

Sechs Kernaspekte zur Natur der Naturwissenschaft

Dominik Ertl

Welche Ansichten haben Sie eigentlich zur Natur der Naturwissenschaften? Natur der Naturwissenschaften? Natur der Naturwissenschaft – noch nie gehört? Nun, sagen wir statt „Natur“ eben Wesen, Eigenart oder Charakteristikum. Und statt allgemein Naturwissenschaft könnten wir auch Physik, Chemie, Biologie, Astronomie oder Geologie sagen (und eventuell noch einige mehr aufzählen, je nachdem welche Forschungsdisziplinen Sie den Naturwissenschaften zugehörig empfinden).

Fragen wir also z.B.: Welche Ansichten haben Sie zum Wesen der Physik? Was ist Physik? Was gehört alles zur Physik? Was gehört nicht dazu und warum? Was tut Physik? Wie arbeitet Physik? Gibt es eine physikalische Methode? Wie kommt ein physikalisches (naturwissenschaftliches) Gesetz zustande? Was ist ein naturwissenschaftliches Gesetz überhaupt? Welche Rolle spielt das Experiment in der physikalischen Forschung? Und aus welchem Grund oder zu welchem Zweck betreiben Menschen überhaupt Physik? Oder Chemie oder Biologie?

Sie alle kennen diese Fragen. Als Lehrperson sind wir mit solchen und ähnlichen Fragen andauernd konfrontiert. Meistens haben wir auch irgendeine Antwort parat, die im Großen und Ganzen auch stimmen wird, oder hoffentlich nicht ganz falsch ist. Schließlich sind wir doch Experten für naturwissenschaftliche Fragestellungen.

Aber Hand aufs Herz: Wann haben Sie sich solche Fragen das letzte Mal selbst gestellt und in aller Konsequenz durchgedacht? Können Sie wirklich sicher sein, dass Sie richtige Antworten auf diese Fragen kennen? Gibt es überhaupt richtige Antworten? Haben Sie schon einmal mit Kollegen und Kolleginnen über solche Fragen philosophiert?

Keine Sorge: Auch wenn Sie zur großen Mehrheit der Menschen gehören, die das noch nicht getan haben, ich bin sicher, dass Sie eine ganz eigene Ansicht zur Natur der Naturwissenschaften haben. Und damit willkommen in der VNOS-Forschung!

Meinungen und Ansichten

Als „aufgeklärter Bildungsbürger“ in der Informationsgesellschaft des 21. Jahrhunderts steht man vor dem Scheinproblem, zu allen möglichen Themen eine Meinung haben zu

Mag. Dominik Ertl, unterrichtet derzeit Physik am BG/BRG Maroltingergasse Wien. E-Mail: dominik.ertl@univie.ac.at

müssen. Wikileaks, Abhöraffaire, Datenschutz, Nahostkonflikt, Wirtschaftskrise, Griechenland, Sarrazin, Islamisierung, Papstrücktritt. Themen und Meinungen ohne Ende.

Meinungen spiegeln im Allgemeinen eine persönliche Einstellung zu einem Thema wieder und meistens ist diese Einstellung entweder politisch oder religiös gefärbt. Selten kommt es zu einer „wissenschaftlichen“ Färbung von Einstellungen, denn dann sind wir eher dazu geneigt, von Wissen oder Fakten zu reden als nur von Meinungen oder Ansichten.

