

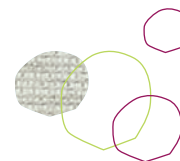
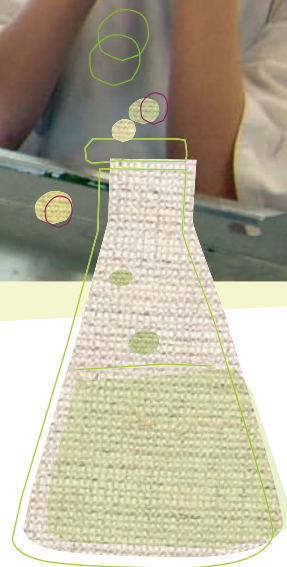


JÖRG RAMSEGER

Experimente, Experimente!

Was lernen Kinder im naturwissenschaftlichen Unterricht?

Experimente sind in. In jeder Jugend- und Elternzeitschrift, im Kinderfernsehen und auf dem Sommerfest des Bundespräsidenten: Überall finden wir Kinder, die naturwissenschaftliche Experimente machen – und jede Menge Anleitungen dazu. Auch viele Grundschullehrerinnen greifen gern danach und lassen die Kinder alles Mögliche im Unterricht erproben. Man könnte fast meinen, wenn es nur ordentlich stinkt, kracht und raucht, ereignet sich naturwissenschaftliche Bildung automatisch. Ist das so?



Ich lese im Internet bei www.kidsweb.de die Experimentieranleitung für einen Versuchsaufbau, bei dem Kinder den elektrischen Strom knistern hören können (s. Abb. 1). Das finde ich ungewöhnlich. Ich wusste noch nicht, dass Strom knistert. Meine Schreibtischleuchte ist geräuschlos. So ist das also mit dem Strom: Er wird aus Kartoffeln gewonnen! Man muss nur einen Kopfhörer in eine Kartoffel reinstecken, dann kann man ihn hören. Bei www.haus-der-kleinen-forscher.de finde ich einen Wettbewerb im Reißzwecken schwimmen lassen.¹ Das klingt auch erstaunlich. Die Dinger sind doch aus Metall und müssten eigentlich untergehen. Ich probiere es aus. Es geht tatsächlich. Nur: „Was lehrt uns das?“ Die Oberflächenspannung des Wassers ist für Produzenten von Schiffsfarben und Hersteller von Autowaschanlagen von Relevanz. Um das Phänomen zu verstehen, muss ich tief in die Molekularstrukturen des Wassermoleküls eindringen. Mit Grundschulkindern? **Könnte es sein, so meine Sorge, dass wir mit manchen Experimenten das Gefühl des Nichtverstehens der Naturwissenschaft noch früher und schneller bei Kindern auslösen, als es die Sekundarstufe normalerweise tut?**

Von den Schwierigkeiten naturwissenschaftlicher Bildung

Naturwissenschaftlicher Unterricht ist für manche(n) Grundschullehrer(in) eine Herausforderung. Bei einer Umfrage unter 175 Grundschullehrer(inne)n aus dem *prima(r)forscher-Projekt*² zeigte sich 2008, dass nur 81 von ihnen Sachunterricht oder eine Naturwissenschaft studiert hatten und sich nur knapp 16 % aller Befragten für den naturwissenschaftlichen Unterricht gut oder sehr gut qualifiziert fühlen. 53 % unterrichten Naturwissenschaft im Sachunterricht ohne jede Fachausbildung. Wenn ich Studienanfänger(innen) um eine Erklärung für das relativ einfache Phänomen des Auftriebs eines Schwimmkörpers im Wasser bitte – ein Grundschulthema in allen Bundesländern – bekomme ich widersprüchlichste Rückmeldungen. „**Warum bleiben so viele Menschen trotz jahrelangen Schulunterrichts naturwissenschaftsunkundig?**“

