

Ralf Marks*, Marc Stuckey** & Ingo Eilks***

Die gesellschaftliche Dimension naturwissenschaftlich-technischer Sachfragen

Die Perspektive der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer

* marks@uni-bremen.de, Institut für Naturwissenschaften, FB 2 (Biologie/Chemie), Abteilung Chemiedidaktik, Universität Bremen

** mstuckey@uni-bremen.de, Institut für Naturwissenschaften, FB 2 (Biologie/Chemie), Abteilung Chemiedidaktik, Universität Bremen

*** ingo.eilks@uni-bremen.de, Institut für Naturwissenschaften, FB 2 (Biologie/Chemie), Abteilung Chemiedidaktik, Universität Bremen

eingereicht am: 03.11.2013, double-blind review, akzeptiert am: 15.05.2014

Naturwissenschaft und Technik sind allgegenwärtig in unserem Alltag, in Umwelt, Wirtschaft und Gesellschaft. Viele ökologische und ökonomische Herausforderungen stehen im Zusammenhang mit naturwissenschaftlichen Erkenntnissen und ihrer Anwendung. In Österreich verbindet das Fach GW-Unterricht natur- und gesellschaftswissenschaftliche Themen. Es deckt aber nur einen Ausschnitt der gesellschaftlich relevanten naturwissenschaftlich-technischen Sachfragen ab. Eine ausgewogene Bewertung aller dieser Themen muss aber unter Einbezug gesellschaftlicher, wirtschaftlicher oder ethischer Perspektiven stattfinden. Wo ist dann aber der richtige Platz hierüber zu lehren und zu lernen? Dieser Artikel diskutiert aus dem Blickwinkel der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer, insbesondere des Chemie- und Physikunterrichts, wie diese mit gesellschaftlich relevanten techno-naturwissenschaftlichen Fragestellungen umgehen (könnten), um einen Dialog zwischen den verschiedenen Fächern anzustoßen. Er bezieht aber auch Position, dass eigentlich eine besser vernetzte, interdisziplinäre Sicht verschiedener Unterrichtsfächer auf entsprechende Sachfragen am sinnvollsten wäre.

Keywords: Naturwissenschaftlicher Unterricht, Bildung, Gesellschaft, Relevanz, Interdisziplinarität, Bildung für eine nachhaltige Entwicklung

The societal dimension of natural-science/technology issues – The natural-science subjects perspective

Science and technology are ubiquitous in our everyday life, environment, economy and society. Many ecological and economic challenges are connected to findings from science and their application. In Austria the subject of geography connects perspectives from natural and social science on related themes. However, it covers only a portion of the societally relevant techno-scientific issues. In order to gain a balanced view on all these issues, we need to recognise their respective societal, economic and ethical implications. Only – where is the right place to teach and learn about it? From a perspective of the traditional school science subjects, especially chemistry and physics, this paper discusses how these subjects are treating (or might treat) societally relevant techno-scientific issues. The aim is to start a dialogue between the various school subjects, and to plead for a better coordinated and interdisciplinary perspective on these issues involving different school subjects as the most feasible approach.

Keywords: science education, education, society, relevance, interdisciplinarity, education for sustainable development

1 Die gesellschaftliche Dimension naturwissenschaftlicher Bildung

Die Fragestellung aufzuwerfen, ob gesellschaftliche Aspekte naturwissenschaftlich-technischer Sachfragen

besser im gesellschafts- oder naturwissenschaftlichen Unterricht zu behandeln sind, ist natürlich provokativ gemeint – insbesondere in einer Geographie-didaktischen Zeitschrift. So verbinden ja gerade der GW-Unterricht in Österreich oder das Fach Erdkunde/Geo-

graphie in Deutschland beide Perspektiven (z. B. DGfG 2012). Allerdings decken diese Fächer jeweils nur eine Auswahl der für die Gesellschaft und das Individuum relevanten naturwissenschaftlich-technischen Sachfragen ab. So sollte die Thematisierung des Verhältnisses von Mensch, Natur und Gesellschaft im GW- oder Geographieunterricht nicht als Ausreden dienen, dass die anderen naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer (Biologie, Chemie und Physik) die Hinterfragung der gesellschaftlichen Bedeutung ihrer Inhalte ausblenden, wie das in der Vergangenheit häufig der Fall war (Hofstein, Eilks & Bybee 2011). So wurde aus der Vergangenheit immer wieder berichtet, dass der isolierte und sehr stark auf die Fachstruktur ausgerichtete naturwissenschaftliche Unterricht, insbesondere in Chemie und Physik, dazu führt, dass die Lernenden bei der Herstellung von Verknüpfungen zwischen verschiedenen Fachdisziplinen und zu ihrem Alltag allein gelassen werden (Peterßen 2000). So kommt es oftmals zu Lernschwierigkeiten und Fehlvorstellungen; horizontale und vertikale Vernetzungen werden nicht aufgebaut; das erworbene Wissen kann nicht außerhalb des Fachunterrichts angewandt werden (Parchmann, Ralle & Demuth 2000). Auch wird ein solcher Unterricht dem allgemeinbildenden Auftrag auch dieser Fächer, also einer Erziehung zur Selbstbestimmungs-, Mitbestimmungs- und Solidaritätsfähigkeit, nur bedingt gerecht (Sjöström 2013).

Dabei fehlen häufig bereits die Abstimmung und Zusammenarbeit zwischen den Unterrichtsfächern innerhalb von Biologie, Chemie und Physik (Fischler 1997; Eilks & Möllering 2001). Dann wird beispielsweise von Fragen der Schüler/innen berichtet, ob es sich etwa bei den Atomen oder Elektronen im Chemieunterricht um die gleichen handelt wie im Physikunterricht. Wenn schon bei einzelnen Fachbegriffen die Schüler/innen durch eine fehlende Abstimmung der Fächer verwirrt werden, wie sollen sie selbstständig bei komplexen Themen diese Verknüpfungen herstellen, etwa beim Klimawandel? So ist es in der Praxis häufig gerade diese fehlende Vernetzung, die zu einem der Hauptprobleme in den Unterrichtsfächern Che-

mie und Physik führt: Der Unterricht wird von den Schüler/innen als irrelevant empfunden, da das erworbene Wissen von ihnen nicht in Beziehung zu ihrem Leben und Alltag in der Gesellschaft gesetzt werden kann (Parchmann et al. 2000; Stuckey, Hofstein, Mamlok-Naaman & Eilks 2013). Hierin unterscheidet sich der Chemie- und Physikunterricht deutlich vom Fach Biologie, das als lebensnäher bzw. „relevanter“ wahrgenommen wird (Osborne & Collins 2001).

