

Sachunterrichtliches Lernen – auf individuellen Lernwegen

ANDREAS HARTINGER, FLORIAN ZIEGLER, PATRICIA GRYGIER & TOBIAS TRETTER

Der zum Schuljahr 2014/15 in Kraft tretende neue Lehrplan für die Grundschulen zeichnet sich auch im Fach Heimat- und Sachunterricht durch eine deutliche Kompetenzorientierung sowie eine Reduzierung von Inhalten aus. Dadurch kann der Schwerpunkt noch stärker auf das Verstehen und Durchdringen zentraler Konzepte gelegt werden und die Schülerinnen und Schüler können angehalten werden, vermehrt die Inhalte eigenständig zu erarbeiten. Aufgrund der unterschiedlichen Vorerfahrungen, Kenntnisse und Fähigkeiten sollten die Kinder dabei jedoch die Möglichkeit haben, individuelle Lernwege zu beschreiten – zum einen, um Über- oder Unterforderungen zu vermeiden, zum anderen aber auch, um echtes Verständnis zu erreichen. Im Modellversuch GribS (Grundschulen zur individuellen Förderung bayerischer Schülerinnen und Schüler) wurde (für naturwissenschaftliche Themen des Sachunterrichts) ein solcher Unterricht entwickelt, durchgeführt und evaluiert.

Im Zentrum dieses Beitrags steht die (mit Beispielen illustrierte) Beschreibung verschiedener Maßnahmen, mit denen solche individuellen Lernwege der Kinder angeregt und unterstützt werden können.¹ Gerahmt wird diese Beschreibung durch einen kurzen Bericht über Entstehung und Verlauf des Modellversuchs sowie durch die zentralen Befunde der wissenschaftlichen Evaluation.

Inhaltsübersicht

- 1 Der Modellversuch GribS: Heterogenität der Kinder als Chance
- 2 Individuelle Lernwege – drei zentrale Unterrichtsphasen
 - 2.1 Lerntheoretische Grundlegung
 - 2.2 Aufgreifen und Explizieren von Vorerfahrungen und Präkonzepten
 - 2.2.1 Kontraintuitive Versuche
 - 2.2.2 Schülerversuche mit erklärungs-würdigen Ergebnissen
 - 2.2.3 Einfache, selbstständig zu lösende Forscheraufträge
 - 2.2.4 Aufgaben zum Ordnen, Sortieren und Klassifizieren
 - 2.3 Selbstständiges und eigenaktives Forschen
 - 2.3.1 Schülervorstellungen als Grundlage
 - 2.3.2 Forscheraufträge selbstständig lösen
 - 2.3.3 Phänomenkreise: Regelmäßigkeiten auf den Grund gehen
 - 2.3.4 Selbstständiges Verändern von Versuchen
 - 2.4 Sozialer Austausch in Gesprächen und Diskussionen
- 3 Ergebnisse der empirischen Evaluation des Modellversuchs GribS
- 4 Fazit: individuelle Lernwege in einer »Wissensbildungsgemeinschaft«

1 Der Modellversuch GribS: Heterogenität der Kinder als Chance

Von 2007 bis 2011 leitete die Stiftung Bildungspakt Bayern den Schulmodellversuch »GribS – Grundschulen zur individuellen Förderung bayerischer Schülerinnen und Schüler«, an dem 16 Grundschulen und acht Vergleichsschulen² beteiligt waren (vgl. <http://www.bildungspakt-bayern.de/projekte/gribs/teilnehmer/>). Wissenschaftlich begleitet wurde der Schulversuch durch den Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik der

Universität Augsburg. (Die Autoren und die Autorin dieses Beitrages führten die wissenschaftliche Begleitung durch.) Zentrales Ziel des Modellversuchs war es, gemeinsam mit den beteiligten Lehrkräften Unterricht zu entwickeln, der dem Anspruch der individuellen Förderung gerecht wird und damit die Heterogenität der Klassen und die Unterschiedlichkeit der Kinder nicht als Problem sondern als pädagogische Herausforderung und Chance für die Weiterentwicklung des Unterrichts versteht. Zusätzlich gab es das klare Ziel, die Unterrichtsvorschläge so zu gestalten, dass sie auch unter »normalen« Bedingungen – also z. B. ohne eigene Forscherlabore an der Schule oder ohne zusätzliche Differenzierungsstunden – durchführbar sind.³ Auf dieser Grundlage (und unterstützt durch Fortbildungen) erarbeiteten die »GribS-Lehrkräfte« gemeinsam mit der wissenschaftlichen Begleitung innovative Unterrichtskonzepte und -materialien zu den naturwissenschaftlichen Themen des Sachunterrichts »Luft«, »Wasser«, »Magnetismus und Strom« sowie »Wasserkreislauf«. Für den Unterricht zu »Luft« sowie zu »Magnetismus und Strom« wurden nach Beendigung des Modellversuchs auch Unterrichtshilfen (mit Arbeitsblättern, Vorschlägen für Experimentieranleitungen u. v. m.) veröffentlicht (Ziegler, Grygier & Hartinger 2011; Grygier, Tretter, Ziegler & Hartinger 2012). Inzwischen gibt es auch Veröffentlichungen zu Themen außerhalb des Modellversuchs (»Werbung und Medien« sowie »Lebensraum Hecke«), die sich an der gleichen unterrichtlichen Grundidee orientieren (Jiresch-Stechele 2012; Mühlbauer 2013).

2 Individuelle Lernwege – drei zentrale Unterrichtsphasen

Zusammengefasst ist der im Modellversuch entwickelte Unterricht durch folgende drei Schritte geprägt:

1. Explizieren der Präkonzepte
Die Kinder werden zunächst gezielt ermutigt und auf-

1 Die Beispiele sind aus anderen Veröffentlichungen zum Modellversuch übernommen, v. a. aus Hartinger, Grygier, Tretter & Ziegler 2013.

2 Die Vergleichsschulen waren erforderlich, um die Ergebnisse des Modellversuchs (z. B. bzgl. des Lerngewinns der Kinder) einordnen zu können. Sie beteiligten sich an allen Erhebungen, ohne an Fortbildungen teilzunehmen und ohne den im Modellversuch entwickelten Unterricht durchzuführen.

3 Daneben gab es auch besonders aufwändige und nur unter ganz bestimmten Bedingungen durchführbare Projekte. Diese sind auf der Internetseite der Stiftung Bildungspakt abrufbar (<http://www.bildungspakt-bayern.de/projekte/gribs/best-practice/>).

gefordert, sich zum jeweiligen Thema über ihre Vorerfahrungen und Vermutungen (Präkonzepte) Gedanken zu machen und sich ihrer bewusst zu werden.

