

Schülervorstellungen aufgreifen – grundlegende Ideen entwickeln

(Überarbeitete Fassung)

Reinhard Demuth
Karen Rieck



Grundschule

Steigerung der Effizienz des
mathematisch-naturwissenschaftlichen
Unterrichts

G3
Naturwissenschaften

Inhaltsverzeichnis

1 Anliegen des Moduls	1
2 Die Basiskonzepte des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts	2
3 „Auf der Welt geht nichts verloren“ (Konzept der Erhaltung)	3
3.1 Stoffe können verändert werden, sie verschwinden aber nicht	4
3.2 Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen	5
3.3 Die Verbindung des Konzepts mit dem Erfahrungshintergrund der Kinder	6
4 „Nur mit Energie kann man etwas tun“ (Konzept der Energie)	7
4.1 Energie ist an einen Träger gebunden	8
4.2 Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden	8
4.3 Die Verbindung des Konzepts mit dem Erfahrungshintergrund der Kinder	9
5 „Dinge beeinflussen sich gegenseitig“ (Konzept der Wechselwirkung)	10
5.1 Eine Veränderung setzt immer eine Wechselwirkung voraus	10
5.2 Die Art und Weise der Wechselwirkung kann unterschiedlich sein	11
5.3 Die Verbindung des Konzepts mit dem Erfahrungshintergrund der Kinder	11
6 Konkretisierung der Basiskonzepte für den Sachunterricht	13
6.1 Wandbild mit den Basiskonzepten	13
6.2 Lerntagebuch	15
7 Abschließende Bemerkungen	16
Anhang	17

Impressum

Reinhard Demuth, Karen Rieck
Schülvorstellungen aufgreifen –
grundlegende Ideen entwickeln

Publikation des Programms SINUS-Transfer Grundschule
Programmträger: Leibniz-Institut für die



Pädagogik der Naturwissenschaften und
Mathematik (IPN) an der Universität Kiel
Olshausenstraße 62
24098 Kiel
www.sinus-an-grundschulen.de
© IPN, April 2005

Projektleitung: Prof. Dr. Manfred Prenzel
Projektkoordination: Dr. Claudia Fischer
Redaktion u. Realisation dieser Publikation:
Prof. Dr. Reinhard Demuth, Dr. Karen Rieck
Kontaktadresse: info@sinus-grundschule.de

ISBN: 978-3-89088-192-8

Nutzungsbedingungen

Das Kieler Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik (IPN) gewährt als Träger der SINUS-Programme ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Trotz sorgfältiger Nachforschungen konnten nicht alle Rechteinhaber der in den SINUS-Materialien verwendeten Abbildungen ermittelt werden. Betroffene Rechteinhaber wenden sich bitte an den Programmträger (Adresse nebenstehend).

Schülervorstellungen aufgreifen – grundlegende Ideen entwickeln

Basismodul G 3

Überarbeitete Fassung

Reinhard Demuth und Karen Rieck

1 Anliegen des Moduls

Im Fach Sachunterricht werden eine Reihe von Themen behandelt, die unterschiedlichen Gebieten wie den Sozialwissenschaften, der Verkehrserziehung, der Gesundheits-erziehung oder der Geschichte zugeordnet werden können. Untersuchungen haben gezeigt, dass naturwissenschaftliche Themen im Sachunterricht meist eine untergeordnete Rolle spielen. Inhalte aus dem physikalischen und chemischen Bereich sind deutlich unterrepräsentiert. Der Sachunterricht hat jedoch auch in diesem Themenfeld die Aufgabe, Grundlagen für den Fachunterricht an weiterführenden Schulen zu legen, wobei er – von den Erfahrungen der Kinder ausgehend – zu fachlich belastbaren Vorstellungen und Zugängen hinführen soll.

Der Sachunterricht bietet eine große Bandbreite von naturwissenschaftlichen Themen, die auch fachgebietsübergreifend unterrichtet werden können. In der Unterrichtspraxis herrscht zumeist bei der Themenwahl ein hohes Maß an individueller Gestaltung. Es werden eine Vielzahl von Inhalten beispielsweise zu den Themenfeldern „Wasser“, „Luft“, „Feuer“ und ähnlichen behandelt. Doch weshalb sind es gerade diese Inhalte und keine anderen? Welche Absicht, welche konkrete Zielsetzung wird damit verfolgt? Auf diese Fragen bleiben die Antworten häufig unklar.

Im naturwissenschaftlichen Sachunterricht befassen sich Kinder zum ersten Mal systematisch mit Naturwissenschaft. Wenn das, was sie gelernt haben, wirksam sein soll, muss es anschlussfähig sein an die Inhalte der Klassen nach der Grundschulzeit. Kinder haben ein Anrecht darauf, dass sie nicht „umsonst“ gelernt haben.

Worauf aber zielt der naturwissenschaftliche Sachunterricht der Grundschule ab? Unserer Ansicht nach müssen folgende Aspekte in den Blickpunkt rücken:

1. Der naturwissenschaftliche Sachunterricht sollte zu übergeordneten Gesetzmäßigkeiten hinführen, die hinter den Dingen, den beobachtbaren Phänomenen stehen. Diese übergeordneten Gesetzmäßigkeiten führen zu einem vertieften Verständnis unserer Welt. Kinder sind auch in der Grundschule schon in der Lage, erste Einsichten in diese Gesetzmäßigkeiten zu entwickeln.
2. Naturwissenschaften haben eine eigene Methode des Arbeitens. Nur wenn sie richtig angewendet wird, kommt man zu tragfähigen Ergebnissen und Aussagen. Schülerinnen und Schüler sollen im naturwissenschaftlichen Sachunterricht erste Elemente der naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen erlernen, so dass sie einfache Fragestellungen auch selbst handelnd, bisweilen sogar experimentierend, beantworten können.

Das Modul G 2 im Projekt SINUS-Transfer Grundschule konzentriert sich auf die naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen, das Modul G 3 auf die übergeordneten Gesetzmäßigkeiten. Wir werden uns im Folgenden ausschließlich auf den Aspekt der übergeordneten Gesetzmäßigkeiten und ihre Anschlussfähigkeit konzentrieren. Sie sind **ein** wichtiger roter Faden im Unterricht. Diese übergeordneten Gesetzmäßigkeiten nennen wir im Folgenden „Konzepte“ bzw. wegen ihrer grundlegenden Bedeutung auch „Basiskonzepte“.

