

**Bilingualer**  
**naturwissenschaftlicher Anfangsunterricht**  
**Entwicklung - Erprobung - Evaluation**

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades  
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät  
der Christian-Albrechts-Universität  
zu Kiel

vorgelegt von  
Angela Koch

Kiel  
September 2005

Referent/in:

---

Korreferent/in:

---

Tag der mündlichen Prüfung:

---

Zum Druck genehmigt:

Kiel, 

---

---

Der Dekan

## **Zusammenfassung**

Bilingualer Unterricht ist Fachunterricht, der in einer Fremdsprache abgehalten wird. Das Fach Naturwissenschaft gehört 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 im Rahmen der vorliegenden Arbeit eine Konzeption für englischsprachigen Naturwissenschaftsunterricht in der Orientierungsstufe entwickelt und erprobt. Die Evaluation dieses Unterrichts war dabei von der Frage geleitet, inwiefern das fachliche Lernen im bilingualen Unterricht durch die Verwendung einer Fremdsprache behindert werden könnte.

Das Unterrichtsprojekt wurde in Form von vier Arbeitsgemeinschaften durchgeführt, die sich zum einen durch die jeweilige Unterrichtssprache unterschieden - drei Gruppen wurden auf Englisch unterrichtet und eine auf Deutsch - und zum anderen durch ihre vorherigen Erfahrungen mit bilingualem Unterricht - zwei der englischsprachig unterrichteten Gruppen hatten auch in der Grundschule schon bilingualen Unterricht erhalten. Die verbleibende englischsprachige Gruppe sowie die deutschsprachige Gruppe verfügten über keine besonderen Vorerfahrungen. In allen vier Untersuchungsgruppen wurde mit Hilfe von *Concept-Mapping*-Aufgaben der Zuwachs an strukturellem Wissen im Laufe zweier Unterrichtseinheiten untersucht. Zum Unterrichtsthema Wasser konnten 39 korrespondierende Prä- und Posttests, zum Unterrichtsthema Luft 24 erhoben werden.

Die erhaltenen Begriffsnetze der Schülerinnen und Schüler wurden sowohl quantitativ als auch qualitativ ausgewertet. Beide Auswertungsverfahren ergaben übereinstimmend, dass die beiden bilingual erfahrenen Gruppen ein ähnlich hohes Niveau erreichten, während die erstmals englischsprachig sowie die deutschsprachig unterrichtete Gruppe jeweils sehr ähnliche Ergebnisse auf etwas niedrigerem Niveau in den Posttests erreichen konnten. Im Vergleich von Prä- und Posttest haben in beiden untersuchten Einheiten alle drei der englischsprachig unterrichteten Gruppen im Schnitt größere Lernerfolge erzielen können als die deutschsprachig unterrichtete Gruppe. Die Vergleichbarkeit der Untersuchungsgruppen bezüglich ihrer Leistungsfähigkeit konnte durch die Erhebung von Hintergrunddaten bestätigt werden.

Zusammenfassend kann über das fachliche Lernen in den Untersuchungsgruppen dieser Fallstudie ausgesagt werden, dass im bilingualen Unterricht durchgängig höhere Lernzuwächse auf der Ebene des sachfachlichen Wissens zu beobachten sind als im deutschsprachigen Unterricht - es lassen sich keine Hinweise für eine Behinderung der Lernprozesse durch den Unterricht in der Fremdsprache finden. Dieses kann entsprechend als Hinweis darauf gedeutet werden, dass sich das Fach Naturwissenschaft für den bilingualen Unterricht eignet und bereits in der Orientierungsstufe gewinnbringend eingesetzt werden kann.

## Summary

*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. 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 development and trial as well as the evaluation are subject to this thesis.

The teaching project has been realised as a science club - an extracurricular activity consisting of four groups with students taught either in English (3 groups) or in German (1 group) and previously attending either standard primary schools (2 groups) or a bilingual primary school (2 groups). 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. Concerning the unit "What can I do with water?" 39 corresponding pre- and posttests could be collected, concerning the unit "What can I do with air?" the number was 24.

The concept maps produced by the students have been analysed quantitatively as well as qualitatively. With both procedures identical results have been obtained. The two groups taught in English with previous experience of bilingual teaching achieved equally high results whereas the group taught in English without previous bilingual lessons and the group taught in German achieved slightly lower results in their posttests. In comparison of pre- and posttests all three groups taught in the foreign language have acquired scientific concepts to a greater extent than the group taught in their native language. The comparability of all four groups concerning their cognitive and educational abilities has been confirmed with the help of background data.

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.

## **Danksagung**

Die Reihe derer, denen ich danken möchte für ihre Unterstützung, ist lang, denn ohne die Zusammenarbeit mit anderen hätte ich diese Arbeit nicht anfertigen können und auch nicht wollen.

Mein erster Dank gilt Herrn Prof. Dr. Reinhard Demuth für die Idee zu dieser Arbeit, für die Möglichkeit in seiner Abteilung arbeiten zu dürfen, für die wissenschaftliche Betreuung und für das Vertrauen, das mir entgegengebracht wurde. Ich weis besonders das Gleichgewicht aus den großen Freiräumen, in denen sich diese Arbeit entwickeln konnte, und der Unterstützung, die zur Stelle war, wenn sie gebraucht wurde, sehr zu schätzen.

Des Weiteren möchte ich Herrn Dr. Wolfgang Bündler und Herrn Uwe Amthor für die Betreuung „vor Ort“ danken. Ohne ihr Wissen, ihre Erfahrung, ihren Mut sich auf Neues einzulassen, ihre stete Bereitschaft zur Diskussion und ihre Fähigkeit mich herauszufordern, wäre diese Arbeit mit Sicherheit nicht zustande gekommen.

Die Erprobung und Evaluation von Unterricht ist zudem nicht möglich ohne die aktive Mitarbeit von Schülerinnen und Schülern. Mein besonderer Dank gilt daher allen Teilnehmern des *Science Clubs* für ihren ansteckenden Enthusiasmus und ihr beachtliches Durchhaltevermögen. Auch dem Schulleiter des Gymnasiums Altenholz, Herrn Dr. Peter Wengers, und seinem Kollegium, möchte ich danken für die Möglichkeit, den Unterricht und die Untersuchung an ihrer Schule durchführen zu können, sowie für die Unterstützung, die ich dabei erfahren habe.

Ich danke allen Mitarbeitern der Chemie-Abteilung des IPN für die vielen fruchtbaren Diskussionen und die freundliche Aufnahme. Besonders hervorheben möchte ich dabei meine „Mitbewohner in der EWF“. Ich danke Gerda Ledwig für die tatkräftige Unterstützung im Labor und Monika Barfknecht für die vielen kleinen Tipps, die sie für mich stets parat hatte. Schließlich geht noch ein besonderer Dank an die „Mädels“ unseres kleinen Doktorandinnen-Treffs sowohl für die fachliche als auch für die emotionale Unterstützung.

Die Arbeit am IPN und die Anfertigung einer Doktorarbeit wären mir aber von vornherein unmöglich gewesen, wenn ich nicht auf das Verständnis und die Unterstützung meiner Familie hätte bauen können. Ich danke Thomas besonders für seinen Einsatz und seine Flexibilität, wenn die Kindergartenzeiten wieder mal nicht ausreichten und Svenja für ihre Geduld, wenn wieder mal etwas auf den höchst abstrakten Zeitpunkt namens „Wenn-die-Doktorarbeit-fertig-ist“ verschoben werden musste.

