



Kommunikationskompetenz im Physikunterricht

Unterrichtspraktische Zugänge zu einem schwierigen Bereich der Bildungsstandards

Von Rita Wodzinski

Die Bildungsstandards bestimmen derzeit die didaktische Diskussion um den naturwissenschaftlichen Unterricht in Deutschland [1]. Mit der Festlegung auf die vier Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung soll eine Umorientierung des Physikunterrichts in die Wege geleitet werden, die den Physikunterricht an moderne gesellschaftliche Anforderungen anpasst. Die Ausrichtung des Physikunterrichts an „scientific literacy“, also gesellschaftsrelevanter naturwissenschaftlicher Grundbildung, wurde vor allem durch die internationalen Vergleichsstudien wie TIMSS und PISA angeregt [2]. Das Ziel von Bildung ist u. a., sich in der modernen Wissensgesellschaft orientieren zu können und darin handlungsfähig zu sein. Dies wiederum setzt die Fähigkeit voraus, an naturwissenschaftlichen Diskursen teilnehmen zu können, wofür spezifische Kommunikationskompetenzen erforderlich sind.

Dass der Physikunterricht neben der Vermittlung von Fachwissen auch andere Ziele verfolgt, ist keine Errungenschaft unserer Zeit [3], neu ist jedoch der Stellenwert, den sie durch

verbindliche Standards erhalten. Die mit dem Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung verknüpften Ziele und Inhalte liegen dem traditionellen Physikunterrichts noch vergleichsweise nahe. Lehrerfortbildungsprogramme wie SINUS und PIKO haben zusätzlich dazu beigetragen, dem naturwissenschaftlichen Arbeiten im Physikunterricht eine größere Bedeutung zu verschaffen [4]. Unsicherheiten sind dagegen aufseiten der Lehrerschaft und auch der Fachdidaktik hinsichtlich der Ausgestaltung der Kompetenzbereiche Kommunikation (s. **Kasten 1**) und Bewertung zu erkennen. Unklar ist nicht nur, wie die in den Bildungsstandards formulierten Kompetenzen gefördert und zum Gegenstand von Beurteilungen gemacht werden können. Unklar ist darüber hinaus auch, inwieweit es sich dabei überhaupt um naturwissenschaftsspezifische Kompetenzen handelt und wie eng diese mit dem Fachwissen verknüpft sind. Hinzu kommt, dass die Kompetenzbereiche Kommunikation und Bewertung beim fachbezogenen Diskutieren und Argumentieren kaum zu trennen sind (vgl. [5]). Auch fehlt bislang eine theoretische Fundierung dieser Kompetenzbereiche [6].

Offene Fragen zum Kompetenzbereich Kommunikation der Standards

Wie fördert man Kommunikationskompetenz?

Aus der Tatsache, dass die Kompetenzen in den Bildungsstandards wie Handlungen formuliert sind (s. **Tab. 1** in **Kasten 1**), kann leicht das Missverständnis erwachsen, dass die genannten Handlungen im Unterricht lediglich vorkommen sollen.

Gemeint ist jedoch, dass Schülerinnen und Schüler gezielt befähigt werden sollen, derartige Handlungen auszuführen. Eine gezielte Förderung der Kompetenzen bedeutet wiederum, dass die Kommunikationsprozesse bewusst als Lernerfahrungen reflektiert, unterstützt und geübt werden. Auf diese Weise wird metakognitives Wissen aufgebaut, das den Kompetenzerwerb nachhaltig unterstützt [7].

Wie fachspezifisch ist Kommunikationskompetenz wirklich?

Die Bildungsstandards spannen das Feld der Kommunikationskompetenz sehr weit auf. Es reicht von der Verwendung von Fachsprache und fachtypischen Darstellungen über die Beherrschung von Recherche- und Präsentationstechniken bis hin zur Fähigkeit, eigene Vorstellungen in physikbezogene Diskussionen konstruktiv einzubringen.