2 Die Basiskonzepte des naturwissenschaftlichen Sachunterrichts

Welche Anforderungen müssen „Basiskonzepte“ für den naturwissenschaftlichen Unterricht erfüllen?

- Sie müssen nicht nur in der Grundschule, sondern auch später tragfähig und aussagekräftig sein.
- Sie müssen einfache Phänomene beschreiben können und im Verlauf der Schulzeit erweiterbar sein, um später auch komplexere Fragestellungen erklären zu können.
- Kinder müssen mit ihnen umgehen und ein Verständnis für sie entwickeln können.
- Ihre Anzahl muss überschaubar (gering) bleiben.

Wir formulieren daher **drei** Basiskonzepte:

1. „Auf der Welt geht nichts verloren“ (Konzept der Erhaltung)
2. „Mit Energie kann man etwas *tun*“ (Konzept der Energie)
3. „Dinge beeinflussen sich gegenseitig“ (Konzept der Wechselwirkung)

Wir sind uns bewusst, dass man noch weitere Konzepte formulieren könnte. Unser Anliegen ist aber, mit möglichst wenigen Basiskonzepten, die wesentlichen Grundprinzipien der Naturwissenschaften zu thematisieren. Auf diese drei „Basiseinsichten“ kann man die Vielfalt der beobachteten Phänomene zurückführen. Die oben formulierten drei Basiskonzepte müssen in späteren Phasen der Schule nicht wieder verworfen werden, sondern sind weiter gültig und können ausgebaut und weiterentwickelt werden. Führt man die beobachteten 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 angeknüpft werden kann – das Wissen der Kinder wird anschlussfähig.

Im Folgenden beschreiben wir zunächst kurz die fachwissenschaftliche Basis der drei Konzepte, eine ausführlichere Darstellung findet sich in der Langfassung der Modulbeschreibung G 3 (Download unter www.sinus-grundschule.de/). Danach wird an exemplarischen Beispielen gezeigt, wie die Verbindung von konkreten Unterrichtsinhalten zu diesen Konzepten erfolgen kann.

3 „Auf der Welt geht nichts verloren“ (Konzept der Erhaltung)

Es gibt zwei uneingeschränkt gültige Naturgesetze, die auf unserem Planeten gelten: das Naturgesetz von der Erhaltung der Masse, und das von der Erhaltung der Energie. Beide Gesetze gelten nur für abgeschlossene Systeme. Betrachtet man den Planeten Erde, so ist er natürlich nicht abgeschlossen. Das ganze Leben auf der Erde ist auf die Energiezufuhr von außen durch die Sonnenstrahlung angewiesen. Energie wird aber auch von der Erde wieder in den Weltraum abgestrahlt, so dass sich ein Gleichgewichtszustand einstellt. Da später auf das Konzept der Energie ausführlich eingegangen wird, werden im Folgenden zunächst Aspekte zur Erhaltung der Masse behandelt.

Verglichen mit dem Austausch von Energie zwischen Erde und Weltraum ist der Austausch von Materie verschwindend gering, da die Gravitationskraft der Erde und die Atmosphäre einen Masseaustausch (über Gasteilchen) nur in sehr geringem Umfang zulassen. Wir können daher vereinfacht davon sprechen, dass alle Materie, die auf der Erde vorhanden ist, auch auf ihr verbleibt. Dies ist eine sehr wichtige Aussage: Man denke nur an die verschiedenen Formen von „Abfall“ oder andere bedenkliche Stoffe, die entweder natürlich entstehen oder von uns produziert werden – sie bleiben erhalten und sammeln sich immer mehr an, wenn sie nicht durch natürliche oder vom Menschen künstlich eingeleitete Prozesse (chemische Reaktionen) in weniger bedenkliche Stoffe umgewandelt werden.

Das Verstehen des Konzepts zur Erhaltung der Masse ist für Kinder schwierig. Dazu zeigen Untersuchungen, dass Kinder zunächst die zahlenmäßige Erhaltung einer Größe, dann die Erhaltung der Menge, erst später die der Masse und noch später die des Volumens verstehen. Gleichzeitig ist bekannt, dass die Ergebnisse über den Zeitpunkt des Verstehens dieser Konzepte erheblich variieren – je nachdem mit welchen Beispielen gearbeitet wurde. Anders ausgedrückt: trotz der erheblichen Verstehensprobleme, die dieses Stoffgebiet mit sich bringt, ist offensichtlich auch Potenzial für eine Optimierung des Lernens in diesem Bereich vorhanden. Noch schwieriger für Kinder zu verstehen ist der diskontinuierliche Aufbau der Materie; doch auch hier gibt es Hinweise darauf, dass Kinder im Alter von etwa 10 Jahren erfolgreich mit einem Denkmodell „*Stoffe bestehen aus kleinen Teilchen*“ arbeiten können.

Die folgenden Abschnitte „Stoffe können verändert werden, sie verschwinden aber nicht“ und „Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen“ sollen das Konzept der Erhaltung strukturieren und die Möglichkeit bieten, konkrete Unterrichtsinhalte diesen Kategorien der Erhaltung zuzuordnen.

3.1 Stoffe können verändert werden, sie verschwinden aber nicht

Kohle beispielsweise besteht im Wesentlichen aus Kohlenstoffatomen, die in mehr oder weniger regelmäßiger Anordnung miteinander verbunden sind. Beim Verbrennen von Kohle an der Luft tritt eine Umlagerung der Atome ein: Die Kohlenstoffatome aus der Kohle verlassen nach und nach ihren gemeinsamen Atomverband und verbinden sich mit zwei Sauerstoffatomen aus der Luft zu der sehr stabilen Verbindung Kohlenstoffdi-

oxid (Kohlendioxid) – einem farb- und geruchlosen Gas. Eine häufig anzutreffende Schülervorstellung ist, dass der Stoff bei der Verbrennung verschwunden ist. Die Atomtheorie macht uns klar, dass die Kohlenstoffatome keineswegs „verschwunden“ sind, im Gegenteil: sie sind noch alle da, nur in einer anderen, für uns nicht direkt sichtbaren Form, nämlich im Gas Kohlenstoffdioxid.

