

Chemiedidaktik 2016

In Deutschland bieten Schulen Fachunterricht gelegentlich zweisprachig an: in deutscher und in einer fremden Sprache, meistens Englisch. Das ist bildungspolitisch erwünscht. Auch das Fach Chemie wird bilingual unterrichtet, dazu existieren viele unterschiedliche Konzeptionen. Ein bilingualer Unterricht stellt hohe Ansprüche an die Lehrer. Elektrisch leitende Polymere, organische Solarzellen, nanostrukturierte Materialien und photoaktive molekulare Schalter waren einige der Themen für neue Konzepte und Experimente für den Chemieunterricht. Aktuell bleiben Themen aus dem Alltag.

Bilingualer Unterricht

◆ Die Idee, Unterrichtsfächer nicht in der Muttersprache, sondern in einer fremden Sprache anzubieten, folgt kulturpolitischen Vorstellungen in Europa nach dem Zweiten Weltkrieg, initiiert von Frankreich und im Jahr 1963 festgehalten im Elysée-Vertrag zur deutsch-französischen Zusammenarbeit.¹⁾ Lernende sollen über bilingualen Unterricht kulturelle Verschiedenheit verstehen und akzeptieren.

Bilingualer Unterricht als Schulprogramm hat das deutsche Bildungssystem für fremde Sprachen außerhalb des Sprachunterrichts sensibilisiert. Solche Erfahrungen haben es erleichtert, auf Problemlagen durch die Flüchtlings- und Migrationssituation im deutschen Unterrichtsgeschehen zu reagieren und das Fach Deutsch als Fremdsprache zu etablieren. Diese neue Lingualität als Lernvoraussetzung ist eine Herausforderung auch für deutschsprachigen Chemieunterricht.²⁻⁵⁾

Bilingualer Sachfachunterricht

◆ Bilingualer Sachfachunterricht ist Fachunterricht, etwa in Chemie, in einer Fremdsprache. Er hat heute seinen festen Platz in der Schul-

landschaft.⁶⁾ Die Fremdsprache soll den Fachunterricht dominieren, ohne die Erstsprache Deutsch zu vernachlässigen. Der Unterricht habe vertiefte Fremdsprachenkompetenzen durch fachorientierten Gebrauch der Fremdsprache zu vermitteln und gleichermaßen Inhalte des Fachs.^{7,8)} Die Kultusministerkonferenz folgt mit dieser Festlegung theoretischen Positionen zum bilingualen Sachfachlernen.

Die Lehrpläne der meisten Bundesländer regeln den bilingualen Sachfachunterricht durch spezielle Bestimmungen, sie betreffen vor allem den Gebrauch der Muttersprache. Bilingualer Sachfachunterricht, der parallel zum deutschsprachigen Fachunterricht angeboten wird, ergänzt den Wahlzweig des Fremdsprachenunterrichts.

Bilingualer Sachfachunterricht ist mit dem hohem Anspruch aufgeladen, dass Schüler über den Gebrauch der Fremdsprache alltägliche, wissenschaftliche und berufsbezogene Kommunikation erlernen und die fremdsprachliche mit der muttersprachlichen Kultur vergleichen können (Kasten).^{9,10)} Lernen in der fremden Sprache, also kognitiv mit fremdsprachlichen Begriffen

und Fachbegriffen zu arbeiten, bringe die Weltsicht einer fremden Sprachkultur nahe.

Bilingualer Chemieunterricht in Leistungskursen bilde Fremdsprachenkenntnisse in anspruchsvollen, abstrakten Zusammenhängen. In der Mittelstufe hingegen fördere er Fähigkeiten, die Fremdsprache in der Alltagskommunikation zu nutzen, orientiert an konkreten, sprachlich leicht zu bewältigenden Themen.

Bilingualer Chemieunterricht berücksichtigt interkulturelle Ziele, wenn er Chemie anwendungs-, umwelt- und alltagsorientiert vermittelt, also mit gesellschaftlichen und sozialen Aspekten verklammert. →

◆ Zielfelder der Interkulturalität

Bilingualer Unterricht soll Folgendes vermitteln:¹¹⁾

- Phänomene und Sachverhalte der eigensprachlichen Kultur und Gesellschaft,
- Phänomene und Sachverhalte der Zielsprachlichen Kulturen und Gesellschaften,
- kulturunabhängige, kulturübergreifende, globale Phänomene und Sachverhalte.

Ein interdisziplinäres Forschungsgebiet

◆ Konzeptionelle Auffassungen über bilingualen Sachfachunterricht haben sich gewandelt. Die Begrifflichkeiten wie die Definition „bilingual“ selbst sind nicht eindeutig.

Theoretische wie programmatische Kontroversen zwischen Sachfach- und Sprachdidaktik haben interdisziplinäre Kooperationen zunächst verhindert.^{12,13} Ein Streitpunkt war die Frage, ob bilingualer Sachfachunterricht in Naturwissenschaften naturwissenschaftliche oder sprachliche Bildungsprofile schärfe oder beides gleichermaßen. Seit etwa 2010 gibt es einen didaktischen Schulterchluss zwischen Sachfach- und Fremdsprachendidaktik,¹⁴ begleitet von kooperativen Kontroversen über Konzepte und deren Klassifizierung, über Terminologien und die didaktische Bedeutung der Sachfachinhalte in einem ergänzenden bilingualen Unterricht.^{15–17}

Rückmeldungen aus der Unterrichtspraxis bereichern den bilingualen Trend.^{18,19} Ausschließlich die Fremdsprache im bilingualen Unterricht zu verwenden, steht zunehmend infrage. Erfahrungsgemäß wenden Lehrpersonen (auch) die Muttersprache an.²⁰

In der Literatur finden sich drei Typen bilingualer Ansätze:¹⁵

- Fremdsprache ist Medium zum effektiven Lernen des Sachfachs.^{21–23}
- Fremdsprache bleibt weitgehend Arbeitssprache im Sachfachunterricht, die deutsche Unterrichtssprache soll das Erlernen abstrakter Lerninhalte unterstützen.^{24–26}
- Fremdsprache ist komplementär zur deutschen Sprache ausgewogen zu verwenden, muttersprachliche Kompetenzen sind durch Fachlernen zu qualifizieren,^{27,28} der Pflege deutscher Sprachtraditionen verpflichtet.

