

ANGELA KOCH UND WOLFGANG BÜNDER

## Fachbezogener Wissenserwerb im bilingualen naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht

### Zusammenfassung

Bilingualer Unterricht ist Fachunterricht, der in einer Fremdsprache abgehalten wird. Das Fach Naturwissenschaft gehört in der Regel bisher noch nicht zu den bilingual unterrichteten Fächern, es besteht aber Grund zu der Annahme, dass es sich gut dafür eignet. Aus diesem Grund wurde eine Konzeption für englischsprachigen Naturwissenschaftsunterricht in der Klassenstufe 5/6 entwickelt, erprobt und in einer Fallstudie untersucht. Im Zentrum der Untersuchung stand die Frage, ob im bilingual erteiltem Unterricht, die zentralen naturwissenschaftlichen Methoden und Konzepte angemessen behandelt werden können. Das Unterrichtsprojekt wurde in Form von Arbeitsgemeinschaften durchgeführt, die sich durch die jeweiligen Unterrichtssprachen Englisch oder Deutsch sowie durch ihre vorherigen Erfahrungen mit bilinguaem Unterricht unterschieden. Es wurden vier Untersuchungsgruppen gebildet, in denen mit Hilfe von *Concept-Mapping*-Aufgaben der Zuwachs an strukturellem, fachlichem Wissen im Laufe zweier Unterrichtseinheiten erhoben wurde.

Zusammenfassend kann über das fachliche Lernen in den Untersuchungsgruppen dieser Fallstudie ausgesagt werden, dass im englischsprachigen Unterricht durchgängig höhere Lernzuwächse auf der Ebene des sachfachlichen Wissens zu beobachten waren als im deutschsprachigen Unterricht – es lassen sich keine Hinweise für eine Behinderung der Lernprozesse durch den Unterricht in der Fremdsprache finden. Dieses kann als Hinweis gedeutet werden, dass sich das Fach Naturwissenschaft grundsätzlich für den bilingualen Unterricht eignet. Diese Eignung gilt bereits in der Klassenstufe 5/6.

### Abstract

*Content and Language Integrated Learning* is best described as subject lessons taught in a foreign language. In Germany science lessons are not yet taught in this way, even though there is reason to believe that this could be successful. Due to this hypothesis a conception for science lessons taught in English to German lower secondary students has been developed and field-tested in a case study. The evaluation of the bilingual science lessons has been led by the question whether students might be hindered in learning science matters due to the use of a foreign language.

The teaching project has been realised as a science club – an extracurricular activity consisting of groups with students taught either in English or in German and previously attending either standard primary schools or a bilingual primary school. In all four groups the increase of structural knowledge has been tested by applying concept mapping tasks before and after the teaching of two different topics.

In summary it can be said, that in this case study the increase in knowledge of scientific matters has been higher in those groups taught in English than in the control group taught in German. Thus there are no signs for a hindrance of subject matter learning in lessons taught mainly in a foreign language. The results of this case study can be interpreted as an indication that science, and especially *inquiry science*, is a subject well suited for *content and language integrated learning* and that lessons taught according to this conception may well start soon after the initial foreign language lessons.

### 1 Theoretischer Hintergrund

Bilingualer Unterricht ist ein Fachunterricht, der in einer Fremdsprache durchgeführt wird, also Mathematik auf Dänisch, Geschichte auf Französisch oder Naturwissenschaften auf Englisch. Diese Form des Unterrichts hat sich in den letzten 15 Jahren in den Schulen sowohl

in Deutschland als auch in weiteren europäischen Ländern fest etabliert, mit zunehmender Tendenz. Die ausschlaggebende Zielsetzung liegt dabei auf einer verbesserten Förderung des Fremdsprachenerwerbs, wie sie auch in den bildungspolitischen Initiativen der Europäischen Union formuliert wird (Commission of

the European Communities 2003). Grund sind die zum Teil geringen Erfolge des systematischen, lehrgangsorientierten Fremdsprachenunterrichts bei den Schülerinnen und Schülern (Klieme et al. 2006).

In Deutschland gibt es vorsichtigen Schätzungen zufolge mehr als 450 bzw. 500 Schulen, die kontinuierlich bilingualen Unterricht anbieten (Ottens & Wildhage 2003; Wolff 2002). In den meisten Fällen handelt es sich dabei um Gymnasien, die nach einer zweijährigen Vorbereitungsphase ab der siebten Klassenstufe in einem zumeist gesellschaftswissenschaftlichem Fach, beispielsweise Erdkunde oder Geschichte, Unterricht in englischer oder französischer Sprache erteilen. Neben diesem „Standardmodell“ werden aber auch eine Vielzahl anderer Umsetzungsformen des bilingualen Unterrichts erprobt. Dabei zielt die derzeitige Weiterentwicklung zum einen auf Angebote für jüngere Schülerinnen und Schüler, etwa in der Grundschule, und zum anderen auf die Einbeziehung weiterer Fächer, beispielsweise der naturwissenschaftlichen Fächer.

Mit der zunehmenden Etablierung bilingualer Unterrichtsformen im Bildungsangebot steigt auch der Bedarf nach einer integrativen Didaktik<sup>1</sup> des bilingualen Unterrichts sowie einer wissenschaftlichen Begleitung der verschiedenen Umsetzungsmodelle (Vollmer 2000; Zydati 2002). Bisher bildete fast ausschließlich die Fremdsprachendidaktik den Kristallisationspunkt sowohl für Überlegungen zu einer übergreifenden Didaktik des bilingualen Unterrichts als auch für dessen Evaluation. Dagegen wird im bilingualen Unterricht der Fachunterricht in einer Fremdsprache als Annäherung an einen natürlichen Spracherwerb in Alltags- und Arbeitskontexten angesehen. Durch die notwendige praktische Nutzung fachlicher Inhalte und eine damit einhergehende Veränderung der Rolle der zu erlernenden Fremdsprache – weg vom allgemeinen Unterrichtsziel hin zum praktischen Kommunikationsmittel – muss sich auch die Sichtweise auf das Lernen der Sprache verändern. So wird davon ausgegangen, dass