Ein weiteres Beispiel in diesem Zusammenhang sind die Aggregatzustände des Wassers. Auch hier sind Schülerinnen und Schüler oft der Meinung, dass das Verdunsten beziehungsweise Kondensieren von Wasser dasselbe ist wie „plötzliches Verschwinden“ oder „plötzliches Wiederdasein“ von Wasser. Diese Vorstellungen können aufgelöst werden, wenn deutlich wird, dass das Wasser beziehungsweise der Kohlenstoff lediglich das Aussehen verändert hat und in Form von unsichtbaren kleinen Molekülen vorhanden ist.

3.2 Alle Stoffe bestehen aus kleinsten Teilchen

Wir wissen heute sicher, dass alle Materie aus Atomen aufgebaut ist. Diese Atome kann man nicht zerstören – es sein denn, man spaltet sie in Kernreaktoren oder sie zerfallen als (seltene) radioaktive Atome von selbst. In unserer Umwelt bleiben die Atome daher fast alle unverändert. Allerdings können sich einzelne Atome unterschiedlich zusammenlagern – „verbinden“, wie die Chemiker dies nennen.

Auf der Atomhypothese beruht alles, was an stofflichen Veränderungen passiert. Im menschlichen Körper beispielsweise verändern sich laufend zahlreiche Verbindungen – einige werden aufgespalten, um Energie für die Lebensfunktionen zur Verfügung zu stellen, andere werden neu gebildet – doch die Summe der Atome bleibt gleich. Das Gleiche passiert, wenn ein Stoff verbrannt wird: Der ursprüngliche Stoff ist nicht mehr vorhanden, allerdings sind daraus neue Stoffe entstanden, in denen alle Atome der Stoffe, die miteinander reagiert haben, enthalten sind. Alle Atome, die auf der Welt vorhanden sind, bleiben in ihrer Anzahl komplett erhalten – sie können aber in sehr verschiedenen Verbindungen auftreten, die einer ständigen Veränderung, einem Aufbau und Abbau unterliegen.

3.3 Die Verbindung des Konzepts mit dem Erfahrungshintergrund der Kinder

Wie können diese eher grundsätzlichen Aussagen auf den Erfahrungshintergrund und die Interessen in der Grundschule bezogen werden? Dies soll kurz an einem für den Sachunterricht in der Grundschule wichtigen Thema, der *Luft* gezeigt werden.

Die Luft ist unsichtbar vorhanden und beansprucht einen bestimmten Raum. Die Aussage „Wo nichts ist, ist Luft“ kann überprüft werden und leitet unmittelbar zur Einsicht, dass Luft eine Substanz ist, die man so wenig beseitigen kann, wie ein Auto oder ein Fernsehgerät. Man kann dies unmittelbar erfahren, indem man andere Stoffe, zum Beispiel Wasser, mit (eingeschlossener) Luft verdrängt. Luft zirkuliert, kann dort hingehen, wo vorher andere Materie war.

Im Allgemeinen erkennen Kinder im Grundschulalter leicht, dass sich in einem offenen, „leeren“ Behälter Luft befindet. Um diese Vorstellung auszubauen, ist es ein wichtiger Erkenntnisschritt, dass man Luft erst einschließen muss, um sie transportieren zu können. Wenn die Kinder gelernt haben, Luft in bestimmte Mengen einzuteilen, können sie auch nachvollziehen, wie sich Luft von Behälter zu Behälter umfüllen lässt und wie man damit Kräfte übertragen kann.

Bringt man Luft oder andere Gase in ein abgeschlossenes Gefäß, so füllen sie immer den zur Verfügung stehenden Raum gleichmäßig aus. Pumpt man einen Fahrradschlauch auf, wird der Schlauch gleichmäßig gefüllt, es gibt keine Bereiche mit mehr oder weniger Luft. Die Frage „Wie kann man diesen Sachverhalt erklären?“ führt zu einer wichtigen Erkenntnis. Das Verhalten der Luft ist nur zu verstehen, wenn man annimmt, dass Gase aus kleinen, unsichtbaren Teilchen bestehen, die frei in Bewegung sind. Auf Grund dieser Bewegung verteilen sie sich gleichmäßig in jedem Raum, in den sie eindringen. Damit liegt auch eine weitere grundlegende Einsicht nahe: Wenn die Teilchen von Gasen keine festen Plätze einnehmen, sondern leicht gegeneinander beweglich sind, müssen sich diese Stoffe gut mit anderen vermischen können – das Ausbreiten eines Duftstoffs in der Luft kann leicht in einem kleinen Versuch im Klassenzimmer nachvollzogen werden.

Selbst wenn Kinder schon verinnerlicht haben, dass Luft eine permanente Substanz ist und Volumen beansprucht, ist es ihnen noch nicht offensichtlich, dass Luft (oder ein

Gas) eine Masse hat. Dennoch zeigten Untersuchungen, dass Kinder im Alter von zehn bis zwölf Jahren gut in der Lage sind, die Erhaltung der Luftmenge (Masse) zu verstehen, wenn man zum Beispiel in einer Spritze durch Verschieben des Kolbens das Volumen verändert. Sie erklären sich dies plausibel damit, dass in den geschlossenen Raum nichts hineingeht und nichts herauskommt. Sinneswahrnehmungen wie der Widerstand beim Bewegen des Kolbens und der Eindruck am Finger, mit dem sie die Spritze zuhalten, sind hilfreich, um diese Überzeugung zu festigen. Mehrere Untersuchungen haben auch gezeigt, dass Kindern im Sachunterricht des 4. Schuljahres durchaus die Einsicht nahe gebracht werden kann, dass Stoffe aus kleinsten Bausteinen aufgebaut sind. Diese Vorstellung lässt sich beispielsweise durch Lösungs- und Kristallisationsvorgänge anbahnen. Zucker kann in Wasser gelöst werden, wodurch er so weit zerkleinert wird, dass er unsichtbar ist. Dass der Zucker noch vorhanden ist, kann durch eine Geschmacksprobe, eine Wägung und späteres Auskristallisieren des gelösten Zuckers nachgewiesen werden.