Für Thomas

## Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
THEORETISCHER HINTERGRUND		
2	Bilingualer Unterricht	4
2.1	Begriffsbestimmung	4
2.2	Implementation	7
2.3	Stand der Forschung	10
2.3.1	Evaluation	10
2.3.1.1	Sprachliches Lernen	11
2.3.1.2	Sachfachliches Lernen	15
2.3.2	Ansätze einer Didaktik des bilingualen Unterrichts	17
2.3.2.1	Fremdsprachliche Perspektive	17
2.3.2.2	Sachfachliche Perspektive	18
2.3.2.3	Integrative Ansätze	21
2.4	Naturwissenschaften im bilingualen Unterricht	23
3	Integrierter Naturwissenschaftsunterricht	27
3.1	<i>Science, Technology and Society (STS)</i>	28
3.2	<i>Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING)</i>	30
4	Bilingualer Naturwissenschaftsunterricht	33
4.1	Ist das Fach Naturwissenschaft für bilingualen Unterricht geeignet?	33
4.2	Ist bilingualer Unterricht für das Fach Naturwissenschaft geeignet?	36
5	Fragestellung und Hypothesen	38
PRAKTISCHE UNTERSUCHUNG		
6	Entwicklung und Erprobung bilingualen Naturwissenschaftsunterrichts	43
6.1	Entwicklung der Unterrichtskonzeption	44
6.1.1	Unterrichtsinhalte	44
6.1.2	Unterrichtssprache	50
6.2	Entwicklung der Unterrichtsmaterialien	53

6.3	Durchführung des Unterrichtsprojekts	56
6.4	Diskussion zum Unterrichtsprojekt	59
7	Evaluation des Unterrichtsprojekts	61
7.1	Beschreibung der Stichprobe	61
7.2	Design der Untersuchung	62
7.3	Untersuchungsmethoden	63
7.3.1	Fragebogen	64
7.3.2	Kognitiver Fähigkeitstest (KFT) und Zeugnisdaten	64
7.3.3	<i>Concept Mapping</i>	65
7.3.3.1	Quantitative Auswertung mit Hilfe von graphentheoretischen Maßen	68
7.3.3.2	Qualitative Auswertung mit Hilfe von Modalnetzen	69
7.4	Ergebnisse	71
7.4.1	Kognitiver Fähigkeitstest (KFT) und Zeugnisdaten	71
7.4.2	Quantitative Betrachtung der <i>Concept Maps</i>	73
7.4.2.1	<i>Concept Maps</i> zum Unterrichtsthema Wasser	73
7.4.2.2	<i>Concept Maps</i> zum Unterrichtsthema Luft	78
7.4.3	Qualitative Betrachtung der <i>Concept Maps</i>	82
7.4.3.1	Modalnetze als Zusammenfassung der <i>Concept Maps</i>	82
7.4.3.2	Fallbeispiele der <i>Concept Maps</i>	87
7.5	Diskussion der Ergebnisse	94
8	Zusammenfassung und Ausblick	101
	Literatur	105
	Anhang	116

## 1 Einleitung

Bilingualer Unterricht - also Fachunterricht, der in einer Fremdsprache abgehalten wird - hat sich in den letzten 15 Jahren fest in der deutschen, aber auch in der europäischen Bildungslandschaft etabliert und erfreut sich dabei großer Beliebtheit. Angefangen bei Schulen mit bilingualen Zügen bis hin zu Angeboten in Form von Modulen oder schulübergreifenden Projekten im Regelunterricht hat sich eine große Formenvielfalt entwickelt. Die Funktion des bilingualen Unterrichts besteht dabei primär in der zusätzlichen Förderung des Fremdsprachenerwerbs. Die Europäische Union hat als ein Ziel ihrer bildungspolitischen Initiativen den Anspruch formuliert, dass jeder Bürger die Möglichkeit haben soll, neben seiner Muttersprache noch zwei weitere Sprachen zu erlernen (Commission of the European Communities, 1995) und hat zudem den bilingualen Unterricht explizit als eines der wichtigsten Mittel zum Erreichen dieser Vorgabe innerhalb der Regelschulzeit benannt (Commission of the European Communities, 2003).

Die praktische Umsetzung von bilinguaem Unterricht erfolgt in Deutschland zumeist ab der siebten Klassenstufe, in der die Schülerinnen und Schüler eines bilingualen Zuges in einem Sachfach, also einem nicht-fremdsprachlichen Unterrichtsfach, häufig Erdkunde oder Geschichte, in ihrer ersten Fremdsprache, zumeist Englisch, unterrichtet werden. Einzelne Schulen bieten ab der neunten Klasse noch ein weiteres Sachfach, beispielsweise Biologie, in der gleichen Fremdsprache an. Die Auswahl an Sachfächern, für die in Deutschland bilingualer Unterricht angeboten wird, beschränkt sich bis jetzt hauptsächlich auf gesellschaftswissenschaftliche Fächer wie Erdkunde und Geschichte. Beide Fächer gelten als gut geeignet für diesen Unterrichtsansatz, allerdings wurde und wird die Auswahl häufig von der Verfügbarkeit und der Bereitschaft von Lehrerinnen und Lehrern mit einer Fächerkombination aus einem Sachfach und einer Sprache bestimmt.

Die beschriebene Struktur für den bilingualen Sachfachunterricht in Deutschland darf als etabliert und recht erfolgreich gelten, muss aber in ihrer Entwicklung nicht als abgeschlossen betrachtet werden. Sowohl die Fächerauswahl als auch der Zeitpunkt des Einsetzens von bilinguaem Unterricht werfen Fragen auf:

Frage 1:

Können weitere Fächer neben Erdkunde und Geschichte in bilinguale Angebote einbezogen werden? Inwieweit ist ein naturwissenschaftliches Fach geeignet?

Frage 2:

Kann dem früher beginnenden Fremdsprachenunterricht der Primarstufe durch früher einsetzende bilinguale Angebote in der Primar- oder Orientierungsstufe Rechnung getragen werden?

Trotz der zentralen Position, die dieser Form der Fremdsprachenvermittlung zugewiesen wird, ist die Forschung zum bilingualen Unterricht noch jung. Eine Reihe von Untersuchungen sind bisher zur Frage des fremdsprachlichen Lernens im bilingualen Unterricht in Deutschland durchgeführt worden (Wode, 1996; Bredenbröcker, 2002; Schrandt, 2002; Wode, 2002). Trotz der unterschiedlichen Bedingungen und verschiedenen Schwerpunkte dieser Studien kommen sie zu ähnlichen Ergebnissen. Sie deuten darauf hin, dass das Erlernen einer Fremdsprache im bilingualen Unterricht erheblich gefördert wird, und zwar in einer Art und Weise, durch die die Schülerinnen und Schüler besonders ihre Kommunikationsfähigkeit in der Fremdsprache ausbauen können. Zur Frage, ob neben der Fremdsprache im bilingualen Unterricht auch die fachlichen Inhalte ausreichend gelernt werden, gibt es dagegen sehr viel weniger Erkenntnisse. Für Deutschland gibt lediglich eine Fallstudie für das Fach Chemie einen Hinweis darauf, dass fachlich in einem Maß gelernt wird, das dem muttersprachlichen Unterricht vergleichbar ist (Bonnet, 2004). Besonders zu den Fragen, in welchem Maß und auf welche Weise fachliche Kompetenzen im bilingualen Unterricht erworben werden, besteht noch erheblicher Forschungsbedarf. Aus diesem Grund soll die zentrale Fragestellung der vorliegenden Arbeit folgendermaßen lauten:

Frage 3:

**Werden im bilingualen Unterricht die Zielsetzungen des betroffenen Sachfachs in einem angemessenen Maß erreicht? Werden ausreichend fachliche Kompetenzen erworben?**

Diese Fragen sind für die wissenschaftliche Beschreibung des Forschungsgebietes, aber vor allem auch für die Legitimation des bilingualen Unterrichts selber von fundamentaler Bedeutung. Besonders für das Sachfach bleibt zu befürchten, dass mangelhafter Wissenserwerb im bilingualen Unterricht den Aufbau der geforderten Kompetenzen behindern könnte.