2. eigenständiges Erarbeiten

Danach arbeiten sie selbstständig und eigenaktiv an einer (komplexen) Fragestellung. Dabei verändern oder bewähren sich die bisherigen Vorstellungen durch die erzielten Ergebnisse.

3. Ko-Konstruktionen im Gespräch

Die neuen (oder beibehaltenen) Überlegungen und Vorstellungen werden dann mit anderen Kindern (oder auch der Lehrperson) ausgetauscht. Auch dabei müssen sie sich bewähren oder gegebenenfalls verändert werden.

Diese drei Schritte sind zwar im Prinzip aufeinander aufbauend, in der Unterrichtswirklichkeit gehen sie jedoch fließend ineinander über (wenn z.B. die Schülerinnen und Schüler schon während des Bearbeitens von Forscheraufträgen ihre Vermutungen in Kleingruppen kommunizieren und diskutieren).

2.1 Lerntheoretische Grundlegung

Diese dreischrittige Vorgehensweise lässt sich aus verschiedenen lerntheoretischen Überlegungen begründen und findet sich auch in Vorschlägen anderer Unterrichtsfächer wieder (v. a. aus der Mathematik). Ein zentraler theoretischer Ausgangspunkt ist die Vorstellung von Lernen als Konstruktionsprozess. Wir verstehen Lernen als aktiven, höchst individuellen Konstruktionsprozess, der in sozialen Kontexten stattfindet (vgl. z. B. Möller, Kleickmann & Sodian 2011). Die Herausforderung ist daher, den alltäglichen Unterricht im Klassenverband so zu gestalten, dass er allen Schülerinnen und Schülern einen individuellen Zugang ermöglicht und so unterschiedliches Vorwissen und verschiedene Begabungen berücksichtigt. Hier sind dann Ideen von Adaptivität sowie des Scaffolding von Bedeutung (vgl. z. B. Klieme & Warwas 2011), bei denen versucht wird, den Schülerinnen und Schülern genau so viel Hilfestellung anzubieten, wie jeweils (individuell) erforderlich ist.

Eine interessante Umsetzung dieser Ideen findet sich insbesondere in der Didaktik der Mathematik durch die Idee der »Lernumgebungen«. Kernidee solcher Lernumgebungen ist es, Aufgaben so komplex und offen zu gestalten, dass die Schülerinnen und Schüler zwar an der gleichen Aufgabe arbeiten, das Niveau, gegebenenfalls auch die Zugangsweise, jedoch differieren können. Krauthausen und Scherer (2010, S.7) sprechen in diesem Zusammenhang von einer »natürliche[n] Differenzierung«. Zugleich ergibt sich bei solchen Lernumgebungen eine gewisse Strukturierung des Unterrichts durch die Aufgabe, und es kann grundsätzlich festgelegt werden, welche Anforderungen besonders betont werden sollen (bei Mathematik können dies z. B. Grundrechenarten oder mathematische Mustererkennung sein).

Diese Idee lässt sich auf den Sachunterricht übertragen (vgl. ausführlich dazu z. B. Hartinger et al. 2013). Im Zentrum stehen komplexe Aufgaben – wir bezeichnen sie im Folgenden als »Forscheraufträge« (vgl. auch 2.3.2) – in denen die Schülerinnen und Schüler eigenak-

tiv bestimmten, komplexen Fragestellungen nachgehen. Die meisten Vorschläge dazu stammen bislang aus der naturwissenschaftlichen Perspektive des Sachunterrichts. Man kann jedoch auch für die anderen Perspektiven des Heimat- und Sachunterrichts Forscheraufträge entwickeln (vgl. z. B. Jiresch-Stechele 2012).

Gerade mit Blick auf die individuelle Förderung scheint es uns erforderlich, diese Forscheraufträge angemessen in den Unterricht einzubetten, sie somit zu strukturieren und so den Rahmen für die individuellen Lernwege der Kinder zu setzen: Dies bedeutet zum einen, dass die Schülerinnen und Schüler zu Beginn ihres Lernprozesses und damit *vor der Arbeit an den Forscheraufträgen* »gezwungen« werden, ihre bisherigen Vorerfahrungen, Vermutungen und Ideen zu explizieren. Dies ist uns – aus der konstruktivistischen Vorstellung von Lernen – wichtig, da somit die Grundlage für die individuellen Zugänge geschaffen wird und – sei es durch die Lehrpersonen, durch andere Schülerinnen und Schüler oder durch eigene Beobachtungen – neue Erkenntnisse später dann genau auf diese Vorstellungen bezogen werden können. Zum anderen erachten wir es als wesentlich, dass die Kinder *nach der Arbeit an den Forscheraufträgen* ihre dort gewonnenen Erkenntnisse in den sozialen Austausch bringen. Die Bedeutung dieser Gespräche liegt darin, dass sich dadurch die neuen Erkenntnisse bewähren müssen, wodurch auch eine Sicherung der Lerninhalte bei den Kindern stattfindet (vgl. 2.4). Das heißt auch, dass sie gegebenenfalls relativiert oder abgelehnt werden müssen – so oder so bleibt der Lernprozess auf seinem individuellen Weg.

Daraus ergeben sich die drei oben genannten Schritte, welche sich im Unterricht unterschiedlich konkretisieren lassen. Im beschriebenen Modellversuch und für die genannten Unterrichtshilfen wurden solche Umsetzungsmöglichkeiten entwickelt, umgesetzt und überprüft. Im Folgenden werden wir sie kurz darstellen und mithilfe verschiedener Beispiele illustrieren.

2.2 Aufgreifen und Explizieren von Vorerfahrungen und Präkonzepten

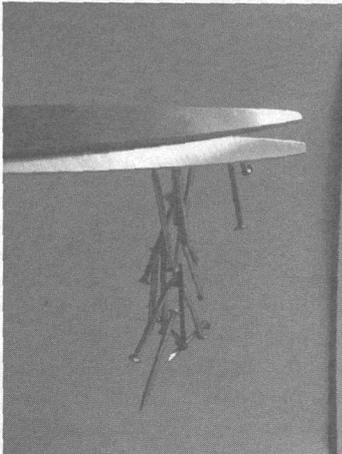
Wir denken, dass es mit Blick auf die kognitive Entwicklung von Grundschulkindern sinnvoll bzw. erforderlich ist, zu Beginn möglichst konkret mit den Kindern zu arbeiten. Dies bedeutet, dass wir an den Anfang immer eine Art »Phänomenbegegnung« gesetzt haben, durch die das Vorwissen der Schülerinnen und Schüler aktiviert wird. Aufgabe der Kinder ist dann, vorläufige, subjektiv stimmige Erklärungen zu formulieren bzw. zu erarbeiten. Unterrichtsdidaktisch gibt es dabei unseres Erachtens verschiedene Möglichkeiten, eine solche Phänomenbegegnung umzusetzen:

2.2.1 Kontraintuitive Versuche

Eine erste Möglichkeit ist, (z. B. in einem Lehrerversuch) ein Phänomen zu präsentieren, das Erklärungen einfordert, da es kontraintuitiv ist – d. h., dass die Kinder im Normalfall ein anderes Ergebnis erwarten oder dass der

Versuch den bisherigen Erfahrungen der Schülerinnen und Schüler widerspricht.