Dass es für die Physik typische Kommunikationsmittel und -formen gibt, die eine Thematisierung im Unterricht erfordern, ist unumstritten. Dazu gehören exakt definierte Fachbegriffe, mathematische Formeln, fachtypische Darstellungen wie Funktionsgraphen und Diagramme sowie besondere Textsorten wie Versuchsprotokolle oder Funktionsbeschreibungen. Ebenfalls unumstritten ist, dass der Aufbau allgemeiner kommunikativer und methodischer Kompetenzen eine übergeordnete Aufgabe für alle Unterrichtsfächer darstellt. Viele der in den Bildungsstandards aufgeführten Kompetenzen liegen gerade im Schnittbereich von allgemeinpädagogischen und fachspezifischen Aufgaben. Um sie fachspezifisch akzentuieren zu können, müssen parallel auch allgemeine Kompetenzen gefördert werden. Hier eine angemessene Balance zu finden, stellt eine neue Herausforderung dar.

Konkretisiert man die bisherigen Überlegungen am Beispiel der Kompetenz K3 (s. **Tab. 1**), bedeutet dies, dass die Schülerinnen und Schüler nicht einfach nur in Quellen recherchieren sollen, sondern lernen sollen, *wie* man geeignet recherchiert. Dazu muss sie der Lehrer oder die Lehrerin gezielt anleiten. Es gibt bislang wenige Beispiele aus der Praxis, die zeigen, was „recherchieren können“ im Detail meint, geschweige denn, wie sich dies für physikalische Unterrichtsvorhaben darstellt. Ebenso unklar ist, wie man diese Kompetenz im Unterricht angemessen unterstützt.

Es besteht auch kein Konsens darüber, inwiefern zum Recherchieren physikalischer Sachverhalte physikspezifische Techniken oder physikspezifisches Wissen erforderlich sind und ob sich die physikspezifischen Anteile von allgemeinen Anteilen überhaupt sinnvoll trennen lassen. Wenn man diese Frage verneint, darf man sich zu Recht fragen: Ist der Physikunterricht wirklich der richtige Ort, um allgemeine Recherchetechniken zu lernen und zu üben? Dasselbe gilt für Präsentationstechni-

HINTERGRUND 1

Ein Blick in die Bildungsstandards: Kompetenzbereich Kommunikation

Die Bildungsstandards Physik beziehen den Kompetenzbereich Kommunikation auf fachbezogene Kommunikation. Dies schließt jedoch auch übergeordnete Kommunikationskompetenzen mit ein. Die Bildungsstandards umschreiben den Kompetenzbereich Kommunikation mit der Fähigkeit, Informationen sach- und fachbezogen zu erschließen und auszutauschen.

Dazu gehört,

- sich Informationen aus Fachtexten und anderen Quellen zu erschließen,
- gewonnene Informationen sachgerecht zu dokumentieren,
- Informationen sachgerecht und adressatengerecht zu präsentieren sowie
- eigene Ideen in einer Diskussion angemessen einzubringen und in der Diskussion zu entwickeln.

Die Bildungsstandards erwähnen explizit, dass Kommunikation auch die Bereitschaft voraussetzt, eigenes Wissen in die Diskussion einzubringen, den Kommunikationspartnern mit Vertrauen zu begegnen und ihre Persönlichkeit zu respektieren.

Vergleicht man diese allgemeine Beschreibung des Kompetenzbereichs Kommunikation mit den konkreten Standards (s. **Tab. 1**), fällt auf, dass in den Standards mehrfach von der *Kommunikation von Arbeitsergebnissen* (siehe Bildungsstandards K5–K7) die Rede ist. Kommunikation wird damit auf alltägliche Prozesse innerhalb des Unterrichtsgeschehens heruntergebrochen. Die gesellschaftliche Bedeutung fachbezogener Kommunikationskompetenz wird so ein wenig in den Hintergrund gerückt.