Versucht jemand z.B. sich zum Thema Klimawandel eine fundierte Meinung zu bilden, wird dies ohne wissenschaftliche Daten oder von der Scientific Community allgemein akzeptierte Tatsachen, schwer fallen. Als Laie hat man es noch schwerer, da wissenschaftliche Daten in roher Form meist nicht viel hergeben und interpretiert werden müssen. Manchmal sind sie auch widersprüchlich. Wollte man sich eine fundierte wissenschaftliche Meinung bilden, müsste man sich tiefgehend mit der Fachliteratur beschäftigen. Wissenschaftliche Publikationen wiederum sind aber oft nicht gerade einfach zu lesen. Zum Glück gibt es Wissenschaftsjournalisten, die den Job für uns erledigen und populärwissenschaftliche Magazine, die nebenbei im Zug oder beim Frühstück gelesen werden können. Gerade im Kontext Klimawandel taucht aber ein Problem mit den Wissensdestillaten der populärwissenschaftlichen Literatur auf (in anderen Kontexten im Übrigen auch): Es gibt oft Interessensgruppen, die an der Widersprüchlichkeit und an der Unsicherheit von wissenschaftlichen Daten festhalten und dies als Argument nutzen, um den gesamten anthropogenen Klimawandel als eine Art Verschwörung oder als öffentliche Panikmache darzustellen.

So können politische Interessen wissenschaftlich getarnt werden und dem Laien bleibt letztlich nichts anderes übrig, als sich auf das eigene Gefühl zu verlassen, welchem Magazin oder welchem Autor er nun Glauben schenkt, was er für richtig und wahr hält und was nicht. Ein anderes Beispiel: Vielleicht erinnern Sie sich noch an die Sache mit den Bienen Anfang Mai 2013. Es ging um eine EU-Abstimmung zum Verbot von Neonicotinoiden, also Pestiziden, die zum Beizen von Mais verwendet werden. Kollateralschaden dieser Mittel ist, dass sie laut einigen Studien auch für das Massensterben von Bienenkolonien verantwortlich sind. Österreich stimmte zunächst gegen ein Verbot dieser Pestizide, da Umweltminister Berlakovich den Standpunkt vertrat, es gäbe noch zu wenige Studien, die einen direkten

Zusammenhang mit dem Bienensterben aufzeigen. Dies war in Zeiten des Wahlkampfes ein gefundenes Fressen für seine politischen Kontrahenten. Die Opposition stellte sogar einen Misstrauensantrag und die Medien waren – je nach politischer Färbung - voll von Pro und Kontra Meldungen zu diesem „Skandal“.

Wie kann ich als Laie auf diesem Gebiet nun wissenschaftliches Wissen überprüfen, wie kann ich feststellen, was richtig ist oder nicht? Wie komme ich zu meiner eigenen Meinung? Diese Kompetenzen des naturwissenschaftlichen Unterrichts (ganz gleich ob Physik, Chemie oder Biologie) zu machen, ist eine große Herausforderung für uns Lehrer – aber in der heutigen Zeit des Informationsüberflusses eine enorm wichtige!

Voraussetzung dafür ist, dass Schülerinnen und Schüler über die Natur der wissenschaftlichen Forschung, den Status des naturwissenschaftlichen Wissens und andere Teilaspekte der Natur der Naturwissenschaften, WIE dieses Wissen generiert wird und WER es generiert hat, Bescheid wissen.

Die englische Literatur spricht übrigens von Nature of Science (NOS) beziehungsweise von Views about the Nature of Science (VNOS), also Ansichten zur Natur der Naturwissenschaft, oder eben zum „Wesen der Physik“.

Forschungsstand zu NOS

Die Literatur zum Thema NOS in der Naturwissenschaftsdidaktik ist äußerst umfangreich und wie es sich für wissenschaftliche Literatur gehört, vielschichtig. Seit den 1970er Jahren wird vor allem in den USA in diesem Bereich empirisch geforscht. Dies liegt in erster Linie an dem Versuch gewisser Interessensgruppen, kreationistische, bzw. Intelligent-Design (ID)-Lehren in den Lehrplänen öffentlicher Schulen unterzubringen. In manchen Bundesstaaten zumindest zeitweise erfolgreich, sahen sich Naturwissenschaftsdidaktiker veranlasst, Gegenmaßnahmen einzuleiten; das NOS-Forschungsfeld wurde aufgespannt. Seitdem hat sich viel getan, viele empirische Erkenntnisse wurden gewonnen und normative Forderungen aufgestellt – ein Ende dieses Forschungsfeldes ist aber bei Weitem noch nicht in Sicht. Die empirischen Untersuchungen beschäftigen sich in erster Linie mit Schülervorstellungen zu NOS, den VNOS (für eine Übersicht siehe z.B. Höttecke 2001). Die normativen Vorgaben stammen entweder aus Experteninterviews (McComas, 1998), Delphi-Studien (Osborne, 2003) oder sind althergebrachte philosophische Implikationen (z.B. Dewey, 1930), bzw. jüngere aus empirischen Studien abgeleitete Implikationen (z.B. Lederman, 2007, bzw. Abd-el-Khalick, 2012).