Beispiel »magnetische Schere«:



Die Lehrkraft konfrontiert beim Thema »Magnetisieren« bzw. »Elementarmagnete« die Kinder mit einer vorab magnetisierten Schere (bzw. einem großen Nagel o. Ä.), an deren Scherenhälften Nägel anhaften. Diese Magnetisierung kann erreicht werden, indem man mit einem Dauermagneten öfter in gleicher Richtung über die Schere streicht. Die Erfahrung, dass z. B. kleine Nägel an einer »ganz normalen« Schere haften bleiben, widerspricht den Erfahrungen der Kinder sowie – wenn dies vorab schon Thema des Unterrichts war – auch den erworbenen Kenntnissen über Magnete. Im Gespräch über diesen Versuch wird dann z. B. deutlich, welche Schülerinnen und Schüler aus welchen Gründen irritiert sind, welche Erklärungen sie für das Phänomen haben und damit auch, welche Vorstellungen sie zu Magnetismus bereits besitzen.

Beispiel »Luft in der Flasche«:



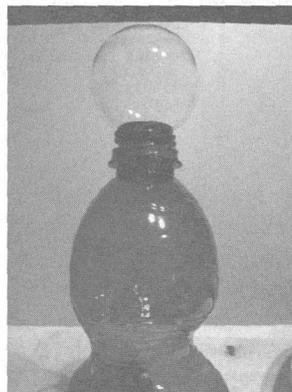
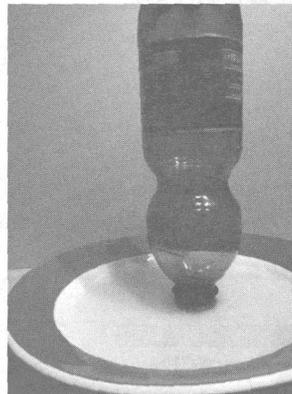
Zum Thema Luft kann man z. B. einen unerwarteten Effekt erreichen, wenn man ein Kind bittet, kräftig auf ein Papierkügelchen zu pusten, das in den Hals einer leeren, waagrecht gehaltenen Flasche gelegt ist. Entgegen der Erwartung der meisten Kinder fliegt das Kügelchen dem »Puster« ins Gesicht und nicht in die Flasche. Dies geschieht – vereinfacht erklärt – da sich in der leeren Flasche Luft befindet. Pustet man nun zusätzlich noch kräftig in die Flasche, so staut sich im Inneren der Flasche die Luft und es entsteht ein Überdruck. Um den

Überdruck abzubauen, muss wieder Luft aus der Flasche entweichen.¹

2.2.2 Schülerversuche mit erklärungswürdigen Ergebnissen

Natürlich können auch Schülerversuche am Beginn eines solchen Lernprozesses stehen, wenn mit ihnen ein interessanter und v. a. erklärungswürdiger Effekt erzielt wird. Die Kinder sollten dann explizit dazu aufgefordert werden, das Phänomen gründlich zu betrachten, sich Erklärungen dazu zu überlegen und diese mit anderen Kindern auszutauschen.

Beispiel »warme Luft«:



Zum Thema »erwärmte Luft« könnte ein solcher Einstieg sein, dass die Kinder eine leere und vorab gekühlte Flasche sowie einen Teller mit Seifenlauge mit folgendem Arbeitsauftrag erhalten: Taucht die Flaschenöffnung in die Seifenblasen-Flüssigkeit, wärmt dann die Flasche mit euren Händen und dreht die Flasche schließlich wieder, sodass der Flaschenkopf nach oben zeigt. Was könnt ihr beobachten?

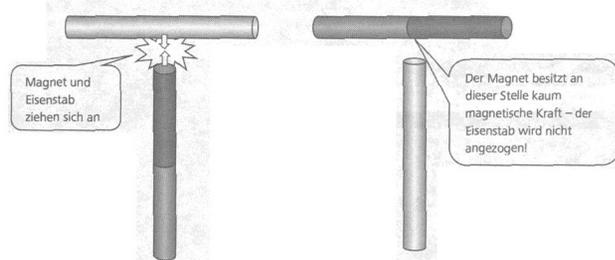
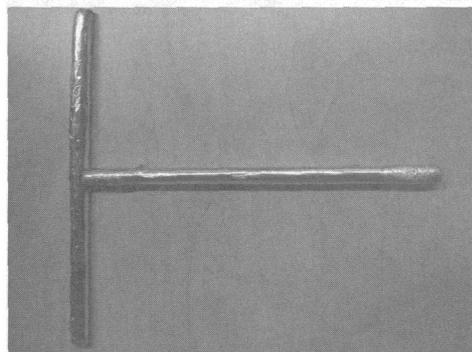
Natürlich ist dabei zentral, dass die Kinder Vermutungen über die Ursache des zu beobachtenden Phänomens – es bildet sich eine Seifenblase über der Flaschenöffnung – anstellen. Dazu kann es hilfreich sein, unterschiedliche Flaschen – auch unterschiedlich gekühlt – oder auch verschiedene Wärmerezeuger (wie einen Fön) zu verwenden.

¹ Für eine genauere Erklärung ist es erforderlich, auch noch den geringen statischen Druck an der Engstelle (Flaschenhals) im Zusammenhang mit der Bernoulli-Gleichung (nach der eben dieser geringere statische Druck mit einer höheren Geschwindigkeit einher geht) zu bedenken. Für die Grundschule genügt es jedoch natürlich völlig, die Existenz von Luft in der »leeren« Flasche zu berücksichtigen.

2.2.3 Einfache, selbstständig zu lösende Forscheraufträge

Die Vorerfahrungen und Vorstellungen von Kindern werden auch dann explizit, wenn sie den Auftrag haben, selbstständig eine Frage durch geeignete Experimente oder durch »Herumprobieren« zu beantworten, wie das bei Forscheraufträgen (vgl. 2.3.2) der Fall ist. Dabei werden die Vorerfahrungen zwangsläufig aktiviert, v. a. dann, wenn die Kinder aufgefordert werden, ihre Lösungswege zu erklären.