durch eine inhaltsbezogene Anwendung der Sprache als Unterrichtsmittel das Ziel des Kompetenzaufbaus innerhalb dieser Sprache sinnvoller unterstützt wird als in einem Unterricht, der die Sprache hauptsächlich als Unterrichtsgegenstand betrachtet. In der wissenschaftlichen Literatur wird daher der bilinguale Unterricht inzwischen präziser als *Content and Language Integrated Learning* (CLIL) beschrieben. Mit diesem Begriff soll zum einen die (auch im muttersprachlichen Unterricht gegebene) Verflechtung von sprachlichem und inhaltlichem Lernen verdeutlicht werden. Zum anderen aber auch auf die notwendige Verknüpfung der unterrichtsmethodischen Mittel und Möglichkeiten der beteiligten sprachlichen und nichtsprachlichen Fächer aufmerksam gemacht werden (Bach 2002; Vollmer 2002).

Der naturwissenschaftliche Unterricht und die sprachlichen Fächer können sich hervorragend ergänzen und gegenseitig fördern. So verlangt und bietet ein zeitgemäßer, handlungsorientierter Naturwissenschaftsunterricht nicht nur im fachlichen Diskurs, sondern vor allen Dingen auch in der alltagssprachlichen Kommunikation vor, während und nach einem Experiment erhebliches Sprachlernpotential (Maxis-Gehrke & Bonnet 2001; Klingauf 2002; Richter 2004). Umgekehrt könnte eine erhöhte Aufmerksamkeit in Bezug auf sprachliche Lernprozesse und Verständnisschwierigkeiten, wie sie etwa durch die Einbeziehung von Wortschatzübungen im bilingualen Unterricht notwendig ist, eine Bereicherung und Sensibilisierung von Verständnisprozessen des Naturwissenschaftsunterrichts darstellen. Es gibt Hinweise darauf, dass durch die sprachlichen Hürden und die damit einhergehende Verlangsamung im fremdsprachlichen Fachunterricht ein stärkeres Bewusstsein und eine bessere Vertiefung beim Erlernen von fachlichen Begriffen erreicht werden können (Bonnet 2004; Koch 2005).

Bei der Evaluation von bilingualen Unterrichtsangeboten wurde bisher hauptsächlich das fremdsprachliche Lernen untersucht (Wode 1996; Bredenbröcker 2002; Schrandt 2002). Es

<sup>1</sup> Unter dieser Bezeichnung wird in der wissenschaftlichen Diskussion des bilingualen Unterrichts die Zusammenführung der Fremdsprachendidaktik mit den Fachdidaktiken der betroffenen Fächer verstanden.

wird durchgehend als erfolgreich bezeichnet, auch wenn die Anzahl und der Umfang der Studien noch keine abschließende Beurteilung des Spracherwerbs im bilingualen Unterricht zulassen. Alle Untersuchungen kommen jedoch übereinstimmend zu dem Schluss, dass im fremdsprachlich durchgeführten Fachunterricht signifikant größere sprachliche Lernerfolge – besonders im kommunikativen Umgang mit der Sprache – verzeichnet werden können als im herkömmlichen Fremdsprachenunterricht. Den Schülerinnen und Schülern bilingualer Klassen wird in Bezug auf die fremdsprachlichen Kompetenzen zum Ende der neunten Jahrgangsstufe ein Vorsprung von etwa zwei Schuljahren attestiert (Klieme 2006). Zudem konnte in großen kanadischen Studien sowie in einer Untersuchung aus dem Grundschulbereich in Deutschland gezeigt werden, dass diese Erfolge auch gänzlich ohne herkömmlichen Fremdsprachenunterricht und damit effektiv geringerer Unterrichtszeit erzielt werden können (Wesche 2002; Wode, 2002).

Das Lernen im bilingualen Unterricht im Fach Chemie ist in Deutschland bisher nur im Rahmen weniger Fallstudien mit betrachtet worden (Bonnet 2004; Klingauf 2006). Die Ergebnisse dieser Untersuchungen werden als Hinweise bewertet, dass die Schülerleistungen im bilingualen Chemieunterricht der gymnasialen Oberstufe mit denen des muttersprachlichen Unterrichts vergleichbar sind. Zudem liefert bereits eine vorhergehende Studie Hinweise darauf, dass die sprachlichen Schwierigkeiten im bilingualen Unterricht unter Umständen auch das Symptom tieferliegender fachlicher Verständnisschwierigkeiten im Chemieunterricht sein können. So ist ein Beispiel dokumentiert, in dem erst durch den Fehlgebrauch der Vokabel *reagent* für Reagenz aufgedeckt werden konnte, dass auch dem deutschen Begriff Reagenz und damit der Vorstellung von chemischen Reaktionen ein Fehlkonzent unterliegt. Diese Unklarheit wäre weder den Lernenden noch den Lehrenden aufgefallen, da alle der Meinung waren, sie wüssten, was der Begriff Reagenz bedeutet (Bonnet 1999). In Bezug auf das fachliche Lernen im bilingualen Unterricht gibt es allerdings keine weiteren Untersuchun-

gen, ob und wie weit hier ein zufälliges Ergebnis oder eine generelle Möglichkeit des bilingualen Unterrichts vorliegt. Es besteht daher noch erheblicher Forschungsbedarf.

## 2 Fragestellung

Mit der vorliegenden Untersuchung des fachlichen Lernens im bilingualen Unterricht soll die Forschung in diesem Bereich fortgesetzt und unter der zentralen Fragestellung aufgegriffen werden, ob in einem englischsprachig durchgeführten Unterricht die Zielsetzungen eines Naturwissenschaftsunterrichts in angemessenem und damit dem muttersprachlich erteilten Unterricht vergleichbarem Maß erreicht werden.