Der Gebrauch der Muttersprache im bilingualen Sachfachunterricht gilt als lernwirksam, weil er die durch

Fachbegriffe geprägten Denkstrukturen zur Chemie bei Lernenden berücksichtigen kann.¹⁵ Der parallele Gebrauch von Muttersprache und Fremdsprache behindere allerdings, die Bedeutung von Fachbegriffen in der Fremdsprache zu erfassen, bewirke aber interkulturelle Einsichten und so eine doppelte Fachliteratur.^{29,30} Der gleichzeitige Gebrauch von Mutter- und Fremdsprache übe zudem die Übersetzungsfähigkeiten.^{28,31} Seit jeher war das muttersprachliche Prinzip für fachlichen Unterricht spracherzieherisch grundlegend,^{32,33} es hat nichts von seiner Bedeutung verloren.^{28,34}

Die Fremdsprachendidaktik fasste Sachfachinhalte zunächst als Impuls und Sprechanlass für Fremdsprachenunterricht auf. Diese methodische Fixierung haben Sachfachdidaktiker heftig kritisiert.^{29,35} Die normative Festlegung, Sachfachlernen sei nachrangig, entwerte die fachlichen Inhalte und instrumentalisieren das Sachfach, um sprachliche Kompetenzen zu fördern.³⁶ Diese Kontroverse betrifft im Kern die Auffassung, ob über bilinguales Lernen in Naturwissenschaften kulturelle Ziele anzusprechen sind. Aus sprachdidaktischer Sicht fokussiere bilingualer Unterricht ausschließlich naturwissenschaftliche Fachbegriffe fremdsprachlich im Sinne von Vokabellernen. Naturwissenschaftliche Didaktiker betonen dagegen die Kontextgebundenheit.^{37,38} Wissenschaft wirke immer auf ihre kulturelle Umgebung zurück. Dies sind auch unsere Beobachtungen im bilingualen Sachunterricht für vietnamesische, französische und türkische Lernende in der Fremdsprache Deutsch.^{8,39,40} Chemieunterricht gelingt dann, wenn Lernende die Grundlagen der deutschen Sprache beherrschen, deutschsprachige Lehrkräfte über ein elementares Methodenrepertoire verfügen und es der jeweiligen Situation angepasst einsetzen.^{40–43}

Bilinguale Unterrichtskonzepte^{15,28,44} variieren zwischen Con-

tent and Language Integrated Learning (CLIL), also dem gleichzeitigen Erwerb von Fach- und Fremdsprachenkenntnissen, und Immersion, also dem Eintauchen in eine andere Sprache im Unterricht.

CLIL vereint Erkenntnisse der Fremdsprachen- und Sachfachdidaktik, gilt allerdings für die deutsche Schulsituation als ungeeignet und auch als unterrichtspraktisch schwierig.^{15,45} Das Sachfach ist in der Fremdsprache zu vermitteln, nicht gleichzeitig mit der Fremdsprache zu erlernen.

Immersion ist auf den ungezwungenen Gebrauch der Fremdsprache fokussiert und basiert darauf, dass zwei gleichberechtigte Muttersprachen außerhalb der Schule nebeneinander verwendet werden. Diese Besonderheit ist in Deutschland noch keine kulturelle Praxis.

Bilingualer Sachfachunterricht wird ausdifferenziert, zum Beispiel basierend auf den Säulen „Fach“, „Sprache“ und „Interaktion“.²³ Vorrangig werden Artikulations-schemata und Phaseneinteilungen des bilingualen Unterrichts vorgeschlagen und erprobt, angelehnt an gängige didaktische Modelle.⁴⁶ Fremdsprachliche Einstiege in den Unterricht werden entwickelt,⁴⁷ vor allem als emotionalisierte Zugänge zu ersten Begriffen in der Fremdsprache konzipiert, um Lernende zu entlasten.^{46,48}

Ein Planungsraster für fremdsprachlichen Unterricht nach Kriterien für den deutschsprachigen Fachunterricht wurde erfolgreich erprobt, auch das Erlernen von Begriffen und Vokabeln.^{10,49,50} Dazu waren sprachliche und fachliche Lerngelegenheiten festzulegen.¹⁰ Aus Sicht der Praxis sind besonders erwünscht: Hilfen für Unterrichtsgespräche,⁴⁸ zur Anregung durch Storytelling⁵¹ und zur Fehlerkorrektur in der Fremdsprache, also zur einfühlsamen Bewertung.^{20,41} Als geeignet gelten alltagsnahe Unterrichtsthemen.^{41,52} Sie sollen Hemmungen der Lernenden überwinden, in der Fremdsprache zu kommunizieren.^{13,53} Gefordert

werden beispielsweise lange Übungsphasen,^{35,49,54)} um Begriffe in den Wortschatz der Fremdsprache zu integrieren. Dieser Anspruch ist schon bei Fachbegriffen in der Muttersprache hoch.⁵⁵⁾

Insbesondere Handlungsorientierung ist didaktische Maxime, setze aber Interaktions- und Diskursfähigkeiten voraus.^{28,29,56,57)} Der bilinguale Unterricht sollte schon in der Grundschule, möglichst im Kindergarten beginnen.^{38,58)}

Bilingualer Chemieunterricht – Positionen

◆ Arbeitsgruppen an Hochschulen und Universitäten in Bremen (Bach), Hamburg (Bonnet), Gießen (Hallet), Göttingen (Waitz), Marburg (Reiss), Paderborn (Becker, Fechner), Ludwigsburg (Habekost), Münster (Brunner, Harsch, Heimann), Wuppertal (Bohrmann-Linde, Schmitz, Tausch), Wien und Graz (Haagen-Schützenhöfer, Mathelitsch, Hopf) haben bilingualen Chemieunterricht begründet, konzipiert und beispielhaft modelliert. Sie haben sich dabei fast ausschließlich auf Englisch konzentriert; in Bundesländern, die an Frankreich grenzen, auch auf Französisch.^{59,60)} Habekost ist auf spanischsprachigen Naturwissenschaftsunterricht für deutsche Schüler spezialisiert.^{10,19,49)} Vereinzelt wird bilingualer Chemieunterricht in Kombination mit Physikunterricht in der Fremdsprache Deutsch in Frankreich erteilt.^{8,41)}

In den letzten Jahren wurden Kooperationen von Universitäten mit Schulen vor Ort intensiviert, etwa in einem Projekt der Universität Wuppertal oder mit einer Schule im Großraum Paris als Projekt der Universität Paderborn.⁸⁾

Ursprünglich wurde für bilingualen Lernen in Chemie die Fremdsprache bei Schülern wie Lehrern mehr oder weniger vorausgesetzt. Die Fremdsprache war kein Lerngegenstand,^{61,62)} sondern allein als Unterrichts- und Arbeits-

sprache bevorzugt.⁶³⁾ Elementare fremdsprachliche Fertigkeiten wie Leseverstehen, mündliches Zusammenfassen, einfache Sprachformen wie Antworten auf Fragen waren zu beherrschen. In dieser Sicht war bilingualer Chemieunterricht monolingual.

Die zweisprachige Praxis hat die Vorstellung „bilingual“ präzisiert: Der Unterricht soll Lernende dazu befähigen, zwei Sprachen im Idealfall auf annähernd gleichem Niveau zu sprechen.⁶⁴⁾ Die Fremdsprache, meist Englisch, galt für das Lernen chemischer Begrifflichkeiten als kognitiv vorteilhaft.¹⁵⁾ Dies sagen Ergebnisse empirischer Untersuchungen, Erfahrungsberichte^{65–67,20)} und Unterrichtsevaluationen.^{68–70)}

Unabhängig von unterrichtspraktischen Problemen wurde bemängelt, dass ausschließlicher Fremdsprachengebrauch im Unterricht das sprachgebundene Denken in der deutschen Muttersprache vernachlässige.^{15,71)} Gleichzeitig galt es als notwendig, im bilingualen Chemieunterricht kommunikative Qualifikationen in der Fremdsprache zu vermitteln.⁶⁵⁾ Der Terminus „bilingualer Sachfachunterricht in Chemie“ soll diese Bedeutungsverschiebung verdeutlichen, um interkulturellen Zielen bildungspolitisch zu entsprechen.^{7,28,41)} Der Anspruch, zwischen den Sprachebenen im Chemieunterricht zu balancieren, ist ambitioniert.

