>
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (1997): Gutachten zur Vorbereitung des Programms »Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts«, Bonn.
- Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (2004): SINUS-Transfer Grundschule. Weiterentwicklung des mathematischen und naturwissenschaftlichen Unterrichts an Grundschulen. Gutachten des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften (IPN) Kiel. Materialien zur Bildungsplanung und zur Forschungsförderung, Heft 112.
- Demuth, R. & Rieck, K. (2005): Grundlegende Konzepte für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule 54 (4), S. 22-29.
- Gesellschaft für Didaktik des Sachunterrichts (GDSU) (2002): Perspektivrahmen Sachunterricht, Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- Kahlert, J. (2005): Der Sachunterricht und seine Didaktik. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- Kahlert, J. & Demuth, R (2007): Wir experimentieren in der Grundschule. Einfache Versuche zum Verständnis physikalischer und chemischer Zusammenhänge, Aulis-Verlag, Köln.
- Klieme, E. u. a. (2003): Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards, Deutsches Institut für Internationale Pädagogische Forschung, Frankfurt a.M.
- Mitzlaff, H. & Wiederhold, K.A. (1989): Gibt es überhaupt »Übergangsprobleme«? Erste Ergebnisse aus einem Forschungsprojekt. In: Portmann, R.; Wiederhold, K.A. & Mitzlaff, H. (Hrsg.): Übergänge nach der Grundschule, Frankfurt a.M., S. 12-41.
- Prenzel, M.; Geiser, H.; Langeheine, R. & Lobemeier, K. (2003): Das naturwissenschaftliche Verständnis am Ende der Grundschule. In: Bos, W.; Lankes, E.-M.; Prenzel, M.; Schwippert, K.; Walter, G. & Valtin, R. (Hrsg.): Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich, Waxmann, Münster u. a., S. 143-187.
- Speck-Hamdan, A. (2001): Schulanfänger: Könnler? – Debütanten? In: Faust-Siehl, G. & Speck-Hamdan, A. (Hrsg.): Schulanfang ohne Umwege, Arbeitskreis Grundschule, Frankfurt a.M. 2001, S. 16-29.