Im Rahmen der vorliegenden Arbeit soll versucht werden, sich diesen Fragen wissenschaftlich zu nähern. Zu diesem Zweck wurde zunächst bilingualer Unterricht für das Unterrichtsfach Naturwissenschaft entwickelt und in zwei fünften Jahrgängen eines

Gymnasiums durchgeführt. Entsprechend der zuvor formulierten Frage 1 wurde das Fach Naturwissenschaft als ein neues Unterrichtsfach für ein bilinguales Angebot erprobt und entsprechend Frage 2 geschah dies mit dem fünften Jahrgang in einer niedrigeren Jahrgangsstufe als allgemein üblich. Schließlich wurde über die Entwicklung und Erprobung des bilingualen Naturwissenschaftsunterrichts hinaus dieser Unterricht evaluiert und zwar entsprechend der unter Frage 3 formulierten zentralen Fragestellung nach dem angemessenen fachlichen Lernerfolg. Mit Hilfe von *Concept-Mapping*-Aufgaben wurde der fachliche Wissenserwerb im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht erhoben und dem im muttersprachlichen Naturwissenschaftsunterricht gegenübergestellt.

Zur Darstellung der Ergebnisse dieser Untersuchung soll folgendermaßen vorgegangen werden: Zunächst ist es notwendig einen Blick in die theoretischen Grundlagen sowohl des bilingualen Unterrichts (Kapitel 2) als auch des Naturwissenschaftsunterrichts (Kapitel 3) zu werfen und nach gemeinsamen Anknüpfungspunkten zu suchen (Kapitel 4). Aus diesen theoretischen Überlegungen wird es dann möglich sein, Hypothesen abzuleiten, die es in einem praktischen Unterrichtsprojekt zu überprüfen gilt (Kapitel 5). Die Anlage dieses Unterrichtsprojekts (Kapitel 6) sowie dessen Evaluation (Kapitel 7) werden ausführlich dargestellt, um schließlich die Ergebnisse dieser Evaluation vor dem zuvor beschriebenen theoretischen Hintergrund diskutieren und gegebenenfalls Schlüsse für die Praxis daraus ziehen zu können (Kapitel 8).

## **THEORETISCHER HINTERGRUND**

### **2 Bilingualer Unterricht**

Das übergeordnete Ziel des Fremdsprachenunterrichts und des bilingualen Unterrichts ist das gleiche, nämlich das Erlernen einer Fremdsprache zu ermöglichen. Die Wege zu diesem Ziel sind jedoch sehr unterschiedlich. Im Fremdsprachenunterricht ist die Sprache der Unterrichtsgegenstand, der systematisch vermittelt wird. Entsprechend der linguistischen Fachsystematik wird die Fremdsprache Schritt für Schritt in den Bereichen Phonologie (Aussprache), Morphologie und Syntax (Grammatik) sowie Lexikologie (Vokabeln) mit Hilfe eines Lehrbuchs aufgebaut. Die Inhalte, anhand derer dieser Aufbau vollzogen wird, sind häufig landeskundlicher Natur und damit ein zusätzlicher Unterrichtsgegenstand. Es bleibt aber unverkennbar, dass ihre wichtigste Funktion die Vermittlung der Fremdsprache ist. Die Fremdsprachenkenntnisse deutscher Schulabgänger, die hauptsächlich aus dieser Art des Fremdsprachenunterrichts resultieren, konnten bisher allerdings nicht befriedigen. Es entstand das Bedürfnis nach alternativen Formen des Fremdsprachenlernens. Im bilingualen Unterricht wird dementsprechend ein anderer Weg verfolgt als im Fremdsprachenunterricht. Die Fremdsprache ist lediglich das Kommunikationsmittel im Unterricht. Unterrichtsgegenstand sind die Inhalte des Faches, das bilingual unterrichtet wird. Dadurch erhält die Kommunikation in der Fremdsprache eine Bedeutung, die über das Üben der Sprache hinausgeht, nämlich das Erlernen und Üben der Fachinhalte. Das Erlernen der Sprache tritt scheinbar in den Hintergrund und kann so in einer dem natürlichen Spracherwerb ähnlichen, kommunikationsorientierten Weise erfolgen. Diese beiden Wege können als konkurrierend aber auch als sich gegenseitig ergänzend betrachtet werden.

#### **2.1 Begriffsbestimmung**

Obwohl nahezu alle Beteiligten damit hadern, hat sich der Begriff „bilingualer Unterricht“ - oder kurz „Bili“ bzw. BU - sowohl in der schulischen Praxis als auch in der theoretischen Diskussion fest etabliert. Seit den 1990er Jahren, dem Beginn des Booms des bilingualen Unterrichts, wurde und wird diese Unzufriedenheit vielfach thematisiert mit dem Ziel einen anderen, klarer definierten Begriff einzuführen. Die Kritik besteht hauptsächlich darin, dass der Begriff „bilingualer Unterricht“ konturlos sei, dass er zu viele Realisierungsformen beinhalte, die je nach Zielgruppe, Dauer und Intensität des Angebots extrem unterschiedlich ausfallen könnten (Otten & Wildhage, 2003), und dass er zu viele Sichtweisen zusammen-

fasse, bei denen die Schwerpunkte stärker im Bereich der Fremdsprachenvermittlung oder ausschließlich im Bereich der Fachwissensvermittlung gesehen werden (Vollmer, 2002a).

Die Ursachen für die Unschärfe des Begriffs sind vielschichtig. Der Hauptgrund ist wohl darin zu suchen, dass die Idee des bilingualen Unterrichts mitsamt dem Begriff „*bilingual education*“ aus Kanada und den USA nach Deutschland gekommen ist. Durch die vollkommen andere Ausgangslage und Zielsetzung - es geht im deutschsprachigen Raum nicht um die Integration einer Sprachminorität, sondern um den Erwerb von Fremdsprachenkompetenz - hat sich hier eine andere Ausprägung des bilingualen Unterrichts entwickelt. Das englische Wort „*bilingual*“ und das deutsche Wort „bilingual“ umfassen in diesem Zusammenhang sehr unterschiedliche Wortfelder (Bach, 2002). Obwohl der bilinguale Unterricht dies nicht für sich in Anspruch nimmt und auch unmöglich leisten kann, erweckt das Wort „bilingual“ die Assoziation des Erlangens von Zweisprachigkeit, wie es sonst Kinder aus zweisprachigen Familien vorbehalten bleibt. Andererseits erweckt das Wort auch den Eindruck eines Unterrichts, der in zwei gleichberechtigten Sprachen abgehalten wird, was ebenfalls nicht der Praxis entspricht. Der Begriff „bilingualer Unterricht“ birgt also eine gewisse Unklarheit darüber, ob mit ihm eine Zielkompetenz oder ein Unterrichtsverfahren beschrieben werden soll (Otten & Wildhage, 2003).

