

# Wissenschaftsverständnis und curriculare Ziele

## Was der Blick über den Zaun uns lehren kann

Von Robert Evans und Lutz Stäudel

Ein wichtiger Ertrag des kürzlich abgeschlossenen EU-Projekts „*Mind the Gap*“ [1] entwickelte sich aus der Möglichkeit, die jeweiligen Vorstellungen von *Scientific Literacy* für zunächst drei der teilnehmenden Länder zu konfrontieren, nämlich für Dänemark, England/Wales und Ungarn. Zur Unterstützung dieses vergleichenden Blicks wurden zentrale Aussagen zur naturwissenschaftlichen Grundbildung mittels eines speziellen Programmes visualisiert, und zwar als gewichtete Concept-Maps (vgl. **Info 1**). Mit dem gleichen Programm wurden auch zentrale Aussagen der deutschen

Bildungsstandards in eine Map umgesetzt, sodass sie in die Diskussion und eine vergleichende Betrachtung einbezogen werden konnten (vgl. **Abb. 1**). Auch wenn das benutzte Verfahren stellenweise dazu führt, dass bestimmte Aspekte möglicherweise über- oder unterbewertet werden, so lassen die Maps dennoch qualitativ bedeutsame Interpretationen zu, besonders dann, wenn die in der Regel gut bekannten Bedingungen des kulturellen, gesellschaftlichen und bildungspolitischen Umfeldes zur Erklärung einbezogen werden. Selbst dann, wenn konkrete Formulierungen – etwa

bei der Abfassung deutscher Standards – einer gewissen Zufälligkeit unterworfen waren, spiegeln jene Aussagen dennoch das wider, was zum gegebenen Zeitpunkt einvernehmlich formuliert werden konnte und was als durchsetzungsfähig galt und noch gilt. Die so im Folgenden interpretierten nationalen Landkarten der naturwissenschaftlichen Grundbildung sollen dabei zugleich auch einen Blick ermöglichen, welche Unterschiede es gibt in der jeweiligen Sicht der „Natur der Naturwissenschaften“ und davon, was das für das Lehren und Lernen bedeutet.

INFO 1

### Die Methode: Von der naturwissenschaftlichen Grundbildung zur Map

Zuerst wird der Text, der beschreibt, wie jeweils naturwissenschaftliche Grundbildung definiert ist, in die ihn konstituierenden Sätze zerlegt. Wenn nötig werden die Sätze durch ein handelndes Subjekt ergänzt, z.B. „der Schüler“, das eine Aktion in einem Kontext mit einem bestimmten Ziel ausführt. Durch diese Transformation soll deutlich werden, wozu eine naturwissenschaftlich gebildete Person definitionsgemäß in der Lage sein sollte. Diese Sätze bestehen in der Regel aus einer Mischung verschiedener Elemente, die Handlungen, Konzepte oder Kontexte beschreiben. Vor der weiteren Verarbeitung werden diese Sätze so dekonstruiert, dass jeder nur eine einzige Aussage enthält. Beispielsweise wird aus dem Satz „Die Schüler können naturwissenschaftliche Modelle und Experimente im Unterricht und im Alltag benutzen und reflektieren“ ein Set von acht Sätzen von folgender Art: „Der Schüler kann naturwissenschaftliche Modelle im Unterricht benutzen“. Aus den transformierten Sätzen werden Strings gebildet, in denen der Akteur durch einen Pfeil mit dem Verb (und den weiteren Satzelementen) verknüpft wird: „Schüler“ → „benutzen“. Ergänzende Wörter wie „kann“ werden auf

dem Pfeil platziert, so bleibt die Struktur übersichtlich und der Sinn des Textes bleibt erhalten. In der sich ergebenden Map wird das Gewicht jeder Verbindung visuell durch die Dicke der Pfeile abgebildet, dieses Gewicht ergibt sich aus der Anzahl der entsprechenden Verknüpfungen. Auch die Größe der Kreise (knots) hat eine Bedeutung: Sie ist proportional der Summe aller gewichteten Verbindungen von und zu dem jeweiligen Begriff. Abgesehen von Anfang und Ende der gebildeten Strings ist die Größe eines Knotens proportional der Anzahl, wie oft ein Wort in den transformierten Sätzen auftritt, multipliziert mit 2. Die am Ende entstehende Form der Map ergibt sich zum einen durch Anwendung des sog. Kamada-Kawai-Algorithmus ([http://en.wikipedia.org/wiki/Force-based\\_algorithms\\_%28graph\\_drawing%29](http://en.wikipedia.org/wiki/Force-based_algorithms_%28graph_drawing%29)), zum anderen durch manuelles Verschieben der Knoten, die übereinander oder nahe nebeneinander zu liegen kommen. Zur Berechnung wurde die frei zugängliche Software Pajek verwendet (<http://pajek.imfm.si/doku.php?id=pajek>).