Immer wieder stellt die chemiedidaktische Forschung die Frage, ob das Lernen von Chemie in einer Fremdsprache Begriffsverständnis und das Erlernen chemischer Konzepte fördere. Bonnet²⁹⁾ präferiert Methoden, im bilingualen Chemieunterricht die Bedeutungen von wissenschaftlichen Begriffen auszuhandeln, also Schülern in einer pädagogischen Haltung verständlich zu machen.⁶⁸⁾ Die Vorstellungen über die Bedeutung von Fachtermini, die Schüler in der Fremdsprache erlernt haben, konkurrieren demnach nicht mit den Alltagsvorstellungen, die sie mit dem deutschen Begriff assoziieren.

Ein Lernhindernis entfiel,⁷²⁾ wenn Schüler ihre Vorstellungen über die Bedeutung chemischer Begriffe durch die Fremdsprache entwickelten.^{20,23,73,135)} Dass sie chemische Fachbegriffe wie Vokabeln der Fremdsprache auswendig lernen, ist in der Unterrichtsrealität allerdings immer wieder zu beobachten.⁴¹⁾ Dies fördert nicht die Fähigkeit der Schüler, Beobachtungen, Bilder, Modelle, Texte und Dialoge in der Fremdsprache mental zu verarbeiten.

Darüber hinaus hat bilingualer Chemieunterricht die Aufgabe, das Verstehen der Fachbegriffe in Deutsch zu fördern und einzufordern. Allerdings haben Fachbegriffe in der fremden Arbeitssprache nicht unbedingt dieselbe Bedeutung wie im Deutschen.⁴⁶⁾ Chemische Begriffe in Fremd- wie Muttersprache entstammen oft anderen Sprachwelten,⁷⁴⁾ so etwa Stoffbezeichnungen wie Sauerstoff und oxygen, Natrium und sodium oder Stickstoff, nitrogen und azote. Erfahrungsberichte aus der Unterrichtspraxis⁷⁵⁾ verweisen wiederum auf (formale) Ähnlichkeiten zwischen deutschen und fremdsprachigen, meist englischsprachigen Begriffen, dies erleichtere das Lernen von und den Umgang mit adäquaten muttersprachlichen Begriffen. Insgesamt betont die Literatur die Bedeutung der Wortschatzarbeit für die fremdsprachliche Kommunikation über fachliche Themen und damit für den Gebrauch von Fachausdrücken in der Fremdsprache.

Begriffsanwendung und Begriffsverstehen sind zu unterscheiden.^{62,65)} Chemische Unterrichtsinhalte reflektieren zunächst fachlich-strukturelle²⁹⁾ sowie alltägliche⁵²⁾ und in der Grundschule vor allem natürliche Phänomene.^{76,51)} Lernende erarbeiten die Bedeutungen von Fachbegriffen in der Fremdsprache zunächst in stofflichen Zusammenhängen, nutzen sie bei Experimenten oder im Zusammenhang mit anderen Tätigkeiten.⁴⁸⁾

Fallstudien und Implementationsstudien beziehen sich gleicher-

maßen auf fachliche wie sprachliche Kompetenzen.^{20,77,48)} Bilingualer Sachfachunterricht fördere interkulturelle Fähigkeiten und Fertigkeiten⁶⁵⁾ (Kasten) durch die Nähe zur Fremdsprache, durch zusammenhängendes Sprechen, bedeutungsgerechte Vokabelwahl⁶¹⁾ und durch gesellschaftsrelevante Anwendungsbezüge.

Gelegentlich berichten Autoren über fachliche Lernzuwächse im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht.^{10,35,36,65,66,68)} Kognitive Auswirkungen sind insgesamt nicht eindeutig. Zurzeit gilt die Auffassung, bilingualer Chemieunterricht bewirke das Gleiche wie rein muttersprachlicher Chemieunterricht.⁷⁷⁾ Nach empirischen Studien fördere er Kognitionen wie Klassifizieren, Herausbilden von Denkstrukturen oder die Fähigkeit, Probleme zu erkennen.⁷⁷⁾ Resultate zum Einfluss auf Motivlagen und Interessen der Lernenden fehlen weitgehend.

Bilinguales Chemielernen ist mit der Hoffnung verknüpft, das Image der Chemie und die Einstellungen zum Chemieunterricht positiv zu beeinflussen.⁴⁸⁾ Bisherige Erkenntnisse basieren auf unterschiedlichen didaktischen Konzepten und methodischen Arrangements,⁸⁾ sie beziehen sich auch auf außerschulische Bildungssituationen.^{48,78)} Im Einzelnen:

- Fremdsprachen können das Erlernen der Fachsprache in Chemie begünstigen, wenn der Unterricht Verstehensprozesse fördert und einfordert.^{62,77)}
- Nach einer Fallstudie führt bilingualer Unterricht zu höheren Lernzuwächsen in Chemie als deutschsprachiger Unterricht.^{66,79)} Eine physikdidaktische Studie belegt keinerlei Lernunterschiede durch sprachliche Lernumgebungen.³⁵⁾
- Positive Wirkungen auf fremdsprachliche Kompetenzen der Lernenden sind belegt, wenn sie frühzeitig bilingual unterrichtet werden^{80,81)} und motiviert sind.⁵⁰⁾
- Gute Fremdsprachenlernende sind in Chemie leistungsstärker

als im muttersprachlichen Chemieunterricht, meinen Praktiker.⁴¹⁾

- Unterricht in der Fremdsprache steigert nicht grundsätzlich das Interesse an Chemie,^{82,75)} Schüler lehnen Chemieunterricht dadurch aber auch nicht ab.²⁰⁾ Chemisch wenig interessierte Lernende werden emotional stärker beeinflusst als motivierte Lernende.⁴⁸⁾ Die Lernenden haben unterschiedliche Einstellungen zur Mehrbelastung und zum Vokabellernen.^{20,48)}
- Lernende schätzen Experimente als Sprechkanäle und Kommunikationshilfen.^{48,51,70,83,84)} Sie entlasten das komplexe Sprachgeschehen durch Anschauung, unterstützt durch Filme und Arbeitsaufträge sowie Molekülbaukästen.⁷⁵⁾ Die erkenntnistheoretische Bedeutung von Experimenten wird Lernenden deutlich.⁴⁸⁾
- Repräsentationsformen des stofflichen Geschehens (Symbolsprache, Modellerklärungen) bieten Sprachanlässe und -aktionen.
- Chemisches Begriffslernen in der Fremdsprache bleibt unabhängig von der Sprache ungewohnt,⁵⁰⁾ Lernende betrachten die Fremdsprache mitunter als förderlich.²⁰⁾ Ein Gewöhnungseffekt wird postuliert.⁴⁸⁾
- Bilingualer Physik-Chemieunterricht in der Fremdsprache Deutsch (in Frankreich) spricht interessierte Fremdsprachenlerner an – vor allem Mädchen.⁸⁾
- Fremdsprachenerlernen dominiert das Erlernen naturwissenschaftlicher Inhalte, zeigt die Erfahrung.
- Schüler verstehen naturwissenschaftliche Inhalte und Begriffe, wenn der muttersprachliche Fachunterricht sie bereits thematisiert und mit Alltagszusammenhängen vernetzt hat.
- Eltern nehmen bilinguale Schul- und Unterrichtskonzepte vor allem dann an,⁸²⁾ wenn sie die schulische Gesamtsituation als Lernumgebung positiv empfinden.⁸⁾