In der Vergangenheit wurden Lehrkräfte der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer immer wieder mit Forderungen konfrontiert, ihren Unterricht auch in Chemie und Physik „relevanter“ zu machen (Holbrook 2005; Jenkins 2005). Dies ist aber durchaus nicht ganz so einfach: Wie es scheint, wird der Begriff der Relevanz doch ganz unterschiedlich interpretiert. Häufig wird er lediglich als Synonym für Interesse oder empfundene Bedeutsamkeit benutzt (Stuckey et al. 2013). Nach der jüngst erschienenen Analyse zum Relevanzbegriff im Kontext der naturwissenschaftlichen Bildung von Stuckey et al. (2013) geht Relevanz aber deutlich über das Interesse der Schüler/innen oder ein Empfinden von Bedeutsamkeit hinaus. Beiträge zum Relevanzbegriff zeigen, dass auch ein Nutzen eine Begründung für Relevanz darstellen kann, auch wenn dieser in der Lernsituation von den Lernenden selber nicht erkannt wird. Beispiele sind die Vorbereitung für weitere Ausbildung, das Offenhalten möglicher Karrieren oder die Vorbereitung auf gesellschaftliche und politische Teilhabe. So hat sich gezeigt, dass die Relevanz naturwissenschaftlicher Bildung verschiedene Dimensionen hat. Darunter findet sich auch eine gesellschaftliche Dimension (Abb. 1), die aber immer noch in vielen Curricula und der Unterrichtspraxis des Chemie- und Physikunterrichts zu häufig vernachlässigt wird (Hofstein et al. 2011).

Vorschläge, diese gesellschaftliche Dimension in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern stärker zu berücksichtigen, sind nicht neu. Dies betrifft auch die Chemie und die Physik. Entsprechende Forderungen sind seit den 1970er Jahren im deutschsprachigen Raum, und darüber hinaus, immer wieder

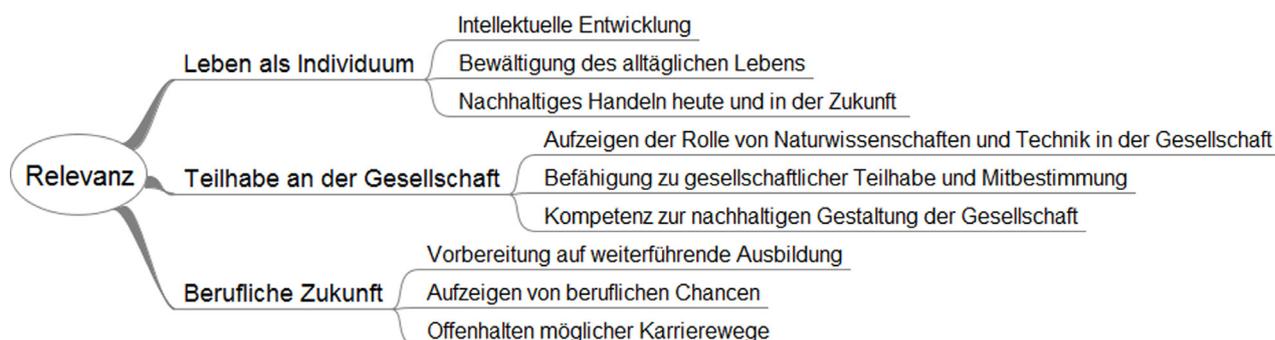


Abb. 1: Dimensionen von Relevanz im Kontext naturwissenschaftlicher Bildung nach Stuckey et al. (2013)

formuliert worden (Marks, Belova, Stuckey & Eilks 2014). Anders aber als in Fächern wie dem österreichischen GW-Unterricht oder Erdkunde/Geographie in Deutschland ist die Umsetzung im Chemie- und Physikunterricht immer noch sehr begrenzt (Hofstein et al. 2011). Dort aber, wo gesellschaftlich ausgerichteter Unterricht in Chemie und Physik umgesetzt wird, hat sich häufig gezeigt, dass solche Fragestellungen, wie sie etwa in Deutschland zunächst erst einmal mit gesellschaftswissenschaftlichen Schulfächern (etwa Politik, Wirtschaft oder Sozialkunde) assoziiert werden, helfen können, den naturwissenschaftlichen Unterricht für die Schüler/innen motivierender und im Sinne von Allgemeinbildung relevanter zu gestalten (Sadler 2004; Stuckey & Eilks 2014). Dies gilt gleichermaßen für intrinsische Anteile von Relevanz, etwa den Interessen der Schüler/innen nachzukommen und Empfinden von Bedeutsamkeit zu steigern, wie für extrinsische. Unter Letzteren finden sich die Vorbereitung für nachhaltiges Handeln heute und in der Zukunft, Kompetenzen zur nachhaltigen Mitgestaltung der Gesellschaft oder die Sicherstellung eines hinreichend großen und entsprechend ausgebildeten Nachwuchses für naturwissenschaftliche und technische Berufe (Stuckey et al. 2013).

Bei einem solchen Ansatz gibt es bzgl. der Anwendung der Naturwissenschaften im gesellschaftlichen Kontext vielfältige Bewertungs- bzw. Beurteilungssituationen. Wo hier die deutschsprachige Naturwissenschaftsdidaktik von Bewertungskompetenz spricht (Sieve, Friedmann & Schanze 2012), spricht man in der Politik- und Geographiedidaktik von Urteilskompetenz (Kayser & Hagemann 2008; Wilhelmi 2007). Die Konzepte überlappen sehr weit und stehen mit anderen Konstrukten, etwa der Gestaltungskompetenz im Zusammenhang der Bildung für eine nachhaltige Entwicklung in engem Zusammenhang (Höbtle & Menthe 2013). Solche Bewertungen bzw. Urteile können nicht ausschließlich naturwissenschaftlich getroffen werden (Marks, Bertram & Eilks 2006). Im Sinne moderner Nachhaltigkeitskonzepte und einer Bildung für nachhaltige Entwicklung sind entsprechende Bewertungen und Urteile immer unter Einbezug ihrer ökologischen, ökonomischen und gesellschaftlichen Auswirkungen zu treffen. Hinzu kommen nicht selten weitere Dimensionen, wie etwa ethische oder zum Teil auch kulturelle Aspekte. Leider findet dies aber im Chemie- und Physikunterricht bislang kaum statt (Burmeister, Rauch & Eilks 2012). Dort wird das Bewerten, etwa im Physikunterricht, häufig immer noch rein innerfachlich verstanden, etwa ausschließlich als das Bewerten von naturwissenschaftlichen Modellen auf ihre Angemessenheit oder von Messwerten hinsichtlich von Verlässlichkeit und möglicher Ungenauigkeiten (Schecker & Höttecke 2007).