Die Befürchtung, dass das Lernen der fachlichen Inhalte im bilingualen Unterricht behindert werden könnte, wird sowohl in der wissenschaftlichen Diskussion als auch im schulischen Umfeld geäußert (Lenz 2004; Zydati 2004). Gegen diese Befürchtung sprechen vor allem die individuellen Einschätzungen der in diesem Bereich unterrichtenden Lehrkräfte (Wode 1996; Burmeister & Daniel 2002; Burmeister & Pasternak 2004). Diese für die Praxis sehr wichtigen, aber empirisch nicht untermauerten Berichte gehen übereinstimmend davon aus, dass in einem angemessenen Maß fachlich gelernt wird und dass die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit den Leistungen aus dem muttersprachlichen Unterricht vergleichbar sind.

Nachfolgend wird über die Ergebnisse dieser Fragestellung aus einer Fallstudie berichtet, in der ein fachbezogener Wissenserwerb von Schülerinnen und Schülern im bilingual-englischsprachigen wie im muttersprachlich-deutschsprachigen naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht erhoben wurde.

## 3 Methode

### 3.1 Design der Untersuchung

Da ein bilingualer naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht bisher noch nicht als Regelunterricht durchgeführt wurde und für eine Untersuchung genutzt werden konnte, wurde er für diese Studie in Form von freiwilligen Arbeitsgemeinschaften angeboten. Ein derartiges

Unterrichtsfach ist in der Klassenstufe 5/6 durch seine Kombination an Handlungs- und Kommunikationsorientierung besonders für einen fremdsprachlichen Fachunterricht als geeignet anzusehen. In zwei aufeinander folgenden Schuljahren standen entsprechende Naturwissenschafts-AGs allen Schülerinnen und Schülern der fünften Jahrgangsstufe des Gymnasiums Altenholz (Schleswig-Holstein) offen. Eine Besonderheit dieses Gymnasiums ist, dass es Schülerinnen und Schüler einer Grundschule mit bilingualem Unterrichtsangebot aufnimmt. Auf diese Weise entstanden vier einjährige Arbeitsgemeinschaften, die jeweils zwei Wochenstunden umfassten: eine englischsprachige für Anfänger in Bezug auf die Fremdsprache (im Folgenden auch als Gruppe I gekennzeichnet), zwei englischsprachige für Teilnehmer mit Vorerfahrungen im englischsprachigen bilingualen Unterricht (Gruppe A und E) sowie eine deutschsprachige Gruppe (Gruppe D). Die Kurse umfassten jeweils 10–15 Teilnehmer.

Auf Grund der Freiwilligkeit der Unterrichtsangebote ließ sich die Zusammensetzung der Gruppen nicht beeinflussen. Die Möglichkeit, dass sich in den Arbeitsgemeinschaften lediglich die besonders begabten und speziell interessierten Schülerinnen und Schüler sammeln, konnte ausgeschlossen werden. Mit Hilfe einiger Abschnitte des kognitiven Fähigkeitstests KFT 4-12 + R (Heller & Perleth 2000) sowie eines Fragebogens, die beide den gesamten betroffenen Jahrgängen des Gymnasiums vorgelegt wurden, konnte gezeigt werden, dass sich in keiner der Gruppen die Teilnehmer signifikant von ihren Mitschülerinnen und Mit-

schülern im restlichen Jahrgang unterschieden. Die Mittelwerte der einzelnen KFT-Abschnitte entsprachen sowohl denen des gesamten Jahrgangs als auch den allgemein für Gymnasiasten dieser Altersstufe zu erwartenden Werten. Auch die erhobenen Interessen an Naturwissenschaften und Sprachen unterschieden sich kaum von denen ihrer Mitschülerinnen und Mitschüler. Entscheidend für die Teilnahme der Schüler an den AGs war dagegen die terminliche Vereinbarung mit anderen Freizeitaktivitäten.

In den Arbeitsgemeinschaften wurde integrierter Naturwissenschaftsunterricht auf der Basis der Unterrichtskonzeption PING (Projektkerngruppe PING 1996; ping.lernnetz.de) durchgeführt, da diese durch ihre Handlungs- und Kommunikationsorientierung den Anforderungen an einen bilingualen Unterricht besonders entgegenkommt.<sup>2</sup> Die Motivation, die von diesem Unterricht ausgeht, trug der Tatsache Rechnung, dass es sich für die teilnehmenden Jugendlichen um eine Freizeitaktivität und nicht um klassischen Schulunterricht handelte. Die vorliegenden Ausgangsmaterialien aus dem PING-Projekt wurden dahingehend angepasst, dass in allen Unterrichtsphasen geeignete sprachstützende Unterrichtselemente integriert wurden. Alle Kurse wurden von der gleichen Lehrkraft durchgeführt, wobei besonders darauf geachtet wurde, dass allen vier Arbeitsgemeinschaften die gleiche Unterrichtsstruktur zugrunde lag. Die Auswahl der Unterrichtsinhalte und Methoden sollte den genannten Anforderungen ebenfalls genügen: Die Vergleichbarkeit der vier Kurse konnte gewährleistet werden, indem in jeder Stunde

Schuljahr	Unterrichtssprache	Vorerfahrung	Gruppenbezeichnung	
2003/2004	Englisch	keine	I	„ohne Vorkenntnisse“
	Englisch	bilinguale Grundschule	A	„mit Bili-Erfahrung“
2004/2005	Englisch		E	„mit Bili-Erfahrung“
	Deutsch	keine	D	„als Muttersprache“

Tabelle 1: Naturwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaften für die 5. Klassen am Gymnasium Altenholz

<sup>2</sup> Ein PING-Unterricht ist durch seine Aufgaben- und Problemorientierung durch eine selbstständige Erkenntnissuche mit vielen Experimenten und durch seine durchgängige Gruppenarbeit besonders auf Informationsaustausch und Sprache angewiesen.

in jeder Gruppe die gleichen Basisinhalte als Ausgangspunkt angeboten wurden. Trotzdem wurde der Forderung der PING-Konzeption nach einem individuellen, von den Schülerinnen und Schülern mitgestalteten und ergebnisoffenen Unterricht weitgehend entsprochen.