Da sich der Begriff aber in der deutschen Bildungslandschaft nun fest etabliert hat, hat sich im Zuge dessen auch eine Art Basiskonsens, also ein Kern einer gemeinsamen Definition gebildet. Es besteht Einigkeit darüber, dass es beim bilingualen Unterricht um einen fremdsprachlich erteilten Sachfachunterricht geht, also Mathematik auf Dänisch, Geschichte auf Französisch oder eben Naturwissenschaft auf Englisch (Bonnet, 2004; Schmid-Schönbein et al., 1994). Dabei soll an dieser Stelle darauf aufmerksam gemacht werden, dass der Terminus „Sachfachunterricht“ ausdrücken soll, dass es um ein nicht-sprachliches Fach gehen muss, welches anders als sonst üblich in einer Fremdsprache als Arbeitssprache unterrichtet wird. Der beschriebene Basiskonsens schließt auch die Definition der Kultusministerkonferenz mit ein, die den Unterrichtsansatz „Bilingualer Unterricht an gesonderten bilingualen Zügen“ als „Unterricht mit Teilen des Fachunterrichts in der Fremdsprache“ beschrieben haben (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 1999). Vielfach erscheint es jedoch notwendig, den Begriff noch stärker zu verengen, indem nur Modelle mit einbezogen werden, die eine moderne Schulfremdsprache, meist die erste Fremdsprache, als Unterrichtssprache verwenden (Breidbach, 2002b; Bonnet, 2004).

Neben dem deutschen Begriff „bilingualer Unterricht“ hat sich für die entsprechenden Unterrichtsansätze auf europäischer Ebene ein neuer englischsprachiger Begriff herausgebildet und etabliert: „*Content and Language Integrated Learning*“ - oder kurz CLIL (Otten & Wildhage, 2003). Dieser Begriff fasst auch die deutschen Ausprägungen der bilingualen Unterrichtsansätze sehr viel besser, da er beschreibt, was den Unterricht tatsächlich methodisch ausmacht, nämlich das miteinander verknüpfte Lernen von Inhalten und Sprache, und ihn auf diese Weise von herkömmlichen Unterrichtsansätzen differenziert.

Content and language integrated learning (CLIL) is a generic term and refers to any educational situation in which an additional language and therefore not the most widely used language of the environment is used for the teaching and learning of subjects other than the language itself. (Marsh & Langé, 2000: iii)

In den deutschen Diskussionsbeiträgen zum bilingualen Unterricht wird mit dem Begriff „*Content and Language Integrated Learning*“ allerdings unterschiedlich umgegangen. In vielen Fällen wird er als gut aufgebauter, methodisch speziell ausdifferenzierter und international anwendbarer Begriff für das Unterrichtsverfahren des bilingualen Unterrichts rezipiert (Otten & Wildhage, 2003; Vollmer 2002a). In anderen Fällen wird er jedoch auch als Überbegriff verwendet, unter den sich dann der deutsche Begriff „bilingualer Unterricht“ neben unterschiedlich vielen anderen Unterrichts- und Erziehungsformen einordnen lässt (Lamsfuß-Schenk & Wolff, 1999; Wolff, 2002c; Bonnet, 2004). Der Begriff stellt also ebenfalls eine Art Basiskonsens dar, in diesem Fall als Zusammenfassung der verschiedenen europäischen Ausprägungen und Methoden des fremdsprachlichen Sachfachunterrichts.

In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff „bilingualer Unterricht“ verwendet, allerdings mit einer etwas enger gefassten Definition als der als Basiskonsens beschriebenen. Diese wird als erforderlich betrachtet, um das untersuchte Unterrichtsprojekt dem in Deutschland üblichen Formen des bilingualen Unterrichts zuzuordnen und von den Themenkreisen der internationalen Schulen bzw. der speziellen Problematik der Migranten abzugrenzen.

Bilingualer Unterricht ist ein fremdsprachlich erteilter Sachfachunterricht, wobei der Unterricht in einer Schulfremdsprache abgehalten und Deutsch als unterstützende Muttersprache verwendet wird.

Für das Unterrichtsprojekt dieser Arbeit soll auf die methodischen Möglichkeiten der europäischen Ansätze des „*Content and Language Integrated Learning*“ zurückgegriffen werden, durch die ein miteinander vernetztes Lernen von Inhalten und Sprache ermöglicht und gefördert werden soll.

## 2.2 Implementation

Die Wurzeln des bilingualen Unterrichts liegen in Kanada. In der französischsprachigen Provinz Quebec hat in den 1960er Jahren eine Elterninitiative für ihre englischsprachigen Kinder eine bessere Ausbildung im Fach Französisch eingefordert. Diese Eltern waren der Überzeugung, dass im klassischen Fremdsprachenunterricht ihren Kindern nicht annähernd die sprachliche Qualifikation mitgegeben werden kann, die sie für das Leben und vor allem für das berufliche Fortkommen in einer zweisprachigen Region benötigen. Es entstand ein Unterrichtsverfahren namens *Immersion*, was in etwa so viel wie „eintauchen“ bedeutet. Die englischsprachigen Kinder, die in englischsprachigen Schulen ausgebildet wurden, wurden nun in fast all ihren Unterrichtsfächern auf Französisch unterrichtet. Sie tauchen förmlich in eine französischsprachige Welt ein (Knust, 1994). Die Kinder wurden ab der Einschulung bis zur sechsten Klasse fast vollständig in der Fremdsprache unterrichtet und anschließend zu gleichen Teilen auf Englisch und auf Französisch. Erst während dieses Schulprojektes wurde eine wissenschaftliche Begleitung hinzugezogen. Es handelte sich also um eine Idee der Eltern und der Schule, die aus der Praxis ihren Weg auch in die Forschung gefunden hat (Wesche, 2002).

Etwas später in den 1960er Jahren fassten die ersten zweisprachigen Unterrichtsansätze auch in Europa und speziell in Deutschland Fuß. In Folge des Vertrages über die deutsch-französische Zusammenarbeit von 1963 etablierten sich in den Grenzregionen die ersten deutsch-französischen Gymnasien. Auch in den folgenden Jahren bestimmten die französischsprachigen Angebote das Bild des bilingualen Unterrichts (Otten & Wildhage, 2003). Zu einer Trendwende und einem anschließenden Boom der bilingualen Angebote kam es Anfang der 1990er Jahre. Nach der Ankündigung des europäischen Binnenmarktes 1990 wurden zunehmend deutsch-englische Züge an Schulen eingerichtet, deren Zahl schon bald die der deutsch-französischen Angebote weit übertraf (Bonnet, 2004).

Die genauen Zahlen zu bilingualen Angeboten an deutschen Schulen schwanken abhängig von der Definition des Begriffes „bilingualer Unterricht“. Je nachdem ob beispielsweise internationale Schulen, die ursprünglich als monolinguales Angebot für englisch- oder französischsprachige Schülerinnen und Schüler eingerichtet worden sind, mitgezählt werden, kann die Zahl erheblich schwanken. Die Angaben für das Schuljahr 1999/2000 liegen zwischen 318 (Bonnet, 2004) und 379 (Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland, 1999) Schulen mit bilingualen Angeboten verschiedenster Sprachen. Schätzungen, die die weiterhin kontinuierliche Zunahme an Angeboten hochzurechnen versuchen, liegen bei mehr als 450 (Otten &

Wildhage, 2003) bzw. mehr als 500 (Wolff, 2002c) Schulen für den Zeitraum 2002/2003. In jedem Fall ist das Angebot inzwischen erheblich und in vielen Regionen ist mindestens eine Schule mit einem bilingualen Zug in erreichbarer Nähe.