Einen groben Überblick über die Literatur bietet die Meta-Studie von Deng et al (2011), welche die wesentlichen Entwicklungen der letzten 20 Jahre zusammenfasst und die ich hier kurz zusammenfassen möchte.

So konstatieren Deng et al., dass adäquate Ansichten über die Natur der Naturwissenschaften Schülerinnen und Schülern helfen:

- den Prozess der naturwissenschaftlichen Wissensgenese zu verstehen
- zu gesellschaftsrelevanten, wissenschaftlichen Themen eine fundierte Meinung zu haben, bzw. überlegte Entscheidungen zu treffen
- Naturwissenschaften als ein entscheidendes Element der menschlichen Kultur zu verstehen
- über die wissenschaftliche Gemeinschaft, die „Scientific Community“ und deren Regeln Bescheid zu wissen
- und naturwissenschaftliche Inhalte besser zu verstehen.

Dieselben Autoren stellen auch fest, dass es leider innerhalb der fachdidaktischen Community anscheinend keinen allgemeinen Konsens gibt, welche VNOS nun adäquat sind und welche nicht. Dies liegt aber vor allem an der breiten Konzeptualisierung von NOS, bzw. an den unterschiedlichen theoretischen Voraussetzungen, Fragestellungen und Untersuchungsschwerpunkten der einzelnen Studien.

Bei genauerer Betrachtung gibt es doch eine breite Einigkeit über bestimmte Kernaspekte, die NOS betreffen. Die folgenden sechs wesentlichen Punkte sollten auch im Unterricht behandelt werden und immer wieder eine Rolle spielen, um nicht falsche Vorstellungen zu generieren oder weiter am Leben zu halten.

Sechs NOS Kernaspekte

1. Naturwissenschaftliches Wissen ist vorläufig und kann sich im Lauf der Zeit ändern.

Blicken wir zurück in die Geschichte, finden wir zahlreiche Beispiele, in denen sich unser Wissen über die Natur nicht nur verändert hat, sondern geradezu auf drastische Weise umgewälzt hat. Kuhn (1962) spricht hier vom Paradigmenwechsel, der von wissenschaftlichen Revolutionen begleitet wird. Die kopernikanische Revolution, die Entdeckung des Sauerstoffs durch Lavoisier oder die Relativitätstheorie Einsteins dienen ihm als Beispiele für wissenschaftliche Revolutionen. Man darf in diesem Zusammenhang aber nicht vergessen, dass wissenschaftliches Wissen bei aller Vorläufigkeit dennoch verlässlich ist – zumindest innerhalb eines bestimmten Fehlerbereichs. Im Alltag verlassen wir uns darauf, dass unser wissenschaftliches Wissen richtig ist, gewissermaßen sicher und zuverlässig. Es wird sich nicht von einem Moment auf den nächsten spontan verändern, ansonsten würde wahrscheinlich niemand freiwillig in ein Flugzeug steigen! Technologie, die sich aus naturwissenschaftlichen Erkenntnissen entwickelt, funktioniert. Aus einer wissenschaftstheoretischen oder wissenschaftshistorischen Perspektive müssen wir aber zur Kenntnis nehmen, dass das hervorgebrachte Wissen immer nur vorläufigen Charakter hat, ganz gleich um welche Wissensdomänen es sich handelt!