Zur Erhebung des Wissenserwerbs in diesem bilingualen Naturwissenschaftsunterricht wurden die beiden umfangreichsten Unterrichtsthemen des Schuljahres herangezogen: Die Einheiten „*What can I do with water?*“ bzw. „Ich und das Wasser“ sowie „*What can I do with air?*“ bzw. „Ich und die Luft“, die jeweils zehn bzw. neun Doppelstunden umfassten.

### 3.2 *Concept Mapping* als Untersuchungsinstrument

Die Evaluation des Wissenserwerbs als Indikator für das fachliche Lernen im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht barg einige Schwierigkeiten. Die beschriebenen Untersuchungsgruppen wurden in unterschiedlichen Sprachen unterrichtet und verfügten dabei über sehr unterschiedliche sprachliche Möglichkeiten. Insbesondere die Gruppe I, die auf Englisch unterrichtet wurde, aber zu Beginn des Schuljahres lediglich über minimale Grundkenntnisse in dieser Fremdsprache verfügte, konnte Testfragen noch nicht auf Englisch beantworten. Entsprechende Testfragen auf Deutsch, also einer von dem Unterricht abweichenden Sprache, zu stellen, wäre dagegen mit der Gefahr verbunden gewesen, die Ergebnisse zu verfälschen. In diesem Falle wäre das fachliche Lernen nicht unmittelbar, sondern die Rückübertragung des Gelernten in die Muttersprache mit untersucht worden. Vollständig ließ sich dieser Konflikt nicht lösen, denn die unterschiedlichen sprachlichen Möglichkeiten können sich auf die Untersuchung in jedem Fall ausgewirkt haben. Es wurde deshalb versucht, diese Effekte so gut wie möglich zu begrenzen. Am besten geeignet erschien eine *Concept-Mapping*-Aufgabe, mit der sich strukturelles Wissen und bei einem Design aus Vor- und Nachtest auch der Wissenszuwachs erheben ließ (Stracke 2004). In den USA wurden derartige Aufgaben bereits

zur Evaluation von Naturwissenschaftsunterricht in der gleichen Altersklasse eingesetzt (Osmundson et al. 1999; Klein et al. 2002). Mit Hilfe dieser Methode lassen sich die sprachlichen Bausteine relativ gut auf Substantive und Verben beschränken, die sich auf die zentralen Konzepte der Unterrichtseinheit beziehen und sich relativ einfach durch Vokabelhilfen klären lassen. Damit war eine solche *Concept-Mapping*-Aufgabe für die Schülerinnen und Schüler aller Gruppen sowohl im Prätest als auch im Posttest gut zu bewältigen.

Die *Concept-Mapping*-Aufgaben zur Untersuchung der beiden Themenphasen „*What can I do with water?*“ bzw. „Ich und das Wasser“ sowie „*What can I do with air?*“ bzw. „Ich und die Luft“ wurden mit Hilfe von Experten, Lehrern und Entwicklern der zugrundeliegenden Unterrichtskonzeption PING erstellt. Dafür wurde zunächst ein gemeinsames Begriffsnetz erarbeitet, dieses an das sprachliche Niveau des Unterrichts angepasst, um daraus schließlich die Vorgaben für Begriffe und Relationen abzuleiten. Es handelte sich bei den Testaufgaben also jeweils um die handschriftliche Konstruktion von *Concept Maps* mit netzartiger Struktur unter Vorgabe von jeweils etwa 20 Begriffen als Klebeschildchen und ebenso vielen Relationen als Vorschlagsliste. Die teilnehmenden Schülerinnen und Schüler aller Arbeitsgemeinschaften erhielten die gleiche *Concept-Mapping*-Aufgabe jeweils vor und nach der entsprechenden Themenphase in ihrer jeweiligen Unterrichtssprache. Zum Unterrichtsthema Wasser konnten 39 korrespondierende Prä- und Posttests, zum Unterrichtsthema Luft 24 Tests erhoben werden.

Die quantitative Auswertung der Begriffsnetze erfolgte mit Hilfe von „Graphenmaßen“ (s. Tab. 2), die eine Darstellung und Interpretation der Struktur jedes einzelnen Begriffsnetzes in Form von Zahlenwerten ermöglichen. Mit Hilfe dieser Maße lassen sich Schülerleistungen im Bereich des strukturellen Wissens, wie sie in den Begriffsnetzen präsentiert werden, auf einfache Weise quantifizieren und abbilden (Friege & Lind 2000).

Folgende Maße wurden für jedes Schülernetz erhoben und zur Bildung von Mittelwerten genutzt:



Graphenmaß	Symbol	Erläuterung
Anzahl der Knoten	[KNO]	Anzahl der Begriffe
Anzahl der Kanten	[KAN]	Anzahl der Pfeile
Anzahl der Komponenten	[KOM]	Anzahl der Teilnetze
Komplexität	[KPX]	Dichte des Netzes, [KAN]/[KNO]
Anzahl zentraler Begriffe	[AZB]	Knoten mit 4 oder mehr Verknüpfungen
Anzahl einzeln verknüpfter Begriffe	[EVB]	Knoten mit nur einer Verknüpfung

Tabelle 2: Graphentheoretische Maße nach Friege &amp; Lind (2000)

Für eines dieser Maße wurden zusätzlich noch Unterkategorien entwickelt.