K 1	... tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus
K 2	... unterscheiden zwischen Alltagssprachlicher und fachsprachlicher Beschreibung von Phänomenen
K 3	... recherchieren in unterschiedlichen Quellen
K 4	... beschreiben den Aufbau einfacher technischer Geräte und deren Wirkungsweise
K 5	... dokumentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit
K 6	... präsentieren die Ergebnisse ihrer Arbeit adressatengerecht
K 7	... diskutieren Arbeitsergebnisse und Sachverhalte unter physikalischen Gesichtspunkten

Tab. 1: Standards im Kompetenzbereich Kommunikation: Die Schülerinnen und Schüler ...

ken, die beim adressatenspezifischen Präsentieren unweigerlich einbezogen werden müssen (K6).

Erwirbt man allgemeine Kommunikationskompetenzen nicht besser außerhalb des Physikunterrichts?

In vielen Schulcurricula finden sich spezielle Methodenwochen, in denen allgemeine Methoden und Techniken der Kommunikation gezielt vermittelt werden. Allerdings darf man die Wirkung von inhaltsunabhängigem Methodenlernen auch nicht überschätzen (vgl. [8]). Es ist nicht zu erwarten, dass ein Referat im Physikunterricht schon dadurch gelingt, dass zuvor Referatstechniken an beliebigen selbst gewählten Themen geübt wurden. Unweigerlich gehen auch hier physikspezifische Kompetenzen ein.

Wenn aber das Erstellen von Postern, das Halten von Vorträgen oder das Erarbeiten einer Powerpoint-Präsentation das Ergebnis eines fachlichen Lernprozesses ist, das der Expertise eines Fachkundigen bedarf, dann muss dies auch im Physikunterricht zum Thema gemacht, geübt und bewertet werden. Dass derartige Unterrichtselemente zusätzlich den Unterricht beleben, ihn lebensnäher machen und einen hohen motivierenden Charakter haben, kommt als didaktisches Argument noch hinzu.

Um den Physikunterricht nicht zu stark zu überfrachten, kann die Förderung von allgemeinen Kompetenzen, die mit den fachspezifischen Kompetenzen untrennbar verknüpft sind, in einem ersten Schritt z. B. darin bestehen, dass Kriterien für gelungene Kommunikation (Referate, Präsentation, Diskussion ...) formuliert und angewendet werden. Beispiele dafür finden sich in Beiträgen in diesem Heft (s. S. 20, 23 und 30).

Wo hat die Förderung von Kommunikationskompetenz im Physikunterricht ihren besonderen Platz?

Wenn Kommunikationskompetenzen effektiv gefördert werden sollen, bedarf es eines bewussten Nachdenkens über das Kommunizieren. Im Folgenden sind einige Unterrichtselemente beschrieben, bei denen sich das Thematisieren von Kommunikationsprozessen im Physikunterricht besonders anbietet.

Präsentationen, Referate und Inszenierungen

Präsentationen vor fremdem Publikum verlangen in besonderer Weise, die Kommunikation bewusst zu planen und zu gestalten. Der Beitrag von Lutz Schäfer auf S. 22–27 illustriert dies eindrucksvoll am Beispiel einer interaktiven Physikshow. Projekte, in denen Schulklassen in Kindergärten oder Grundschulklassen physikalische Themen bearbeiten, sind ein weiteres Beispiel dafür [9]. Aber auch Präsentationen beim Elternabend oder beim Schulfest können für diese Zwecke genutzt werden. Referate innerhalb der Klasse sind ein weiteres Feld für die gezielte Förderung von Kommunikationskompetenzen.

Das Unterrichtsbeispiel von Michel Sach auf S. 14–21 geht noch einen Schritt weiter. Hier basiert der Unterricht auf dem Konzept der Themenzentrierten Interaktion, bei der die Inszenierung eines selbst erarbeiteten Sachverhaltes und die Kommunikation in der Gruppe im Zentrum stehen.

Expertengespräche

Eine andere Möglichkeit, Kommunikation zum Thema zu machen, ist das Einbeziehen von außerschulischen Gesprächspartnern. Hier wird zwangsläufig der schulische Kontext verlassen, und es entstehen ungewohnte kommunikative Herausforderungen. Der Besuch in einem Schülerlabor kann in diesem Sinne genutzt werden (s. S. 28–31).