Für die weitaus meisten bilingualen Angebote, um die 70% je nach Zählweise, stellt Englisch die Zielsprache dar. Die zweitgrößte Gruppe bilden dann die französischsprachigen Angebote mit etwa 25%. Andere Zielsprachen, wie etwa Russisch und Spanisch oder auch Holländisch und Polnisch, sind nur vereinzelt vertreten. Ebenso ungleichgewichtig ist die Verteilung der bilingualen Züge auf die unterschiedlichen Schulformen. Der überwiegende Teil dieser Angebote, mit etwas weniger als 70%, ist an Gymnasien verortet. Realschulen, Hauptschulen und Gesamtschulen decken weitere etwa 30% ab und Grundschulen lediglich ca. 1%, wobei der bilinguale Unterricht auch an diesen Schulformen als erfolgversprechend angesehen wird. Schließlich gibt es auch bei der regionalen Verteilung der Angebote erhebliche Ungleichgewichte. Nordrhein-Westfalen bietet mit etwa 34% der bilingualen Züge das dichteste Netz an Angeboten. Im krassen Gegensatz dazu stehen die neuen Bundesländer, die gemeinsam - allerdings ohne das gesamte Berlin - lediglich auf 4% der Angebote kommen. Diese Zahlen deuten darauf hin, dass in Deutschland bilinguale Angebote durch ihre überwiegende Verortung an Gymnasien als Mittel der Begabten- und Eliteförderung angesehen werden, die abhängig von den verfügbaren Ressourcen und den konkurrierenden Förderungsprogrammen eingerichtet werden (Bonnet, 2004).

Die genauen Rahmenbedingungen für die Einrichtung bilingualer Züge unterscheiden sich im Einzelnen von Bundesland zu Bundesland. Es lässt sich aber trotzdem eine Art generelles Regelmodell für die ganze Bundesrepublik erkennen: Üblicherweise setzt der bilinguale Sachfachunterricht in der siebten Klasse ein, nachdem die betreffende Fremdsprache bereits zwei Jahre lang unterrichtet und dabei noch von einem zusätzlichen Vorbereitungskurs, oftmals auch als „Vorkurs“ bezeichnet, verstärkt worden ist. Der einsetzende bilinguale Unterricht in einem Fach wird durch eine Zusatzstunde erweitert, um den angenommenen zeitlichen Mehraufwand auszugleichen. In vielen Fällen kommt zu einem späteren Zeitpunkt ein weiteres Sachfach dazu oder es werden unterschiedliche Fächer alternierend angeboten. In jedem Fall gelten aber ausschließlich die Lehrpläne und Bewertungskriterien des Sachfaches bis hinauf zur Abiturprüfung, die gegebenenfalls auch in einem bilingual angebotenen Fach abgelegt werden kann. Sehr viel seltener gibt es entsprechend kürzere Modelle für die zweite Fremdsprache (Finkbeiner & Fehling, 2002).

In Bezug auf die in den bilingualen Zügen angebotenen Sachfächer ist eine starke Vorherrschaft der gesellschaftswissenschaftlichen Fächer zu verzeichnen. Erdkunde und

Geschichte sind die typischen und meist auch die ersten bilingual angebotenen Fächer. Allerdings ist eine deutliche Zunahme der Vielfalt im bilingualen Fächerkanon zu erkennen, von der besonders die naturwissenschaftlichen Fächer profitieren (Otten & Wildhage, 2003). Im Schuljahr 1999/2000 wurde in 11% der bilingualen Züge auch ein naturwissenschaftliches Fach im bilingualen Unterricht angeboten, aus ungeklärten Gründen mit einer starken Konzentration im norddeutschen Bereich (Bonnet, 2004). Als eine der Schwierigkeiten bei der Ausweitung des Fächerangebotes wird immer wieder ein Mangel an Lehrkräften mit der entsprechenden Doppelfakultas im Sachfach und der Fremdsprache genannt. Diese Fächerkombination ist zurzeit meist noch die einzige Zugangsmöglichkeit zum bilingualen Unterrichten, denn die Zusatzqualifikationen für Sachfachlehrerinnen und -lehrer mit ausreichenden Sprachkenntnissen sind erst im Entstehen (Finkbeiner & Fehling, 2002). Daher besteht für die schulische Umsetzung des bilingualen Unterrichts weiterhin die Forderung nach einer deutlichen Ausweitung sowohl des Fächer- als auch des Sprachenangebots (Otten & Wildhage, 2003).

Bilingualer Unterricht bzw. *Content and Language Integrated Learning* ist aber auch ein europäisches Phänomen. Die Zahl wird auf etwa 1800 Schulen mit mehrsprachigen Angeboten in über 40 Ländern geschätzt. Gemeinsam ist allen Ländern, dass die Eltern bei der schnellen Einführung dieser Unterrichtsangebote eine entscheidende Rolle spielen, dadurch dass sie diesen Unterricht vehement einfordern und nachfragen. Die angesprochenen Länder kennen dabei ebenfalls die Dominanz der gesellschaftswissenschaftlichen Fächer. In anderen Eckpunkten des bilingualen Unterrichts unterscheiden sie sich aber deutlich von Deutschland. Die Übermacht der Schulfremdsprachen ist danach wohl ein hauptsächlich deutsches Phänomen. Im Rest Europas werden vor allem Sprachen der Nachbarländer (Deutsch in den Rheinregionen Frankreichs) oder weitere Nationalsprachen des eigenen Landes (Schwedisch in Finnland oder Flämisch im französischen Teil Belgiens) für den zweisprachigen Unterricht eingesetzt. Eine weitere hauptsächlich deutsche Besonderheit scheint der so genannte Vorkurs zu sein. In anderen europäischen Ländern wird es in den seltensten Fällen für erforderlich erachtet, dem bilingualen Unterricht einen speziellen Vorbereitungskurs vorzuschicken, wodurch die Angebote generell früher einsetzen können (Wolff, 2002c).

Auch wenn es bedingt durch die Zielgruppe der Migranten ein vollkommen anders gearteter zweisprachiger Unterricht ist, sollten doch die zahlreichen Programme in den USA an dieser Stelle kurz erwähnt werden. Anders als in den zuvor beschriebenen Modellen, in denen eine Sprache in den Fachunterricht eingeführt wird, die sonst nur als Fremdsprache unterrichtet

wird, soll hier das Erlernen der allgemein üblichen Unterrichtssprache unterstützt werden. Dies geschieht durch methodische Elemente, wie sie beispielsweise auch in der deutschen Form des bilingualen Unterrichts verwendet werden, sowie durch die Einbeziehung der Herkunftssprachen der Lernenden. Programme dieser Art wurden in den 1980er und 1990er Jahren mit dokumentiertem Erfolg vor allem im Süden und Südwesten der USA für spanischsprachige Migranten eingeführt, blieben aber umstritten und geraten in den letzten Jahren massiv unter Druck, da sie aus ideologischen Gründen als unnötig bzw. sogar schädlich erachtet werden (Krashen, 1999). Für diese Arbeit sind diese Programme deswegen beachtenswert, da sie besonders die Bedeutung des Faches *Science*, das im Elementarbereich (Kindergarten bis 8. Klasse) häufig das wichtigste Fach für den zweisprachigen Unterricht darstellt, hervorheben (Hampton & Rodriguez, 2001; Amaral & Garrison, 2002).