Jesper Bruun (Kopenhagen)



über Wissenschaft. Die Betonung liegt meist auf „*doing science*“, also auf dem praktischen naturwissenschaftlichen Arbeiten; dagegen galt bis vor kurzem die naturwissenschaftliche Methode des (systematischen) Problemlösens als nachrangig. Die Knoten „Hypothesen aufstellen“ und „Modelle bilden“ sind entsprechend auch neuere Ergänzungen des dänischen Naturwissenschaftskonzepts.

Eine weitere wichtige Dimension dänischer Naturwissenschaftsbildung stellt die Verknüpfung fachlicher Inhalte mit gesellschaftlichen Fragen dar, dies entspricht ganz den starken sozialen und demokratischen Traditionen in der dänischen Gesellschaft. Entsprechend finden sich in der Map Knoten wie „gesellschaftliche Entwicklung“, „ethische Perspektiven“ und „Meinungen über Probleme mit naturwissenschaftlichen Aspekten“. Naturwissenschaft wird als ein wichtiger Faktor für die Entwicklung demokratischer Werte verstanden. Auch vielen dänischen Eltern ist die Herausbildung sozialer und demokratischer Einstellungen qua Auseinandersetzung mit Wissenschaft wichtiger als die naturwissenschaftlichen Inhalte.

Die Map zeigt auch, dass die Verbindung von naturwissenschaftlichen Inhalten mit gesellschaftlichen Werten durch eine vergleichsweise offene Struktur der Unterrichtsziele erleichtert wird. Diese beabsichtigte Offenheit lässt für Lehrer und Schüler an vielen Stellen Entscheidungen zu, z. B. Fragestellungen der Schüler oder gesellschaftliche Probleme im Zusammenhang mit einem Thema zu berücksichtigen. Die dänischen Aussagen zur naturwissenschaftlichen Grundbildung stellen so eher einen Rahmen dar, innerhalb dessen Lehrer und Schüler sich entwickeln können, als eine Folge vorgeschriebener curricularer Ziele.

Ein weiterer Eckpfeiler des dänischen Bildungssystems ist die Entwicklung der Kommunikation zwischen den Schülern (vgl. „Dialog“ und „Kommunikation von naturwissenschaftlichen Themen“ in der Map). In Dänemark wird es in vielen Fällen als wichtiger betrachtet, dass Schüler über naturwissenschaftliche Fragestellungen sprechen und sie diskutieren können, als dass sie die Fachsprache und den zugehörigen Wortschatz möglichst umfassend erwerben. „Wissen“,

auch das zeigt die Map, ist entsprechend nicht das Endziel von *Scientific literacy* in Dänemark, sondern eine Station auf dem Weg zur Anwendung von Wissen in sozio-kulturellen Kontexten.

Was die dänische Map nicht direkt zeigt, dennoch aber prägend ist für das Schulwesen, ist die Wertschätzung des Arbeitens in kleinen Gruppen. In den oberen Klassen der Mittelstufe entfällt auf fachübergreifendes Arbeiten etwa 10 % der Unterrichtszeit. Jede Schule weist entsprechende Schwerpunkte aus, die drei Fächer miteinander verknüpfen. Da solche Schwerpunkte oft einen Naturwissenschaftskurs einschließen, tragen auch andere Disziplinen nicht unerheblich dazu bei, die Ziele naturwissenschaftlicher Grundbildung zu realisieren.

Schließlich ermöglicht die dänische Zielstruktur auch einen Unterricht im Sinne von *Inquiry based Science Teaching* (IBST), der mit gesellschaftlichen Fragen verbunden ist. Die Schüler können auf Basis ihrer Beobachtungen und Erfahrungen Fragen vorschlagen, um sie dann in Kleingruppenarbeit zu bearbeiten. Da viele Lehrer jedoch (noch) nicht über ein tiefes Verständnis des Konzepts von IBST verfügen, ist die umfassende Aktivierung der Schüler im Sinne dieses Konzepts bislang erst teilweise realisiert.