Die reine Graphenbetrachtung lässt die Inhalte und damit auch die Richtigkeit der Propositionen vollkommen außer Acht. Für diese Untersuchung sollten auch die falschen und unvollständigen Aussagen durch ein *Rating* herausgefiltert werden, damit auch das fachterminologische Verständnis der gelernten Begriffe überprüft werden konnte. Durch die Bewertung jeder Schüleraussage als richtig oder falsch, die von den Erstellern des Expertennetzes durchgeführt wurde, ergab sich die Möglichkeit, die Anzahl der richtigen Kanten [KAN]<sub>richtig</sub> als zusätzliche Größe anzugeben (Eckert 2000). Um zusätzlich auch noch triviale Aussagen herauszufiltern und so die tatsächlich unterrichtsbezogenen Lernerfolge angeben zu können, wurde noch die Unterkategorie der unterrichtsbezogenen Kanten [KAN]<sub>unterrichtsbezogen</sub> eingeführt, die nur richtige und unterrichtsbezogene Aussagen berücksichtigt. Diese Auswahl wurde von der unterrichtenden Lehrkraft durchgeführt und ermöglichte den Ausschluss von Aussagen wie etwa „clean water is water“, denen keine unterrichtliche Relevanz und Thematisierung zugrunde lag.

#### 4 Ergebnisse

Im Durchschnitt der gesamten Stichprobe haben sich die Leistungen der Schülerinnen und Schüler vom Vortest zum Nachtest deutlich verbessert. Alle erhobenen Graphenmaße haben dabei signifikante Verbesserungen erfahren. Auch innerhalb jeder der vier Untersuchungsgruppen sind diese Steigerungen nachzuweisen, allerdings in unterschiedlichem Ausmaß.

Die deutlichsten Steigerungen weisen die beiden Gruppen auf, deren Teilnehmer bereits Erfahrungen mit dem englischsprachigen bilingualen Unterricht hatten (Gruppen A und E, gekennzeichnet als □ bzw. als ◇). In diesen Gruppen waren beispielsweise durchschnittlich 12 bzw. 13 Verknüpfungen  $\Delta$ [KAN] mehr in den Nachtests enthalten als in den Vortests. Umgekehrt hat sich die Anzahl der nur einmal verknüpften Begriffe  $\Delta$ [EVB] von etwa 9 auf 3 abgesenkt. Die Schülerinnen und Schüler haben also deutlich mehr Begriffe miteinander verknüpft und diese auch stärker untereinander vernetzt. Etwas geringere Steigerungen weist die englischsprachig unterrichtete Gruppe ohne Vorkenntnisse auf (Gruppe I, gekennzeichnet als  $\Delta$ ). In dieser Gruppe sind durchschnittlich 10 Verknüpfungen hinzugekommen, die Anzahl der einzeln verknüpften Begriffe sinkt von etwa 8 auf 5. Deutlicher unterscheidet sich die muttersprachlich deutsch unterrichtete Gruppe (Gruppe D, gekennzeichnet als ⊙). In dieser Gruppe sind durchschnittlich nur 7 Verknüpfungen hinzugekommen, die Anzahl der einzeln verknüpften Begriffe sank von etwa 6 auf 5. Die Schülerinnen und Schüler, die muttersprachlich unterrichtet wurden, haben ihr strukturelles Wissen ebenfalls erweitern können, allerdings nicht im gleichen Umfang wie die bilingual unterrichteten Gruppen.

Diese beschriebenen Änderungen der Graphenmaße zwischen Vor- und Nachtest werden in Abb. 1 dargestellt. Es werden die Zunahme der Anzahl der Verknüpfungen  $\Delta$ [KAN], die Steigerung der Komplexität  $\Delta$ [KPX] sowie die Zunahme der Anzahl der zentralen Begriffe  $\Delta$ [AZB] abgebildet. Für die Graphenmaße der

Anzahl der Komponenten  $\Delta$ [KOM] und der Anzahl der einzeln verbundenen Begriffe  $\Delta$ [EVB] ist eine Abnahme als Leistungsverbesserung zu bewerten. Daher wurden für diese Maße die umgekehrten Vorzeichen verwendet und als  $\Delta$ [KOM]\* und  $\Delta$ [EVB]\* gekennzeichnet. Da die einzelnen Maße sehr unterschiedlich große Zahlenwerte haben, wurde zur besseren Vergleichbarkeit eine z-Transformation durchgeführt. Die Nulllinie beschreibt dabei den jeweiligen Mittelwert der gesamten Stichprobe. Die einzelnen Datenpunkte zeigen dementsprechend, in welchem Maß die mittlere Steigerung in der betreffenden Gruppe über oder unter diesem Mittelwert einzuordnen ist.

Signifikante Unterschiede in Begabung und Leistungsfähigkeit der vier Untersuchungsgruppen konnten, wie bereits beschrieben, mit Hilfe eines kognitiven Fähigkeitstest (KFT 4-12 + R) ausgeschlossen werden. Es besteht aber die Möglichkeit, dass die geringere Steigerung der Anzahl der Verknüpfungen bei der deutschsprachig unterrichteten Gruppe daher kommen könnte, dass diese Schülerinnen und Schüler auf Grund ihres sprachlichen Vorteils besser in

der Lage waren, ihr Vorwissen in einem Begriffsnetz darzustellen. Aus diesem Grund soll insbesondere das Graphenmaß der richtigen und unterrichtsbezogenen Verknüpfungen  $[KAN]_{\text{unterrichtsbezogen}}$  genauer betrachtet werden. Dieses Maß beschreibt konkret die Anzahl relevanter, direkt auf das Unterrichtsgeschehen zurückzuführender Aussagen in jedem *Concept Map* und damit den fachlich korrekten Umgang mit den bereits bekannten oder neu erworbenen Begriffen.

Es zeigte sich dabei, dass die Schülerinnen und Schüler, die muttersprachlich deutsch unterrichtet wurden (Gruppe D), tatsächlich etwas besser in der Lage waren, ihr Vorwissen zu präsentieren. Dieser Effekt war aber am Ende der Unterrichtseinheit nicht mehr erkennbar. Die deutschsprachig unterrichtete Gruppe erreichte im strukturellen Wissen etwa das Niveau der erstmalig englischsprachig unterrichteten Gruppe (Gruppe D), während die beiden Gruppen (Gruppen A und E) mit Erfahrung im bilingualen Unterricht ein etwas höheres Niveau erreichen konnten.