Beispiel »zwei besondere Stäbe«:



Ein solcher (scheinbar) einfacher Forscherauftrag kann sein, die Kinder zu Beginn des Themas »Eigenschaften von Magneten«, zwei Stäbe untersuchen zu lassen. Bei den Stäben handelt es sich um einen Dauermagneten, der günstigenfalls z. B. mit Alufolie umwickelt ist, und einen Eisenstab. Wenn der Dauermagnet umwickelt ist, lassen sich beide Stäbe äußerlich nicht unterscheiden. Eine anspruchsvolle Aufgabe ist es dann herauszufinden, welcher Stab der Dauermagnet ist, ohne andere Gegenstände zu verwenden. (Es ist nur möglich, indem man die beiden Stäbe zu einem »T« formt. Besteht dann eine magnetische Wirkung, so ist der Stab, der in der Mitte berührt wird, der Eisenstab; besteht keine spürbare Wirkung, so ist dies der Dauermagnet.)

Bei diesen Untersuchungen können die Kinder durchgängig ihr Vorwissen explizieren, bis hin zum Wissen über die Polung (so schon vorhanden). Ansonsten bleibt das geschilderte Phänomen, dass sich die beiden Stäbe im »T« einmal anziehen und einmal nicht, eine offene Frage zum Weiterforschen.

2.2.4 Aufgaben zum Ordnen, Sortieren und Klassifizieren

Eine weitere gute Möglichkeit, die Vorerfahrung der Kinder »hervorzulocken« und explizit zu machen, ist, ihnen Aufgaben zum Ordnen bzw. Klassifizieren zu

geben. Ziel ist es dann nicht, eine »richtige« Ordnung zu finden. Vielmehr geht es darum, mögliche Kriterien öffentlich zu machen – eine aus Sicht naturwissenschaftlicher Konzepte im Unterricht intendierte Ordnung bzw. Klassifizierungsidee kann sich dann daraus natürlich (als eine mögliche) entwickeln, bzw. sie kann anderen Klassifizierungsideen an die Seite gestellt und diskutiert werden. Die Lehrkräfte können dabei erkennen, ob die Kinder diese Ordnung nachvollziehen oder selbstständig erkennen und beschreiben können.

Beispiel »Klassifizieren«:

Man kann die Schülerinnen und Schüler verschiedene Bilder, wie u. a. einen Fallschirm, einen Federball, ein Surfbrett und eine Windmühle ordnen lassen. Natürlich ist es wahrscheinlich, dass die Kinder zunächst Kategorien wie »groß/ klein«, »kann sich drehen« oder aber auch »Dinge, die man zum Spielen brauchen kann« zur Sortierung verwenden. Die Lehrkraft kann jedoch beobachten, ob die bremsende und antreibende Wirkung von Luft auftaucht bzw. inwieweit dies von Kindern nachvollzogen werden kann, wenn diese Ordnungsmöglichkeit eingebracht wird.

Zum Thema Medien ist es beispielsweise möglich, die Kinder verschiedene Medien (wie z. B. eine Zeitung, einen Computer, ein Buch, ein Radio oder ein Smartphone) sortieren zu lassen. Fachlich interessant ist sicherlich, wie weit die Kinder schon auf die Idee kommen, zwischen elektronischen und nicht-elektronischen Medien zu unterscheiden oder den möglichen Informationsgehalt von Medien berücksichtigen. Doch auch andere Ordnungssystematiken sind sicherlich von Interesse und lassen Rückschlüsse auf die Erfahrungen und das Vorwissen der Kinder zu.

Auch wenn diese Vorschläge gut geeignet sind, das Vorwissen der Kinder zu aktivieren, so ist zu bedenken, dass nicht alle Schülerinnen und Schüler in der Lage sind, ihre Vorstellungen angemessen sprachlich auszudrücken. Zugleich ist es auch möglich, dass sie durchaus auch sich widersprechende Vorstellungen zu einem Thema haben. Von daher sind Gespräche über die verschiedenen Vorstellungen wichtig (vgl. ausführlicher dazu 2.4). Dabei müssen die unterschiedlichen sprachlichen Möglichkeiten der Kinder berücksichtigt werden.

2.3 Selbstständiges und eigenaktives Forschen

2.3.1 Schülervorstellungen als Grundlage

Ziel ist nun, dass neue Wissensinhalte an den bereits vorhandenen Vorstellungen angeknüpft werden und dass diese neuen Vorstellungen »richtiger« – oder anders formuliert – wissenschaftlich anschlussfähiger werden (vgl. Hardy & Kempert 2011). Zum Teil müssen dazu bisherige Vorstellungen aufgegeben werden, weil sie dem neuen Wissen widersprechen.

Duit (2009, S. 617) differenziert dabei zwischen drei Möglichkeiten, wie Schülervorstellungen im Unterricht berücksichtigt werden können: durch Anknüpfen,

Umdeuten und Konfrontieren. Sie lassen sich wie folgt beschreiben:

Anknüpfen stellt einen nahtlosen Übergang von der Schülervorstellung zur gewünschten neuen Vorstellung dar. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn Schülervorstellungen naturwissenschaftlichen Prinzipien nur wenig widersprechen oder durch eine Formulierung, welche einer naturwissenschaftlichen Sichtweise näher kommt, erweitert werden können. Beim Thema Luft könnte an die Schülervorstellung »Luft braucht immer einen bestimmten Raum« durch Versuche, in denen Luft zusammen gedrückt wird, mit der Vorstellung »... aber man kann sie zusammendrücken« angeknüpft werden.

Eine ähnliche Möglichkeit besteht im *Umdeuten* von Schülervorstellungen, bei der die bisherige Schülervorstellung angenommen und lediglich eine andere Formulierung erarbeitet wird. Die Ausdrucksweisen der Kinder entsprechen im Prinzip der gewünschten Vorstellung, können jedoch ungeschickt formuliert sein oder naturwissenschaftlich falsch verwendete Begriffe enthalten. Denkbar wäre die Aussage »Luft wird größer, wenn sie warm wird«. Zwar ist diese Aussage wörtlich genommen falsch, man kann aber auf der Vorstellung aufbauen und deutlich machen, dass Luftteilchen sich bei Erwärmung schneller bewegen und ein umschließender Körper (z. B. Luftballon) dem stärkeren Druck nachgibt und daher größer wird. Wie immer im Unterricht ist hierbei natürlich das richtige Maß zwischen wissenschaftlicher Genauigkeit und didaktischer Reduzierung in Passung an das Kind zu beachten.