## England/Wales

Die Map für England und Wales zeigt, dass hier die Betonung im Unterricht darauf liegt, die Natur des naturwissenschaftlichen Forschungsprozesses zu verstehen, ebenso die Einbettung von wissenschaftlicher Erkenntnis in ihrem sozialen Kontext. Die Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Aussagen auf Basis naturwissenschaftlicher Untersuchungen zu gewinnen, sie zu kommunizieren und zu bewerten. Im nationalen Curriculum kommt dies heute zum Ausdruck durch Strukturelemente wie „Kenntnisse, Fertigkeiten und Verständnis“, „wie Wissenschaft funktioniert“ und durch die „Breite des Lernens“.

In der interaktiven Map erkennt man eine starke Verbindung zwischen „Schüler“ und „benützen/wenden an“ (use), entsprechend der praktischen Orientierung des Lehrplans. Zu den spezifischen Bereichen naturwissenschaftlicher

Grundbildung gibt es entsprechend Aussagen wie die folgende: „Die Schüler sollen fähig sein, Hilfsmittel zu benutzen, um Naturwissenschaft zu erlernen, Daten und Fakten für Schlussfolgerungen zu nutzen und sie zu bewerten und Ergebnisse in vielfältiger Weise mit Hilfe fachlicher Darstellungsformen zu präsentieren“. Verben wie „verstehen“, „präsentieren“, „Schlussfolgerungen ziehen“ und „Daten sammeln“ sind daher charakteristisch für die Vorstellung von naturwissenschaftlicher Grundbildung in England und Wales. In der Map hervorgehoben finden sich des Weiteren Begriffe wie „Symbol“, „Konvention“, „Sprache“, „Werkzeug“ und „Information“, als Repräsentanten der Aspekte der Kommunikation und Repräsentation im *Scientific Literacy* Konzept. Die Adjektive „technisch“, „sozial“, „umweltbezogen“ und „zeitgenössisch“ markieren die Verbindung zwischen naturwissenschaftlicher Erkenntnis und Wissen einerseits und deren gesellschaftlicher Kontexte andererseits.

Weitere wichtige Elemente in der Map sind Adjektive wie „technologisch“ und „mathematisch“: Sie charakterisieren die fächerübergreifenden Bezüge naturwissenschaftlicher Grundbildung, gekennzeichnet durch mathematische Sprache und gemeinsame Werkzeuge; „Repräsentation“ verweist auf die damit verbundenen kommunikativen Fähigkeiten. In der Map präsent ist auch die „Arbeit in kleinen Gruppen“, ebenso ICT, welche von Lehrkräften allgemein als nützlich für Lehren und Lernen empfohlen werden.

Im Vergleich zu den anderen untersuchten Ländern zeigt die Map von England und Wales einen eher allgemeinen Charakter als detaillierte Anforderungen an *Scientific literacy*. Dies hängt vermutlich mit der Struktur des englischen Schulsystems zusammen, in dem die nationalen Richtlinien von den Prüfungsausschüssen in detaillierte Lehrpläne umgesetzt werden.

## Ungarn

In der Map für Ungarn spiegelt sich deutlich die Geschichte dieses Landes wider. Offizielle Publikationen zum ungarischen Schulwesen [2, 3] sehen zu-

nächst eine scholastische Prägung der Erziehung in ihrem Land, ausgehend vom Mittelalter, später gepaart mit Einflüssen aus Preußen. Dies erklärt die Dominanz von Aussagen wie „*die Schüler sollen lernen, verstehen, Wissen erwerben und erkennen*“. Nicht ohne Einfluss war sicher auch die in Ungarn vorherrschende katholische Kirche: Das resultierende Erziehungsverständnis war geprägt von Drill, von der Vorstellung, man könne Wissen „vermitteln“, es wies autoritäre Strukturen auf und war männlich dominiert – mit entsprechendem Druck auf die Lernenden [vgl. 2].

Die Vorgaben für die Schulen zeigten sich entsprechend anspruchsvoll und zugleich bürokratisch: Mit großer Gründlichkeit und sehr spezifisch wird für jeden Lernenden aufgelistet, was zu lernen sei – entsprechend der in der Vergangenheit herrschenden Vorstellung, dass Bildung nur durch eine weitgehende Festlegung im Detail sichergestellt werden könnte. Auch die aktuelle Map der ungarischen Interpretation von *Scientific Literacy* weist noch eine Vielzahl von Details auf.