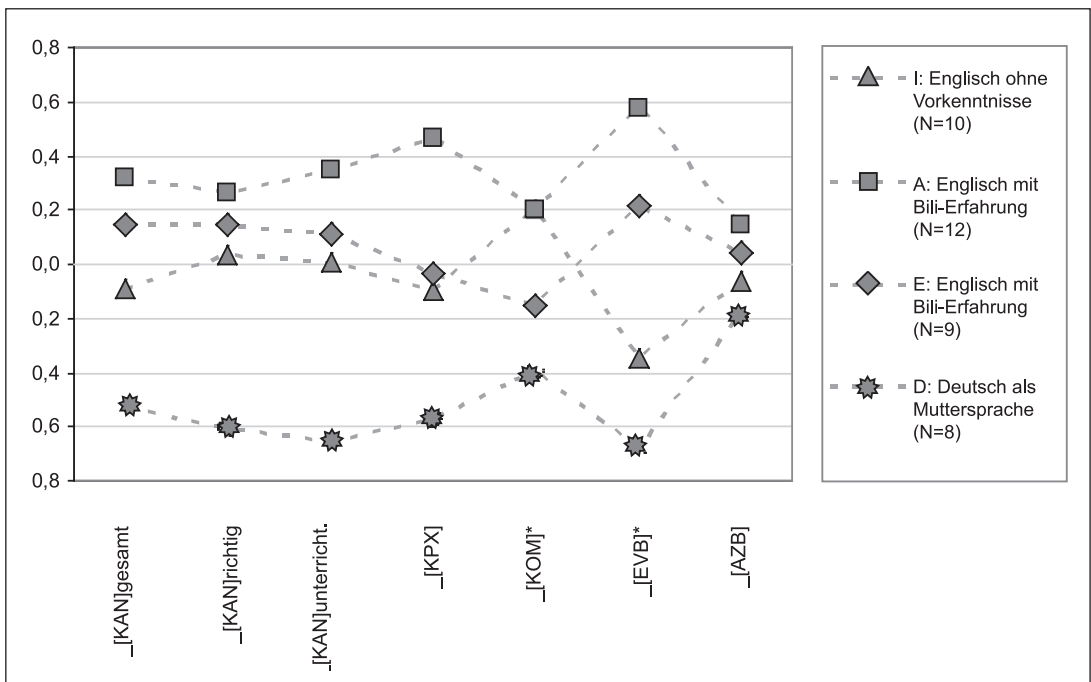


Abb. 1: Mittlere Steigerung der Graphenmaße in den Begriffnetzen zum Thema ‚Wasser‘

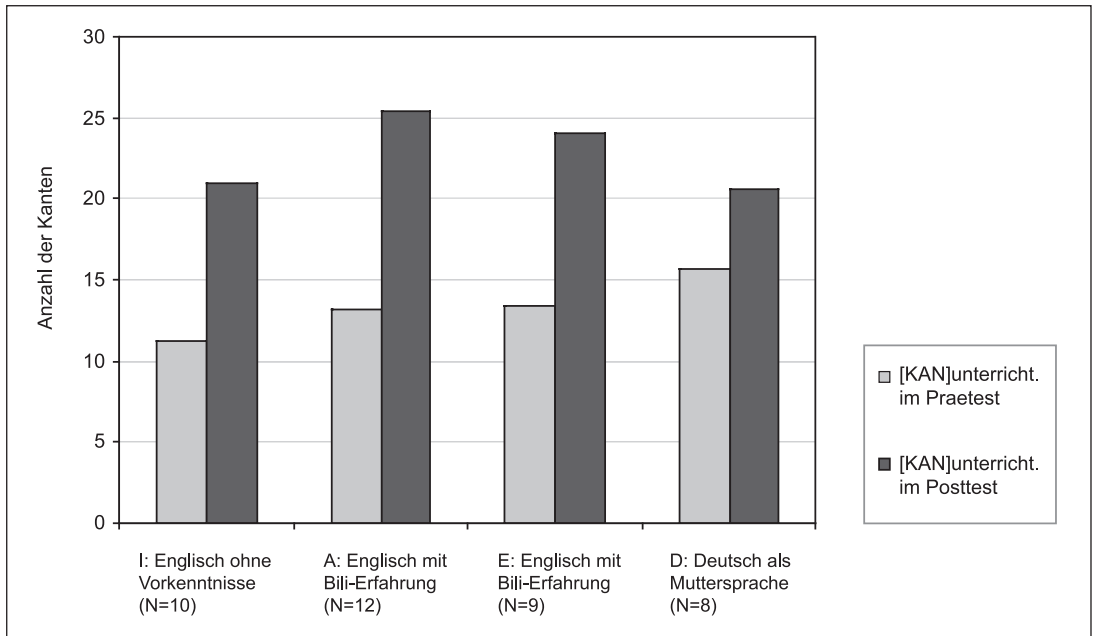


Abb. 2: Mittlere Anzahlen unterrichtsbezogener Verknüpfungen zum Thema ‚Wasser‘

Die Ergebnisse, die hier für die erste untersuchte Themenphase „*What can I do with water?*“ bzw. „Ich und das Wasser“ dargestellt wurden, konnte in ähnlicher Weise auch in der zweiten Themenphase „*What can I do with air?*“ bzw. „Ich und die Luft“ reproduziert werden (Koch 2005).