Soll naturwissenschaftlicher Unterricht auf das Leben in der Gesellschaft vorbereiten, muss deutlich werden, dass die Bewertung naturwissenschaftlich-technischer Entwicklungen gesellschaftlich eingebettet erfolgen muss (Marks et al. 2006). Diese Bewertungen betreffen nahezu alle Handlungen in unserem Alltag, in denen ökologische Probleme, technische Prozesse oder durch technische Prozesse erzeugte Produkte und Dienstleistungen eine Rolle spielen. Sie sind untrennbar verbunden mit der Entwicklung unserer Gesellschaft, etwa in wirtschaftlicher Hinsicht. Solche Bezüge können dann selbst zum Unterrichtsgegenstand werden und nicht nur als Kontext oder „Motivationsaufhänger“ dienen. In der Naturwissenschaftsdidaktik wird unter dem Begriff der Socio-scientific Issues-based Science Education (Sadler 2011; Sieve et al. 2012) auch für Chemie- und Physikunterricht vorgeschlagen, solche authentischen und häufig auch kontroversen Fragestellungen und Debatten aus der Gesellschaft in den Mittelpunkt des Unterrichts zu stellen. In der Idealvorstellung sind diese Socio-scientific Issues möglichst integrativ und fächerverbindend zu unterrichten (De Haan 2006). In der Praxis ist dies aber nur selten der Fall. Dann wäre jedes Fach für sich gefordert (Hoffmann 1996). Dieser Artikel diskutiert, wie man solche Themen auch im naturwissenschaftlichen Unterricht der Fächer Chemie und Physik aus einer gesellschaftlichen Perspektive behandeln kann und wo in der Umsetzung Parallelen zur Praxis des GW- bzw. Geographieunterrichts bestehen. Man könnte hier also gegenseitig voneinander lernen. Deutlich wird dabei aber auch, um wie viel effektiver und ausgeglichener eine interdisziplinäre Behandlung entsprechender Themen in den verschiedenen Unterrichtsfächern sein könnte.

2 Gesellschaftskritisch-problemorientierter Unterricht in den Naturwissenschaften

Das Konzept des gesellschaftskritisch-problemorientierten naturwissenschaftlichen Unterrichts wurde vor etwa 15 Jahren im deutschsprachigen Raum erstmals und ursprünglich nur für den Chemieunterricht vorgestellt (Eilks 2001). Es stellt im Sinne der Socio-scientific Issues-based Science Education authentische, relevante und kontroverse Diskussionen aus der Gesellschaft über naturwissenschaftlich-technische Fragestellungen in den Mittelpunkt des Unterrichts (Marks & Eilks 2009) und bezieht sich dabei explizit auf Konzepte wie das der Allgemeinbildung nach Klafki (Marks et al. 2014). Im Vordergrund dieses Unterrichts stehen Ziele einer allgemeinen Bildung, die die Schüler/innen auf gesellschaftliche Teilhabe vorbereiten soll. Es soll im Sinne von Holbrook und

Rannikmäe (2007) der Gedanke allgemeiner Bildung durch den naturwissenschaftlichen Unterricht in den Vordergrund treten („education through science“) und nicht die bisher fast ausschließlich vorherrschende Vorstellung von primärer Fachwissensvermittlung („science through education“). Dabei soll explizit deutlich werden, wie sich Bewertungen kontroverser gesellschaftlicher Fragestellungen mit Bezug zu Naturwissenschaft und Technik ergeben, wer Einfluss auf solche Entscheidungen nimmt und wie komplex derartige Entscheidungen sind. Die Auseinandersetzung mit derartigen Kontroversen soll fachbezogene und allgemeine Kommunikations- und Bewertungskompetenzen fördern, aber auch für das fachinhaltliche Lernen motivieren (Abb. 2).

Die Thematisierung und Hinterfragung solcher Kontroversen soll den Schüler/innen deutlich machen, dass Bewertungen über Naturwissenschaften und Technik sowie ihre Anwendungen und Produkte immer eingebunden sind in gesellschaftliche und ethische Zusammenhänge (Marks et al. 2006), wie dies auch ein Ziel im GW- bzw. Geographieunterricht ist (Hoffmann 1996). Naturwissenschaften und ihre Erkenntnisse können helfen, sind sogar notwendig, solche Bewertungen etwa im Hinblick auf politische Entscheidungen oder das eigene Verbraucherverhalten zu treffen. Allein ist dies aber nicht hinreichend. Es muss auch verstanden werden, welche weiteren Dimensionen in eine solche Bewertung einfließen, etwa ethische, gesellschaftliche oder wirtschaftliche Fak-

toren. Dazu muss auch verstanden werden, wie verschiedene Akteure in der Gesellschaft in einer solchen Kontroverse handeln, welche Interessen und Werte sie antreiben und wie naturwissenschaftliche Argumente dabei instrumentalisiert werden. Dies steht in engem Zusammenhang mit den Zielen, die in der Politik- oder Geographiedidaktik als Urteilskompetenz beschrieben ist (Kayser & Hagemann 2008; Wilhelmi 2007). Wird diese (Meta-)Ebene der Erkenntnis bei den Schüler/innen erreicht, spricht man in der Naturwissenschaftsdidaktik von multidimensionaler Scientific Literacy (Bybee 1997).

Damit eine solche Diskussion auch innerhalb der Lerngruppe geführt werden kann und bei den Schüler/innen ankommt, hat das gesellschaftskritisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren für die Auswahl geeigneter Themen Kriterien entwickelt. Ein sinnvolles Thema ist relevant, authentisch, ergebnisoffen entscheidbar sowie nicht gesellschaftlich einseitig konnotiert und damit offen diskutierbar. Daneben soll es das Lernen von naturwissenschaftlichen Inhalten provozieren (Stolz, Witteck, Marks & Eilks 2011). Bei der Diskussion der Kontroverse wird auf Materialien zurückgegriffen, die aus authentischen Medien stammen bzw. in Anlehnung an diese leicht verändert erstellt wurden. Zur Strukturierung der Diskussion werden unterschiedliche Techniken eingesetzt, die nicht selten aus dem eher gesellschaftswissenschaftlichen Unterricht entlehnt sind, z. B. Plan- oder Rollenspiele (z. B. Eilks 2001; Feierabend & Eilks 2009).

Konzept des gesellschaftskritisch-problemorientierten NW-Unterrichts			
Ziele	Kriterien für die Themenwahl	Methodische Konsequenzen für die Umsetzung	Struktur der Unterrichtseinheit
Allgemeinbildung/ "education through science"	Authentizität	Authentische Alltagsmedien	1. Zugang und Analyse der Kontroverse
(Multidimensional) Scientific Literacy	Relevanz	Schülerorientiertes und experimentelles Lernen	2. Fachliche Klärung unter Einbezug experimenteller Arbeit
Förderung von Bewertungskompetenz	Bewertungslage offen in Bezug auf gesellschaftlich relevante Fragen	Schülerzentrierte und kooperative Lernformen	3. Wiederaufgreifen der kontroversen Problemlage
Förderung von Kommunikationskompetenz	Offene Diskutierbarkeit	Methoden zur Strukturierung kontroverser Debatten	4. Erarbeitung und Diskussion verschiedener Perspektiven
Naturwissenschaftliche Kenntnisse & Fähigkeiten erlernen	Fragestellung mit Bezug zu Naturwissenschaft und Technik	Methoden zur Provokation und Explikation individueller Meinung	5. Metareflexion

Abb. 2. Modell für einen gesellschaftskritisch-problemorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht. Quelle: eigene Darstellung.