Als dritte Möglichkeit gibt es noch das *Konfrontieren*. Hier wird ein Widerspruch zwischen Annahmen, Vorstellungen oder Voraussagen von Schülerinnen und Schülern und den Gedanken und Behauptungen anderer Schülerinnen und Schüler bzw. selbst festgestellten Beobachtungen und Ergebnissen herausgearbeitet. Damit wird (möglicherweise) ein kognitiver Konflikt erzeugt. Wichtig ist, dass dieser Konflikt nicht nur in den Augen der Lehrkraft entsteht, sondern z. B. durch einen Versuch auch den Kindern deutlich wird. Haben sie beispielsweise die Vorstellung, dass in einem geschlossenen Behälter keine Luft ist, kann dies durch einen Versuch (wie z. B. dem oben genannten mit dem Papierkügelchen) widerlegt werden.

Es ist im Rahmen dieses Beitrags nicht möglich, verschiedene Schülervorstellungen zu einem bestimmten Thema aufzulisten und dazu passende Versuche zur Konzepterweiterung bzw. -veränderung zu benennen (für das Thema »Schwimmen und Sinken« findet sich eine solche Liste z. B. bei Möller & Jonen 2005). Es empfiehlt sich also einen Fundus an Versuchen und Experimenten zu unterschiedlichen Präkonzepten zu haben oder kreativ in der Situation mit den Kindern zu arbeiten (»Jetzt haben wir zwei verschiedene Erklärungen. Hat jemand eine Idee, wie wir herausfinden könnten, welche richtig ist?«). Komplexere Aufgaben bieten zudem die Möglichkeit, mit ein und derselben Aufgabe verschiedene Vorstellungen zu überprüfen und zu erweitern, so dass sich die Passung zu einem bestimmten Präkonzept von selbst oder durch Begleitung mit der Lehrkraft im Sinne eines sokratischen

Dialogs ergibt. Daher sind v. a. Versuche, Experimente oder Recherchen geeignet, die von den Schülern nicht »nach Anleitung« durchgeführt werden, sondern bei denen sie eigene Erklärungen entwickeln und sich diese dann bewusst machen. Auch hierzu gibt es verschiedene geeignete Möglichkeiten:

2.3.2 Forscheraufträge selbstständig lösen

Als Forscheraufträge bezeichnen wir – wie oben bereits kurz dargestellt – Aufgaben, in denen die Schülerinnen und Schüler eigenaktiv bestimmten, komplexen Fragestellungen nachgehen. Sie sind eine gute Möglichkeit, um auf der Grundlage bestehender Vorstellungen Fragen nachzugehen bzw. Aufgaben zu lösen. Wichtig ist dabei, dass die Kinder zunächst nicht mit Versuchsanleitungen konfrontiert werden, sondern dass sie sich selbst Wege überlegen, wie sie eine Fragestellung bearbeiten können. Selbstverständlich kann es aber sinnvoll sein, Kindern, die hier auch nach längerem Überlegen nicht zu einer Lösung kommen, Ideen oder Hilfestellungen zu geben, z. B. durch den Hinweis auf den ersten bzw. letzten Schritt.

Beispiel »Wirkung von Magneten«:

Wenn Kinder sich ihr Vorwissen zur Wirkung von Magneten bewusst gemacht haben, können sie den Auftrag bekommen, zu untersuchen, ob (oder mit unterschiedlichen Verfahren nachzuweisen, dass) die Wirkung von Magneten an den Polen am stärksten ist und inwiefern hier Stabmagnete und Hufeisenmagnete identisch sind.

Wenn die Kinder diese offene Aufgabe erhalten haben, dann können sie das z. B. mit Hilfe von Büroklammern oder anderen leichten ferromagnetischen Gegenständen wie kleinen Nägeln... überprüfen. So können sie z. B. die Idee entwickeln, Büroklammerketten an den verschiedenen Stellen eines Stabmagneten anzubringen oder in gleicher Weise die Enden eines Hufeisenmagnets zu testen.

Beispiel Mediennutzung:

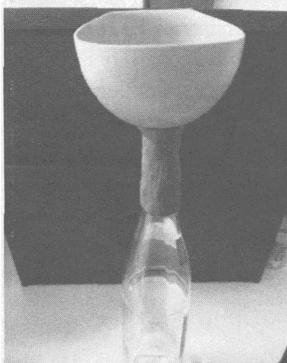
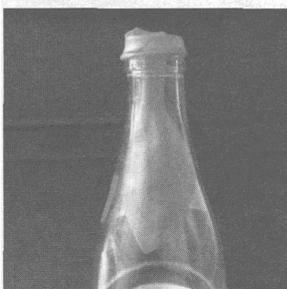
Auch die Mediennutzung von Erwachsenen und Kindern in ihrer Freizeit kann ein Forscherauftrag sein, bei dem die Kinder zunächst ihre Vermutungen aufstellen, dann überlegen, wie sie an Informationen kommen. Solche Möglichkeiten wären z. B. das Verteilen und Führen von entsprechenden Tagebüchern, Befragungen von Verwandten und Bekannten oder Recherchen auf den entsprechenden Statistikseiten im Internet. Anschließend sind dann die Ergebnisse darzustellen und mit den Vermutungen zu vergleichen.

2.3.3 Phänomenkreise: Regelmäßigkeiten auf den Grund gehen

Eine weitere gute Möglichkeit ist es, bei solchen Erarbeitungsprozessen auf die Idee Kay Spreckelsens zurückzugreifen und sogenannte »Phänomenkreise« zu bilden (Spreckelsen 1997). Als Phänomenkreis verstehen wir verschiedene Phänomene oder Versuche, die alle auf der gleichen Regelmäßigkeit beruhen. Die Arbeit mit solchen Phänomenkreisen bietet eine gute didaktische Chance,

da die Schülerinnen und Schüler so die Möglichkeit haben, durch selbstständige Vergleiche und Analogiebildungen das zugrunde liegende Prinzip bzw. das zugrunde liegende Gesetz zu entdecken und es damit zu verstehen. Martin Wagenschein schrieb in diesem Zusammenhang einmal sehr bildhaft »Verstehen heißt: einen Fremden bei näherer Betrachtung als einen nur verkleideten Bekannten wiedererkennen« (1970, S.166f). Wenn es den Schülerinnen und Schülern also gelingt, innerhalb solcher Phänomenkreise Verbindungsprozesse zwischen den verschiedenen Versuchen herzustellen, so ist dies ein wichtiger Schritt zu einem echten Verstehen von Prinzipien und Regelmäßigkeiten (vgl. dazu auch Haider & Hartinger 2010, S.3).