2. Naturwissenschaftliches Wissen basiert auf Empirie, d.h. auf direkten oder indirekten Beobachtungen einer natürlichen Welt.

Diese philosophische Grundhaltung schreiben wir dem Empirismus, bzw. Naturalismus zu. Wissenschaftstheoretisch geht es einerseits um den Gegenstandsbereich der Naturwissenschaften und andererseits um die Methodenfrage, d.h. WIE Erkenntnisse über die Natur gewonnen werden. Natürlich wissen wir, dass eine bloße empirische Beobachtung der Natur noch keine Naturwissenschaft ausmacht. Heutzutage liegen die wenigsten Physiker unter dem Apfelbaum und warten darauf, eine neue großartige Entdeckung zu machen. Im Gegenteil: physikalische Forschung findet in mehr oder weniger gut ausgestatteten Forschungszentren, in großen oder meistens beengten Labors und unter höchst künstlichen Bedingungen statt! Mit der romantischen Vorstellung eines Weltreisenden Alexander von Humboldt oder der bloßen Naturbeobachtung und Protokollierung eines Francis Bacon (des Wegbereiters des Empirismus) hat dies freilich nichts zu tun. Dieser Aspekt von NOS zielt vielmehr darauf ab, den fälschlichen Eindruck zu vermeiden, Naturwissenschaften könnten irgendwelche metaphysische Fragen z.B. die Sinnfrage, die Frage nach der Existenz Gottes oder eines Lebens nach dem Tod beantworten. Auch wenn es vereinzelt immer wieder Publikationen – auch in namhaften Journalen – zu „paranormalen“ Phänomenen gibt, Fakt ist, dass die Mehrheit der Scientific Community die Bearbeitung solcher Phänomene aus ihrem Gegenstandsbereich ausklammert.

3. Wissenschaftliches Wissen ist theoriegeladen, d. h. es beinhaltet den persönlichen Hintergrund des Forschers, seine Einstellung, sein theoretisches Wissen etc. und ist somit subjektiv.

Gerade die Naturwissenschaftler neigen dazu, ihre Erkenntnisse, ihr Wissen als besonders objektiv (vor allem im direkten Vergleich mit den Geisteswissenschaften) zu charakterisieren. Ein Experiment, das nach allen Regeln der Kunst erdacht, aufgebaut und wiederholt durchgeführt wurde, liefert demnach objektive Ergebnisse. Gewonnene Daten, ganz gleich ob richtig oder falsch, sind auf jeden Fall objektiv. Die mathematischen Verfahren Statistik und Fehlerrechnung ergeben unabhängig von der ausführenden Person dieselben objektiven Ergebnisse. Dieser gesamtgeistige Habitus wird jedem Studenten bereits in den ersten Semestern auf der Universität vorgelebt, von diesen adaptiert und weitergetragen. Gerne werden subjektive Hintergründe, persönliche Motive, theoretische Fundierungen, d.h. „der Faktor Mensch“ aus diesem Forschungs- und Erkenntnisprozess ausgeklammert. Naturwissenschaftler sind aber auch nur Menschen. Sie haben verschiedene Motivationen, Emotionen, Kognitionen und Kompetenzen. Und sie können sich auch irren! Natürlich versuchen Sie Ihr Bestes, die Ergebnisse Ihrer Arbeit nicht von ihrer aktuellen Tagesverfassung abhängig zu machen und die Verfahren des immerwährenden Überprüfens und Bewertens durch Dritte (peer-reviews) helfen subjektive Fehler zu minimieren. Diese „Objektivität“

des naturwissenschaftlichen Wissens wird jedoch erst im Nachhinein durch Rekonstruktionsprozesse hergestellt.