- Der Wechsel zwischen den Sprachen, das code-switching, gilt einerseits als Lernhilfe, wird aber andererseits als hinderlich für das Erlernen der Fremdsprache empfunden.⁸⁵⁾
- Im Unterricht vermischen sich Sprachebenen unbeabsichtigt,^{75,83,52)} etwa in Wendungen wie „Can I have Klebeband?“⁵⁶⁾ oder „You can't – was heißt trennen – these particles“.⁶⁹⁾ Dieses Phänomen ist vor allem dann zu beobachten, wenn Sozial- oder Aktionsformen im Unterricht wechseln.^{48,86)}
- Die experimentelle Gruppenarbeit leitet dazu an, in der Fremdsprache zu kommunizieren.^{41,48)} Die fremdsprachlichen Kompetenzen der Lehrkräfte begünstigen frontale Unterrichtssituationen, auf sie ist Kommunikation ausgerichtet.⁵⁴⁾
- Außerschulische Bildungsangebote⁷⁸⁾ wie außerunterrichtliche Arrangements⁴⁸⁾ tragen zur Akzeptanz von bilingualem Chemielernen bei.

Eine Besonderheit ist der ergänzende Sachfachunterricht in Chemie. In diesem Unterricht werden zunächst zur Sprachschulung bereits behandelte Inhalte des muttersprachlichen Chemieunterrichts genutzt. Wiederholungen und individuelle Übersetzungsarbeiten begünstigen positive Lerneffekte. Die Rückübersetzung aus der Fremdsprache in die Muttersprache fördert zudem Übersetzungskompetenzen.

Aristov⁸⁷⁾ diskutiert die Situation des bilingualen Sachfachunterrichts in Chemie grundsätzlich. Sie wägt zwischen widersprüchlichen Erkenntnissen insofern ab, als das Lernen des Sachfaches in einer fremden Sprache eine größere kognitive Tiefe gewähre. Der Prozess der Begriffsbildung verlaufe allerdings langsamer. Insgesamt sei der Lernertrag in Bezug auf das sachfachliche Lernen durch die Fremdsprache gemindert.

Lehrerverhalten rückt zunehmend als Bedingung für Bilinguali-

tät in den Blick der Forschung. Es fehlen Lehrer mit den Doppelkompetenzen im Sachfach und in der Fremdsprache. Sie müssen sprachliche und fachliche Leistungen der Schüler gleichermaßen kompetent bewerten können.

Universitäten oder Institutionen der Lehrerbildung bieten professionelle Aus- und Fortbildungsprogramme an. Bildungsverwaltungen einzelner Bundesländer stellen über Bildungsserver Informationsmaterial zur Verfügung. Die Lehrerausbildung insgesamt vermittelt zunehmend bilinguale Qualifikationen für Chemieunterricht, ergänzt durch regionale Fortbildungsveranstaltungen.

Studierende sind auf die Komplexität von bilingualem Unterricht vorzubereiten, indem Verhaltensmuster und Lehrfähigkeiten erfahrungsbasiert vermittelt werden.^{3,88} Kompetenzen werden erworben, wenn Studiengänge selbst bilingual ausgerichtet sind oder zumindest bilinguale Module enthalten. Langjährige Erfahrungen gibt es bei dem trinationalen Modellstudiengang „Europalehramt“ an der Pädagogischen Hochschule Freiburg,⁸⁹ der durch erprobte Studienmodule Perspektiven für die Unterrichtspraxis bietet,^{90,91} ergänzt durch Internetforen und Linksammlungen. Spezielle Arbeitsgebiete formen sich an den Hochschulen.

Trend in der Unterrichtspraxis

◆ Im Gegensatz zu geistes- und sozialwissenschaftlichen Fächern gibt es bilingualen Unterricht in Chemie (und Physik) nicht so häufig und nicht in allen Bundesländern.^{1,6,8,13,92} Diese Fächer sind aber als bilinguales Unterrichtsangebot bildungspolitisch erwünscht.⁶ Die Angebote variieren über alle Fächer und Schulformen (Tabelle). Bilingualen Sachfachunterricht in Chemie realisieren Schulen in acht Bundesländern.

Zirka 40 Prozent der Einträge in der Paderborner Literaturdaten-

Bundesland	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Baden-Württemberg	x	x	x			x			x	x	x		x
Bayern	x	x	x	x	x	x	x			x	x		x
Berlin	x	x	x	x	x	x			x				x
Brandenburg	x	x	x	x	x	x			x	x			x
Bremen	x	x	x	x	x	x		x	x	x			
Hamburg	x	x	x	x	x	x		x	x	x	x		
Hessen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Mecklenburg-Vorpommern	x	x	x	x	x	x				x	x		
Niedersachsen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			
Nordrhein-Westfalen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Rheinland-Pfalz	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x			x
Saarland	x	x	x							x			
Sachsen	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x		
Sachsen-Anhalt	x	x	x			x		x					
Schleswig-Holstein	x	x	x	x		x	x			x			x
Thüringen	x	x	x									x	

Bundesländer, in denen Sachfächer zweisprachig unterrichtet werden.

1: Geographie, 2: Geschichte, 3: Politik/Sozialkunde/Wirtschaft/Gesellschaftslehre, 4: Kunst, 5: Musik, 6: Biologie, 7: Physik, 8: Chemie (in Blau), 9: Mathematik, 10: Sport, 11: Religion/Philosophie, 12: Ernährungslehre/Hauswirtschaft, 13: Naturwissenschaften.

bank FADOK beziehen sich auf Chemieunterricht in der Unterrichtssprache Englisch, gefolgt von Spanisch (zirka 10 Prozent) und Französisch (6 Prozent).

Schulen fühlen sich herausgefordert, den Trend Biligualität anzunehmen, und schärfen durch Angebote zum bilingualen Sachfachlernen überall in Deutschland ihr Profil. Enthusiasmus und Engagement sind groß.^{75,82,93-95} Die Umsetzung in praktischen Unterricht bleibt dennoch eine Kraftanstrengung für die Lehrenden. Sie sind chemiedidaktisch zu unterstützen, eben durch Planungen von Unterrichtsbeispielen, Einzelstunden,^{83,84,96,97} alltagsorientierte Sequenzen,⁹⁹ Projektskizzen,⁹⁹ Unterrichtsreihen,¹² Unterrichtseinheiten,^{90,100} Modulangebote⁶⁹ und Bildungsarbeit vorstrukturierende Lernsettings.⁷⁰ Dazu kommen erfahrungsbasierte Reflexionen.¹⁰¹

Praktiker bemängeln, dass Planungsmodelle das sprachliche Lernen nur unzureichend abbilden.²⁰ Das Zusammenwirken sprachlicher und sachfachlicher Besonderheiten ist schon in der Unterrichtsvorbereitung festzuhalten.¹⁰² Zahlreiche Forschungsberichte enthalten vielfältige und auch situative Anregungen für die Planung und Gestaltung.^{20,29,66} Bilingualer Chemie-

unterricht ist oft integrierter, fachübergreifender und alltagsorientierter Unterricht^{48,70,91,97,103} und betont Kontextlernen¹⁰⁴ sowie das traditionelle Erkundungsprinzip.¹⁰⁰ Erfolgreich ist das Stationenlernen, also Lernerbeit in organisierten Umgebungen nach einem didaktischen Fahrplan: Materialien, Geräte, Bücher, Arbeitszettel werden meist auf Tischen bereitgestellt.⁷⁰

Das kommerzielle Lehr- und Lernmittelangebot ist begrenzt, wird aber durch Online-Materialien kompensiert, über Internetplattformen¹⁰⁵ oder Online-Methodenhandbücher realisiert.¹⁰⁶ Chemielehrkräfte entwickeln kreativ Materialien wie Fachtexte, Arbeitsbögen, Versuchsanleitungen, Spiele und anderes und recherchieren fremdsprachige Internetquellen,¹⁷ dabei dominiert die englische Sprache.