4 „Nur mit Energie kann man etwas tun“ (Konzept der Energie)

Jedes Fahrzeug braucht einen Treibstoff, um fahren zu können: Autos brauchen Benzin, Elektrolokomotiven Strom, Schiffe Schweröl oder Wind. Auch der Mensch braucht den „Treibstoff“ Nahrungsmittel, um atmen, sprechen und sich fortbewegen zu können. Allen diesen Treibstoffen ist gemeinsam, dass mit ihnen *Energie* zur Verfügung gestellt wird, ohne die ein Auto oder ein Schiff nicht bewegt werden kann, oder auch die Körperfunktionen des Menschen nicht aufrecht erhalten werden können. Man kann sagen, dass ein Stoff nur dann etwas bewirken oder verrichten kann, wenn in ihm Energie enthalten ist.

Oft denken Schülerinnen und Schüler, dass Energie eine Art von Substanz oder besonderer Stoff ist. Dadurch dass die Energie keine direkt wahrnehmbare Eigenschaft ist, wie beispielsweise die Farbe oder die Größe eines Gegenstandes, wird der Zugang zu diesem Konzept erschwert. Erfahrbar wird Energie erst, wenn sie aus einem Träger freigesetzt und umgewandelt wird, wenn wir zum Beispiel mit elektrischer Energie etwas erwärmen. Aus diesem Grund wird im Folgenden das Konzept der Energie durch die beiden Kategorien „Energie ist an einen Träger gebunden und kann aus diesem Träger

freigesetzt werden“ und „Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden“ konkretisiert.

4.1 Energie ist an einen Träger gebunden und kann aus diesem Träger freigesetzt werden

Energie tritt in verschiedenen Formen auf, in denen sie in den verschiedenen Stoffen gespeichert ist: als *Lageenergie* im Wasser eines hoch gelegenen Stausees, als *Bewegungsenergie* in einem rollenden Ball, als *thermische Energie* in heißen Quellen, als *Strahlungsenergie* in der Sonne oder in einer Glühlampe, als *chemische Energie* in Kohle oder Benzin oder als *elektrische Energie* in einem Kondensator.

Die Maßeinheit der Energie ist das Joule (J). Verschiedene Stoffe enthalten unterschiedliche Mengen an Energie:

1 g Benzin enthält ca. 43 000 J, 1 g frisches Holz ca. 8 000 J, 1 g Steinkohle ca. 30 000 J, 1 g Schokolade ca. 20 000 J. Eine Vorstellung, um welche Energiebeträge es sich hier handelt, erhält man, wenn man ein Beispiel aus dem Alltag zum Vergleichen heranzieht. Um 1 g Wasser um 1 Grad zu erwärmen, benötigt man etwa 4 J: Mit einem Gramm Benzin kann man daher etwa 43 Liter Wasser um ein Grad erwärmen, mit der in der gleichen Menge Schokolade enthaltenen Energie dagegen sind nur etwa 8 Liter Wasser um ein Grad zu erwärmen.

Wir sehen, dass Energie in ganz unterschiedlichen Trägern gespeichert sein kann, aus denen sie freigesetzt beziehungsweise entnommen werden kann. Im Unterricht könnten verschiedene Energieträger beispielsweise im Zusammenhang mit Fortbewegung erkannt werden. Um von einem Ort zu einem anderen zugelingen, kann man verschiedene Fortbewegungsmittel benutzen, die alle von unterschiedlichen Treibstoffen angetrieben werden, in denen Energie steckt: mit dem Auto fahren, wofür wir Benzin brauchen; mit dem Zug fahren, wofür man Diesel oder Elektrizität braucht oder sich per Fahrrad oder zu Fuß bewegen, wofür wir Muskelkraft brauchen, die durch Nahrung geliefert wird.

4.2 Energie kann von einer Form in eine andere umgewandelt werden

Energie kann in ihrer gespeicherten Form nur in den seltensten Fällen unmittelbar genutzt werden: Die Lageenergie des Wassers im Stausee muss durch Turbinen in elektrische Energie überführt werden, bevor wir sie als Strom nutzen können. Mit der chemischen Energie verhält es sich genauso: Wir müssen Wachs oder Öl erst verbrennen, um die chemische Energie in der Form von Licht oder Wärme nutzen zu können. Die gespeicherte chemische Energie in der Kerze wird sowohl in Lichtenergie (zum Beleuchten) als auch in thermische Energie (zum Erwärmen) umgewandelt, wenn das Wachs entzündet wird. Beide Energiearten waren in dieser Form aber offensichtlich nicht in der Kerze vorhanden – ohne entzündet zu sein, gibt sie weder Licht noch Wärme ab.

Bei Energieumwandlungen tritt in der Regel das große Problem auf, dass die gespeicherte Energie nicht vollständig in die gewünschte Energieform umgewandelt werden kann. Diese Frage wird unmittelbar deutlich, wenn man eine brennende Kerze betrachtet: Wir wissen, dass immer Licht **und** Wärme beim Verbrennen einer Kerze entstehen, gleichgültig ob die Kerze zum Heizen oder zum Beleuchten verwendet wird. Gleiches gilt aber auch für die Glühlampe: Die zugeführte elektrische Energie wird nur zum Teil in Licht umgewandelt, daneben entwickelt sich auch Wärme, die eigentlich gar nicht gewünscht ist oder nicht gebraucht wird.

4.3 Die Verbindung des Konzepts mit dem Erfahrungshintergrund der Kinder

Selbst das abstrakte Thema der Energie kann angemessen im Sachunterricht der Grundschule behandelt werden, wenn man bewusst nur eine erste Stufe anstrebt. Hierfür sind drei Sachverhalte, die im Konzept selbst vor höchster Bedeutung sind, unmittelbar zugänglich:

- die Bindung der Energie an einen Träger,
- die Nutzung von Energie in Stoffen,
- der Wirkungsgrad bei Energieumwandlungen.