Beispiel »Phänomenkreis Luft«:



Um selbstständig zu erarbeiten, dass Luft (als Materie) Platz benötigt, und um die möglichen Erklärungen nach dem oben beschriebenen »Papierkügelchenversuch« weiter zu testen, könnte man einen Phänomenkreis gestalten, in dem die vorhandene (eingesperrte Luft) bestimmte Effekte bewirkt, und somit die Erkenntnis stärken, dass Luft nicht Nichts ist. Möglichkeiten dazu wären folgende Aufgaben:

- Tauche ein umgedrehtes Glas mit einem zerknüllten Blatt Papier in Wasser ein. (*Das zerknüllte Papier bleibt trocken.*)
- Puste einen Luftballon in einer Flasche auf. (*Dies ist – so die Öffnung des Luftballons den Flaschenhals luftdicht verschließt, nur wenig möglich.*)
- Fülle Wasser über einen luftdicht schließenden Trichter in eine leere Flasche ein. (*Das Wasser bleibt im Trichter und fließt nicht in die Flasche.*)

(Im Anschluss kann es dann sinnvoll und spannend sein, die Gefäße so zu manipulieren, dass die Luft einen Auslass hat.)

2.3.4 Selbstständiges Verändern von Versuchen

Der gerade genannte Vorschlag, die Gefäße zu manipulieren, führt zu einer dritten Variante des selbstständigen Erarbeitens. In dieser werden die Schülerinnen und Schüler ermutigt, (vorgegebene) Versuche selbst zu verändern. Abgesehen davon, dass so die Idee der Variation genau eines Parameters als zentrales Element des (naturwissenschaftlichen) Experimentierens deutlich werden kann, werden die Kinder angeregt, sich Fragen wie: »Was geschieht, wenn ...« zu stellen und gleichzeitig zu beantworten.

Beispiel »Stromkreislauf verändern«:

So kann man beim Thema Strom die Schülerinnen und Schüler ermutigen, einen einfachen Stromkreislauf zu verändern und dann zu testen, ob diese Veränderung Auswirkung auf das Leuchten eines Lämpchens hat. Möglichkeiten, auf die Kinder selbst kommen können, die man ihnen zur Not aber auch vorschlagen kann, wären z. B. Veränderungen durch

- die Länge des Drahtes,
- den Einbau eines zweiten Lämpchens hinter das erste Lämpchen,
- den Einbau eines zweiten Lämpchens mit zwei weiteren Drähten,
- den Einbau einer zweiten Batterie.

2.4 Sozialer Austausch in Gesprächen und Diskussionen

Auch wenn in solchen Erarbeitungsphasen Ergebnisse auftreten, die den bisherigen Vorstellungen der Kinder widersprechen, so zeigt die Forschung doch, dass Schüler- vorstellungen sehr stabil sein können (vgl. Wodzinski, 2004, S. 27). Schülerinnen und Schüler halten häufig an ihren Vorstellungen fest, auch wenn sie mit Beobachtungen, Aussagen oder Lernangeboten konfrontiert werden, die diesen entgegenstehen. Selbst dann, wenn Kinder das Unterrichtsergebnis in einer Einheit eigenständig formulieren, kann es sein, dass sie später doch wieder auf die alten Vorstellungen zurückgreifen. Um dem entgegen zu wirken, ist eine häufige Anwendung bzw. ein häufiges Auftreten des neuen Konzepts sowie eine möglichst große (soziale) Bedeutsamkeit der neuen Vorstellung hilfreich. Um die alten Vorstellungen abzulösen sind also die angesprochenen Phänomenkreise mit vielen Versuchen zum

selben Phänomen, leichtere Variationen desselben Versuchs mit mehrmaliger Durchführung und in allererster Linie der soziale Austausch wichtig. Zur Überprüfung, Validierung und/oder Festigung müssen sich die in der Erarbeitungsphase gewonnenen oder bestätigten Erklärungen im sozialen Austausch bewähren – gegebenenfalls sind sie dann zu verändern. Günstig ist in diesem Zusammenhang der Weg von der eigenen Überlegung über das Gespräch mit einem Partner (oder in einer Kleingruppe) hin zur Diskussion in der großen Runde im Klassengespräch (vgl. dazu auch die Idee des Dialogischen Lernens bei Gallin & Ruf 2005). Dabei werden durch Widersprüche oder Gegenargumente echte Begründungen und Argumente von den Kindern eingefordert, wodurch eine Anwendung der neuen Vorstellungen erfolgt und diese eine soziale Bedeutsamkeit in der Gruppe erfahren.

Hier ist es zentral, dass die Lehrkraft nicht versucht, schnell zur »richtigen« Erklärung zu kommen, indem sie diese nennt, passende Antworten von Kindern entsprechend hervorhebt oder die Diskussion beendet, sobald ein Kind die passende Antwort gegeben hat. Dies wäre schon deshalb problematisch, weil die Kinder dann keine alternativen Erklärungsvorschläge mehr nennen. Die Folge wäre, dass der Lernprozess ins Stocken geriete, weil dann z. B. nicht mehr die Widersprüche zu anderen Erklärungen aufgedeckt, begründet und diskutiert werden. Zudem würde der individuelle Lernweg verlassen werden, weil die neuen Erklärungen dann nicht mehr auf die eigenen Vorstellungen bezogen werden – ein Grund dafür, dass zunächst verschiedene und auch sich widersprechende Vorstellungen im Unterricht existieren. Und nicht zuletzt wäre längerfristig gesehen zu befürchten, dass die Schülerinnen und Schüler keinen echten Grund mehr sehen, eigene Erklärungen zu entwickeln und sie zu äußern, wenn sie wissen, dass sie die »richtige« Lösung ohnehin von der Lehrkraft erhalten.

Die Gesprächskultur sollte aus diesem Grund durch die Haltung geprägt sein, Schüleräußerungen nicht frühzeitig in richtig oder falsch einzuteilen, sondern sie als Vermutungen (Hypothesen) zu begreifen, die sich an der Wirklichkeit und in der Auseinandersetzung mit den anderen bewähren müssen. Um eine solche Gesprächskultur zu erreichen, müssen sich die Lehrkräfte *moderierend statt instruierend* verhalten. Maßnahmen einer solchen Gesprächsführung, in der das Nachdenken der Kinder angeregt wird, sind z. B. (vgl. auch Beinbrech 2010):

- Begründungen einfordern
- Widersprüche herausstellen
- Übertragungen auf andere Phänomene oder auf andere Erklärungen anregen
- Überprüfung von Aussagen durch weitere Versuche anregen
- das Erkennen von Zusammenhängen und Regeln anregen
- Ideen hervorheben
- dafür sorgen, dass sich das Gespräch nicht vom Thema weg entwickelt

Formulierungen, die helfen können, dass Kinder ihre – manchmal auch ungenau präsentierten – Vorstellungen aufeinander beziehen können, sind:

- Was ist gleich, was ist anders?
- Gilt das vorhin Gesagte hier auch?
- Wer bringt es auf den Punkt?