Weitere Beispiele für Formen der Einbindung von Experten sind:

- Schülerinnen und Schüler führen in Kleingruppen Interviews mit verschiedenen Experten durch.
- Einzelne Experten halten einen kurzen Vortrag und stellen sich dann der Diskussion mit der Klasse.
- Eine Klasse lädt andere Schulklassen oder Eltern als Zuhörer des Expertengesprächs ein. Die Klasse führt zu Beginn mit einer Präsentation in das Thema ein, bevor der Experte seinen Vortrag beginnt. Je nach Größe der Veranstaltung kann ein Nachgespräch zwischen der Lerngruppe und dem Experten ertragreich sein.
- Verschiedene Experten werden zu einer Podiumsdiskussion eingeladen.

Langfristig kann auf diese Weise auch das „Informationsmonopol“ der Lehrkraft aufgeweicht und dadurch eine Veränderung gewohnter Kommunikationsstrukturen erreicht werden [10].

Diskussionen zu gesellschaftlich relevanten Themen

In der anspruchsvollsten Form werden kommunikative Kompetenzen und Bewertungskompetenzen verlangt, wenn gesellschaftspolitische Fragen mit naturwissenschaftlichem Bezug diskutiert werden. Dies geschieht im Unterricht meist nicht in einer offenen Diskussion, sondern in Form von Planspielen oder strukturierten Pro-und-contra-Debatten (s. Beispiel auf S. 32–35).

Mit Unterrichtsmethoden dieser Art sind Physiklehrkräfte meist wenig vertraut, während z. B. im Sprach- und Politikunterricht das Debattieren und Diskutieren durchaus geläufige Themen des Unterrichts sind. Dass diese Methoden auch im naturwissenschaftlichen Unterricht ihren berechtigten Platz haben, dafür lassen sich verschiedene Argumente anführen:

- „Scientific literacy“ als Ziel naturwissenschaftlicher Bildung meint, dass die Teilhabe an einer von Naturwissenschaft und Technik geprägten Kultur ermöglicht wird. Dies beinhaltet im Kern auch die „Kompetenz für die gesellschaftliche Partizipation, für die Beteiligung am Diskurs und an Entscheidungen über naturwissenschaftliche und technische Entwicklungen und ihre Anwendungen. ... Freilich stellt diese Funktion hohe Anforderungen an die Kompetenz. Erforderlich sind einschlägiges Grundwissen, ein Verständnis naturwissenschaftlicher Arbeitsweisen und das Bewusstsein der Grenzen des naturwissenschaftlichen Denkens und Wissens.“ ([11], S. 194) Wenn dies das Ziel des Unterrichts ist, dann sollte der Physikunterricht sich nicht nur auf die Bereitstellung der fachlichen Informationen konzentrieren, sondern beispielhaft auch entsprechende Diskurse abbilden.
- Diskussionen, Debatten und Planspiele bieten vielfältige Möglichkeiten, um die oben dargestellten Aspekte von Kommunikationskompetenz umzusetzen. Vor allem bieten sie

besondere Gelegenheiten, die Verwendung von Fachsprache in Alltagskontexten zu üben, kritisch mit aktuellen populärwissenschaftlichen Texten zu arbeiten und zielgerichtet zu recherchieren.

- Am Beispiel einer Debatte oder eines Planspiels kann den Schülerinnen und Schülern anschaulich deutlich werden, in welcher Weise physikalisches Wissen in aktuelle Entscheidungen einfließt. Die Schülerinnen und Schüler können erkennen, dass naturwissenschaftliches Wissen allein meist nicht ausreicht, um eine angemessene Entscheidung zu treffen. Damit wird ein Kern des Kompetenzbereichs Bewerten berührt und ein Nachdenken *über* Naturwissenschaften angeregt (vgl. Themenheft 103 „Was ist Physik?“ 01/08).
- Nicht zuletzt sei erwähnt, dass Themen mit aktuellen gesellschaftlichen Bezügen auf großes Interesse bei Jungen und Mädchen stoßen [12]. Der Sinn einer Beschäftigung mit derartigen Themen erschließt sich unmittelbar.