Diese Methoden sind eigentlich sehr typisch für den Wirtschafts-, Geographie oder Politikunterricht (Kaiser & Kaminski 1999; Groben, Priester & Reuther 2008; Hoogen 2013) und werden im Chemie- und Physikunterricht immer noch eher selten eingesetzt. Es wurden aber auch Unterrichtsmethoden neu entwickelt, die Prozesse nachempfinden, wo naturwissenschaftliche Information in gesellschaftlichen Handlungsfeldern genutzt, interpretiert und weiter gegeben wird. Solche Methoden empfinden die Arbeit etwa von Journalist/innen (Marks & Eilks 2008), Waren-tester/innen (Burmeister & Eilks 2011) oder Werbe-fachleuten (Lippel Stuckey & Eilks 2012; Belova & Eilks 2014b) nach. In ihnen findet auf kreativem Weg die Kontrastierung verschiedener Perspektiven und Meinungen statt, wie etwa auch bei Wilhelmi (2007) für den Geographieunterricht vorgeschlagen. Durch die Imitierung solcher authentischer gesellschaftlicher Praktiken, wie Informationen in der Gesellschaft transportiert, Debatten ausgetragen und Entscheidungen herbeigeführt werden, lernen die Schüler/innen über die Rolle und Aussagekraft der Naturwissenschaften, aber auch ihre Grenzen.

3 Themen für gesellschaftliche Betrachtungen im naturwissenschaftlichen Unterricht

Wegen der nach wie vor eher geringen gesellschaftlichen Orientierung des Chemie- und Physikunterrichts in Deutschland (Hofstein et al. 2011; Marks et al. 2014) wurde vor etwa 15 Jahren an einem Beispiel zum Biodiesel der gesellschaftskritisch-problemorientierte Unterrichtsansatz aus der Praxis heraus vorgeschlagen (Eilks 2001). Entlang einer Vielzahl von curricularen Entwicklungsstudien nach dem Modell Partizipativer Aktionsforschung in der Fachdidaktik (z. B. Marks & Eilks 2010) hat sich das in Abb. 2 beschriebene Unterrichtsmodell ergeben (Marks & Eilks 2009). An dieser Stelle soll ein Überblick gegeben werden, welche Themen sich eignen und welche gesellschaftlichen und ökonomischen Betrachtungen sich damit, etwa an Beispielen aus der Chemie, verbinden lassen.

Ein großes Feld möglicher Themenstellungen steht im Zusammenhang der globalen Herausforderungen, des Umwelt- und Klimaschutzes und der damit verbundenen Entwicklung alternativer Technologien, wie dies ja auch typische Themen des GW- bzw. Geographieunterrichts sind (Groben et al. 2008; Hoogen 2013). Für den Chemieunterricht ist dies gut umsetzbar etwa zur Biodiesel- oder Bioethanol-Technologie (Eilks 2001; Feierabend & Eilks 2009). Zu beiden Themen wurden Unterrichtsreihen entwickelt, die im

ersten Beispiel von Werbebroschüren und im zweiten Fall von Artikeln aus Nachrichtenmagazinen ausgingen. Im Fokus der Behandlung im Fach Chemie steht naturgemäß die Chemie der Fette und Öle bzw. der Alkohole. Beide Unterrichtsreihen beinhalten aber auch eine starke gesellschaftliche Komponente. So wurde am Biodiesel die Ökobilanzierung thematisiert (Eilks 2001). Zum Biodiesel hat das deutsche Umweltbundesamt eine quasi offizielle Ökobilanz vorgelegt. Allerdings zeigte sich schnell, dass verschiedene Interessengruppen die veröffentlichten Daten beliebig in ihrem Interesse gewichten und interpretieren. Aus diesen Stellungnahmen wurde das Rollenspiel einer Podiumsdiskussion mit eben diesen Interessenvertreter/innen entwickelt, dem Dachverband der Öl- und Proteinpflanzenproduzenten, dem Naturschutzbund, der Mineralölwirtschaft und der Shell AG. Hier spielen dann natürlich auch wirtschaftliche Aspekte eine Rolle, ebenso wie Fragen der Erhaltung des ländlichen Raums, von Auswirkungen eventueller Monokulturen oder dem Landschaftsschutz. Ähnlich wurde beim Bioethanol verfahren, wo ein Planspiel für die Arbeit eines Parlamentsausschusses eine Entscheidung über die verpflichtende Einführung von E10 vorschlagen sollte (Feierabend & Eilks 2009). Auch dieser Teil des Unterrichts hätte ebenso im Politik- oder Geographieunterricht stattfinden können (Menthe 2012). In beiden Fällen wurden intensive Diskussionen der Schüler/innen beschrieben und Entscheidungsprozesse in der Gesellschaft reflektiert, inwieweit diese Entscheidungen auf naturwissenschaftlich-technischen Fakten und Argumenten aufbauen. Was im Zusammenspiel mit dem Politik-, Geographie- oder Wirtschaftsunterricht natürlich besser zu klären gewesen wäre, ist eine ebenso intensive und theorie-basierte Auseinandersetzung mit entsprechenden Inhalten aus diesen Fachgebieten, etwa zu Fragen der Wirtschaftlichkeit oder den gesetzlichen Grundlagen politischer Entscheidungsfindung.