Sicherlich hilft es sowohl den Erinnerungsprozessen als auch der Verdeutlichung von Überlegungen, wenn Versuchsmaterialien bzw. die Versuchsaufbauten bei diesen Gesprächen sichtbar sind. Diese visuelle Stütze kann v. a. Kindern mit weniger elaborierten Sprachfähigkeiten helfen.

Auch wenn im Unterricht zunächst die Alltagssprache und nicht die Fachsprache dominieren soll (so lange, bis die Erkenntnisse verstanden sind), so ist es dennoch hilfreich, wenn die Lehrkraft angemessen auf wissenschaftlich korrekte Ausdrücke und Beschreibungen achtet. Oftmals verwendet die Alltagssprache wissenschaftlichen Erklärungen entgegenstehende Ausdrücke (So spricht man beispielsweise alltagssprachlich vom »Verbrauchen« von Strom, physikalisch gesehen handelt es sich aber um einen Elektronenfluss, der vor und nach dem »Stromverbraucher« gleich hoch ist). Da unser Denken schließlich von unserer Sprache abhängig ist, sollte auf solche Schwierigkeiten geachtet und alltagssprachliche Wendungen reflektiert werden. Fachsprache kann immer dann ergänzend eingeführt werden, wenn der Fachbegriff die Phänomene richtiger beschreibt oder für späteres Lernen eine wichtige Voraussetzung darstellt.

3 Ergebnisse der empirischen Evaluation des Modellversuchs GribS

Wir möchten abschließend in der gebotenen Kürze die zentralen Befunde der empirischen Evaluation aufzeigen (vgl. ausführlicher Hartinger et al. eingereicht), da unsere Ergebnisse deutliche Hinweise auf die Wirksamkeit der oben beschriebenen Maßnahmen geben.

So hat sich z. B. gezeigt, dass der Lerngewinn in den GribS-Klassen durchgängig höher war – und sich dies im Verlauf des Modellversuchs immer weiter verstärkte. Dieser Befund ist auch deswegen bemerkenswert, da der Unterricht in den Vergleichsschulen durchaus gut gemacht wurde. Die Kolleginnen und Kollegen wussten, dass sie Teil einer empirischen Studie waren und arbeiteten entsprechend gründlich. Zudem gibt es klare Befunde, dass die individuelle Förderung im Modellversuch gelungen ist. Dies soll beispielhaft an einem Befund zum Thema Strom gezeigt werden.

Das Schaubild auf der folgenden Seite zeigt den *Lerngewinn* von Kindern mit unterschiedlichem Vorwissen (die schwarzen Balken repräsentieren das Drittel der Kinder mit den geringsten Vorkenntnissen). Zunächst ist ersichtlich, dass die Werte in den GribS-Klassen für alle drei Gruppen höher sind¹. Die Schülerinnen und Schüler

¹ Die Tatsache, dass sich die höchsten Werte bei den Kindern mit dem geringsten Vorwissen ergeben, ist in gewisser Hinsicht eine Konsequenz, die sich aus der Art der Darstellung ergibt. Da hier der Lerngewinn dargestellt wird, der sich aus der Subtraktion des Vorwissens vom Nachtest ergibt, haben Kinder mit geringem Vorwissen mehr Möglichkeiten, sich zu »steigern«.

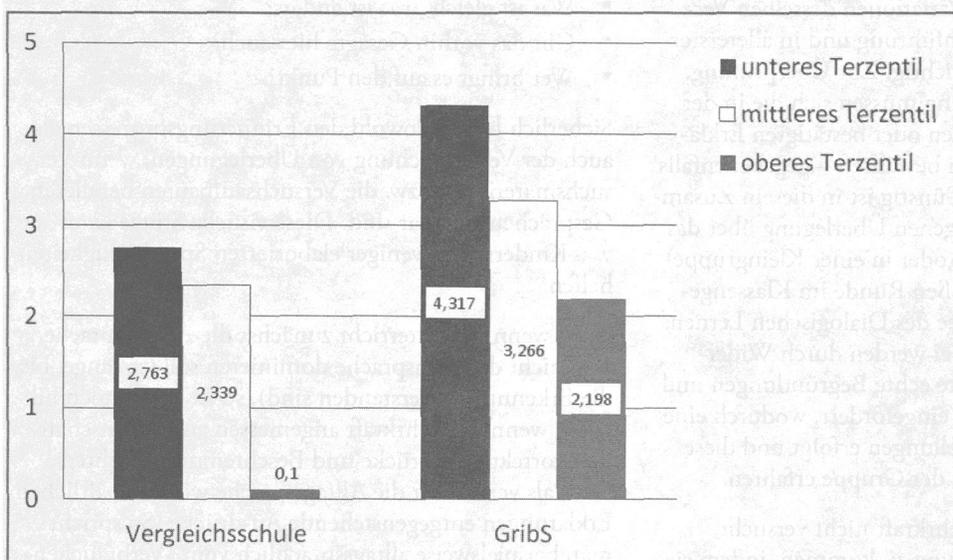


Schaubild: Lerngewinn von Kindern mit unterschiedlichen Vorkenntnissen im Vergleich Modell- Vergleichsschulen

profitierten also vom GribS-Unterricht, unabhängig von ihrem Vorwissen. Besonders bemerkenswert ist dabei unseres Erachtens, dass gerade auch Kinder, die bereits mit einem hohen Vorwissen in den Unterricht gehen, in den GribS-Klassen die Möglichkeit haben, ihr bisheriges Wissen noch zu erweitern. In den Vergleichsschulen gelingt die individuelle Förderung für diese Kinder nicht. Andererseits werden auch Schülerinnen und Schüler mit geringen Vorkenntnissen unterstützt, eigene Zugänge zu den Gegenständen zu finden und individuelle Lernwege zu gehen. Damit hat sich gezeigt, dass ein Unterricht, der die Idee der individuellen Förderung im Sinne der hier beschriebenen Prinzipien berücksichtigt, allen Kindern hilft, anschlussfähiges Wissen aufzubauen.