Um das fachbezogene Kommunizieren in den Vordergrund rücken zu können, empfiehlt es sich, ein derartiges Unterrichtsvorhaben in Rücksprache mit den Lehrkräften aus dem Deutsch- und Fremdsprachenunterricht sowie dem Politikunterricht zu planen, um von deren Erfahrungen zu profitieren und im Unterricht an Vorerfahrungen aus anderen Fächern anknüpfen zu können.

Einschränkend muss gesagt werden, dass sich die in der Literatur bislang aufgeführten Beispiele in der Mehrheit auf Themenbereiche beziehen, die in der Biologie oder Chemie angesiedelt sind. Themen mit Bezug zur Physik betreffen meist die Kernenergie, die Energieversorgung, Elektrosmog und die Klimaproblematik. Die Zahl der gesellschaftspolitischen Themen, die sich für den Physikunterricht eignen, kann jedoch durch kreative Unterrichtsprojekte noch deutlich erweitert werden.

Argumentieren

In Situationen, in denen Schülerinnen und Schüler sich argumentativ über Sachverhalte auseinandersetzen, kommen sowohl Kommunikations- als auch Bewertungskompetenzen zum Tragen. Informationen müssen erarbeitet, Argumente müssen formuliert und auf das Gegenüber abgestimmt werden, Argumente müssen abgewogen, in ihrer sachlichen Richtigkeit beurteilt und mit eigenen Vorstellungen verglichen werden.

Argumentative Auseinandersetzungen werden z. B. erwartet, wenn Schülerinnen und Schüler komplexe Problemstellungen in Partner- oder Gruppenarbeit bearbeiten. Im Unterricht wird dabei in der Regel vorausgesetzt, dass die Schülerinnen und Schüler die erforderlichen Kompetenzen zur Kommunikation und Bewertung bereits mitbringen. Analysen von Kleingruppengesprächen belegen jedoch, dass der Anteil sachbezogener Kommunikation insgesamt gering ist [13] und die Kommunikation insgesamt – zumindest in der Hauptschule – auf einem niedrigen Komplexitätsniveau stattfindet [14].

Durch Kooperationskripts kann die sachbezogene Kommunikation angeregt und unterstützt werden. Beim Partner- oder Gruppenpuzzle z. B. arbeiten sich Schülerinnen und Schüler in der Erarbeitungsphase in ein Thema ein, das sie in der Austauschphase mit anderen Partnern diskutieren. Mit speziellen Aufforderungen (s. Beispiele in **Kasten 2**) kann die Aufmerksam-

Aufforderungen zur Förderung physikbezogener Kommunikation im Gruppenpuzzle

Erarbeitungsphase (Beispiele)

- Schreibe Schlüsselwörter auf, die für deine Erklärung wichtig sind. Fordere den Partner auf, deine Erklärung mithilfe der Schlüsselwörter zu wiederholen.
- Fertige eine angemessene Skizze zur Unterstützung deiner Erklärung an.
- Achte darauf, dass dein Partner deinen Ausführungen folgen kann. Begründe deine Überlegungen.

Austauschphase (Beispiele)

- Höre deinem Partner genau zu und achte auf Unklarheiten oder Unsicherheiten in der Argumentation.
- Achte darauf, ob alle Überlegungen gut begründet sind.
- Gib deinem Partner eine angemessene Rückmeldung zur Art der Präsentation (Verständlichkeit, ausreichende Begründungen, logischer Aufbau).

keit in beiden Phasen bewusst auf Kommunikationsaspekte gelenkt werden.

In einem früheren Heft dieser Zeitschrift wurde das Thema „Argumentieren“ bereits gesondert aufgegriffen (Heft 107, 5/08; s. a. [15]). Dort wird in einer Reihe von Beispielen gezeigt, wie das Argumentieren im Unterricht zum Thema gemacht und geübt werden kann. Ein Beispiel dafür sind die sog. Concept Cartoons. Martin Ernst Kraus weist im Basisartikel des Heftes darauf hin, dass auch der Deutschunterricht im Zusammenhang mit der Erörterung z. B. dazu beitragen kann, grundlegende Kompetenzen zu üben, nämlich:

- „Unterscheidung von Behauptung und Begründung;
- Angabe von Gründen, d. h. Fakten, Grundsätze, Beispiele, Erläuterungen;
- Wertung und Gewichtung von einzelnen Argumenten;
- Sprachliche Darstellung logischer Zusammenhänge, beispielsweise wann welche Konjunktion angemessen ist.“ ([16], S. 211)

Eine Methode, wie auf einfache Weise das Argumentieren angeregt werden kann, ist auch die Methode Platzdeckchen (s. S. 36–38).