Meine These lautet: nicht *trotz*, sondern *wegen* des Unterrichts, den sie erfahren! Ursächlich sind die Artikulationsmuster des Unterrichts selbst, die Zugriffsweisen auf die Natur in der Schule unter Zeit- und Leistungsdruck sowie die Vernachlässigung allgemein-didaktischer Erkenntnisse der letzten 200 Jahre und dies nicht erst in der Sekundarstufe und Universität, sondern auch in den meisten aktuellen Naturwissenschafts-Programmen für Kindergarten und Grundschule. Die vielen – oft auch von den Pädagog(inn)en – unverständenen Experimente, die heute schon im Kindergarten angeboten werden und für die es selten einfache Erklärungen gibt, erzeugen frühzeitig bei vielen Kindern das Bewusstsein, dass „Zauberei“ am Werk ist. Ich denke, es sind vor allem vier Fehler, die den naturwissenschaftlichen Unterricht auf allen Stufen des Bildungssystems kennzeichnen.

1. FEHLER: Experimente ohne eine vorgängige Frage

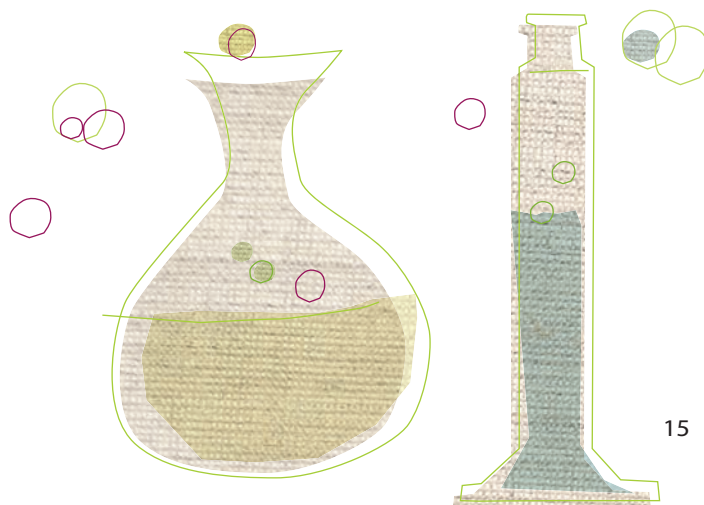
Immer wieder habe ich es bei Unterrichtsbesuchen erlebt, dass Lehrer(innen) ihren Schüler(inne)n „fertige“ Experimente aufgebaut hatten, von irgendeinem Arbeitsblatt kopiert, das die Kinder nach kurzem Manipulieren vorgegebener Materialien nur noch auszufüllen hatten. Erkenntnis im 45-Minuten-Takt. Wie beim Strom aus der Kartoffel hatten die Kinder oft keine Gelegenheit, selbst Fragen an die Welt zu stellen. Diese waren bereits im vorgegebenen Materialarrangement eingebaut. Wenn man ihnen eine Glühlampe, zwei Drähte und eine Flachbatterie hinlegt, können die Kinder nahezu nichts anderes lernen als die Verdrahtung im einfachen Stromkreis. Schon die simple Nachfrage eines Kindes, wie zuhause der Strom die Stehlampe zum Leuchten bringe, die doch nur *ein* Kabel habe, bringt manche(n) Grundschullehrer(in) aus dem Konzept.