Vernünftige Ernährung dürfte in allen Schulen Thema des Sachunterrichts sein. Für unseren Zusammenhang ist nicht die Frage der Auswahl der Nahrungsmittel interessant,

sondern die Frage „Wie viel Energie enthält ein Nahrungsmittel?“. Das Umgehen mit entsprechenden Kalorien-Tabellen ist nicht nur erste und unverzichtbare Basis für eine rationale Betrachtung des energetischen Aspekts der Ernährung, sie liefert über die Fragen „Wie viel Energie benötigt der Mensch denn überhaupt zum Leben?“ und „Was passiert, wenn mehr Energie aufgenommen wird als benötigt?“ sehr anschauliche Beispiele für die Entstehung von Fettleibigkeit (Energiedepots im Körper) oder deren Vermeidung (Begrenzung der Energiezufuhr oder hoher Energieverbrauch, zum Beispiel durch Bewegung).

Auch der dritte Aspekt, der Wirkungsgrad bei Energieumwandlungen, kann ohne weiteres Thema des Sachunterrichts sein. Auch wenn die Prozentangaben noch nicht im mathematischen Sinne verstanden werden, ist in der 4. Klassenstufe allen Kindern geläufig, dass 80% mehr sind als 50%, und dass entsprechend die Realisierung eines möglichst hohen Wirkungsgrades aus dem Blickwinkel des sparsamen Umgangs mit Energie und damit des Umweltschutzes immer sinnvoll und richtig ist.

5 „Dinge beeinflussen sich gegenseitig“ (Konzept der Wechselwirkung)

Das Konzept der Wechselwirkung ermöglicht eine Einsicht in das Prinzip des gegenseitigen Aufeinandereinwirkens von Lebewesen oder Gegenständen der belebten und unbelebten Natur. Allgemein spricht man von Wechselwirkung, wenn ein Lebewesen oder Gegenstand ein anderes/einen anderen beeinflusst und dann im Wechsel wiederum von diesem beeinflusst wird.

Das Ziel bei der Umsetzung im Unterricht ist es, den Grundgedanken der Wechselwirkung als Deutungshilfe für verschiedene Vorgänge und Phänomene hervorzuheben. Dabei gilt es zunächst, das näher zu untersuchende Phänomen beziehungsweise einen bestimmten Vorgang genau zu beobachten. Nachdem Fragen wie „Was war vorher?“, „Was ist nachher?“ und „Was ist passiert?“ geklärt wurden, wird bestimmt, wer oder was am Phänomen/Vorgang beteiligt ist. Die Schülerinnen und Schüler sollen erkennen, dass mindestens zwei, manchmal aber auch mehrere miteinander in Beziehung stehende Lebewesen/Gegenstände (Partner) damit zu tun haben.

Das Konzept der Wechselwirkung wird mit Hilfe der zwei Kategorien „Eine Wechselwirkung verändert immer etwas“ und „Die Art und Weise von Wechselwirkungen kann unterschiedlich sein“ strukturiert und konkretisiert.

5.1 Eine Veränderung setzt immer eine Wechselwirkung voraus

Das Aufeinandereinwirken zweier oder mehrerer Gegenstände/Lebewesen verändert immer den Zustand, in dem sich der Gegenstand/das Lebewesen vorher befunden hat. Das bedeutet, dass nach einer Wechselwirkung sich beispielsweise die Bewegungsrichtung oder -geschwindigkeit, das Aussehen oder die Temperatur eines Gegenstandes verändert hat. Die Schülerinnen und Schüler sollen zunächst die beteiligten Partner bestimmen, anschließend die Veränderungen beschreiben und die Ursachen, die dazu geführt haben, identifizieren.

Im Unterricht kann beispielsweise der Zusammenhang zwischen dem Abkühlen eines Körpers und dem gleichzeitigen Erwärmen eines anderen, mit dem der erste Körper in Kontakt ist, untersucht werden (Wärmflasche und Bett).

5.2 Die Art und Weise der Wechselwirkung kann unterschiedlich sein

Das Aufeinandereinwirken zweier oder mehrerer Partner kann ganz unterschiedlich sein. Wechselwirkungen können nah oder fern, groß oder klein, schnell oder langsam, direkt oder indirekt sein. Beispielsweise halten sich zwei Kinder beim Armdrücken an den Händen und berühren sich dabei direkt. Beim Tauziehen berühren sich die Kinder nicht direkt. Die Wechselwirkung wird hier über das Seil vermittelt. Eine ganz und gar berührungslose Wechselwirkung findet beim Anziehen oder Abstoßen zweier Magnete statt. Verschiedene Wechselwirkungsphänomene können so im Unterricht näher untersucht und durch ihre unterschiedliche Art und Weise der Wechselwirkung eingeordnet werden.

5.3 Die Verbindung des Konzepts mit dem Erfahrungshintergrund der Kinder

Es soll im Folgenden an einem weiteren für den Sachunterricht in der Grundschule sehr ertragreichen Thema, *Feuer/Verbrennungen*, gezeigt werden, wie diese eher grundsätz-

lichen Aussagen auf den Erfahrungshintergrund und die Interessen der Kinder bezogen werden können.

Was ist Feuer? Feuer ist eine Form der Verbrennung mit Flammenbildung und Freisetzung von Licht und Wärme. Die Verbrennungsprodukte können wir einerseits während der Verbrennung als Abgase (Rauch) wahrnehmen, andererseits nach der Verbrennung als Rückstände (z.B. Asche) an der Feuerstelle beobachten.

Ein Feuer braucht:

- einen brennbaren Stoff (Holz, Stroh, Benzin, Erdgas etc.),
- Luft (genauer: den Sauerstoff aus der Luft),
- eine Zündquelle, die ausreichend Hitze erzeugt (z.B. ein Streichholz).