Chemiedidaktiker kooperieren mit Lehrkräften, um Unterrichtsphänomene zu beobachten und zu theoretisieren sowie eigene Programme zu erproben und zu optimieren.

Eine besondere Bedeutung erlangen Erfahrungsberichte, wenn sie sich mit bilingualen Konzepten konstruktiv auseinandersetzen und dabei die eigene Unterrichtspraxis reflektieren.^{65,107} Konzeptionelle Mischformen wer-

den präferiert.¹⁵⁾ Methodisch wird eine theoriegeleitete, aber situationsbezogene Unterrichtsgestaltung bevorzugt, zumal methodische Elemente dem Unterrichtsmomentum anzupassen und Zeiten für Lernphasen zu berücksichtigen sind.^{35,41,107,108)} Diesem Anspruch versucht ein bilinguales Artikulationsschema nach Verstehen (Rezeption), Sprechen (Produktion) und Verantwortung (Selbstständigkeit) zu entsprechen.¹⁰⁷⁾ Empfohlen werden Unterrichtsplanungen,¹⁰⁾ die sich gleichermaßen auf das Lernen von Chemie und Fremdsprache ausrichten. Methodische Handreichungen wie Bibliographien sind eine Fundgrube für Unterrichtsmaterialien,^{84,101,109,110)} meist auf den englischsprachigen, aber auch auf den französischsprachigen Unterricht⁵⁹⁾ ausgerichtet.

Schlussbetrachtungen – Trendlagen

◆ Trend ist ein bilingualer Sachfachunterricht Chemie in der Fremdsprache Englisch. An deutschen Schulen wird bilingualer Sachfachunterricht in Chemie häufiger angeboten (Tabelle S. 379) als noch vor 13 Jahren.²⁹⁾ In den letzten Jahren wird aufgrund unterrichtspraktischer Erfahrungen und sprachdidaktischer Überlegungen auch aus chemiedidaktischer Sicht akzeptiert, dass im Unterricht beide Sprachen nebeneinander zu verwenden sind. Insgesamt hat sich Unterrichtspraxis in dieser prinzipiellen Position mehr bewegt als Forschung zu dieser Thematik allgemein.

Ein Thema ist, wie spezielle Eigenheiten der Fremdsprachen, etwa Wortschatz, Semantik, Satzbau, Ausdrucksweise, sprachliche Interferenzprobleme, beim Begriffslernen und dadurch geprägte Lern- und Denkopoperationen chemiedidaktische Entscheidungen beeinflussen.¹¹²⁾ Hier gilt der Grundsatz: Fremdsprache ist nicht gleich Fremdsprache.¹¹³⁾

Im Sinne der europäischen Idee hat die Bildungspolitik entschieden, Kulturperspektiven in der Schul- und Unterrichtspraxis zu verankern. Fachliches Lernen war über Fremdsprachen in interkulturellen Zielperspektiven (Kasten) zu realisieren. Dabei wurde nicht bedacht, dass eine Didaktik bilingualen Chemieunterrichts als theoretischer Überbau und entsprechende Organisationsstrukturen im Bildungssystem nur in Ansätzen existierten. Der Trend zu bilingualen Unterrichtsangeboten ab dem Jahr 2005 war (wohl) zunächst lernpsychologisch ausgerichtet.

Die Effekte von bilingualem Chemieunterricht ergeben sich aus didaktisch variantenreichen und sorgfältig konstruierten Unterrichtsszenarien. Unserer Einschätzung nach wird ein muttersprachlicher Unterricht, der handlungswie schülerorientiert ist, Lerneffekte und positive Einstellungen generell fördern.

Die interkulturellen Leitideen, in beiden Zielsprachen zu lernen und zu kommunizieren, zu denken und zu verstehen, Sprachwelten zu differenzieren und zu integrieren, zu fördern und zu fordern, sind hochgesteckt, werden aber elegant formuliert: „Der Aufbau sachfachlicher Kompetenz (beinhalte) eine fachliche Diskurskompetenz in zwei Sprachen“.⁶⁾ Dieser Anspruch ist unterrichtspraktisch herausfordernd – für Lehrende wie Lernende gleichermaßen.

Ausbildungsinitiativen sind weiterhin zu forcieren, Kooperationen von Fremdsprachen- und Chemiedidaktik zu stärken. Bilingualer (Chemie-)Unterricht erfordert Integration(sleistungen) auf allen Ebenen, vor allem für Methodik und Didaktik, die Elemente aus beiden Disziplinen vereinen. Das Projekt der Universität Wuppertal mit dem Otto-Hahn-Gymnasium in Dinslaken könnte Akzente setzen und Forderungen entsprechen, die Hallet¹¹⁾ bereits in den 90er Jahren postuliert hat.

Fremdsprachen, zunehmend als Unterrichts- und Arbeitssprache verwendet, werden Werkzeugfunktionen im Sachfachunterricht annehmen.

Hans-Jürgen Becker war von 1995 bis 2016 Professor für Chemiedidaktik an der Universität Paderborn. Seit 2016 ist er, unterstützt vom DAAD, Gastprofessor für Chemiemethodologie an der Ho Chi Minh City University of Education in Vietnam. Von 1967 bis 1975 war er in unterschiedlichen Funktionen im Berliner Schuldienst tätig, danach bis 1983 an der PH Berlin/TU Berlin als wissenschaftlicher Assistent und ab 1985 an der FU Berlin, zuletzt als Privatdozent. Im Jahr 1978 hat er promoviert und sich 1992 an der FU Berlin im Fachbereich Chemie habilitiert. Seine Forschungsschwerpunkte sind konzeptionelle und hochschuldidaktische Themen, eine systematische Chemiedidaktik sowie in den letzten Jahren forschungsmethodische und interkulturelle Fragen.



Anne-Kathrin Kemper studierte von 2007 bis 2013 Chemie, Französisch und katholische Religionslehre für das Lehramt an Gymnasien und Gesamtschulen an der Universität Paderborn. Während ihres Studiums konzipierte und gestaltete sie als deutsche Fremdsprachenassistentin an einem Lycée im Großraum Paris bilingualen Physik-Chemieunterricht in der Fremdsprache Deutsch mit. Seit ihrem Zweiten Staatsexamen arbeitet sie an einem Paderborner Gymnasium sowie in der bilingualen technisch-naturwissenschaftlichen Lehre in der Fremdsprache Deutsch am Internationalen Studienkolleg in Paderborn. Von 2013 bis 2016 forschte sie im Arbeitskreis Chemiedidaktik an der Universität Paderborn. Bei Hans-Jürgen Becker promoviert sie über bilingualen naturwissenschaftlichen Unterricht.