Ähnlich wie bei diesen groß-industriellen Produkten, lässt sich naturwissenschaftlicher Unterricht über ganz alltägliche Konsumententscheidungen gestalten, die ebenfalls zu kontroversen gesellschaftlichen Fragestellungen führen. Zwei Beispiele aus diesem Bereich fokussieren die Debatte um low-fat- und low-carb-Diäten (Marks & Eilks 2005) oder die Nutzung synthetischer Moschusduftstoffe in Kosmetika (Marks, Witte & Eilks 2007). Auch hier kann essentielles naturwissenschaftliches Wissen kontextualisiert erworben werden, etwa über Kohlenhydrate und Fette bzw. über Seifen, Tenside und Duftstoffe. Die Themen haben aber ebenso ökonomische Facetten und kontroverses gesellschaftliches Potenzial. Hier lässt sich etwa die Frage, wie Light-Produkte oder Diäten beworben werden und welche Regeln für die in der

Werbung so häufigen Versprechen gelten müssen, ebenso diskutieren, wie der Umgang mit immer neuen Produktgenerationen synthetischer Moschusduftstoffe und ihren Auswirkungen auf Gesundheit und Gewässer. Neue Duftstoffe werden immer dann entwickelt, wenn sich bei einer älteren Generation Probleme abzeichnen, etwa krebserregende oder hormonaktive Wirkungen. Bei neueren Duftstoffen sind diese Effekte nicht zu beobachten, oder noch nicht, wie das bei älteren Duftstoffen am Anfang auch der Fall war. So stellen sich Fragen nach Produktions- oder Importeinschränkungen; das Umrüsten von Kläranlagen ist nicht nur eine Frage der Technik, sondern auch des Umweltschutzes und der Wirtschaftlichkeit; Investitionen in Forschung und Entwicklung sind politisch und wirtschaftlich zu begründen. All dies sind Aspekte, die auch aus dem Politik-, Geographie- oder Wirtschaftsunterricht heraus betrachtet werden können. Dies betrifft etwa dort formulierte Themen, wie Fragen der Gewässergüte (Härtling & Döpke 2007) oder zu Werbung, Vermarktung und Wirtschaftlichkeit von Konsumprodukten (Bub-Kalb & Hoffmann 2007).

Letztlich gibt es noch das Feld der persönlichen Lebensentscheidungen, die neben einer individuellen, manchmal auch eine gesellschaftliche Dimension haben. Beispiele hierfür sind Unterrichtseinheiten über die Nutzung von Doping im Profi-Sport oder in Fitness-Studios (Stolz et al. 2010) oder über Tätowierungen (Stuckey et al. 2013). Beim Unterricht über Doping wird nicht nur über Dopinganalytik und die chemischen Hintergründe verschiedener erlaubter und verbotener Dopingsubstanzen gelernt. Es wird auch reflektiert, wer die Entscheidung trifft, was als unerlaubtes Doping verboten werden soll. Diese Entscheidungen treffen Sportfunktionär/e/innen und Politiker/innen mit großen Auswirkungen auf die Medien- und Sportindustrie. Sie können aber nur entscheiden, wenn die chemische Analytik ihnen ein entsprechendes Instrumentarium zur Verfügung stellt. Auch die Frage der Tätowierungen ist erst einmal eine chemisch-biologische Fragestellung. Allerdings ist die Entscheidung für eine Tätowierung auch eine ästhetische und persönliche Frage, allerdings u. U. mit vielfältigen gesellschaftlichen Auswirkungen. So beeinflussen sichtbare Tätowierungen die Wahrnehmung einer tätowierten Person durch andere, sie können langwierige gesundheitliche Konsequenzen haben oder spätere Arbeitstätigkeiten in bestimmten Branchen behindern. In unserem Unterrichtsbeispiel wurden von den Lernenden Tätowierfarben untersucht, die man frei über das Internet aus Ost-Asien bestellen kann, die aber zur Nutzung in Deutschland eigentlich verboten sind. Diese wurden mit in Deutschland erlaubten Farben verglichen (Stuckey, Witteck & Eilks 2013).

Selbst mit schulischen Mitteln lassen sich deutliche Qualitätsunterschiede finden. Auch waren die Farben aus dem Internet nur unzureichend beschriftet, etwa was Inhaltsstoffe oder das Verfallsdatum angeht. Die Farben aus dem Internet sind aber auch deutlich billiger als entsprechend zertifizierte Farben gemäß der deutschen Tätowiermittelverordnung. So stellt sich die Frage, inwieweit solche Bestellmöglichkeiten aus dem Internet eingeschränkt werden sollten. Dies wiederum betrifft Fragen des freien Warenverkehrs und der Regulierung von Konsumgütern – wiederum Themen aus der Politik oder Wirtschaft.

So geht es bei all diesen Themen um kontroverse gesellschaftliche Entscheidungen, zu der verschiedene Meinungen existieren, die auch in den gesellschaftlichen Debatten hinreichend formuliert werden und zu der eine eigene Positionierung erforderlich ist. Dabei scheint es Themen zu geben, die sich besser eignen als andere. Im Modell des gesellschaftskritisch-problemorientierten Unterrichts wurden ja bereits Kriterien für die Themenwahl vorgeschlagen (Marks & Eilks 2009). So lässt sich durch die Analyse von Alltagsmedien, vielleicht sogar Jugendmedien, sehr gut prüfen, wie authentisch, relevant und offen diskutierbar eine mögliche gesellschaftliche Fragestellung für einen auch auf überfachliche Kommunikations- und Bewertungskompetenz (bzw. Urteilskompetenz) abzielenden Unterricht ist. Es lässt sich aber auch prüfen, ob zur Unterstützung der verschiedenen Meinungen Fakten und Argumente aus den Naturwissenschaften herangezogen werden. Letzteres würde das gesellschaftliche Thema dann auch zu einem naturwissenschaftlichen machen (Stolz et al. 2011).

Um schließlich nicht am Einzelthema stehen zu bleiben, ist es wichtig, dass Kompetenzen und Werte erworben werden, die über rein fachinhaltliche und fachmethodische Kompetenzen aus den Naturwissenschaften hinausgehen (Hoffmann 1996). Auch hierzu sollten Fächer wie Chemie und Physik einen Beitrag leisten (Holbrook & Rannikmae 2007). So provoziert die Analyse der Alltagsmedien hinsichtlich naturwissenschaftlich-technischer Bezüge dann auch die Frage: Wie kommen diese Bezüge in die Medien? Auch hierüber zu lernen ist wichtig, um naturwissenschaftliche Aspekte in Alltagsmedien zu erkennen, sie aber im Kontext ihrer Nutzung auch kritisch einordnen zu können (Hodson 2011). So ist im Rahmen des gesellschaftskritisch-problemorientierten Unterrichts die Idee des Lernens über „gefilterte Information“ entstanden (Marks, Burmeister, Lippel & Eilks 2012). Die Idee drückt aus, dass die meisten Bürger/innen als Nicht-Wissenschaftler/innen kaum einmal mit authentischer naturwissenschaftlicher Information konfrontiert sein werden. Solche Information findet sich in entsprechenden Fachpublikationen oder auf

Konferenzen. Im Alltag aber begegnen uns lediglich aus der Wissenschaft abgeleitete Inhalte, etwa in der Tagespresse, dem Fernsehen, der Politik oder der Werbung. Hier hat die Information zuvor viele Schritte der Filterung - der Auswahl, Vereinfachung und Interpretation - durchlaufen (Abb. 3). Alle Bürger/innen werden im Alltag mit solch gefilterter wissenschaftlicher Information konfrontiert. Um hiermit kritisch umzugehen, ist ein Verständnis nötig, wie diese Information an uns herangetragen wird, wer beteiligt ist und welche Intentionen damit verfolgt werden. Es ist wichtig zu erkennen, dass viele Medien keine verlässliche Instanz bzw. Quelle für Informationen darstellen und dass naturwissenschaftlich-technische Information auch in Zeitungen oder dem Fernsehen selektiv und zum Teil verfälscht ist. Naturwissenschaftliches Basiswissen ist bei der Prüfung dann nur eine Instanz, die Reflektion über die Verlässlichkeit und mögliche Interessenlage der Quelle ist eine andere.