Ist eine dieser Voraussetzungen nicht erfüllt, kann ein Feuer nicht entstehen oder ein bereits brennendes erlischt. Dem Phänomen Feuer liegt damit eine Wechselwirkung der drei beteiligten „Partner“ zugrunde. Beispiel: Bei der Verbrennung einer Kerze wird das Wachs (oder Stearin) mit dem Luftsauerstoff zum Großteil zu Kohlenstoffdioxid und Wasser umgesetzt. Stülpt man nun ein Glas über ein brennendes Teelicht, so brennt es nur so lange weiter, wie ausreichend Sauerstoff vorhanden ist; dann erlischt es.

Bei der Verbrennung entstehen Stoffe, die vorher nicht vorhanden waren (z.B. Kohlenstoffdioxid oder Wasser). Brennstoffe verschwinden also nicht, sondern werden durch das Feuer in eine andere Form umgewandelt.

Untersuchungen mit zehn- bis zwölfjährigen Schülerinnen und Schülern haben gezeigt, dass 99% von ihnen wissen, dass Holz brennbar ist. Jedoch wussten 77% dieser Kinder nicht, dass Wachs brennen kann. Dagegen ist beinahe allen Kindern bekannt, dass Wachs schmelzen kann. 75% von ihnen sind aber der Auffassung, dass Wachs nicht brennt. Die Schüler können also die beiden Vorgänge Brennen und Schmelzen nicht richtig miteinander verbinden und denken nur „Weil die Kerze brennt, schmilzt das Wachs“, ohne sich über den weiteren Weg des Wachses Gedanken zu machen.

Zehn- bis zwölfjährige Schülerinnen und Schüler wissen, dass eine Kerzenflamme zum Brennen Luft benötigt. Jedoch erwähnen sie die Luft beziehungsweise den Luftsauerstoff zur Erklärung des Verbrennungsvorgangs nicht. Möglicherweise bleibt auch der Substanzcharakter der Luft unverstanden, weil sie unsichtbar ist und nicht als Reakti-

onspartner bei der Verbrennung wahrgenommen wird. Die Verbrennung widerfährt nach Schülermeinung ausschließlich dem Brennstoff, wie es auf der Phänomenebene sichtbar ist. Die Betrachtung der geschilderten Phänomene aus der Blickrichtung eines Konzepts der Wechselwirkung führt in allen angeführten Beispielen zu einem angemessenen, vertieften Verständnis der Stoffe und ihrer Veränderung.

6 Konkretisierung der Basiskonzepte für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht

Wir stellen uns vor, dass die beschriebenen Basiskonzepte einen der roten Fäden markieren sollen, an welchem sich der Unterricht orientiert. Es geht damit nicht darum, völlig neue Unterrichtsinhalte auszuwählen und andere und neue Methoden anzuwenden, im Gegenteil: Es geht darum, die Lust der Kinder am selbständigen Erforschen zu verbinden mit einem planvollen Heranführen der Kinder an den Wissensbestand und die Arbeitsweisen der Naturwissenschaften.

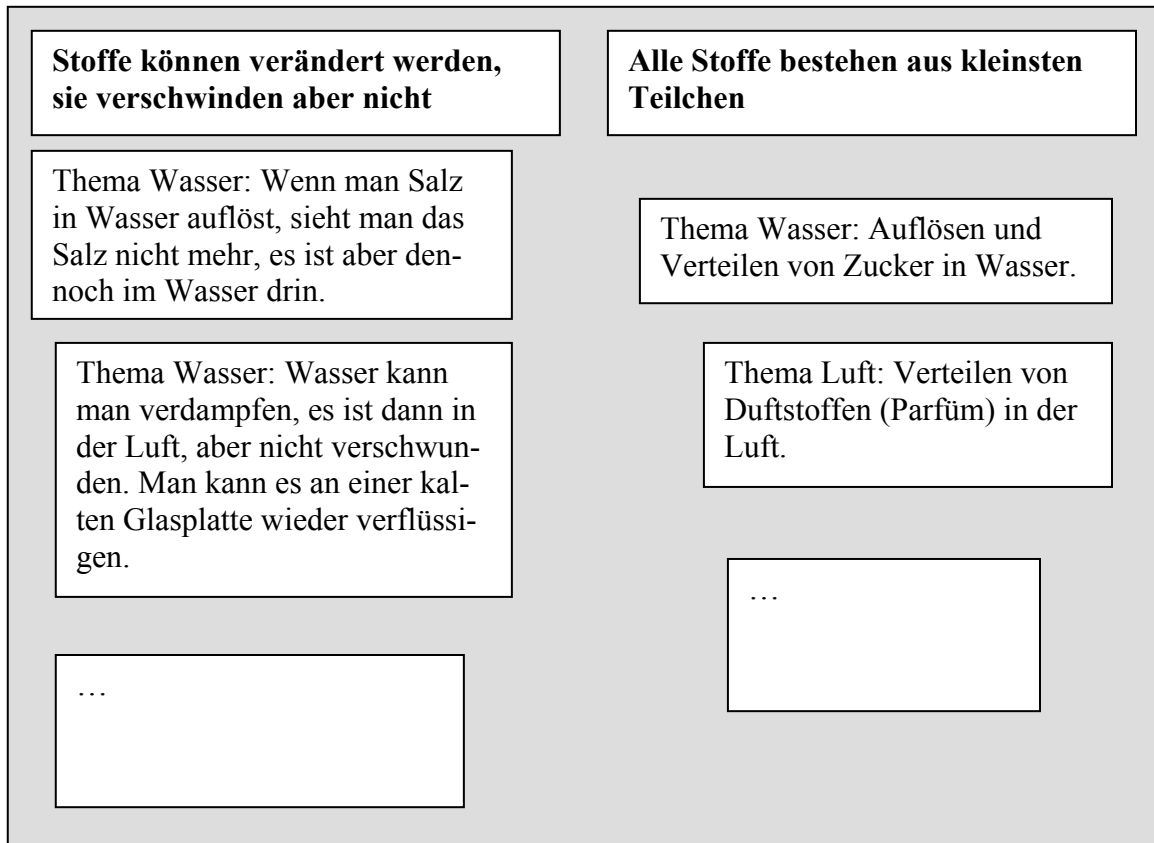
Wie kann dies geschehen? Hierzu schlagen wir Ihnen zwei Verfahren vor:

1. Wandbild mit den Basiskonzepten
2. Lerntagebuch der Lehrerinnen und Lehrer mit den entwickelten Kompetenzen der Kinder

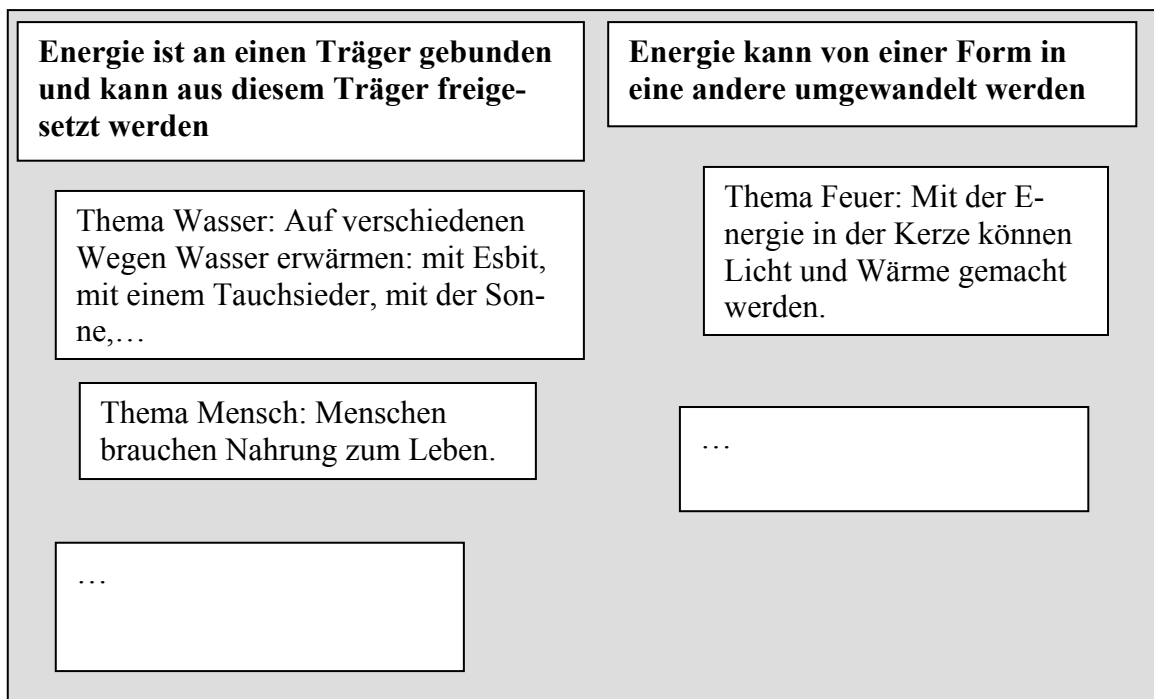
6.1 Wandbild mit den Basiskonzepten

Hängen Sie in den Klassenraum eine Wandzeitung mit den drei Basiskonzepten und deren Kategorien als Überschriften auf. Nach der Bearbeitung von naturwissenschaftlichen Inhalten beraten die Kinder gemeinsam, unter welches Basiskonzept und welche Kategorie ein bestimmter Sachverhalt eingeordnet werden kann. Sie beschreiben ein Kärtchen und heften es an die Wandzeitung. Die Wandzeitung bleibt während des Schuljahres hängen und wird so kontinuierlich mit neu behandelten Phänomenen ergänzt. Ziel ist es, viele Beispiele aus unterschiedlichen Themengebieten einzuordnen, denen alle dasselbe Prinzip zu Grund liegt. Im Folgenden werden drei Möglichkeiten für eine Wandzeitung zu den verschiedenen Konzepten dargestellt. Dazu werden Phänomene aus den Themengebieten Wasser, Luft und Feuer zugeordnet.

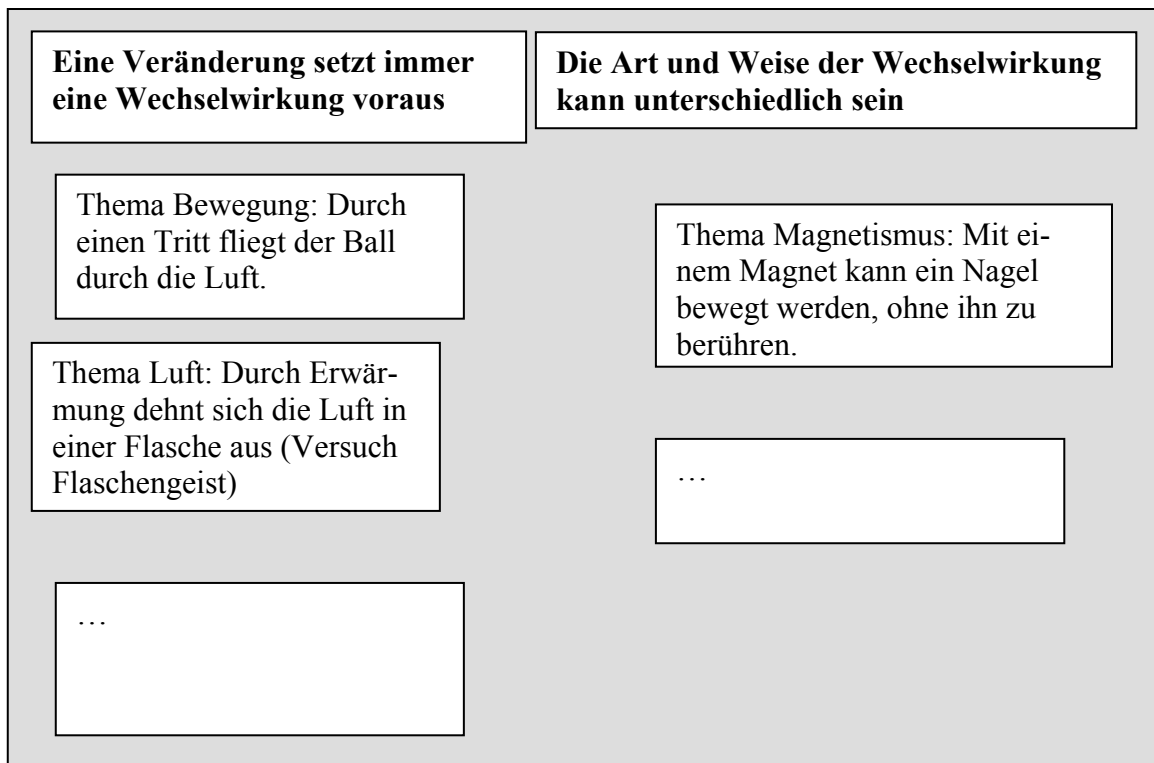
Beispiel 1: Wandzeitung zum Konzept „Auf der Welt geht nichts verloren“