## **2.3 Stand der Forschung**

### **2.3.1 Evaluation**

Die wichtigste Fragestellung bei der Untersuchung eines bilingualen Angebots muss zunächst die nach dem Ausmaß des fremdsprachlichen Lernens sein. Ohne diesen angenommenen Mehrwert wäre dem bilingualen Unterricht die Basis entzogen und der Aufwand, den ein solches Angebot immer mit sich bringt, wäre nicht zu rechtfertigen. Daher konzentrieren sich die meisten empirischen Studien zunächst auf den Untersuchungsgegenstand Spracherwerb. Dieser Forschungsbereich ist zwar noch unvollständig erschlossen, es liegen aber einige Studien aus dem In- und Ausland vor, die unter unterschiedlichen Bedingungen verschiedene Aspekte des sprachlichen Lernens im bilingualen Unterricht empirisch untersuchen. Ein Überblick über die Forschungslage zum sprachlichen Lernen soll im Folgenden gegeben werden.

Darüber hinaus muss sich als nächste Fragestellung unbedingt die nach den fachlichen Lernerfolgen anschließen, denn erhebliche Einbußen auf diesem Gebiet würden dem bilingualen Unterricht ebenfalls seine Basis entziehen und seinen Einsatz in der Schule in Frage stellen. Zum Untersuchungsgegenstand des sachfachlichen Wissens- bzw. Kompetenzerwerbs liegen allerdings nur sehr wenige Studien vor und diese stammen mehrheitlich aus dem Ausland. Ein Überblick über die Forschungslage zum sachfachlichen Lernen soll schließlich in einem zweiten Abschnitt gegeben werden.

### 2.3.1.1 Sprachliches Lernen

Wie die ersten Projekte zum bilingualen Unterricht stammen auch die ersten und bis jetzt umfangreichsten Untersuchungen aus Kanada (Wesche, 2002). Im Laufe der mehr als 30 Jahre, in denen die Einführung, Etablierung und Differenzierung des französischsprachigen Immersionsunterrichts wissenschaftlich begleitet wurde, wurde eine Vielzahl von unterschiedlichen Umsetzungsformen evaluiert. Zusammenfassend wurde festgestellt, dass unabhängig vom Einsetzen, der Dauer und der Intensität in allen untersuchten Formen des zweisprachigen Unterrichts die Fremdsprache signifikant besser gelernt wurde als im üblichen lehrbuchgestützten Fremdsprachenunterricht. Das konkrete Ausmaß dieser besseren fremdsprachlichen Fähigkeiten korreliert allerdings, wie zuvor auch angenommen, mit den bereits genannten Variablen: dem Zeitpunkt des Einsetzens des Immersionsunterrichts, seiner Dauer und seiner Intensität. Je früher der zweisprachige Unterricht einsetzt, je länger er fortgesetzt werden kann und je mehr Fächer in der Fremdsprache unterrichtet werden können, desto größer ist der fremdsprachliche Lernerfolg. Die Unterschiede zwischen den verschiedenen Untersuchungsgruppen werden aber zum Ende der Sekundarstufe zunehmend geringer.

Als Beispiel sollen hier die Ergebnisse für die sogenannten *Early Immersion* Programme kurz beschrieben werden, bei denen die Schülerinnen und Schüler mit Beginn der Primarstufe zu etwa 70% in der Fremdsprache unterrichtet werden. Die Teilnehmer an diesem Programm erreichen am Ende der Primarstufe eine hohe Funktionalität in der Fremdsprache, die es ihnen ermöglicht in allen schulischen und außerschulischen Bereichen ihrem Alter angemessen zu agieren. In den Bereichen Hörverstehen und Leseverstehen, also den rezeptiven Elementen des Spracherwerbs erreichen sie Normen, die für Muttersprachler dieser Alterstufe gelten. In Bezug auf die produktiven Sprachelemente, den Bereichen Sprechen und Schreiben, unterscheiden sich die Lernenden der Immersionsprogramme von muttersprachlich lernenden Gleichaltrigen insofern, als dass sie über ein eingeschränkteres Vokabular verfügen, die gängigsten Verben überstrapazieren und in ihrem Kommunikationsverhalten eher reaktiv denn initiativ sind. Die Teilnehmer später einsetzender und weniger intensiver Programme erreichen eine solche Nähe zu muttersprachlichen Fähigkeiten nicht. Sie zeigen aber eine ähnliche Tendenz, indem sie in allen Bereichen bessere Leistungen zeigen als gleichaltrige Schülerinnen und Schüler mit traditionellem Fremdsprachenunterricht. Dieses erhöhte Leistungsvermögen ist wie in allen Formen des Immersionsunterrichts in den Bereichen Hörverstehen und Leseverstehen besonders ausgeprägt.

Die kanadischen Ergebnisse können auf Grund der Andersartigkeit der Bedingungen lediglich ein Hinweis auf die Leistungsfähigkeit des bilingualen Unterrichts sein und machen eigene Untersuchungen des deutschen Modells notwendig. Die umfangreichste Studie wurde in Schleswig-Holstein zwischen 1992 und 1998 während der Einführungsphase des bilingualen Unterrichts an Regelschulen, Gymnasien und Realschulen, durchgeführt (Wode, 1996; Burmeister & Daniel, 2002). Es wurde ein kommunikationsorientierter mündlich und schriftlich anwendbarer Test entwickelt und die dadurch erlangten 1060 Datensätze aus 7. und 10. Klassen nach linguistischen Gesichtspunkten untersucht. Anders als in den kanadischen Untersuchungen wurden hier also nur die produktiven Elemente, das Sprechen bzw. Schreiben, herausgegriffen und genauer analysiert. Die selbständige Sprachproduktion der Lernenden stellt das Kernstück der Funktionalität von Fremdsprachenkenntnissen dar und da sich gezeigt hat, dass die rezeptiven Elemente stärker gefördert worden waren, wurden diese produktiven Elemente als Indikator für den Lernerfolg genutzt. Auch in der schleswig-holsteinischen Studie konnte die Leistungsfähigkeit des bilingualen Unterrichts in Bezug auf den Spracherwerb bestätigt werden. Es zeigten sich zwar nur geringe Unterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen und den Kontrollgruppen in den Bereichen Phonologie (Aussprache) und Flexionsmorphologie (Grammatik der Verben), erkennbar aber waren Unterschiede im Bereich Syntax (Grammatik der Sätze) und signifikant waren diese in den Bereichen Wortschatz und Diskursverhalten. Im deutschen Regelmodell des bilingualen Unterrichts wird also, auch wenn er relativ spät einsetzt und nur ein Unterrichtsfach umfasst, der Spracherwerb über das Maß des traditionellen Fremdsprachenunterrichts hinaus gefördert. Dies geschieht in einer Art und Weise, die besonders auf die praktische Anwendbarkeit der Fremdsprache fokussiert ist. Um diese Ziel zu erreichen, ist es weniger wichtig, ob akzentfrei gesprochen wird, sondern viel mehr dass man sein Anliegen mit den richtigen Worten deutlich machen kann.