## 5 Fazit

Zusammenfassend kann über das fachliche Lernen in den Untersuchungsgruppen dieser Fallstudie ausgesagt werden, dass im bilingualen Unterricht durchgängig höhere Verknüpfungszahlen in den Concept Maps zum sachfachlichen Wissen zu beobachten sind als im parallel dazu geführten deutschsprachigen Unterricht – es lassen sich also keine Hinweise für eine Behinderung der Lernprozesse durch den Unterricht in der Fremdsprache finden. Dieses kann entsprechend als Hinweis darauf gewertet werden, dass sich das Fach Naturwissenschaft für den bilingualen Unterricht eignet und bereits in der Klassenstufe 5/6 gewinnbringend eingesetzt werden kann.

Auf Grund der Ergebnisse dieser Fallstudie ist es sinnvoll, sowohl das fachliche Lernen im

bilingualen Unterricht allgemein, als auch den bilingualen Naturwissenschaftsunterricht im Besonderen detaillierter und umfassender zu untersuchen. Studien zum Wissenserwerb und zum Aufbau fachlicher Kompetenzen sind für alle bilingual unterrichteten Fächer und auch für verschiedene Altersstufen während und nach einem bilingualen Bildungsgang notwendig.

Auch für den bilingualen Naturwissenschaftsunterricht sind weitere Entwicklungs-, Erprobungs- und Evaluierungsaktivitäten wünschenswert. Es wäre denkbar, in diesem Zusammenhang auch den Sachunterricht bilingualer Grundschulen mit einzubeziehen. Neben dem fachlichen Lernen könnte dabei auch das sprachliche Lernen und die angenommene Verflechtung von fachlichen und sprachlichen Lernprozessen mit berücksichtigt werden.

Vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Fallstudie ist es damit lohnenswert, die Zusammenführung von Naturwissenschaftsunterricht und Fremdsprachenunterricht in einem bilingualen Naturwissenschaftsunterricht weiter voranzutreiben und wissenschaftlich zu begleiten.



## Literatur

- Bach, G. (2002). Europeans and languages: Assessing the multilingual divide. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Wholeheartedly English: A Life of Learning – Festschrift für Johannes-Peter Timm*. Berlin: Cornelsen. 34-50.
- Bonnet, A. (1999a). Begriffliches Lernen im bilingualen Unterricht Chemie. *Englisch* 34(1), 3-8.
- Bonnet, A. (2004). Chemie im bilingualen Unterricht: Kompetenzerwerb durch Interaktion. Opladen: Leske & Budrich.
- Bredenbröker, W. (2002). Förderung der fremdsprachlichen Kompetenz durch bilingualen Sachfachunterricht: Empirische Untersuchungen. In: Breidbach, S. (Hrsg.). *Bilingualer Sachfachunterricht: Didaktik, Lehrer-/Lernerforschung und Bildungspolitik zwischen Theorie und Empirie*. Frankfurt: Lang. 141-149.
- Burmeister, P. & Daniel, A. (2002). How effective is late partial immersion? Some findings from a secondary school program in Germany. In: Burmeister, P./Piske, T./Rohde, A. (Hrsg.). *An Integrated View of Language Development; Papers in Honor of Henning Wode*. Trier: WVT. 499-515.
- Burmeister, P. & Pasternak, R. (2004). Früh und intensiv: Englische Immersion in der Grundschule am Beispiel der Claus-Rixen-Grundschule in Altenholz. *Mitteilungsblatt des fmf-Landesverbandes Schleswig-Holstein* 8/2004, 24-30.
- Commission of the European Communities (2003). Communication from the Commission to the Council, the European Parliament, the Economic and Social Committee and the Committee of the Regions – Promoting Language Learning and Linguistic Diversity: An Action Plan 2004–2006. COM(2003)449 final. Verfügbar unter (September 06): [http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003\\_0449en01.pdf](http://europa.eu.int/eur-lex/en/com/cnc/2003/com2003_0449en01.pdf)
- Eckert, A. (2000). Die Netzwerk-Elaborierungs-Techniken (NET) – Ein computerunterstütztes Verfahren zur Diagnose komplexer Wissensstrukturen. In: Mandl, H. & Fischer, F. (Hrsg.). *Wissen sichtbar machen – Wissensmanagement mit Mapping-Techniken*. Göttingen: Hogrefe-Verlag. 137-157.
- Friege, G. & Lind, G. (2000). Begriffnetze und Expertise. In: Fischler, H. & Peuckert, J. (Hrsg.). *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos-Verlag. 147-178.
- Heller, K. & Perleth, C. (2000). Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision (KFT 4-12 + R). Göttingen: Beltz Test.
- Klein, D./Chung, G./Osmundson, E./Herl, H./O'Niel, H. (2002). The Validity of Knowledge Mapping as a Measure of Elementary Students' Scientific Understanding. *CSE Technical Report* 557, 1-27.
- Klieme, E. et al. (2006). Unterricht und Kompetenzerwerb in Englisch und Deutsch: Zentrale Befunde der Studie Deutsch Englisch Schülerleistungen International (DESI). Verfügbar unter (September 06): [http://www.dipf.de/desi/DESI\\_Zentrale\\_Befunde.pdf](http://www.dipf.de/desi/DESI_Zentrale_Befunde.pdf)
- Klingauf, M. (2002). Chemie auf Englisch: Bilingualer Unterricht in einem ungewöhnlichen Sachfach. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Lehren und Lernen in zwei Sprachen*. Hannover: Schroedel. 49-61.
- Klingauf, M. (2006). Chemiker kommen überall hin – noch besser mit Englischkenntnissen. Posterpräsentation auf der GDCh-Fachtagung Chemieunterricht, Rostock.
- Koch, Angela (2005): Bilingualer naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht: Entwicklung – Erprobung – Evaluation. Kiel: Dissertation. Verfügbar unter (September 06):
- Lenz, T. (2004). Schriftliche Leistungsüberprüfung im bilingualen Geographieunterricht. In: Bonnet, A. & Breidbach, S. (Hrsg.). *Didaktiken im Dialog – Konzepte des Lehrens und Wege des Lernens im bilingualen Sachfachunterricht*. Frankfurt: Lang. 103-114.
- Maxis-Gehrke, S. & Bonnet, A. (2001). Naturwissenschaften im Bilingualen Unterricht. In: Bonnet, A. & Kahl, P. *Innovation und Tradition im Englischunterricht*. Stuttgart: Klett. 153-180.
- Osmundson, E./Chung, G./Herl, H./Klein, D. (1999). Knowledge Mapping in the Classroom: A Tool for Examining the Development of Students' Conceptual Understandings. *CSE Technical Report* 507, 1-26.
- Otten, E. & Wildhage, M. (2003). Content and Language Integrated Learning – Eckpunkte einer „kleinen“ Didaktik des bilingualen Sachfachunterrichts. In: Wildhage, M. & Otten, E. (Hrsg.). *Praxis des bilingualen Unterrichts*. Berlin: Cornelsen Scriptor. 12-45.
- Projektkerngruppe (1996). *Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING): Was ist PING? Informationen zu Status – Konzeption – Entwicklung*. Materialien aus dem BLK-Modellversuch PING. Kiel: IPN.
- PING: [ping.lernnetz.de](http://ping.lernnetz.de)
- Richter, R. (2004). And now – in English, please. *Unterricht Biologie* 297/298, 4-12.
- Schrandt, C. (2002). Bilingualer Unterricht an Berliner Realschulen: Methodologie und erste Ergebnisse der Evaluationsstudie. In: Krück, B. & Loeser K. (Hrsg.). *Innovation im Fremdsprachenunterricht 2: Fremdsprachen als Arbeitssprachen*. Frankfurt: Lang. 121-132.