Ein weiterer wichtiger Befund ist, dass im GribS-Unterricht auch die Kinder mit nicht-deutscher Erstsprache deutlich mehr gelernt hatten als in den Vergleichsschulen. Aufgrund der großen Sprachlastigkeit war zu befürchten, dass er für diese Kinder evtl. weniger geeignet sein könnte. Andererseits war auch zu hoffen, dass die Kinder durch die sachorientierten Gespräche, die sie konkret und anhand beobachtbarer Phänomene führen, stärker bei ihrer eigenen Sprache sind als bei Ausführungen der Lehrkraft oder bei Sachtexten. Die Befunde deuten eindeutig darauf hin, dass es für diese Kinder eine gute und effektive Lernform war. Eine zweite Hoffnung, dass durch diesen Unterricht zugleich auch eine Sprachförderung stattfindet, konnte anhand der Datenlage nicht überprüft werden. Die Verbindung von Sachlernen und Sprachförderung ist jedoch ein hoch aktuelles Thema in der empirischen Sachunterrichtsforschung (vgl. z. B. Archie, Rank & Franz im Druck).

4 Fazit: individuelle Lernwege in einer »Wissensbildungsgemeinschaft«

Es ist möglich, in der Grundschule die Schülerinnen und Schüler im Sachunterricht so lernen zu lassen, dass

sie ihre eigenen Lernwege beschreiten und so möglichst individuell gefördert werden. Wichtig sind dazu entsprechende (ausreichend komplexe) Aufgaben und Freiräume, die es den Kindern ermöglichen, sich ihrer Vorerfahrungen bewusst zu werden, auf dieser Grundlage dann eigenständig forschend zu arbeiten und die (alten und neuen) Vorstellungen mit den anderen Kindern und der Lehrkraft zu teilen. Die Klasse wird damit zu einer »Wissensbildungsgemeinschaft« (Reusser, 1994, S. 33), in der sich die einzelnen Lernenden individuell entwickeln können. Diese Vorgehensweise erfordert ausreichend Zeit sowie eine entsprechende Kompetenz der Lehrkräfte. Auch aus diesem Grund ist es wichtig, dem Sachunterricht ausreichend Gewicht in Schule, Ausbildung und Weiterbildung zu geben.

Autoren

Prof. Dr. Andreas Hartinger, Florian Ziegler, Tobias Tretter, Lehrstuhl für Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik der Universität Augsburg & Dr. Patricia Grygier, Grundschule Miltenberg

Literatur

Für den Beitrag verwendete Literatur:

- Archie, C., Rank, A. & Franz, U. (im Druck). Sprachbildung im und durch Sachunterricht. In Hartinger, A. & Lange, K. (Hrsg.), *Didaktiken für die Grundschule: Sachunterricht*. Berlin: Cornelsen.
- Beinbrech, C. (2010). Argumentieren im Gespräch lehren und lernen. In Labudde, P. (Hrsg.), *Fachdidaktik Naturwissenschaft. 1.-9. Schuljahr* (S. 227-242). Bern, Stuttgart, Wien: Haupt Verlag.
- Duit, R. (2009). Alltagsvorstellungen und Physik lernen. In Kircher, E., Girwidz, R. & Häußler, P. (Hrsg.), *Physikdidaktik. Theorie und Praxis* (S. 605-630). Berlin: Springer.
- Gallin, P. & Ruf, U. (2005). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*. Seelze-Velber: Kallmeyer.
- Hardy, I. & Kempert, S. (2011). Entwicklung und Förderung früher naturwissenschaftlicher Kompetenzen im Elementarbereich. In Vogt, F. (Hrsg.), *Entwicklung und Lernen junger Kinder* (S. 23-36). Münster: Waxmann.

- Hartinger, A., Grygier, P., Ziegler, F., Kullmann, H. & Tretter, T. (eingereicht). Individuelle Förderung beim naturwissenschaftlichen Lernen im Sachunterricht der Grundschule. Eingereicht in *Zeitschrift für Grundschulforschung*.
- Klieme, E. & Warwas, J. (2011). Konzepte der Individuellen Förderung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 57, 805-818.
- Krauthausen, G. & Scherer, P. (2010). *Umgang mit Heterogenität. Natürliche Differenzierung im Mathematikunterricht der Grundschule*. Handreichung im Rahmen des Programms SINUS an Grundschulen. Kiel: IPN.
- Möller, K., Kleickmann, T. & Sodian, B. (2011). Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich. In Einsiedler, W., Götz, M., Hartinger, A., Heinzel, F., Kahlert, J. & Sandfuchs, U. (Hrsg.), *Handbuch Grundschulpädagogik und Grundschuldidaktik* (S.509-517). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Reusser, K. (1994). Die Rolle von Lehrerinnen und Lehrern neu denken – Kognitionspädagogische Anmerkungen zur »neuen Lernkultur«. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 12, 19-37.
- Spreckelsen, K. (1997). Phänomenkreise als Verstehenshilfen. In Köhnlein, W., Marquardt-Mau, B. & Schreier, H. (Hrsg.), *Kinder auf dem Weg zum Verstehen der Welt* (S. 111-127). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Wagenschein, M. (1970). *Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken II*. Stuttgart: Klett.
- Wodzinski, R. (2004). Schülervorstellungen und Lernschwierigkeiten. In Müller, R., Wodzinski, R. & Hopf, M. (Hrsg.), *Schülervorstellungen in der Physik* (S.23-39). Köln: Aulis-Verlag Deubner.
- Praxishilfen:**
- Grygier, P., Tretter, T., Ziegler, F. & Hartinger, A. (2012). *Individuelles Lernen im Sachunterricht – Luft und ihre Eigenschaften*. Berlin: Cornelsen.
- Haider, M. & Hartinger, A. (Hrsg.) (2010). *Experimentieren im Sachunterricht*. Berlin: Cornelsen.
- Hartinger, A., Grygier, P., Tretter, T. & Ziegler, F. (2013). *Lernumgebungen zum naturwissenschaftlichen Experimentieren*. Handreichung des Programms SINUS an Grundschulen. http://www.sinus-an-grundschulen.de/fileadmin/uploads/Material_aus_SGS/Handreichung_Hartinger_et_al_fuer_web.pdf
- Jiresch-Stechele, A. (2012). *Werbung und Medien. Von der Planung bis zur Lernstandserhebung*. Donauwörth: Auer.
- Möller, K. & Jonek, A. (2005). *Die KiNT-Boxen – Kinder lernen Naturwissenschaft und Technik. Klassenkisten für den Sachunterricht. Paket 1: Schwimmen und Sinken*. Essen: Spectra.
- Mühlbauer, S. (2013). *Die Hecke. Von der Planung bis zur Lernstandserhebung*. Donauwörth: Auer.
- Ziegler, F., Grygier, P. & Hartinger, A. (Hrsg.) (2011). *Individuelles Lernen im Sachunterricht – Strom und Magnetismus*. Berlin: Cornelsen.