Es gibt aber viele einschlägige Fachbereiche in denen die Expertise auf sehr wenige Personen beschränkt ist und eine unabhängige Begutachtung wissenschaftlicher Ergebnisse durch außenstehende Dritte daher nur sehr eingeschränkt möglich ist. Auch können viele Experimente nicht ohne weiteres überall und jederzeit reproduziert werden. Erinnern Sie sich an die Pressemitteilung des Gran Sasso Labors im September 2011. Vom CERN ausgesandte Neutrinos bewegten sich den Messungen des OPERA-Experiments zufolge mit Überlichtgeschwindigkeit – ein Widerspruch zur Relativitätstheorie! Auch nach Monaten der internen Überprüfungen und Fehlersuche wurde keine andere Erklärung gefunden und die Ergebnisse wurden publiziert. Ein Raunen ging durch die Fachwelt, denn diese Ergebnisse hätten unser bisheriges physikalisches Weltbild auf den Kopf gestellt. Wissenschaftler und Wissenschaftlerinnen gehen aber nie völlig erwartungslos an ein Phänomen heran. Das vorherrschende wissenschaftliche Paradigma (Kuhn 1962) bestimmt den Denkraum und die Erwartungshaltung an ein Experiment und dessen Ergebnisse. In diesem Fall war man – aus naturwissenschaftlich gebildeter Perspektive auch leicht nachvollziehbar - eher geneigt an einen Fehler des Experiments zu glauben als an die Widerlegung der Relativitätstheorie. CERN Forschungsdirektor Sergio Bertolucci meinte damals: „Wenn die Messung bestätigt wird, könnte sich unser Bild der Physik verändern, aber wir müssen sicher gehen, dass es nicht andere, banalere Erklärungen dafür gibt. Dies erfordert unabhängige Messungen.“ Und tatsächlich wurde einige Monate später durch das unabhängige ICARUS Experiment (das aber ebenfalls in Gran Sasso durchgeführt wurde), die Welt der Physik wieder auf die Beine gestellt. Bertolucci: „... This is how science works.“

4. Naturwissenschaften sind sozial, d.h. naturwissenschaftliches Wissen wird von Menschen in sozialen Aushandlungsprozessen erschaffen und ist in einen größeren Rahmen einer menschlichen Gesellschaft und deren Kultur eingebettet.

Dieser Aspekt erscheint uns so klar und einleuchtend, dass er eigentlich keiner Erwähnung bedarf. Natürlich muss wissenschaftliches Wissen mit Forschungskollegen abgestimmt werden, in Fachjournalen nach Begutachtung publiziert, d.h. öffentlich präsentiert werden und von anderen Forschern zitiert oder eben gerade nicht zitiert werden (was viel über die Qualität von wissenschaftlichen Publikationen aussagt). In jedem der zahlreichen Schritte spielt der Faktor „soziales Wesen Mensch“ mit. Schülerinnen und Schüler weisen aber massive Fehlvorstellungen bezüglich dieser Komponente auf: Sie sind sich der sozialen Aushandlungsprozesse nicht bewusst. Vielfach liegt die Fehlvorstellung eines isoliert arbeitenden, leicht chaotischen Wissenschaftlers oder Erfinders im Sinne eines Daniel Düsentrieb vor. Auch die populäre Comedy Serie „Big Bang Theory“ trägt nicht gerade zur Verbesserung dieser „Nerd“-Vorstellung von Physikern bei. Auch die Protagonisten dieser Serie werden, wenn sie schon einmal bei der Arbeit sind, allein in ihren Büros oder Labors arbeitend präsentiert.

Wissenschaft ist aber eine Gruppenarbeit. Wissenschaftler sind jene Gruppe von Menschen, die Wissenschaft, d.h. Forschung betreiben. Diese Gruppe funktioniert nach denselben dynamischen Prinzipien wie andere gesellschaftliche Gruppen. Spielt z.B. für äußere (politische oder wirtschaftliche) Interessensgruppen eine bestimmte Forschungsrichtung gerade keine Rolle, werden dafür auch keine Forschungsgelder zur Verfügung gestellt. Dann werden bestehende Verträge nicht verlängert und so manches Institut hat mit Nachwuchsmangel zu kämpfen oder steht vor dem Aus, weil schlicht kein Geld da ist.