Minh Quang Nguyen legte das Staatsexamen für das gymnasiale Lehramt in den Fächern Chemie und Mathematik an der Universität Paderborn im Jahr 2012 ab. Von 2012 bis 2016 war er wissenschaftlicher Mitarbeiter im Arbeitskreis Chemiedidaktik an der Universität Paderborn. Er promoviert bei Hans-Jürgen Becker über chemische Bildung in Vietnam und untersucht die Realisation bildungspolitischer und methodologischer Reformansätze. Seit September 2016 arbeitet er als Lehrer an der International German School in Ho-Chi-Minh-Stadt. In seiner Unterrichtspraxis mit überwiegend vietnamesischen Lernenden gestaltet er bi- und multilingualen chemischen Sachfachunterricht in den Fremdsprachen Deutsch und Englisch.



Literatur

- 1) I. Müller, *Math. Nat. Unter.* 1998, 51, 259
- 2) M. Becker-Mrotzek, I. Böttcher, *Schreibkompetenz entwickeln und beurteilen*, Cornelsen, Berlin, 2012.
- 3) L. Riebling, *Sprachbildung im naturwissenschaftlichen Unterricht. Eine Studie im Kontext migrationsbedingter sprachlicher Heterogenität*, Waxmann-Verlag, Münster, New York u.a., 2012.
- 4) C. Bolte, R. Pastille, „*Naturwissenschaften zur Sprache bringen, Strategien und Umsetzung eines sprachaktivierenden naturwissenschaftlichen Unterrichts*“, in: G. Fenkart, A. Lemens, E. Erlacher-Zeitlinger (Hrsg.): *Sprache, Mathematik und Naturwissenschaften*, Studienverlag, Innsbruck, 2010, 26–46
- 5) S. Abels, H. Busch, H. Lembens et al., *GDCP*, 2012, 40, 380.
- 6) *KMK-Bericht* Konzepte für den bilingualen Unterricht – Erfahrungsbericht und Vorschläge zur Weiterentwicklung, *Beschluss der Kultusministerkonferenz vom 17.10.2013*.
- 7) M. A. B. Hernández, „*Sprachunterricht in Europa: neue Perspektiven*“, in: P. Graf, A. Fernaindez-Castillo, *Schüler auf dem Weg nach Europa*, Klinkhardt, Bad Heilbrunn, 2011.
- 8) A.-K. Kemper, H.-J. Becker, *CHEMKON*, 2016, 23 (2), 87–89.
- 9) D. Abendroth-Timmer, S. Breidbach (Hrsg.), *Handlungsorientierung und Mehrsprachigkeit: Fremd- und mehrsprachliches Handeln in interkulturellen Kontexten*, Lang, Frankfurt, 2000.
- 10) A. Habekost, *Chim. Didact.*, 2005, 31, 29–41.
- 11) W. Hallet, *Praxis des neusprachlichen Unterrichts, Band 45*, 1998, 2, 117.
- 12) F. Hüllden, J. Kurtz, *Englisch*, 2003, 38, 3, 89–96.
- 13) M. Hemmelgarn, M. Ewig, *IDB Münster, Ber. Inst. Didaktik Biologie*, 2003, 12, 39–62.
- 14) C. Bohrmann-Linde, „*Auf dem Weg zu einer Fachdidaktik Bilingualer Chemieunterricht*“, in: B. Diehr, L. Schmelter (Hrsg.), *Bilingualen Unterricht weiterdenken – Programme, Positionen, Perspektiven* (Vol. 7), Lang, Frankfurt, 2012.
- 15) B. Diehr, L. Schmelter (Hrsg.), *Bilingualen Unterricht weiterdenken: Programme, Positionen, Perspektiven*, Lang, Frankfurt, 2012.
- 16) S. Breidbach, „*Bilingualer Sachfachunterricht als neues, interdisziplinäres Forschungsfeld*“, in: S. Breidbach et al. (Hrsg.), *Bilingualer Sachfachunterricht: Didaktik, Lehrer-/Lernerforschung und Bildungspolitik im Spannungsfeld von Theorie und Empirie. Mehrsprachigkeit in Schule und Unterricht*, Vol. 1, Lang, Frankfurt, 2002, 11–27.
- 17) N. Aristov, *Math. Nat. Unter.* 2013, 66, 30–36.
- 18) S. Doff (Hrsg.): *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe – Eine Einführung*, Narr-Verlag, Tübingen, 2010.
- 19) A. Habekost, *Chim. Didact.* 2004, 30 (3), 221.
- 20) M. Griesel, *Bilingualer Chemieunterricht – Chemie auf Englisch, Staatsexamensarbeit*, Marburg, 2010.
- 21) W. Hallet, *Praxis des neusprachlichen Unterrichts*, 2002, 49 (2), 114–127.
- 22) W. Zydatis, *Deutsch-Englisch-Züge in Berlin (DEZIBEL). Eine Evaluation des bilingualen Sachfachunterrichts an Gymnasien: Kontext, Kompetenzen, Konsequenzen*, Lang, Frankfurt, 2007.
- 23) A. Bonnet, *Fremdsprachen Lehren und Lernen*, 2007, 36, 126–141.
- 24) W. Butzkamm, „*Über die planvolle Mitbenutzung der Muttersprache im bilingualen Sachfachunterricht*“, in: G. Bach, S. Niemeier (Hrsg.), *Bilingualer Unterricht. Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*, Lang, Frankfurt, 2000, 97–113.
- 25) W. Butzkamm, „*Methodische Grundsätze und Probleme des bilingualen Sachunterrichts. Eine Klärung auf der Grundlage reflektierter Praxis*“, in: F.-J. Meißner (Hrsg.), *Interaktiver Fremdsprachenunterricht: Wege zu authentischer Kommunikation*, Gunter Narr Verlag, Tübingen, 1997, 297–306.