Ein weiterer Mythos war der, dass Wissenschaft Probleme *durch Wissen lösen* könne. Folglich war derjenige naturwissenschaftlich gebildet, der eine Vielzahl naturwissenschaftlicher Inhalte gelernt hatte, wohingegen das Verständnis des Prozesshaften, des naturwissenschaftlichen Vorgehens, nicht zählte. Diese nicht-Prozess-orientierten Traditionen der Bildung wurden während der kommunistischen Ära nach dem Zweiten Weltkrieg weiter gepflegt, da sie zu der Vorstellung passten, dass der Staat so zu jedem Zeitpunkt die Kontrolle darüber hätte, was in einem Klassenzimmer geschieht. Die große Zahl zu lernender Themen war ganz im Sinn dieser Kontrollvorstellung, auch dass *Inhalt* stets vor *Prozess* kam. Schließlich war die Fähigkeit, selbstständig Probleme lösen zu können, in diesem System nicht erwünscht und wurde auch nicht gefördert, die Schüler sollten lediglich *wissen*. Die Lehrkräfte hatten regelrecht Angst, Naturwissenschaften in der Weise zu unterrichten, dass dabei Meinungen *über etwas* gefragt waren. Als Folge sucht man auch heute in der ungarischen Map vergebens nach Stichworten wie *Meinung* oder *Unterstützung der individuellen Meinungsbildung*.

Auch der Umgang mit Misskonzepten ist in spezifischer Weise geprägt: Naive (unwissenschaftliche) Vorstellungen wurden aus einer antireligiösen Haltung heraus, die jede subjektive Theorie ablehnt, bei den Schülern bekämpft. Fehlvorstellungen sollten identifiziert und die Lernenden davon befreit werden. Naturwissenschaftliche Grundbildung hatte so auch die Aufgabe, durch die richtige Erklärung der Welt alternative – religiöse – Vorstellungen zurückzudrängen. Entsprechende Ziele gibt es auch heute noch im ungarischen Bildungswesen, inzwischen aber als Bestandteil von international anerkannten Auffassungen über die Rolle der Wissenschaft.

Seit 1989 haben inzwischen auch prozesshafte Elemente von Naturwissenschaft, die Verstehen und Denken ebenso erfordern wie Wissen, Eingang in das ungarische *science literacy* Konzept gefunden. Dies manifestiert sich in Begriffen wie „Durchführung und Planung von Experimenten, Beobachten“ sowie der evidenzbasierten Formulierung von Lösungen für naturwissenschaftliche Fragestellungen. Die Bezüge der praktischen experimentellen Arbeit und des naturwissenschaftlichen Denkens zu alltäglichen Problemen bleiben aber nach wie vor schwach, verglichen mit den ausgeprägteren Strukturen, die sich auf eine über hundertjährige Tradition stützen.

## Deutschland

Für Deutschland eine entsprechende Map zur naturwissenschaftlichen Grundbildung zu erstellen, stößt schnell an strukturelle Grenzen: Wegen der Kulturhoheit der Länder gestalten sich Lehrpläne und Unterricht in den Naturwissenschaften von Bundesland zu Bundesland ausgesprochen unterschiedlich. Diese Situation hat sich jedoch mit Verabschiedung verbindlicher Standards für den mittleren Bildungsabschluss geändert. Zumindest gibt es eine gemeinsame Vorstellung von Bildungszielen, auch wenn die Umsetzung im Einzelnen – etwa in Kerncurricula – unter föderalen Vorbehalten steht. Für die deutsche Map wurde als Basis daher der einleitende Text der Bildungsstandards von 2004 ge-

wählt [4], und zwar in der Fassung für den Chemieunterricht. Die dort getroffenen Aussagen umreißen nach allgemeiner Auffassung zugleich das deutsche Konzept von naturwissenschaftlicher Grundbildung.