Beispiel 2: Wandzeitung zum Konzept „Mit Energie kann man etwas tun“



Beispiel 3: Wandzeitung zum Konzept „Dinge beeinflussen sich gegenseitig“



6.2 Lerntagebuch

Wir schlagen weiter vor, dass die Lehrkräfte ein Lerntagebuch führen, in welchem in aller Kürze festgehalten wird, was die Kinder an Kenntnissen bezüglich der Basiskonzepte entwickelt haben.

Beispielsweise könnte zu Versuchen mit einer Kerze zum Thema Feuer der Eintrag zum Basiskonzept „Dinge beeinflussen sich gegenseitig“ wie folgt lauten:

- Kinder wissen, dass zum Brennen einer Kerze ein Zündfeuer und Sauerstoff aus der Luft nötig sind.
- Kinder wissen, dass Feuer mit mehr Sauerstoff heftiger brennt, wenn wenig Sauerstoff zur Verfügung steht, geht das Feuer aus.

Unter Basiskonzept „Nur mit Energie kann man etwas tun“ könnte der Eintrag wie folgt lauten:

- Kinder wissen, dass Wachs Energie enthält, mit der Licht und Wärme gemacht werden können.
- Kinder wissen, dass alle Brennstoffe (Öl, Holz, Gas) Energie enthalten, aus der man Licht und Wärme machen kann.

Bezogen auf die Versuche mit dem Wasser könnte der Eintrag zum Basiskonzept „Auf der Welt geht nichts verloren“ wie folgt lauten:

- Kinder wissen, dass in Wasser gelöste Stoffe zwar unsichtbar sind, aber dennoch vorhanden.
- Kinder wissen, dass Wasser immer erhalten bleibt: Es kann versickern und ist dann im Boden verteilt; es kann verdunsten und ist dann in der Luft verteilt.

Ein Beispiel für ein solches Lerntagebuch ist im Anhang dargestellt.

7 Abschließende Bemerkungen

Für Sie als Lehrkraft wird die Vorgehensweise ungewohnt sein, doch sie führt Kinder nicht nur zu interessanten Fragestellungen, sondern auch zu ersten, tragfähigen Einsichten. Die Kinder haben etwas gelernt, auf das sie immer wieder zurückgreifen können. Für die Umsetzung unserer Vorschläge benötigen Sie eine Zusammenstellung von Fragen, die die Themen des Lehrplans „aufschließen“, erprobte Versuche mit Alltagsmaterialien, geeignete Arbeitsaufträge und Aufgaben für die Kinder. Sie werden mit diesen Erfordernissen nicht allein gelassen: Wir schlagen vor, im Rahmen des Programms SINUS-Transfer Grundschule Arbeitsgruppen aus interessierten Lehrkräften zu bilden, die die angesprochenen Elemente erarbeiten und erproben. Die wissenschaftliche Begleitung wird diese Arbeiten gern koordinieren und nach Kräften unterstützen.

Anhang: Lerntagebuch zu den Basiskonzepten

Datum:

Beteiligte Kollegen:

Beteiligte Klassen:

Zeitlicher Umfang:

Zu welchem Themengebiet wurde gearbeitet?

Welche Phänomene/welche Sachverhalte wurden bearbeitet?

In welches Basiskonzept können die Inhalte eingeordnet werden:

Konzept Erhaltung:

Konzept Energie:

Konzept Wechselwirkung:

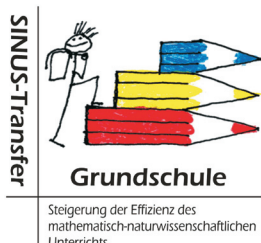
Was wissen die Kinder jetzt über die jeweiligen Basiskonzepte?

Was hat mir gut gefallen? Warum?

Womit war ich noch nicht zufrieden? Wie könnte es verbessert werden?



Programmträger: IPN, Kiel
 Projektleitung: Prof. Dr. Manfred Prenzel
www.ipn.uni-kiel.de



SINUS-Transfer Grundschule
 Projektkoordination am IPN: Dr. Claudia Fischer
 Tel. +49(0)431/880-3136
cfischer@ipn.uni-kiel.de
www.sinus-grundschule.de

Ministerium für Bildung
 und Frauen
 des Landes Schleswig-Holstein



Programmkoordination für die Länder durch das
 Ministerium für Bildung und Frauen des Landes Schles-
 wig-Holstein (MBF)
 MR Werner Klein (SINUS-Transfer Grundschule)
<http://landesregierung.schleswig-holstein.de>



Landeskoordinatorenausbildung durch das
 Staatsinstitut für Schulqualität und Bildungsforschung
 StD Christoph Hammer; gemeinsam mit dem IPN
www.isb.bayern.de



UNIVERSITÄT
 BAYREUTH

Serverbetreuung: Zentrum zur Förderung des mathema-
 tisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts der Universität
 Bayreuth (Z-MNU)
 Leitung: Prof. Dr. Peter Baptist
<http://zmnu.uni-bayreuth.de>

Hinweis: Die Modulbeschreibungen sind während der
 Laufzeit des Programms SINUS-Transfer Grundschule
 (2004-2009) entstanden.
 Die Liste der Kooperationspartner galt für diesen Zeit-
 raum. Im Nachfolgeprogramm *SINUS an Grundschulen*
 sind die Kooperationen anders strukturiert.

ISBN für diese Modulbeschreibung (NaWi G3)
 978-3-89088-192-8