Fachsprache und Physiktexte

Das Thema „Kommunikation im Unterricht“ ist eng verknüpft mit den Themen Fachsprache und Lernen mit Texten. Dazu sind in dieser Zeitschrift bereits drei Hefte erschienen („Sprache“, Heft 87, 3/05; „Physiktexte lesen und verstehen“, Heft 95, 05/07; „Physiktexte verfassen“, Heft 104, 06/08). In diesen Heften finden sich jeweils zahlreiche Anregungen, wie kom-

munkative Kompetenzen angebahnt und gefördert werden können.

Wissenschaftliches Kommunizieren

Um fachbezogene Kommunikation zum Thema des Physikunterrichts zu machen, können auch Exkurse in die Wissenschaftsgeschichte anregend sein. Sie können die Wechselbeziehungen zwischen Kommunikationsformen und Wissenschaftsentwicklungen deutlich machen und so die Bedeutung von Kommunikation für die Naturwissenschaft beleuchten und gleichzeitig ein Nachdenken über die Naturwissenschaften anregen. Entsprechende für den Unterricht nutzbare Aspekte sind im Beitrag von Michel Barth auf S.39–44 zusammengestellt.

Resümee und Ausblick

Die Beiträge in diesem Heft bewegen sich im Spannungsfeld von fachspezifischer und allgemeiner Kommunikationskompetenz. Die Vorschläge reichen dabei vom Versuch, physikalische Kommunikationskompetenz zu modellieren und in Testaufgaben zu fassen (s. S.9–13), hin zu Unterrichtsvorschlägen, die Physikunterricht grundsätzlich kommunikativ ausrichten.

Unabhängig von den offenen Fragen in Bezug auf die Bildungsstandards halten wir die Förderung von fachbezogener, aber auch von übergeordneter Kommunikationskompetenz in naturwissenschaftlichen Zusammenhängen für wichtig. Wir orientieren uns in diesem Heft zwar an den übergeordneten Zielvorgaben der Bildungsstandards, nicht jedoch an den konkreten Kompetenzen. Uns geht es weniger darum, weitere Aufgabenbeispiele zur Illustration der Standards zu präsentieren. ¹⁾ Uns geht es in diesem Heft vor allem darum, an Unterrichtsbeispielen zu zeigen, wie Physikunterricht aussehen kann, der der Kommunikation eine besondere Bedeutung beimisst und damit Anlässe für das Nachdenken *über Kommunikation* im Physikunterricht bietet. Auf diese Weise möchten wir einen etwas anderen Blick auf die Förderung von Kommunikationskompetenzen im Physikunterricht richten und die nach wie vor offene Diskussion über eine sinnvolle Ausgestaltung dieses Kompetenzbereichs mit Unterrichtsbeispielen anreichern.

In allen dargestellten Unterrichtsbeispielen spielt die sach- und fachbezogene Kommunikation innerhalb der Lerngruppe oder auch mit anderen für das Unterrichtsgeschehen eine zentrale Rolle. Wichtig war uns zu zeigen, dass in diesem Unterricht nicht einfach beliebig kommuniziert wird, sondern dass dort das Kommunizieren über einen naturwissenschaftlichen Sachverhalt gelernt wird, indem über das Kommunizieren reflektiert wird.