2. FEHLER: Falsche Fragen

Auffallend für all die vielen Experimente, die Lehrer(inne)n in Fachzeitschriften, Schulbüchern und im Internet angeboten werden, ist, dass sie Kindern ständig Antworten auf Fragen geben, die diese nie gestellt haben. Gleichzeitig bietet der Unterricht selten Gelegenheit, die Fragen, die ihnen bei der Beschäftigung mit der Natur kommen, in Ruhe zu klären. Lässt man sie eigene Fragen produzieren, sind diese meist höchst anspruchsvoll. Hier einige Beispiele für Fragen von Kindern an die Natur: „Wie viele Blätter hat ein Baum? Können wir es auszählen? / Hat das Kamel wirklich Wassertanks in den Höckern? / Stimmt es, dass Schnecken über Rasierklingen klettern können, ohne sich zu verletzen? / Wie lange dauert es, bis ein Toter verwest ist? / Was ist eigentlich Gen-Mais?“ Eine Lehrerin berichtete mir von der spannenden Frage eines Kindes: „Wie kommt eigentlich die große Holztür in mein kleines Auge?“ Ich denke, das sind Fragen, die Kinder bewegen und deren Behandlung sie für Naturwissenschaft begeistern würden – sofern sich ihre Lehrer(innen) auf solche Fragen einzulassen trauen. Die kleinen Tischexperimente aus der Sachunterrichtskiste kommen mir im Vergleich zu solchen Fragen etwas läppisch vor.

3. FEHLER: Verfrühte Modellbildung

Schon im Kindergarten stellen Montessori-diplomierte Erzieher(innen) Kindern kleine bunte Globen hin, um ihnen zu suggerieren, die Menschheit lebe auf einer großen Kugel. Trotzdem glauben Kinder das bis weit in die Grundschulzeit hinein *nicht*.³ Es stimmt ja nicht mit ihrer Lebenserfahrung überein. Die armen Australier müssten ja alle ins Weltall stürzen, wenn sie immer so kopfunter vom Globus herunterhingen. **Allzu oft versuchen wir, Grundschulkindern die Natur mithilfe von Modellvorstellungen zu erklären, die von ihnen nicht**



Die knisternde Kartoffel- ein Versuch

Für diesen Versuch werden gebraucht:
ein Kopfhörer, ein Nagel aus Zink, ein Geldstück aus Kupfer (z.B. 1 Cent)

In die Kartoffel werden nebeneinander der Nagel und das Geldstück gesteckt.

Dann steckt man sich den Kopfhörer ins Ohr und den Stecker zwischen den Nagel und das Geldstück.

Der Stecker des Kopfhörers muss dabei den Nagel und das Geldstück berühren. Was hörst du? Es knistert! Was knistert denn da? Das ist Strom!

Wie kommt der Strom in die Kartoffel?

Durch die beiden verschiedenen Metalle und den Saft der Kartoffel beginnt eine chemische Reaktion, diese bringt winzige Teilchen, die sogenannten Elektronen, in Bewegung. Durch den Stecker des Kopfhörers wird der Stromkreis geschlossen und du kannst den Strom hören.

Statt eines Kopfhörers kann man auch mit Hilfe eines Strommessgerätes den Strom "sichtbar" machen.

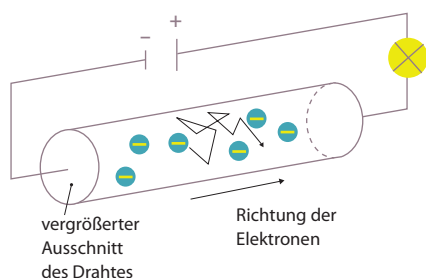
Diesen Versuch kann man auch mit anderen Frucht- und Gemüsearten ausführen.

Quelle: http://www.kidsweb.de/kartoffel_spezial/knisternde_kartoffel.html

- 1 | Bei diesem Experiment sollen Kinder den Strom knistern hören
– ist das wirklich möglich?

als gedankliche Konstruktionen, sondern für „bare Münze“ genommen und dadurch völlig verkannt werden.

Welchem Kind machen wir schon glaubhaft, dass der Kupferdraht im Elektrokabel oder die Eisenbahnschiene, die einen schweren Zug trägt, aus beweglichen kleinen Teilchen bestehen soll, die die Erwachsenen „Elektronen“ nennen und deren *Bewegung* den elektrischen Strom ausmachen. Kann man das wirklich *verstehen*, nur weil der / die Lehrer(in) folgendes Bild an die Tafel malt?⁴



In dem Kupferdraht und in der Schiene bewegt sich doch nichts. Zumindest sind die Bewegungen dieser kleinen Teilchen – wie die Teilchen selbst – für die Schüler(innen) nicht sichtbar und daher wenig glaubhaft.