Die Map spiegelt auch für Deutschland charakteristische Strukturen wider, die mit der deutschen Bildungsgeschichte zusammenhängen. Naturwissenschaftlicher Unterricht nach Ende des Faschismus zog sich zunächst auf den fachlichen Kern zurück, mied jede Art von politisch-gesellschaftlicher Verquickung, einzig der naturwissenschaftliche Fortschritt galt als akzeptiertes Leitbild. Der Chemieunterricht stellte zunächst die Stoffe ins Zentrum, im Kontext verstärkter Bildungsbemühungen ab Mitte der 60er-Jahre kam es unter dem Stichwort „Allgemeine Chemie“ zu einer „Verwissenschaftlichung“ des Unterrichts, die sich auch in den aktuellen Konzepten zur Grundbildung ausmachen lässt. Die Map zeigt einen ausgeprägten Strang, demzufolge die Schüler naturwissenschaftliche Konzepte nutzen sollen, etwa um stoffliche Veränderungen zu beschreiben. Ähnlich prägnant sind die Verben *erkennen, verstehen* und *identifizieren*. Auch die Kommunikation über naturwissenschaftliche Sachverhalte ist erkennbar. Die Bezüge zu Alltag, Umwelt und Gesellschaft sind durchaus erkennbar, im Vergleich mit Dänemark aber deutlich schwächer ausgeprägt. Primat kommt deutlich den fachlichen Strukturen zu – dies gewiss in Übereinstimmung mit den Traditionen, denn schließlich lösten die naturwissenschaftlichen Fächer gymnasialer Prägung erst spät den naturkundlichen Unterricht der Volksschulen ab. Es scheint, als solle durch eine Vielzahl von Aspekten eine möglichst umfassende Sicht auf naturwissenschaftliche Grundbildung erreicht werden; der orientierende Charakter bleibt dabei eher schwach.

## Zusammenschau

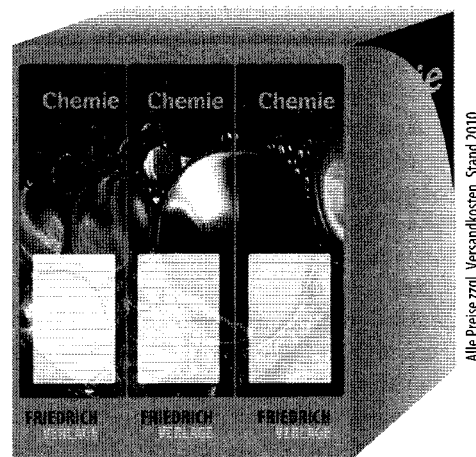
Die unterschiedlichen nationalen Perspektiven dessen, was eine naturwissenschaftlich gebildete Person können sollte, vermitteln zugleich einen Blick auf die Unterschiede in der Wahrnehmung der Natur der Naturwissenschaften. So

## Für mehr Ordnung im Regal: Stehsammler mit Bildmotiv auf Klebeetiketten!

Wohin mit den Zeitschriften und dem Unterrichtsmaterial, das sich über Jahre ansammelt und mal ordentlich archiviert werden müsste? Es gibt eine ganz einfache Lösung: Stehsammler aus fester Pappe für ca. 15 Ausgaben **Unterricht Chemie**. Das Bildmotiv setzt sich aus 3 Klebeetiketten zusammen und lässt ausreichend Raum für Ihre Beschriftung.

**FRIEDRICH**

Unser Leserservice berät Sie gern:  
Telefon: 05 11/4 00 04 -150  
Fax: 05 11/4 00 04 -170  
leserservice@friedrich-verlag.de  
www.friedrich-verlag.de



**Stehsammler-Paket: Unterricht Chemie „Tropfen“**  
3 Stehsammler, 1 Bogen mit 3 Klebeetiketten  
in Farbe, **Bestell-Nr. 510997, € 7,80**

sind in allen vier Ländern Begründungen für *Scientific literacy* zu finden, die sich auf ihre gesellschaftliche Relevanz beziehen, jedoch variiert die Tiefe dieser Argumente erheblich. Für England/Wales und Dänemark bezieht sich ein großer Teil der Aussagen auf die sozialen und ökologischen Auswirkungen der Naturwissenschaften und schließen auch „ethische“ Erwägungen ein; in Deutschland findet sich die gesellschaftliche Relevanz von naturwissenschaftlicher Grundbildung durch eine vergleichsweise kleine Anzahl von Aussagen repräsentiert – ethischen Implikationen kommen auf der betrachteten Ebene nicht vor. Auch für Ungarn finden sich zahlreiche Wechselwirkungen zu gesellschaftlich relevanten Anwendungen der Naturwissenschaften, in einem Fall kulminierend als „Verantwortung“ für „Probleme“. Diese unterschiedlichen Schwerpunkte eröffnen den Lehrkräften mehr oder weniger große Spielräume, um die Rolle der Naturwissenschaften in Alltag und Gesellschaft zu thematisieren. Man kann davon ausgehen, dass der Umfang solcher Aussagen sich auch in den Unterrichtsmaterialien widerspiegelt, die im jeweiligen Land zur Verknüpfung von Naturwissenschaften und Gesellschaft zur Verfügung stehen: Wo bereits die Definition von *Scientific literacy* den Zusammenhang von Naturwissenschaften und alltäglichem Leben herausstellt, sind die Chancen für entsprechenden Unterricht naturgemäß größer.