Dieses Verständnis des Informationstransfers von der (Natur-)Wissenschaft in die Gesellschaft und damit das Verhältnis von Wissenschaft zu Gesellschaft, Medien oder Wirtschaft kann man auf den deutsch-jüdischen Philosophen Ludwik Fleck (1935) zurückführen. Das Model in Abb. 3, abgeleitet aus den Arbeiten Flecks (Eilks, Nielsen & Hofstein 2014), macht deutlich dass die mündigen und medienkritischen Bürger/innen im Idealfall die wissenschaftlichen Hintergründe eines Themas einordnen können. Mindestens ebenso wichtig ist aber das Verständnis, wie Informationen aus der Wissenschaft durch einzelne Personen immer weiter ausgewählt, vereinfacht und interpretiert werden, bevor sie in verschiedenen Bereichen der Gesellschaft ankommen. Fleck defi-

niert hier verschiedene Bereiche von Wissenschaft mit unterschiedlichem Grad an Genauigkeit, Verlässlichkeit und kritischer Prüfung. In der Wissenschaft selber und ihrer akademischen Literatur gelten noch recht strenge Prüfmechanismen bzgl. der Richtigkeit der Information. Diese nehmen hin zu populärwissenschaftlichen Medien für die Öffentlichkeit bereits ab, bevor wissenschaftsbezogene Information dann in Alltagsmedien, Politik, öffentlicher Debatte oder Werbung zum Teil sogar bewusst irreführend instrumentalisiert wird. Hierüber zu lernen und eine kritische Einstellung zu dargestellter Information zu entwickeln ist Teil einer kritischen Medienbildung. Diese wird häufig eher den geistes- oder gesellschaftswissenschaftlichen Fächern zugewiesen. Dort stellt sich aber dann die Frage, wer in diesem Zusammenhang die naturwissenschaftlich-technischen Hintergründe hinterfragt (Belova & Eilks 2014b). So wird der kritische Umgang mit Informationen aus Medien, zumindest in den naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken, eben auch ausdrücklich als eines der Ziele eines an Socio-Scientific Issues ausgerichteten Unterrichts formuliert (Sadler, Barab & Scott 2007) und auf Alltags- und Massenmedien bezogen (McClune & Jarman 2010).

Basierend auf den Ideen der gefilterten Information und des Modells in Anlehnung an Ludwik Fleck, finden in den beschriebenen Unterrichtsthemen und Beispielen im naturwissenschaftlichen Unterricht Methoden ihren Platz, wo Schüler/innen selber Aufgaben aus den Bereichen Journalismus, Politik, Wirtschaft oder Werbung übernehmen sollen. In der Reflexion ihres Tuns, können sie erfahren, wie groß der Einfluss der am Prozess der Informationsweitergabe und -darstellung beteiligten Personen ist (Burmeister & Eilks



Abb. 3. Die Beziehung von Wissenschaft und Gesellschaft mit Bezug zur Weitergabe und Nutzung wissenschaftsbezogener Information angelehnt an die Ideen von Ludwik Fleck (1935)

2012; Marks, Otten & Eilks 2010). Auch dies sind eigentlich Inhalte, die man eher anderen Fächern unterstellen würde und die dies vielleicht auch viel begründeter tun könnten, etwa das Fach Deutsch. Aber auch hier zeigt sich, dass die Hinterfragung der transportierten Inhalte, etwa aus Naturwissenschaft und Technik i. d. R. ausgeblendet wird, wenn man das Lernen über Medien (z. B. der Werbung) allein diesen Fächern überlässt (Belova & Eilks 2014a).

Die Arbeiten von Fleck zeigen aber noch weitere Aspekte, was es über die Naturwissenschaften im gesellschaftlichen Kontext zu lernen gibt. Bei Ludwik Fleck hat das Verhältnis der Wissenschaft zur Gesellschaft auch eine Kehrseite. Der Politik- oder Geographie- und Wirtschaftskundeunterricht behandelt Entscheidungen in Politik und Wirtschaft. Beide Felder treffen vielfältig Entscheidungen, worüber Naturwissenschaftler/innen forschen dürfen und können. Dies sind Fragen des Setzens ethischer Rahmenbedingungen für Forschung (etwa bzgl. des Umwelt- oder Tierschutzes), der Förderpolitik, in der immer wieder auch Schwerpunkte die Richtung von Forschung beeinflussen (aktuell etwa im Bereich regenerativer Energien) bis hin zu ganz konkreten Entscheidungen von Wirtschaft und Industrie, woran und wie geforscht werden soll (etwa hin zu einer effektiveren und damit auch nachhaltigen Produktion). Auch die öffentliche Meinungsbildung durch die Medien hat hierauf erheblichen Einfluss. All dies sind Vorgänge, die das Handeln von Naturwissenschaft und Technik stark einrahmen. Das Nachdenken über diesen Einfluss der Gesellschaft auf Naturwissenschaft ist aber nur selten Gegenstand des Unterrichts in Chemie und Physik. Dies geschieht eher im Politik- oder Wirtschaftsunterricht. Dort stellt sich dann aber erneut die Frage, inwieweit die Diskussion noch Bezug zu inhaltlichen Veränderungen innerhalb der verschiedenen naturwissenschaftlichen Disziplinen nimmt. Ein Beispiel etwa ist des Konzept der grünen bzw. nachhaltigen Chemie (Burmeister et al. 2012). Ob ein solches Konzept in Unterrichtsfächern wie Politik oder Wirtschaftskunde fachlich informiert hinterfragt werden kann, scheint ebenso wenig gesichert, wie dies anders herum im Chemie- oder Physikunterricht für wirtschaftliche Auswirkungen bestimmter Anwendungen von Naturwissenschaft und Technik der Fall sein dürfte.