4. FEHLER: Überforderung des Sprachverständnisses der Kinder

In einer 2. Schulklasse entdeckte ich dieses Arbeitsblatt zur Unterrichtseinheit „Schwimmen und Sinken“:

1. Ein Gegenstand _____ im Wasser, wenn er _____ schwerer ist als die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit.
2. Ein Gegenstand _____ im Wasser, wenn er leichter ist als die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit.
3. Ein Gegenstand _____ im Wasser, wenn er genau so schwer ist wie die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit.
„schwimmt“ – „schwebt“ – „versinkt“

Die Kinder sollen nach einer Versuchsreihe zur Schwimmfähigkeit von Gegenständen das jeweils richtige Wort in den Lückentext einfügen. Ist sich die Lehrerin der semantischen Herausforderung bewusst, die sie den Zweitklässlern da zumutet?

Ich gebe dasselbe Arbeitsblatt einer Studentengruppe, die sich bereits vier Doppelsitzungen lang experimentell mit dem hydrostatischen Gleichgewicht befasst hat. Keiner von ihnen findet den Fehler in der Kopiervorlage, den auch die Lehrerin nicht erkannt hatte. Erst als ich folgenden Satz anbot: „4. Ein Schwimmkörper taucht gerade so tief ins Wasser ein, dass die Menge der von ihm verdrängten Flüssigkeit genau so schwer ist wie sein Gesamtgewicht“ erkennen sie, dass der zweite Satz auf dem Arbeitsblatt falsch ist. Die Studierenden brauchen dafür zwei Seminarstunden! Die Zweitklässer sollen ihr Arbeitsblatt nach den praktischen Versuchen in einer 45-Minuten-Einheit bewältigen. Beherrschen sie die Sprache hinreichend präzise, um ihre Beobachtungen in solche Sätze zu gießen? Kann man „Schwimmen und Sinken“ überhaupt sinnvoll mit Zweitklässlern behandeln?

Ein Maßstab für erfolgreichen Nawi-Unterricht

Will man begründen, wie unter Vermeidung der angeführten Probleme erfolgreicher Naturwissenschaftsunterricht im Grundschulalter aussehen könnte, braucht man zunächst eine Zielformel und dann einen Maßstab. Ich mache im Folgenden für beides Vorschläge.

Was ist der Zweck des Experimentierens in Kindergarten und Grundschule? Grundsätzlich gilt im Elementar- und Primarbereich dieselbe doppelte Zielformel für den naturwissenschaftlichen Unterricht wie in der Sekundarstufe: **Es geht um das Verstehen der Gesetze der Natur und um das Verstehen der Natur der Wissenschaft – „the science of nature and the nature of science“.**

In der weltweit akzeptierten, von der American Association for the Advancement of Science (AAAS) formulierten Definition von „scientific literacy“ liest sich das Ziel des naturwissenschaftlichen Unterrichts so:

- › vertraut sein mit der natürlichen Welt und Respekt empfinden für ihre Einheit;
- › ein Bewusstsein davon haben, wie Mathematik, Technik und Naturwissenschaft voneinander abhängen;
- › einige Schlüsselkonzepte und wesentliche Prinzipien der Naturwissenschaft verstehen;
- › über die Fähigkeit verfügen, naturwissenschaftlich zu denken;
- › verstehen, dass Naturwissenschaft, Mathematik und Technologie menschliche Erfindungen sind und die Stärken und Grenzen einer solchen Sichtweise kennen;
- › fähig sein, naturwissenschaftliche Erkenntnisse und Denkweisen für persönliche und soziale Zwecke einzusetzen.⁵