- 26) R. Richter, M. Zimmermann, „*Und es geht doch: Naturwissenschaftlicher Unterricht auf Englisch*“, in: M. Wildhage, E. Otten (Hrsg.), *Praxis bilingualen Unterrichts 2009*, Cornelsen, Berlin, 2016, 116–146.
- 27) K. Gnutzmann, „*Zu den Funktionen des Englischen im bilingualen Sachfachunterricht: gesellschaftswissenschaftlich vs. naturwissenschaftlich basierte Fächer*“, in: J. P. Timm (Hrsg.), *Fremdsprachenlernen und Fremdsprachenforschung: Kompetenzen, Standards, Lernformen, Evaluation*. Festschrift für Helmut Johannes Vollmer, Narr, Tübingen 2006, 179–190.
- 28) A. Nieweler (Hrsg.), *Fachdidaktik Französisch, Tradition/Innovation/Praxis*, Ernst-Klett-Verlag, Stuttgart, 2006.
- 29) A. Bonnet, *Chemie im bilingualen Unterricht: Kompetenzerwerb durch Interaktion*, Leske und Budrich, Opladen, 2004.
- 30) W. Zydatis, *Die Überprüfung fächerübergreifender transferfähiger Diskurskompetenzen im bilingualen Sachfachunterricht*, in: S. Doff (Hrsg.), *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe – Eine Einführung*, Narr-Verlag, Tübingen, 2010, 258–271.
- 31) F. R. Weller, *Praxis des neusprachlichen Unterrichts*, 1996, 43, 1, 73–80
- 32) A. Neuhäuser, *Chem. Sch.* 1979, 26, 144.
- 33) W. Reinwarth, *Chem. Sch.* 1984, 31 (2/3), 90.
- 34) H. J. Vollmer, „*Förderung des Spracherwerbs im bilingualen Sachfachunterricht*“, in: G. Bach, S. Niemeier, *Bilingualer Unterricht – Grundlagen, Methoden, Praxis*, Lang, Frankfurt, 2005, 131–150.
- 35) C. Haagen-Schützenhöfer, L. Mathelitsch, M. Hopf, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 2011, 17, 223–260.
- 36) K. Bach, „*Bilingualer Chemieunterricht und Fachstruktur*“ in: H. Behrendt (Hrsg.), *Zur Didaktik der Physik und Chemie: Probleme und Perspektiven*, Alsbach, 1998, 176–178.
- 37) A. Bonnet, *Kompetenz durch Bedeutungsaushandlung – Ein integratives Modell für Bildung und sachfachliches Lernen im bilingualen Unterricht*. In: A. Bonnet, S. Breidbach (Hrsg.), *Didaktiken im Dialog – Konzepte des Lehrens und Wege des Lernens im bilingualen Sachfachunterricht*, Lang, Frankfurt, 2004, 115–126.
- 38) J. Jäger, *Prax. Naturwiss., Chem.* 2001, 50(7), 43–44.
- 39) H.-J. Becker, M. Q. Nguyen 2: *Die Schule – IGS HCMC – IGS News*, Januar 2017.
- 40) Y. Yurdanur, *Studien zur chemischen Bildung in der Türkei, Staatsexamensarbeit*, Paderborn, 2014.
- 41) A.-K. Kemper, *Bilingualer Physik/Chemieunterricht in der Fremdsprache Deutsch in Frankreich, Staatsexamensarbeit*, Paderborn, 2013.
- 42) A.-K. Kemper, *Beobachtungen und Erkenntnisse im Chemieunterricht am Internationalen Studienkolleg an der Universität Paderborn im Zeitraum 2014–2016*, Paderborn, 2016, unveröffentlicht.
- 43) M. Q. Nguyen, *Chemieunterricht in Vietnam – Begegnung, Beobachtung und Eindrücke vor Ort, Staatsexamensarbeit*, Paderborn, 2012.
- 44) E. Thürmann, „*Zur Konstruktion von Sprachgerüst im bilingualen Sachfachunterricht*“, in: S. Doff (Hrsg.), *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe – Eine Einführung*, 2010, 137–153.
- 45) N. Piesche, *CLIL im naturwissenschaftlichen Unterricht – Auswirkungen auf den Wissenszuwachs und die Motivation im Sachfach*, *Dissertation*, Ludwigsburg, 2015.
- 46) G. Hoffmann, *Didaktische Grundsätze zum Aufbau bilingualer Unterrichtssequenzen: www.elg-alzey.de/assets/ueber-uns/Bili/Aufbau-bilingualer-Unterrichtssequenzen.pdf* (7.1.2017).
- 47) C. Bohrmann-Linde, *Prax. Naturwiss., Chem. Sch.* 2008, 57(7), 43–49.
- 48) S. Fechner, S. Schüttler, *Math. Nat. Unter.* 2013, 66 (5), 274–280.
- 49) A. Habekost, *Chim. Didact.* 2004, 30, 201.
- 50) A. Habekost, *Der Deutsche Lehrer im Ausland*, 2004, 51 (3), 203–211.
- 51) H. Haudeck, S. McCafferty, N. Aristov, „*Bilingualer Sachfachunterricht in der Grundschule am Beispiel von Storytelling und Experimenten zu Naturphänomenen*“, in: H. Böttger, N. Schlüter (Hrsg.): *Fortschritte im frühen Fremdsprachenlernen. Ausgewählte Tagungsbeiträge* Eichstätt 2011. *Domino Verlag, München*, 2012, 157–165.
- 52) A. Bonnet, *Englisch* 1999, 2, 45–52.
- 53) A. P. M. Romanowska, *Chemie Arbeitsheft – Die bilinguale Abiturprüfung muss nicht*