Von gesellschaftlichen, politischen oder wirtschaftlichen Interessen unabhängige Forschungseinrichtungen gibt es wenige, finanziell völlig unabhängige Forscher noch weniger. Wissenschaft und Gesellschaft sind eng miteinander verwoben, einzelne, isolierte und meist sonderbare oder gar verrückte Forscher, wie sie in Comics oder Science-Fiction Romanen und Filmen karikiert werden, gibt es nicht wirklich.

5. Naturwissenschaften sind kreativ, d.h. sie beinhalten menschliches Vorstellungs- und Schlussvermögen, sowie Kreativität und Phantasie.

Schülerinnen und Schüler neigen oft zur Fehlvorstellung, dass Naturwissenschaftler besonders objektiv und logisch-rational sind und dass naturwissenschaftliches Wissen nicht zuletzt aus diesem Grund sicher, unveränderlich und unabhängig vom Menschen, also objektiv, ist.

Das naturwissenschaftliche Wissen, wie sämtliches anderes Wissen auch, kann aber natürlich nicht unabhängig vom Menschen sein. Es wird ja vom Menschen generiert, konstruiert, gelehrt und erworben. Oft vergessen wird die Tatsache, dass hinter jeder Entdeckung, hinter jedem hervorgebrachten Wissen ein Mensch mit subjektiven Voraussetzungen, Einstellungen und gesamtgeistigen Haltungen steht (siehe Punkt 3).

Die philosophische Denkrichtung des radikalen Konstruktivismus (nach Glasersfeld, 1996) lehnt die Existenz einer vom Menschen unabhängigen Realität sogar vollständig ab. Er vertritt die Ansicht, dass jede Wahrnehmung und jede Gedächtnisleistung völlig subjektiv und für jeden Menschen verschieden ist. Eine objektive Wissenschaft kann es demzufolge gar nicht geben. Als NaturwissenschaftlerInnen fällt es uns vielleicht schwer, diese Denkrichtung nachzuvollziehen. Doch wo liegt die Grenze zwischen der von uns geforderten Objektivität und der Subjektivität, der Kreativität und Phantasie eines einzelnen Forschers? Gibt es eine solche Grenze überhaupt?

Ein drastisches Beispiel zur Illustration dieser Schwierigkeit, zeigt der Blick auf den österreichisch-ungarischen Physiker Philipp Lenard und seiner Ablehnung der Relativitätstheorie Albert Einsteins. Lenard gilt einerseits als ein begnadeter Experimentalphysiker, der Ende des 19., Anfang des 20. Jahrhunderts für die moderne Physik zahlreiche wegbereitende Erkenntnisse gewann und 1905 für seine Ar-

beiten zur Kathodenstrahlung sogar mit dem Nobelpreis für Physik ausgezeichnet wurde.

Die andere Seite Philipp Lenards ist der Antisemit und Nationalsozialist Lenard, der neben Johannes Stark als einer der ersten Wissenschaftler öffentlich für die NSDAP eintrat und der in Vorträgen und Publikationen anfangs wissenschaftlich-kritisch, später dann nur noch ideologisch-rassistisch über eine angeblich „jüdische“ Physik wettete. Gemeint war die Relativitätstheorie des „Vollblutjuden“ Albert Einsteins, die er zur „mathematisch zusammengestoppelten Theorie“ und somit naturfremd der reinen Phantasie entsprungen, erklärte (Lenard 1933). In seiner Lehrbuchreihe von 1936 mit dem Titel: „Deutsche Physik in vier Bänden“ vertrat er die Ansicht, dass „die Wissenschaft, wie alles was Menschen hervorbringen, rassistisch, blutmäßig bedingt“ sei: „„Deutsche Physik?“ wird man fragen. – Ich hätte auch arische Physik oder Physik der nordisch gearteten Menschen sagen können, Physik der Wirklichkeits-Ergründer, der Wahrheits-Suchenden, Physik derjenigen, die Naturforschung begründet haben.“ (Lenard 1936). Seiner Forderung die Physik anschaulich und „klassisch“ zu halten folgend, findet sich in Lenards Lehrbuchreihe auch keine einzige Erwähnung der Relativitätstheorie und der Quantenmechanik. Das objektiv nachvollziehbare Experiment sollte gegenüber theoretischen Überlegungen immer den Vortritt haben.