Mit dieser Definition zielt die AAAS eindeutig auf einen *verstehensorientierten* Unterricht. Wenn Schüler(innen) die Gesetze der Natur und die Natur von Wissenschaft *wirklich verstehen*

sollen, müssen sie – so meine These – beides an sich selbst erfahren. Was „wirkliches Verstehen“ meint, kann man im Anschluss an Wagenschein leicht definieren:

- › eine Sache selbst ganz lange durchdenken;
- › „stehen auf den Phänomenen“;
- › immer wieder nachfragen, abwägen, nachprüfen;
- › alle Zweifel und Widersprüche abgearbeitet haben;
- › am Ende wirklich überzeugt sein.

Wie entsteht und was ist „wirkliches Verstehen“? Es entsteht durch einen klar gegliederten Erkenntnisgang (s. auch Abb. 3): Von einer Frage an die Natur ausgehend über

- › die Vergegenwärtigung des Bekannten („Prä-Konzepte“),
- › Vermutungen und Erklärungsversuche und
- › Beobachtung, Experiment und Versuche sowie
- › die Reflexion der Befunde zu einer Aussage kommen,
- › von deren Richtigkeit wir überzeugt sind,
- › die sich in der Wirklichkeit bewährt und die mit den derzeit in der jeweiligen Fachwissenschaft akzeptierten Erklärungen / Konzepten in der Sache übereinstimmt.

Der erste Qualitätsmaßstab für nachhaltige Bildung heißt daher: **Naturwissenschaftlicher Unterricht zielt als „bildender Unterricht“ auf „wirkliches Verstehen“ ab, nicht bloß auf experimentelles Handeln.**

Damit Kinder eine Sache wirklich verstehen können, müssen sie Gelegenheit erhalten für „bildende Erfahrungen“. Eine „bildende Erfahrung“ ist etwas anderes als das bloße Hantieren mit Lupe und Messbecher, Waage und Mikroskop. Um diesen Begriff als Maßstab eines erfolgreichen Naturwissenschaftsunterrichts näher zu bestimmen, nehme ich Bezug auf Humboldt, Herbart und Dewey: Von Wilhelm von Humboldt leihe ich mir die Definition von Bildung als „die Verknüpfung des Ichs mit der Welt“. Damit ein Ich sich mit der Welt verbinden kann, muss es zunächst selbst Aufmerksamkeit für diese Welt erlangen, d. h., es muss mit einer Frage an die Welt herantreten. Nur was mir persönlich fragwürdig wird, fordert mich heraus, meine Präkonzepte zu hinterfragen, meine Gedanken neu zu strukturieren. Nur ein Lernarrangement, das bei Kindern eine sie ernsthaft interessierende Frage auslöst, kann bildende Kraft entfalten. Die Frage muss nicht unbedingt von den Kindern selbst kommen, Lehrer(innen) dürfen durchaus erstaunliche Phänomene in den Unterricht einbringen und so Fragen an die Natur bei den Kindern erst aufwerfen. Aber die Frage muss in den Augen der Kinder bedeutsam sein, so bedeutsam wie die genannten Beispiele von Kinderfragen.

Der zweite Qualitätsmaßstab lautet daher: **Bildender Unterricht setzt eine Frage an die Natur voraus und nimmt von dieser ihren Ausgang. Die Frage muss dem lernenden Subjekt wichtig und bedeutsam erscheinen, wenn es einen erfolgreichen Lernprozess durchlaufen soll.**

► Fortsetzung auf S. 20



3 | „Kreismodell des Forschens“

Wolfgang Klafki hat dies in die Formel gepackt, die besagt, dass Schüler(innen) jederzeit die Gegenwartsbedeutung wie auch die Zukunftsbedeutung der Unterrichtsaktivitäten bewusst sein muss. Das ist der dritte Maßstab zur Bewertung von Nawi-Unterricht: **Den Schüler(inne)n muss ebenso wie ihren Lehrer(inne)n die Gegenwarts- und Zukunftsbedeutung der Unterrichtsaktivitäten bewusst sein.**