Zu ähnlichen Ergebnissen bei etwas anderer Schwerpunktsetzung kommt eine Untersuchung, die Ende der 1990er Jahre mit 195 Schülerinnen und Schülern an fünf niedersächsischen Schulen durchgeführt worden ist (Bredenbröker, 2002). Hier wurden sowohl rezeptive als auch produktive Sprachelemente in einem dreiteiligen schriftlichen Test zu Beginn und am Ende der 7. Klasse, sowie am Ende der 8. Klasse abgefragt. Die Ergebnisse bestätigen sowohl die der kanadischen als auch die der schleswig-holsteinischen Studien und weisen wiederum auf die Leistungsfähigkeit des bilingualen Unterrichts in Bezug auf den Spracherwerb hin. Ähnlich wie in den kanadischen Untersuchungen zeigen sich im Leseverstehen, einem rezeptiven Sprachelement, die deutlichsten Zuwächse der bilingual unterrichteten

Untersuchungsgruppen gegenüber den klassisch unterrichteten Kontrollgruppen. Die Schülerinnen und Schüler aus den bilingualen Zügen scheinen im Laufe der ersten beiden Jahre erheblich bessere Strategien zur Texterschließung zu entwickeln. Ebenfalls signifikant größere Zuwächse bei den bilingual unterrichteten Untersuchungsgruppen ergeben sich aus dem so genannten C-Test, der als ein übergreifendes Maß für die allgemeine Sprachkompetenz gilt. Keine signifikanten Unterschiede lassen sich hingegen in dem Testabschnitt erkennen, in dem Fähigkeiten aus dem Bereich der Grammatik überprüft werden. Dieses Ergebnis korrespondiert mit der schleswig-holsteinischen Untersuchung, die keine nennenswerten Unterschiede in der Entwicklung der Flexionsmorphologie, die die klassische Grammatik stärker prägt als die Syntax, erkennen ließ.

Eine ähnliche Untersuchung bei etwas anderem Design ist an Berliner Realschulen durchgeführt worden (Schrandt, 2002). Dort wurden 148 Schülerinnen und Schüler aus 3 Schulen ebenfalls mit Hilfe verschiedener schriftlicher Aufgabenstellungen getestet und auch hier zeigten die bilingual unterrichteten Untersuchungsgruppen eine größere Sprachkompetenz in der Fremdsprache Englisch als die Kontrollgruppen. Die allgemeine Sprachkompetenz, wieder anhand eines C-Tests bestimmt, zeigt einen signifikant größeren Zuwachs für die Lernenden aus den bilingualen Zügen. Die Unterschiede im Bereich der produktiven Sprachelemente, hier nur dem Schreiben, zwischen den Gruppen sind ebenfalls signifikant. Deutlicher fallen jedoch auch in dieser Untersuchung die Unterschiede im Bereich der rezeptiven Sprachelemente, dem Hör- und Leseverstehen, aus. Eine differenzierte Betrachtung des Wortschatzes und der Grammatik ist nicht angelegt.

In einer weiteren Studie, die in diesem Zusammenhang Erwähnung finden soll, wird nicht einer der üblichen bilingualen Züge ab der 7. Klasse untersucht, sondern ein Modellversuch, bei dem das bilinguale Angebot bereits im Kindergarten beginnt und in der Grundschule in der Art fortgesetzt wird, dass alle Unterrichtsfächer außer Deutsch in der Fremdsprache Englisch unterrichtet werden (Wode, 2002; Burmeister & Pasternak, 2004). Für diese Kinder wurden kommunikationsorientierte mündliche Tests entwickelt, in denen die Schülerinnen und Schüler altersgemäße Bildergeschichten in Worte fassen sollen. Mit Hilfe dieser Tests wurden die Kinder durch ihre Kindergarten- und Grundschulzeit hindurch beobachtet. Seit 1999 werden so jährlich 15-20 Kinder pro Jahrgangsstufe getestet. Es zeigt sich, dass die Kinder im bilingualen Kindergarten vor allem ihre rezeptiven Fähigkeiten ausbilden. Sie verfügen bereits über einen erheblichen Wortschatz und formelartige Wendungen. In der Grundschule bilden sie dann innerhalb sehr kurzer Zeit ihre produktiven Fähigkeiten aus. Nun verfügen sie auch über eine Syntax und damit über die Fähigkeit zum Diskurs. Am Ende der

Grundschulzeit erreichen sie im rezeptiven Bereich des Hörverstehens nahezu muttersprachliches Niveau gleichaltriger Kinder und können sich im produktiven Bereich des Sprechens altersgemäß, aber nicht fehlerfrei mitteilen, obwohl sie keinerlei Fremdsprachenunterricht im klassischen Sinne erhalten haben. Diese Studie ähnelt sehr stark den kanadischen Untersuchungen zum *Early Immersion* Programm, sowohl in der Anlage des Projekts als auch in den Ergebnissen.

Die beschriebenen Untersuchungen bilden keine repräsentative Absicherung, weisen aber darauf hin, dass im bilingualen Unterricht die Fremdsprache gut gelernt wird, und dass diejenigen Fähigkeiten besonders gefördert werden, die für die erfolgreiche Anwendung der Fremdsprache entscheidend sind: die rezeptiven Fähigkeiten des Hör- und Leseverstehens sowie die produktiven Fähigkeiten, die zu einer funktionalen Kommunikation verhelfen, nämlich der Wortschatz und die Diskursfähigkeit. Dass dabei trotzdem formale, etwa grammatische oder orthographische Fehler passieren, tut der Kommunikation weniger Abbruch als die meisten Anwender einer Fremdsprache vermuten. Die Teilnehmer an bilingualen Angeboten zeigen dies durch ihren Mut und ihr Selbstbewusstsein beim Sprechen und Schreiben.

Abschließend soll an dieser Stelle noch eine Studie erwähnt werden, die sich zwischen den Welten des sprachlichen und sachfachlichen Lernens bewegt. In Berlin wurden etwa 90 Schülerinnen und Schüler aus bilingualen Klassen und Kontrollklassen im Fach Biologie auf ihre akademische Sprachfähigkeit im Englischen hin untersucht (Baker, 2002). Es wurde ein speziell entwickelter C-Test durchgeführt, der die allgemeine Sprachfähigkeit mit speziellem Fokus auf biologische Fachinhalte misst. Die Schülerinnen und Schüler, die an einem bilingualen Biologieunterricht teilgenommen hatten, konnten dabei signifikant bessere Ergebnisse erreichen, d.h. sie sind besser in der Lage fachliche Inhalte aus Texten zu erschließen und sie auch wiederum in Texten zu präsentieren. Dieses kann als Hinweis betrachtet werden, dass im bilingualen Sachfachunterricht sowohl sprachlich und fachsprachlich als auch inhaltlich effektiv gelernt wird.

### 2.3.1.2 Sachfachliches Lernen

Das sachfachliche Lernen hat bisher in der Evaluation des bilingualen Unterrichts in Deutschland noch keine größere Rolle gespielt und somit ist auch wenig darüber bekannt. Die Angaben zum fachlichen Lernerfolg beschränken sich auf die zwar wichtigen und ernstzunehmenden, aber nicht empirisch erhobenen Angaben der unterrichtenden Lehrkräfte, die bestätigen, dass ihre Schülerinnen und Schüler die inhaltlichen Anforderungen des bilingual unterrichteten Fachs gut bewältigen können und ihren muttersprachlich unterrichteten Mitschülerinnen und Mitschülern in nichts nachstehen.

Wie zum sprachlichen Lernen so wurde zum sachfachlichen Lernen die umfangreichste Untersuchung in Kanada durchgeführt (Cummins & Swain, 1998; Wesche, 2002). Die Teilnehmer der verschiedenen Immersionsprogramme wurden in einer umfangreichen Longitudinalstudie mit Hilfe von klassischen schriftlichen Wissenstests vor allen Dingen in Mathematik und Naturwissenschaft getestet. Es gibt zwar geringfügige Unterschiede in einigen Klassenstufen und zwischen den verschiedenen Programmen, die sich aber alle spätestens in der Sekundarstufe ausgeglichen hatten. Insgesamt gelten nach den kanadischen Untersuchungen die sachfachlichen Leistungen der Immersionsschülerinnen und -schüler als denen ihrer muttersprachlich unterrichteten Altersgenossen ebenbürtig. Zu dieser Studie ist anzumerken, dass die Wissenstests in englischer Sprache, also der Muttersprache der Lernenden und nicht der Unterrichtssprache des betreffenden Fachs durchgeführt wurden. Dies wird als Hinweis darauf aufgefasst, dass die Übertragung der erlernten Inhalte von der Fremdsprache in die Muttersprache weniger problematisch ist, als zunächst angenommen.