- Stracke, I. (2004). Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Münster: Waxmann.
- Vollmer, H. J. (2000). Bilingualer Sachfachunterricht als Inhalts- und Sprachlernen. In: Bach, G. & Nie-meier, S. (Hrsg.). Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 51-73.
- Vollmer, H. J. (2002). Fremdsprachen als Arbeitssprachen – Herausforderungen für Theorie und Praxis. In: Bausch, K.-R. et al. (Hrsg.). Neue curriculare und unterrichtsmethodische Ansätze und Prinzipien für das Lehren und Lernen fremder Sprachen: Arbeitspapiere der 21. Frühjahrskonferenz zur Erforschung des Fremdsprachenunterrichts. Tübingen: Narr. 209-221.
- Wesche, Marjorie Bingham (2002). Early French Immersion: How has the original Canadian model stood the test of time? In: Burmeister, Petra / Piske, Thorsten/Rohde, Andreas (Hrsg.). An Integrated View of Language Development; Papers in Honor of Henning Wode. Trier: WVT. 357-379.
- Wode, H. et al. (1996). Die Erprobung von deutsch-englisch bilinguaem Unterricht in Schleswig-Holstein: Ein erster Zwischenbericht. Zeitschrift für Fremdsprachenforschung 7(1), 15-42.
- Wode, Henning (2002). Fremdsprachenvermittlung in Kita, Grundschule und Sekundarbereich: Ein integrierter Ansatz. In: Finkbeiner, Claudia (Hrsg.). Bilingualität und Mehrsprachigkeit: Modelle, Projekte, Ergebnisse. Hannover: Schroedel. 33-42. Verfügbar unter (September 06): <http://www.anglistik.uni-kiel.de/Chairs/Linguist/docs/ger/texte/FremdsprKita.pdf>
- Wolff, D. (2002). Some reflections on multilingual education in Europe. In: Burmeister, P./Piske, T./Rohde, A. (Hrsg.). An Integrated View of Language Development; Papers in Honor of Henning Wode. Trier: WVT. 417-431.
- Zydatiś, W. (2002). Konzeptuelle Grundlagen einer eigenständigen Didaktik des bilingualen Sachfachunterrichts: Forschungsstand und Forschungsprogramm. In: Breidbach, S. (Hrsg.). Bilingualer Sachfachunterricht: Didaktik, Lehrer-/Lernerforschung und Bildungspolitik zwischen Theorie und Empirie. Frankfurt: Lang. 31-61.
- Zydatiś, W. (2004). Überlegungen zur fächerübergreifenden Evaluation des bilingualen Unterrichts: Textkompetenz als Schlüsselqualifikation fremdsprachigen Sachfachlernens. In: Bonnet, A. & Breidbach, S. (Hrsg.). Didaktiken im Dialog – Konzepte des Lehrens und Wege des Lernens im bilingualen Sachfachunterricht. Frankfurt: Lang. 91-102.

Dr. Angela Koch ist Studienrätin für die Fächer Englisch und Chemie. Nach Studium und Referendariat bekam sie die Möglichkeit zu einer Promotion bei Prof. Dr. Reinhard Demuth am IPN. Den Schwerpunkt der Arbeit bildete eine Untersuchung zu Möglichkeiten des bilingualen Lernens im Naturwissenschaftsunterricht. Nach Abschluss der Promotion kehrte sie in den Schuldienst zurück.

Dr. Angela Koch  
Rosenstraße 16b  
24796 Bredenkamp

Wolfgang Bündler arbeitet als wissenschaftlicher Mitarbeiter am IPN in der Abteilung Didaktik der Chemie.

Seine Arbeitsgebiete und Forschungsinteressen liegen hauptsächlich in der Entwicklung und Evaluation fächerübergreifenden Lernens und in der Professionalisierung von Lehrkräften. Ausgelöst durch die aktuelle Diskussion zu den Fachstandards liegt sein Schwerpunkt zur Zeit auf der Erarbeitung und Erprobung eines Kompetenzmodells der Lehrkräfte wie Schüler in die Lage versetzt im Unterricht Wissen und Handeln aufeinander zu beziehen.

Seit vielen Jahren leitet Herr Bündler die Vorbereitung und Auswahl in Deutschland für die Internationale Chemie-Olympiade.

Wolfgang Bündler  
IPN · Leibniz-Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Universität Kiel  
Olshausenstraße 62  
24098 Kiel