Für einen weiteren Gedanken nehme ich Bezug auf Johann Friedrich Herbart in seiner Allgemeinen Pädagogik 1806: Ein bildender oder, wie er sagte, ein „erziehender Unterricht“ setzt Herbart zufolge immer das Vorhandensein zweier psycho-physischer Zustände voraus, die er „Vertiefung“ und „Besinnung“ nannte.⁶ „Vertiefung“ meint, dass sich das lernende Subjekt ganz auf eine Sache einlassen muss, um sie zu verstehen. Maria Montessori hat hierfür den Begriff der „Polarisation der Aufmerksamkeit“ geprägt – eine Aufmerksamkeit, die so stark ist, dass sich das lernende Subjekt durch nichts davon ablenken lässt, die der Sache zu Grunde liegende Fragestellung immer wieder zu durchdenken. Das kostet natürlich Zeit. „Besinnung“ meint, dass die Reorganisation der eigenen Gedanken auf Prozesse der Selbstreflexion angewiesen ist, auf „meta-kognitive Reflexion“. Beides muss durch den / die Lehrer(in) sichergestellt werden, wenn sich „Bildung“ ereignen soll – beides wird unter dem in der Schule üblichen Unterrichtsmaß und allgegenwärtigen Zeitdruck oft sträflich vernachlässigt, wenn nicht völlig ignoriert.

Der vierte Qualitätsmaßstab lautet: **Bildender Unterricht verlangt hinreichend Gelegenheiten für „Vertiefung und Besinnung“.** Er verläuft nicht in 45-Minuten-Takten, sondern gewährt „grenzenlos“ Zeit. In diesem Kontext macht es – fünftens – Sinn, an den Pragmatisten John Dewey (1915) zu erinnern, wonach der „Stoff des Denkens (...) nicht aus Gedanken [besteht], sondern aus Handlungen, Tatsachen, Ereignissen und den Beziehungen der Dinge zueinander“. Das ist den Naturwissenschaftslehrer(inne)n zunächst selbstverständlich: Sie bieten ja laufend handlungsorientierte Lernsituationen, eben „Experimente“, an. Dewey würde ergänzen, dass wir das, was „wir den Dingen tun, und das, was wir von ihnen erleiden, nach rückwärts und vorwärts miteinander in Verbindung bringen“ und zu einem neuen Schema von der Welt ausbauen müssen. Nicht das Experimentieren an sich, sondern der Dialog über die experimentell gewonnene Erfahrung, die „Ko-Konstruktion“ der Welt in der Lerngemeinschaft unter der Leitung einer mit den Phänomenen und Sachverhalten sehr gut vertrauten Lehrerin, produziert neue Erkenntnis. Der fünfte Qualitätsmaßstab lautet daher: **Bildender Unterricht ist auf Prozesse der Ko-Konstruktion im gesitteten Dialog angewiesen. Die Dialoge über die Natur bilden den Kern der naturwissenschaftlichen Methode, nicht das Experimentieren.**

Schließlich können wir aus der Leitformel des naturwissenschaftlichen Unterrichts – „Verstehen lehren“ – noch einen weiteren Beurteilungsmaßstab ableiten. „Verstehen“, sagt Wagenschein, erfordert nicht nur eigene Forschung, es erfordert zunächst, dass die Schüler(innen) „auf den Phänomenen stehen“. Sie müssen nicht nur selbst ihre Fragen an die Natur formulieren, sie müssen auch selbst Wege erfinden, wie sie ihre Fragen beantworten können. Sie sollen „Gleisler sein, nicht Gleisfahrer“. Streng genommen bedeutet Wagenscheins Hinweis, dass die Kinder im Unterricht überhaupt keine Experimente vorgegeben bekommen sollten, sondern diese im Idealfall selbst erfinden: Die selbst gestellte Frage, wie man etwas herausbekommen kann und welche Hilfsmittel nützlich