- schwer sein, www.goethe.de/resources/files/pdf41/Chemie_Arbeitsheft_1.pdf (7.1.2017).
- 54) A.-K. Kemper, Studien zum bilingualen Physik/Chemieunterricht in Frankreich in den Jahren 2011–2014, *Universität Paderborn*, 2015 (unveröffentlicht).
- 55) N. Özcan, E. Sumfleth, *GDCP* 2012, 40, 293
- 56) A. Bonnet, Zeitschrift für Englischlehrerinnen und Englischlehrer, 1998, 33 4, 122–129.
- 57) W. Butzkamm, „Über die planvolle Mitbenutzung der Muttersprache im bilingualen Sachfachunterricht“, in: G. Bach, S. Niemeier (Hrsg.), *Bilingualer Unterricht. Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*, Lang, Frankfurt, 2000, 97–113.
- 58) A. Hegerfeldt, *Praxis Fremdsprachenunterricht* 2006, 6, 36–41.
- 59) O. Mentz, S. Nix, P. Palmen (Hrsg.), *Bilingualer Unterricht in der Zielsprache Französisch: Entwicklungen und Perspektiven*, Narr-Verlag, Tübingen, 2007.
- 60) D. Beaufils, *Prax. Naturwiss., Phys.* 2000, 49, 19–21.
- 61) H. Döbert, W. Hörner, B.v. Kopp, W. Mitter (Hrsg.), *Die Schulsysteme Europas*. in: *Grundlagen der Schulpädagogik*, Band 46, Schneider-Verlag Hohengehren, Baltmannsweiler, 2002.
- 62) A. Bonnet, *Der fremdsprachliche Unterricht-Englisch*, 2005, 39 (78), 34–41.
- 63) A. Bonnet, „47% – das Spracherwerbspotenzial bilingualen Chemieunterrichts“, in: S. Breidbach, G. Bach, D. Wolff (Hg.): *Bilingualer Sachfachunterricht*, Lang, Frankfurt, 2002, 125–139.
- 64) C. Baker, S. P. Jones, „*Encycloedia of Bilingualism and Bilingual Education*“, *Multilingual Matters*, Clevedon, 1998.
- 65) A. Bonnet, *Chimica Didactica* 2005, 31 (1), 6–28.
- 66) A. Koch, W. Bündler, *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften* 2006, 12, 67–76.
- 67) A. Koch, W. Bündler, *Math. Nat. Unter.*, 2008, 61, 4.
- 68) A. Bonnet, *GDCP*, 2002, 30, 260.
- 69) C. Bohrmann-Linde, T. Köhne, *Prax. Naturwiss., Chem. Sch.* 2010, 59, 8, 45–48.
- 70) C. Bohrmann-Linde, *Naturwiss. Unterr. Chem.*, 2011, 22, 121–122.
- 71) D. Abendroth-Timmer, „Schülerinnen und Schüler im bilingualen Sachfachunterricht“, in: S. Doff (Hrsg.), *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe – Eine Einführung*, Narr-Verlag, Tübingen, 2010, 124–136.
- 72) H.-J. Becker, I. Eilks, E. Sumfleth, *Nachr. Chem.* 2005, 5, 317–321.
- 73) R. Theis, „*Bilingualer Geschichtsunterricht*“, in: S. Doff (Hrsg.), *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe – Eine Einführung*, Narr-Verlag, Tübingen, 2010, 44–57.
- 74) S. Niemeier, „*Bilingualismus und „bilinguale Bildungsgänge aus kognitiv-linguistischer Sicht*“, in: G. Bach, S. Niemeier (Hrsg.), *Bilingualer Unterricht – Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*, Lang, Frankfurt .2005, 23–45
- 75) *Gymnasium Martino-Katharineum, Chemieunterricht – bilingual*: http://mk-braunschweig.de/mk/aktuelles/einzelsicht/news/chemieunterricht-bilingual/?tx_news_pi1%5Bcontroller%5D=News&tx_news_pi1%5Baction%5D=detail&cHash=aa921bc90306219f3fd75b505250df39 (7.1.2017).
- 76) S. Bechler, M. Sambanis, „*Bilingualer Sachfachunterricht schon in der Grundschule? Vom Für und Wider und den Konsequenzen für die Sekundarstufe I*“, in: S. Doff (Hrsg.), *Bilingualer Sachfachunterricht in der Sekundarstufe – Eine Einführung*, Narr-Verlag, Tübingen, 2010, 169, 181.
- 77) A. Bonnet, „*CLIL im Fach Chemie – Wachsende Orchidee und Motor der Integration*“, in: B. Diehr, L. Schmelter (Hrsg.), *Bilingualer Unterricht weiterdenken – Programme, Positionen, Perspektiven* (Vol. 7), Lang, Frankfurt, 2012.
- 78) E. Schumacher, *Chem. Unserer Zeit* 2012, 46, 351.
- 79) A. Koch, *IPN*, 2006, 23, 3, 6.
- 80) O. Kötter, M. Leucht, H. A. Pant, *Unterrichtswissenschaft*, 2012, 40, 334.
- 81) www.vollan.de/bistu/vorteile.html (7.1.2017).
- 82) *Gymnasium Johanneum Lüneburg, Bilingualer Unterricht*: www.johanneum.eu/seite/111953/bilingualer-unterricht.html (7.1.2017).
- 83) A. Bonnet, *Zeitschrift für Englischlehrerinnen und Englischlehrer*, 1997, 32 (1), 13–19,
- 84) M. Klingauf, D. Lüpke, *Naturwiss. Unterr. Chem.* 2007, 18(2), 98, 30
- 85) P. Senkel, *Codeswitching – Typen und ihre Funktionen im Spracherwerb Französisch bei Schülern der Klasse 3., Hausarbeit*, Karlsruhe, 2004
- 86) *Universität Göttingen, Bilinguale Module*, www.unterrichtsmaterialien-chemie.uni-goettingen.de/bilingual.php (7.1.2017).
- 87) N. Aristov, *CHEMKON*, 2013, 20, 169–175.
- 88) *Universität Bremen, www.chemiedidaktik.uni-bremen.de/symp2012/SS2012FinProg.pdf* (7.1.2017).
- 89) *Forschungsberichte Pädagogische Hochschule Freiburg* (Hrsg.), *Freiburg 2000 – 2002*: www.ph-freiburg.de/fileadmin/dateien/zentral/webdoks/forschung/foberecht2003.pdf (7.1.2017)
- 90) T. A. Zahn, *Module zu einem europaaorientierten Studiengang im Fach Chemie im trinationalen Kontext von Frankreich, Basel-Stadt, Basel-Landschaft und Baden-Württemberg*, *Dissertation*, Freiburg, 2003.
- 91) I. Fernandez, T. Larocque et al., *Math. Nat. Unter.* 2014, 67, 145.
- 92) E. Kirchner, „*Einleitung: Bilingualer Sachfachunterricht aus der Sicht der Didaktik der Naturwissenschaft*“, in: A. Bonnet et al. (Hrsg.), *Didaktik im Dialog. Konzepte des Lehrens und Wege des Lernens im bilingualen Sachfachunterricht*, Lang, Frankfurt am Main, 2004, 251.
- 93) *Gymnasium Schloss Neuhaus Europaschule, Bilingualer Unterricht am GSN*: <http://gymnasium-schloss-neuhaus.de/lernen/bilingualer-unterricht.html> (7.1.2017).
- 94) Rottweil Göttingen, *Kurzbeschreibungen der Zulassungsarbeiten von Kurs 62* (Abschluss 2005), <http://gym.seminar-rottweil.de/Lde/812285> (7.1.2017)
- 95) *Bildungsserver Württemberg, Chemie*, www.schule-bw.de/unterricht/faecher/chemie (7.1.2017)
- 96) M. Hadfield, *CHEMKON*, 1995, 20 (3), 103.
- 97) C. Uphues, *Math. Nat. Unter.* 2009, 62, 416.
- 98) *Uni Göttingen, Abteilung der Fachdidaktik Chemie*, www.uni-goettingen.de/de/190652.html (7.1.2017).
- 99) E. Gehrler, W. Wutscher et al. *Chem. Sch.* 2004, 19 (1a), 1.
- 100) F. Bogner, *CHEMKON*, 1995, 2, 9.
- 101) *Bergische Universität Wuppertal, „BiChem – Bilingualer Chemieunterricht“*: www.chemiedidaktik.uni-wuppertal.de/bilingual/index.html (7.1.2017).
- 102) C. Rittersbacher, *Fremdsprachen Lehren und Lernen*, 2007, 36, 111–125.
- 103) Molecool, *Drogen*, in: *Beilage zu Chem. Sch.* 2013, 28 (1).
- 104) B. Martin, P. Mahaffy, *Naturwiss. Unterr. Chem.*, 2012, 23, 40–43
- 105) H. J. Bader, L. Gros, I. Maciejowska, *CHEMKON*, 2012, 19 (1), 29–32.
- 106) J. Leisen in: *Materialien Deutsch als Fremdsprache*, in: *Fachverband Deutsch als Fremdsprache (FaDaF)*, 2001, 58, 473–495.
- 107) B. Kucera, *Eine eigene Methode für den bilingualen Unterricht*, *Seminarunterlagen Rottweil*, 2006.
- 108) E. Thürmann, „*Eine eigenständige Methodik für den bilingualen Sachfachunterricht?*“, in: G. Bach, S. Niemeier (Hrsg.), *Bilingualer Unterricht. Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*, 2000.
- 109) B. Werner, *Auswahlbibliographie zum Bilingualen Sachfachunterricht*, www.geisteswissenschaften.fu-berlin.de/we05/romanid/forschung/forschung_bili/forschung_bili_publicationen/bili_publicationen_auswahlbibliographie_deutsch_PDF.pdf (7.1.2017)
- 110) *Bayern bilingual* (Hrsg.), *Bibliographie: Bilingualer Sachfachunterricht*, www.bayern-bilingual.de/gymnasium/userfiles/Bibliographie_BSU_Sept09.pdf (7.01.17)
- 111) A. J. Franco-Marscal, M. J. Cano-Iglesias, *CHEMKON*, 2009, 16, 96.
- 112) H.-J. Becker, M. Q. Nguyen, *Journal of Science* (Ho Chi Minh City University of Education). 2014, 54 18.
- 113) D. Michielli, „*Code-Switching im bilingualen Spracherwerb unter Berücksichtigung der beteiligten Sprachen*“, *Diplomarbeit*, Wien, 2013.