4 Ausblick

Dieser Beitrag hat versucht aufzuzeigen, dass komplexe Herausforderungen, wie kontrovers diskutierte naturwissenschaftlich-technische Sachfragen, nicht durch ein Unterrichtsfach abgedeckt werden können. Jedes Fach und jede Fachkultur hat ihre eigene

Expertise, ihre Methoden, ihre Stärken und Schwächen bei der Behandlung dieser Fragen. Aus Sicht des Biologie-, Chemie- und Physikunterrichts versucht das gesellschaftskritisch-problemorientierte Unterrichtsverfahren (Marks & Eilks 2009) diese anderen Perspektiven durch eine veränderte Inhaltsauswahl und Unterrichtsmethodik aufzugreifen. Er wird dies aber aus curricularen Gründen, Zeitaspekten und der anders gelagerten Expertise der Lehrkräfte dieser Fächer nur bis zu einem bestimmten Punkt umsetzen können. Daher wäre ein gegenseitiges aufeinander Zubewegen der verschiedenen gesellschafts- und naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer hin zu einer abgestimmten, verzahnten, vielleicht sogar integrierten Behandlung von solchen Themen sehr wünschenswert. Ein Beispiel hierfür ist vielleicht das Projekt „Der Klimawandel vor Gericht“. Hier haben Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker sowie Lehrkräfte aus den Fächern Biologie, Chemie, Physik und Politik parallel Unterricht entwickelt und dann zunehmend miteinander vernetzt (Eilks et al. 2011). Leider ist dies noch eine Ausnahme und aus unterschiedlichsten Gründen waren hier die Unterrichtsfächer Geographie und Wirtschaft nicht beteiligt. Der Projektverlauf und die Ergebnisse legen aber nahe, solche fächerverbindenden Projekte curricularer Innovation häufiger zu betreiben und dabei nicht an den Grenzen zwischen geistes-, gesellschafts- und naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern stehen zu bleiben. Dann könnten Fächer, wie Chemie und Physik, von anderen Fächern, wie GW- oder Geographie-Unterricht, lernen, wie man eine bessere Verzahnung von natur- und gesellschaftswissenschaftlichen Perspektiven umsetzt oder welche Herangehensweisen aus anderen Fächern, wie dem Politikunterricht, ggf. übernommen werden können. Anders herum können sich dann aber auch in den rein naturwissenschaftlichen Fachdidaktiken Modelle und Unterrichtsmethoden entwickeln, wie etwa die angesprochenen Methoden zum Lernen über Werbung, Warentests oder Journalismus, die wiederum für den GW-, Geographie-, Politik- oder Wirtschaftsunterricht von Interesse sein können.

5 Literatur

- Belova, N. & I. Eilks (2014a): Lernen über Werbung: Und wer hinterfragt den Inhalt? In: *GW Unterricht* 133, 18–25.
- Belova, N. & I. Eilks (2014b): Werbung im naturwissenschaftlichem Unterricht: Informationsquelle, Kontextualisierung, oder Beitrag zur Medienerziehung? In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 67 (2), 77–83.

- Bub-Kalb, S. & D. Hoffmann (2007): Themenheft „Wirtschaft erfahren – Konsumenten – Unternehmen – Nachhaltigkeit“. In: *Politik & Unterricht* 33 (4), 1–42.
- Burmeister, M. & I. Eilks (2011): Ist ein Bio-Kunststoff immer besser als PVC? – Die Warentest Methode und ein Beispiel aus dem Chemieunterricht. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 60 (5), 33–36.
- Burmeister, M., F. Rauch & I. Eilks (2012): Education for Sustainable Development (ESD) and secondary chemistry education. In: *Chemistry Education Research and Practice* 13 (2), 59–68.
- Bybee, R (1997): Towards an understanding of scientific literacy. In: Gräber, W. & C. Bolte (Hrsg.) *Scientific literacy: An international symposium*. Kiel: IPN, 37–67.
- De Haan, G. (2006): The BLK ‘21’ programme in Germany: a ‘Gestaltungskompetenz’-based model for Education for Sustainable Development. In: *Environmental Education Research* 12 (1), 19–32.
- DGfG (Hrsg.) (2012): *Bildungsstandards in Fach Geographie für den mittleren Bildungsabschluss mit Aufgabenbeispielen*. Bonn: DGfG, http://www.geographie.de/docs/geographie_bildungsstandards.pdf (22.05.2014).
- Eilks, I. (2001): Biodiesel - kontextbezogenes Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 50 (1), 8–10.
- Eilks, I., N. Belova, M. Von Döhlen, M. Burmeister & M. Stuckey (2012): Kommunizieren und Bewerten lernen für den Alltag - Beispiel Energydrinks. In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 65 (8), 480–486.
- Eilks, I., T. Feierabend, C. Hössle, D. Höttecke, J. Menthe, M. Mrochen & H. Oelgeklaus (2011): Bewerten Lernen und Klimawandel in vier Fächern – Erste Einblicke in das Projekt „Der Klimawandel vor Gericht“ (Teil 1). In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 64 (1), 7–11.
- Eilks, I., Feierabend, T., Höttecke, D. Hössle, C., Menthe, J. & Oelgeklaus, H. (2011): Bewerten Lernen und Klimawandel in vier Fächern – Erste Einblicke in das Projekt „Der Klimawandel vor Gericht“ (Teil 2). In: *Der mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 64 (2), 72–78.
- Eilks, I., J.A. Nielsen & A. Hofstein (2014): Learning about the role of science in public debate as an essential component of scientific literacy. In: Bruguière, C., A. Tiberghien & P. Clément (eds.): *Topics and trends in current science education* Dordrecht: Springer, 85–100.
- Eilks, I. & J. Möllering (2001): Neue Wege zu einem fächerübergreifenden Verständnis des Teilchenkonzepts. In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 54 (4), 240–247.
- Feierabend, T. & I. Eilks (2009): Bioethanol. – Bewertungs- und Kommunikationskompetenz schulen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 62 (2), 92–97.
- Fischler, H. (1997): Teilchenmodelle im Physik- und Chemieunterricht: Verwirrung statt Hilfe. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik* 8 (41), 40.
- Fleck, L. (1935): *Die Entstehung und Entwicklung einer wissenschaftlichen Tatsache*. Basel: Benno Schwabe.
- Groben, P., C. Priester & S. Reuther (2008): Ich geb‘ Gas, ich will Spaß? – Automobilindustrie und Umwelt. In: *Praxis Geographie* 38 (4), 20–25.
- Härtling, J. & G. Döpke (2007): Die Gewässergüte von Bächen und Flüssen. *Praxis Geographie* 37 (11), 2–4.
- Hodson, D. (2011): Looking to the future. – Building a curriculum for social activism. Rotterdam: Sense.
- Hößle, C. & J. Menthe (2013): Urteilen und Entscheiden im Kontext Bildung für nachhaltige Entwicklung. In: Menthe, J., D. Höttecke, I. Eilks & C. Hößle (Hrsg.): *Handeln in Zeiten des Klimawandels – Bewerten Lernen als Bildungsaufgabe*. Münster: Waxmann, 35–64.
- Hoffmann, R. (1996): Nutzungskonflikte im Geographieunterricht. In: *Geographie heute* 138, 46–47.
- Hofstein, A., I. Eilks & R. Bybee (2011): Societal issues and their importance for contemporary science education. – A pedagogical justification and the state-of-the-art in Israel, Germany and the USA. In: *International Journal of Science and Mathematics Education* 9 (6), 1459–1483.
- Holbrook, J. (2005): Making chemistry teaching relevant. In: *Chemical Education International*, 6 (1), http://old.iupac.org/publications/cei/vol6/06_Holbrook.pdf (22.05.2014).
- Holbrook, J. & M. Rannikmäe (2007): The nature of science education for enhancing scientific literacy. In: *International Journal of Science Education* 29 (11), 1347–1362.
- Hoogen, A. (2013): Der Bau einer Biogasanlage. In: *Praxis Geographie* 43 (4), 16–21.
- Jenkins, E.W. & N.W. Nelson (2005): Important but not for me: students‘ attitudes towards secondary school science in England. In: *Research in Science & Technological Education* 23 (1), 41–57.
- Kaiser, F.-J. & H. Kaminski (1999): Rollenspiel. In: Kaiser, F.-J. & H. Kaminski (Hrsg.): *Methodik des Ökonomie-Unterrichts. Grundlagen eines handlungsorientierten Lernkonzepts mit Beispielen*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt, 156–171.
- Kayser, J. & U. Hagemann (Hrsg.) (2005): *Urteilsbildung im Geschichts- und Politikunterricht*. Bonn: Bundeszentrale für Politische Bildung.
- Lippel, M., M. Stuckey & I. Eilks (2012): Süßungsmittel untersuchen und über Werbung lernen. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 61 (1), 36–40.
- Marks, R., S. Bertram & I. Eilks (2006): Chemiebezogene Bewertungs- und Reflektionskompetenzen entwickeln – durch gesellschaftskritische Kontroversen im Unterricht. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 17 (94/95), 69–73.
- Marks, R., M. Burmeister, M. Lippel & I. Eilks (2012): Bewerten lernen., gefilterte Information und die Imitierung gesellschaftlicher Praktiken im gesellschaftskritisch-