sein könnten, ist elementar für das Verstehen der naturwissenschaftlichen Methode. Methodenkompetenz erwächst nicht aus der Anwendung vorgegebener, sondern aus der Erfindung eigener Methoden! Sie können hinterher gern mit existierenden Methoden der Wissenschaft verglichen und bereichert werden. Am Anfang müsste für ein nachhaltiges Lernen die kreative Herausforderung stehen, selbst einen Weg der Erkenntnis zu finden. Das letzte Qualitätsmerkmal lautet daher: **Ein bildender Naturwissenschaftsunterricht arbeitet den gesamten Erkenntnisweg ab: von der Frage an die Natur über die Vermutung und Erfindung einer angemessenen Erkundungsform bis zur Auswertung und gemeinsamen Diskussion der Befunde im Dialog der Lerngemeinschaft.**

Am Ende Ratlosigkeit?

Der Katalog der Qualitätskriterien, der einen bildenden von einem bloß beschäftigenden Naturwissenschaftsunterricht unterscheidbar macht, könnte die Pädagog(inn)en am Ende ratlos machen. Sind Unterrichtssituationen denkbar, die diesen Kriterien genügen können? Gibt es sie schon im Kindergarten und Grundschulalter? Ist erfolgreicher Naturwissenschaftsunterricht so anspruchsvoll, dass wir ihn auf den unteren Jahrgangsstufen nicht erreichen können? Das Beispiel von Antje Legien-Knapke (s. S. 18/19) zeigt: Bildender Unterricht ist ganz einfach, wenn man ihn von Anfang an mit den Kindern plant anstatt für sie. In dem neu erschienenen Buch von Salman Ansari finden sich weitere überzeugende Beispiele.⁷ Solch ein Unterricht ist weder besonders teuer noch benötigt er aufwändige Fachräume. Wohl benötigt er viel Zeit, d. h., die Bereitschaft der Lehrer(innen), die umfangreichen Stoffkataloge vieler Grundschulrichtlinien zu ignorieren und sich mit den Schüler(inne)n stattdessen auf einige wenige exemplarische Fragen an die Natur zu beschränken, die man vollständig zu durchdringen versucht.

Anmerkungen

- ¹ s. http://www.haus-der-kleinen-forscher.de/experimente/einzelsicht.html?tx_experiment_pi1%5BshowUid%5D=34
- ² s. www.primarforscher.de
- ³ vgl. Hameyer, Uwe et al.: *Weltall und Weltbild*. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften 1984. Ebenso: Ansari, Salman: *Schule des Staunens. Lernen und Forschen mit Kindern*. Heidelberg: Spektrum 2009, S. 33 f.
- ⁴ Quelle: http://schulen.eduhi.at/riedgym/physik/10/elektrizitaet/was_strom/start_was_strom.htm
- ⁵ AAAS/NSBA: *Science, Mathematics and Technology Education Seminar*. Seminar Report 23 June 2007 (Übersetzung: J. R.). Im Internet: www.aaas.org/spp/dser/02_Events/Lectures/2007/20070623_stem/seminar_report.pdf.
- ⁶ vgl. J. F. Herbart, J. F.: *Allgemeine Pädagogik aus dem Zweck der Erziehung abgeleitet*. In: Asmus, Walter (Hrsg., 1964/65): *Johann Friedrich Herbart – Pädagogische Schriften*, Bd. II. Düsseldorf: Kipper, S. 51f.
- ⁷ s. „Zum Weiterlesen“, S. 22 in diesem Heft.

PROF. JÖRG RAMSEGER ist Leiter der Arbeitsstelle Bildungsforschung Primarstufe an der Freien Universität Berlin und Mitglied der wissenschaftlichen Begleitung von prima(r)forscher.