Heute wird diese „Deutsche Physik“ natürlich als pseudowissenschaftliche Verfehlung betrachtet, in der sich wissenschaftstheoretische Überlegungen und nationalsozialistische Rassenideologie zu einer fürchterlichen geistigen Verwirrung vermengten. Nichtsdestotrotz zeigt das Beispiel, wohin es führen kann, wenn Kreativität und Phantasie, die zur Entwicklung der Relativitätstheorie führten, aus vorgeschobenen Gründen der Wirklichkeitsferne nicht nur nicht anerkannt, sondern in einer Zeit der geistigen und politischen Entrückung auch noch derart diffamiert werden. Ein Kapitel in der Wissenschaftsgeschichte, das sich hoffentlich nicht wiederholt.

6. Schülerinnen und Schüler sollen den Unterschied zwischen Beobachtung und Schlussverhalten und der unterschiedlichen Funktion, Bedeutung und Beziehung zwischen Theorien und Gesetzen kennen.

Gerade was die Unterscheidung und adäquate Verwendung der einzelnen Begriffe Beobachtung, Hypothese, Theorie und Gesetz betrifft, liegen große Missverständnisse bei Schülerinnen und Schülern über deren wissenschaftliche Bedeutung und Definition vor. Nicht zuletzt deshalb, da uns die Alltagssprache hier immer wieder hereinpufcht. Es gehört aber zu den Kernkompetenzen einer naturwissenschaftlich fundierten Bildung, die wissenschaftliche Verwendung von Begriffen von der alltäglichen unterscheiden und adäquat verwenden zu können.

Ein klassisches und einfaches Modell der naturwissenschaftlichen Forschung ist das folgende: Naturwissenschaftler be-

obachten natürliche Phänomene, erschließen daraus überprüfbarere Hypothesen, verifizieren oder falsifizieren diese in reproduzierbaren Experimenten und formen daraus dann eine Theorie. Bei hohem Bewährungsgrad werden aus der Theorie dann naturwissenschaftliche Gesetze.

Zugegeben ein sehr einfaches und damit natürlich ebenso unzureichendes Modell. Modelle dienen uns in den Naturwissenschaften als Erklärungshilfen für komplizierte Phänomene. Die Natur ist kompliziert. Daher modellieren wir in den Naturwissenschaften, um sie für uns einfacher zu machen.

Auch mit dem Modell zur naturwissenschaftlichen Forschung verhält es sich so. Es kann hilfreich sein, den Prozess der Forschung anschaulich zu machen. Wir könnten auch kompliziertere Modelle (die wissenschaftstheoretische Literatur ist voll davon; siehe z.B. Zeidler 2000) machen, oder einfach jene aus den Schulbüchern übernehmen. Als Lehrer dürfen wir aber nie vergessen zu erwähnen, dass sämtliche Modelle unzureichend sind, dass sie mehr oder weniger viel aussparen, vernachlässigen und vereinfachen.

Ein Beispiel aus dem Physikunterricht: Gibt es Atome wirklich?