- problemorientierten Unterricht. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 23 (127), 32–36.
- Marks, R. & I. Eilks (2005): Low Fat oder Low Carbs - Kooperatives Lernen in einem gesellschaftskritisch-problemorientierten Chemieunterricht. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 16, (88/89), 66–70.
- Marks, R. & I. Eilks (2008): Nachrichtenspots erstellen über Chemie - Ein Weg Kommunikations- und Bewertungskompetenz zu schulen? In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 61 (4), 224–229.
- Marks, R. & I. Eilks (2009): Promoting Scientific Literacy using a socio-critical and problem-oriented approach in chemistry education: Concept, examples, experiences. In: *International Journal of Environmental and Science Education* 4 (3), 231–245.
- Marks, R. & I. Eilks (2010): Research-based development of a lesson plan on shower gels and musk fragrances following a socio-critical and problem-oriented approach to chemistry teaching. In: *Chemistry Education Research and Practice* 11 (2), 129–141.
- Marks, R., J. Otten & I. Eilks (2010): Writing news spots about science: a way to promote scientific literacy. In: *School Science Review* 92 (339), 99–108.
- Marks, R., M. Stuckey, N. Belova & I. Eilks (2014): The societal dimension in German science education – From tradition towards selected cases and recent developments. In: *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technological Education*, accepted for publication.
- Marks, R., N. Witte & I. Eilks (2007): Riecht gut, aber ... – Chemie und Bewerten Lernen am Beispiel des Duschgels. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 56 (3), 11–15.
- McClune, B. & R. Jarman (2010): Critical reading of science-based news reports: Establishing a knowledge, skills and attitudes framework. In: *International Journal of Science Education* 32 (6), 727–752.
- Menthe, J. (2012): Urteilsfähigkeit im Kompetenzdiskurs. Das Gerichtsspielfeld „Klimawandel vor Gericht“ als Methode kompetenzorientierter politischer Bildung. In: Juchler, I. (Hrsg.): *Unterrichtsleitbilder in der politischen Bildung*. Schwalbach: Wochenschau-Verlag, 179–189.
- Osborne, J. & J. Collins (2001): Pupils' views of the role and value of the science curriculum: A focus-group study. In: *International Journal of Science Education* 23 (5), 441–467.
- Parchmann, I., B. Ralle & R. Demuth (2000): Chemie im Kontext. Eine Konzeption zum Aufbau und zur Aktivierung fachsystematischer Strukturen in lebensweltorientierten Fragestellungen In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 53 (3), 132–137.
- Peterßen, W.H. (2000): *Fächerverbindender Unterricht. Begriff - Konzept - Planung - Beispiele*. Ein Lehrbuch. München: Oldenbourg.
- Sadler, T.D. (2004): Informal reasoning regarding socioscientific issues: A critical review of research. In: *Journal of Research Science Teaching* 41 (5), 513–536.
- Sadler, T.D. (2011) (Hrsg.): *Socio-scientific issues in the classroom*. In: Zeidler, D. Dordrecht: Springer.
- Sadler, T.D., S.A. Barab & B. Scott (2007): What do students gain in engaging in socioscientific inquiry? In: *Research in Science Education* 37 (3), 371–391.
- Schecker, H. & D. Höttecke (2007): „Bewertung“ in den Bildungsstandards Physik. Aufgaben zum Kompetenzbereich „Bewertung“. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Physik* 18 (97), 29–36.
- Sieve, B., A. Friedemann & S. Schanze (2012): Bewerten lernen – aber wie? Bewertungskompetenz im Chemieunterricht. In: *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie* 23 (127), 2–9.
- Sjöström, J. (2013): Towards Bildung-oriented chemistry education. In: *Science & Education* 22 (7), 1873–1890.
- Stolz, M., T. Witteck, R. Marks & I. Eilks (2011): ‚Doping‘ für den Chemieunterricht und eine Reflexion über geeignete Themen für einen gesellschaftlich relevanten Chemieunterricht. In: *Der Mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 64 (8), 472–479.
- Stuckey, M., R. Mamlok-Naaman, A. Hofstein & I. Eilks (2013): The meaning of ‚relevance‘ in science education and its implications for the science curriculum. In: *Studies in Science Education* 49 (1), 1–34.
- Stuckey, M., T. Witteck & I. Eilks (2013): Chemie die unter die Haut geht: Tätowierungen. In: *Praxis der Naturwissenschaften – Chemie in der Schule* 62 (3), 30–34.
- Stuckey, M. & I. Eilks (2014): Raising motivation in the chemistry classroom by learning about the student-relevant issue of tattooing from a chemistry and societal perspective. In: *Chemistry Education Research and Practice* 15 (2), 156–167.
- Wilhelmi, V. (2007): Die Entwicklung wertorientierter Urteilskompetenz im Geographieunterricht. In: *Praxis Geographie* 37 (7-8), 30–33.