Mit dieser Blickrichtung lassen sich auch kleinere Situationen im traditionellen Unterricht als kommunikative Lernsituationen erkennen und gestalten. Es bedarf zur Weiterentwicklung des Physikunterrichts mit Blick auf „scientific literacy“ einer besonderen Aufmerksamkeit für Aspekte der Kommunikation. Wenn diese neue Aufmerksamkeit als gemeinsame Aufgabe der fachdidaktischen Forschung und der täglichen Unterrichtspraxis einer Physikfachschaft verstanden wird, können die Bildungsstandards für Physik als Motoren der Unterrichtsentwicklung wirksam werden.

Anmerkung

1) Beispiele für entsprechende Aufgaben findet man im Themenheft „Standards“ (Heft97, 1/2007) dieser Zeitschrift.

Literatur

- [1] KMK: Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss. München: Luchterhand, 2005.
- [2] Gräber, Wolfgang; Nentwig, Peter; Koballa, Thomas; Evans, Robert: Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung. Opladen: Leske + Budrich, 2002.
- [3] Duit, Reinders: Ziele für den naturwissenschaftlichen Unterricht – Anspruch und Realität. In: Plus Lucis (1997), Nr. 1, S. 3–13. – <http://pluslucis.univie.ac.at/PlusLucis/971/duit.pdf>
- [4] Duit, Reinders; Gropengießer, Harald; Stäudel, Lutz: Naturwissenschaftliches Arbeiten. Unterricht und Material 5–10. Seelze: Friedrich Verlag, 2007.
- [5] Kraus, Martin: Kompetenzen fördern statt fordern. In: MNU 63 (2010), Nr. 1, S. 56–59.
- [6] Kulgemeyer, Christoph; Schecker, Horst: Physikalische Darstellungsformen. Ein Beitrag zur Klärung von „Kommunikationskompetenz“. In: MNU 62 (2009), Nr. 6, S. 328–331.
- [7] Guldemann, Titus: Das Lernen verstehen – eine Voraussetzung für die Lern diagnose. In: Schulverwaltung spezial (2003), Nr. 2, S. 4–8.
- [8] Gruschka, Andreas; Martin, Ellen: Die Auseinandersetzung um Klipperts Methodentraining. – <http://www.uni-frankfurt.de/fb/fb04/forschung/klippert.html>
- [9] Zinn, Bernd: Physik lernen, um Physik zu lehren. Schülerinnen und Schüler der Sekundarstufe als „Lehrerin“ der „Lehrer“. In: NiU Physik 20 (2009), Nr. 111/112, S. 170–176.
- [10] Bussmann, Markus: Zusammenarbeit mit außerschulischen Experten. Expertengespräche öffnen die Schule und verändern die Rollen von Lehrern und Schülern. In: Pädagogik 54 (2002) Nr. 11, S. 28–30.
- [11] Baumert, Jürgen; Klieme, Eckhardt; Neubrand, Michael et al. (Hrsg.): PISA 2000. Opladen: Leske + Budrich, 2001.
- [12] Muckenfuß, Heinz: Orientierungswissen und Verfügungswissen. Zur Ablehnung des Physikunterrichts durch die Mädchen. In: NiU Physik 7 (1996), Nr. 31, S. 20–25.
- [13] Franke-Braun, Gudrun: Aufgaben mit gestuften Lernhilfen. Ein Aufgabenformat zur Förderung der sachbezogenen Kommunikation und Lernleistung für den naturwissenschaftlichen Unterricht. Berlin: Logos, 2008.
- [14] Hegeler-Burkhardt, Gerd; Welzel, Manuela: Die Entwicklung der inhaltlichen und fachsprachlichen Kommunikation von Hauptschülern im Physikunterricht. In: Pitton, Anja: Chemie- und physikdidaktische Forschung und naturwissenschaftliche Bildung. Münster: Lit-Verlag, 2004, S. 144–146.
- [15] Kraus, Martin; von Aufschnaiter, Claudia: Physikalisch argumentieren lernen. Methoden zur Förderung diskursiver Kompetenz. In: NiU Physik 16 (2005), Nr. 87, S. 92–97.
- [16] Kraus, Martin: Argumentationsanlässe im Unterricht. Hinweise und Anregungen zum Einsatz von Cartoons und Teilargumentationen. In: NiU Physik 19 (2008), Nr. 107, S. 210–211.