Die Länder-Maps zeigen auch eine unterschiedliche Gewichtung von naturwissenschaftlichen Inhalten und

Prozessen. Die deutsche Map wird überwiegend geprägt durch die Begriffe *naturwissenschaftliches Wissen anwenden*, *Basiskonzepte* und Verben wie *erkennen*, *identifizieren*, *verstehen* und *bewerten*, was darauf hinweist, dass es hauptsächlich um tiefes inhaltliches Verstehen geht. Schwächer ausgeprägt sind *hands-on*-Aspekte und das Problemlösen in konkreten Kontexten. Auch die ungarische Map weist verhältnismäßig weniger Aussagen auf, die auf Problemlösungs- und Prozesskompetenz verweisen, insbesondere wenn man hier die Masse der insgesamt genannten Inhalte gegenüberstellt. Im Gegensatz dazu gibt es für England/Wales viele Statements, die sich auf Prozesse beziehen, etwa das *Sammeln und Nutzen von Daten*. Auch die dänische Map stellt mit Begriffen wie *benutzen*, *durchführen* und *modellieren* deutlich die Rolle des Prozesshaften im naturwissenschaftlichen Unterricht heraus. Man kann davon ausgehen, dass solche erheblichen Unterschiede Rückschlüsse auf den Unterricht zulassen, der in England/Wales und Dänemark eher *inquiry based* orientiert ist, denn für Prozess-Ziele sind die traditionellen Methoden der Vermittlung wenig geeignet. Sicher beeinflussen auch andere Faktoren die Unterrichtsmethoden in den betrachteten Ländern, aber die Gleichgewichtigkeit von Prozessen und Inhalten bereits auf der definitorischen Ebene dürften sowohl heute aktive Lehrkräfte beeinflussen wie auch die Ausbildung künftiger Lehrerinnen und Lehrer.

Im Rahmen des Projektes „*Mind the Gap*“ wurden diese nationalen Maps als

Instrumente benutzt, um Lehrkräfte in Workshops der Aus- und Fortbildung mit verschiedenen Interpretationen der *Scientific literacy* zu konfrontieren, damit sie ihre eigenen – nationalen – Ziele ergänzen. So kann es für Lehrkräfte, deren nationale Maps nicht viele inhaltliche Details enthalten, nützlich sein, die ungarischen oder deutschen Maps zu studieren. Umgekehrt sind die dänischen oder englisch/walisischen Maps gute Quellen für Ideen zu einer prozessorientierten Naturwissenschaft im Klassenzimmer.

### Anmerkung

An den Analysen der Maps einschließlich der Skizzierung des jeweiligen gesellschaftlich-kulturellen Hintergrunds wirkten mit:

Für Dänemark: Jens Dolin und Robert Evans, University of Copenhagen.

Für England und Wales: Sibel Erduran, University of Bristol.

Für Ungarn: Mónika Réti, Budapest.

Für Deutschland: Lutz Stäudel.

### Literatur

- [1] Mind the Gap. Learning, Teaching, Research and Policy in Inquiry-Based Science Education. Grant agreement no.: 217725 (led by the University of Oslo)
- [2] Green Book for the Renewal of Hungarian Education. Budapest 2009
- [3] Csermely et al: Wings and Weights. Budapest 2010
- [4] KMK: Bildungsstandards für den mittleren Bildungsabschluss für das Fach Chemie. Bonn 2004. S. 7–10 (download: [http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen\\_beschluesse/2004/2004\\_12\\_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf](http://www.kmk.org/fileadmin/veroeffentlichungen_beschluesse/2004/2004_12_16-Bildungsstandards-Chemie.pdf))