Ende des 19. Jhds war diese Frage bei weitem noch nicht ausdiskutiert - auch wenn es viele Hinweise auf die Existenz von Atomen gab. Einer dieser Hinweise ist die brownische Molekularbewegung, die mit einem einfachen Lichtmikroskop auch recht leicht beobachtet werden kann. Dennoch darf dies natürlich nicht als „Beweis“ für die tatsächliche Existenz von Atomen angesehen werden! Man darf aber sagen, dass die Beobachtung der brownischen Bewegung mit der Hypothese verträglich ist, dass „kleinste“ Teilchen existieren. Einstein konnte später aus den Bewegungen der sichtbaren größeren Teilchen sogar die Größe der unsichtbaren atomaren Teilchen berechnen. Heute können wir dank hochauflösender Rastertunnel- oder Feldionen-

mikroskope Atome sogar wirklich „sehen“. Doch „sehen“ wir tatsächlich Atome beim Blick durch ein derartiges Mikroskop? Unsere Beobachtung wird vor dem Hintergrund der Atomhypothese interpretiert, d.h. eigentlich „schließen“ wir, dass wir Atome beobachten. Genaugenommen sehen wir aber nur Helligkeitsunterschiede bzw. Pixel auf einem Bildschirm. Und ob Ernst Mach Atome gesehen hätte darf auf jeden Fall bezweifelt werden!

Dennoch ergab und ergibt sich aus sämtlichen Beobachtungen, Messungen und Berechnungen (d.h. logischem Schlussverhalten) eine konsistente Theorie, die heutzutage von niemandem mehr ernsthaft in Frage gestellt wird. Die schon lange vorher „erfundenen“ Gasgesetze passen ebenfalls in die Theorie, die natürlich fortlaufend verfeinert wird. Unsere Vorstellungen über die Materie und die Modelle, die wir erfanden, haben sich mehr oder weniger bewährt.

Fazit

In diesem Artikel versuchte ich einige Kernaspekte aus der breit angelegten Literatur zu NOS zusammenzufassen und zu erläutern. Sie brauchen (und sollten) nicht meiner Meinung sein, denn auch ich habe meine eigenen Ansichten über die Natur der Naturwissenschaft. Vielleicht regt Sie der Artikel an, wieder einmal neu über Ihre Ansichten nachzudenken. Auch wenn in den Lehrplänen eine explizite Forderung nach NOS im Unterricht fehlt und bestenfalls nur zwischen den Zeilen zu lesen ist, so lautet mein Vorschlag dennoch: machen Sie diese Kernaspekte auch zum Gegenstand des Unterrichts. Philosophieren Sie mit ihren Schülern und Schülerinnen! Adäquate Ansichten über die Natur der Naturwissenschaften sind ein grundlegender Bestandteil der Allgemeinbildung genau so wie die Kompetenz, darüber zu philosophieren und zu argumentieren, warum man diese Ansichten hat, wie man dazu gekommen ist und ob sie in das eigene Selbstkonzept passen.

Literatur

Höttecke, D. (2001): Die Vorstellungen von Schülern und Schülerinnen von der „Natur der Naturwissenschaften“ (<http://www.ipn.uni-kiel.de/zfdn/jg7a.htm#Art001>)
McComas, W. F. (1998): The Nature of Science in Science Education
Osborne, (2003): What „Ideas-about-Science“ should be taught in School Science – A Delphi Study of the Expert Community
Dewey, J. (1930): Demokratie und Erziehung
Lederman, G. (2007): Nature of Science: Past Present and Future
Abd-el-Khalick, F. (2012): The Nature of Science in Science Education

Deng et al. (2011): Students' Views of the Nature of Science: A Critical Review of Research
Kuhn, Th. S. (1962): Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen
Glaserfeld, E. von (1996): Der Radikale Konstruktivismus. Ideen, Ergebnisse, Probleme
Lenard, Ph. (1933): Zum Anlass der Bestellung von Johannes Stark zum Präsidenten der „Physikalisch-Technischen Reichsanstalt“, Völkischer Beobachter
Lenard, Ph. (1936): Deutsche Physik in vier Bänden
Zeidler, K. W. (2000): Prolegomena zur Wissenschaftstheorie
CERN (2011): <http://press.web.cern.ch/press-releases/2011/09/operation-experiment-reports-anomaly-flight-time-neutrinos-cern-gran-sasso> (abgerufen am 17.7.2013)