Die Situation des Immersionsunterrichts in Kanada, in dem die zweite Landessprache eingesetzt wird, unterscheidet sich deutlich von der des bilingualen Unterrichts in Deutschland, in dem zumeist Schulfremdsprachen verwendet werden. Daher sind die Ergebnisse der oben genannten Studie eingeschränkt übertragbar. Die Situation in den USA, wo eine vollkommen andere Form des zweisprachigen Lernens zur Förderung von Migranten eingesetzt wird, unterscheidet sich noch grundlegender von der in Deutschland. Trotzdem soll an dieser Stelle eine große Studie exemplarisch erwähnt werden, da sie Hinweise auf das sachfachliche Lernen in einem zweisprachigen Unterricht und dies insbesondere im Fach Naturwissenschaft geben kann. Im Bundesstaat Kalifornien wurde im Schuljahr 1998/99 ein vier Jahre zuvor begonnenes Projekt zur Förderung von Schülern mit Migrationshintergrund ausführlich evaluiert (Amaral & Garrison, 2002). Die Besonderheit dieses Programms bestand in der zweisprachigen Umsetzung eines handlungsorientierten Naturwissenschaftsunterrichts (*Inquiry-Based Science Instruction*). Neben den sprachlichen Lernzuwächsen wurden auch

die fachlichen Leistungen in Mathematik und Naturwissenschaft erhoben. Dazu wurden 1250 Schülerinnen und Schüler mit Hilfe des *Stanford Achievement Tests (SAT-9)* getestet. Die Untersuchung zeigte, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer dieses Programms ebenso gut abschnitten wie muttersprachlich unterrichtete Altersgenossen und dass sie sowohl im sprachlichen wie auch im fachlichen Bereich bessere Ergebnisse erlangen konnten als Schülerinnen und Schüler anderer zweisprachiger Programme ohne die besondere Handlungsorientierung im Naturwissenschaftsunterricht. Nicht zuletzt auf Grund von Studien dieser Art hat sich das Fach Naturwissenschaft in den US-amerikanischen zweisprachigen Förderungsprogrammen zu einem Unterrichtsfach erster Wahl entwickelt.

Für den bilingualen Unterricht in Deutschland existieren bisher vor allem Pläne für Forschungsvorhaben, in denen auch das sachfachliche Lernen berücksichtigt werden soll (Lalla, 2002; Lenz, 2004; Zydati, 2004), sowie eine Studie, aus der bereits Ergebnisse vorliegen (Bonnet, 2004). Es handelt bei letzterer sich um eine Fallstudie mit 11 ausgewählten Jugendlichen einer im Fach Chemie bilingual unterrichteten 10. Klasse eines Hamburger Gymnasiums. Die Schülerinnen und Schüler haben Experimente und dazugehörige Aufgaben in Form einer Gruppendiskussion bearbeitet und sind dabei videographiert worden. Mit Hilfe dieser Daten wurden Lernprozesse analysiert und Kompetenzniveaus bestimmt. Die Einstufung der konzeptualen Kompetenz in ein vierstufiges Modell wurde schließlich mit den Ergebnissen ähnlicher Studien aus dem deutschsprachigen Chemieunterricht verglichen. Die bilingual unterrichteten Schülerinnen und Schüler haben dabei etwas besser abgeschnitten, als die deutschsprachig unterrichteten Teilnehmer der anderen Studien. Auf Grund der geringen Teilnehmerzahl kann diese Studie zwar nicht als Beleg, aber immerhin als Hinweis darauf gewertet werden, dass im bilingualen Unterricht eines als schwierig geltenden Fachs nicht weniger gelernt wird als im entsprechenden muttersprachlichen Unterricht.

Für die Situation in Deutschland kann der Kenntnisstand zum sachfachlichen Lernen im bilingualen Unterricht nicht befriedigend sein, denn er besteht vor allem aus offenen Fragen: Wie wirkt sich der bilinguale Unterricht auf das sachfachliche Lernen in den verschiedenen Fächern aus? Ist das Leistungsvermögen bilingual unterrichteter Schülerinnen und Schüler in den verschiedenen Fächern sowie den unterschiedlichen Alterstufen und Schularten mit dem muttersprachlich unterrichteter Schülerinnen und Schüler vergleichbar? Lassen sich Besonderheiten in den Lernprozessen des bilingualen Unterrichts erkennen und sind diese sich in verschiedenen Fächern gleichermaßen zu finden oder unterscheiden sie sich von Fach zu Fach?

### 2.3.2 Ansätze einer Didaktik des bilingualen Unterrichts

Wesentlich intensiver als mit empirischen Untersuchungen der bestehenden bilingualen Angebote und der Entwicklung und Evaluierung neuer Umsetzungsformen hat sich die Forschung zunächst mit grundsätzlichen Überlegungen zu einer theoretischen Fundierung sowie zu einer eventuell eigenständigen Didaktik und Methodik des bilingualen Unterrichts auseinandergesetzt. Auch die aktuellen Entwicklungen aus diesem Forschungsbereich sollen hier kurz zusammenfassend dargestellt werden.

Wie der bilinguale Unterricht selber steht auch die Forschung zu diesem Thema immer im Spannungsfeld der Fremdsprachendidaktiken der eingesetzten Unterrichtssprachen und der Fachdidaktiken der bilingual unterrichteten Fächer. Entsprechend der jeweiligen Perspektive lässt sich der bilinguale Unterricht sehr unterschiedlich charakterisieren (ZydatiB, 2002):

- a) „Fremdsprachenlernen über Fachinhalte“ (Wode, 1995)
- b) „Fachunterricht in einer anderen Sprache“ (Hallet, 1998)

Diese beiden Positionen sollen zunächst kurz skizziert werden, bevor die Entwicklung hin zu einer Integration der beiden Standpunkte beschrieben wird.

#### 2.3.2.1 Fremdsprachliche Perspektive

Die fremdsprachliche Perspektive beschreibt quasi den Ursprung und die Herkunft des bilingualen Unterrichts, denn zuerst und vor allem wird Fachunterricht in einer Fremdsprache als Unterrichtssprache abgehalten, damit die Schülerinnen und Schüler diese Sprache besser lernen. Die Steigung und Effektivierung des Fremdsprachenlernens war und ist das erste Ziel bilingualer Angebote (Vollmer, 2000). In Kanada haben sich die Immersionsprogramme als ein echter alternativer Ansatz zum herkömmlichen lehrbuchorientierten Fremdsprachenunterricht etabliert, der nicht mehr weitergeführt wird sobald der fremdsprachliche Fachunterricht einsetzt. Die deutschen Modelle des bilingualen Unterrichts stellen dagegen eher ein erweitertes fremdsprachliches Angebot dar, dass zusätzlich zum üblichen Fremdsprachenunterricht umgesetzt wird (Vollmer, 2000). Dementsprechend haben sich hier die klassischen Schulfremdsprachen, nämlich die in der Europäischen Union dominanten Sprachen Englisch und Französisch, als Unterrichtssprachen durchgesetzt und werden auch von Seiten der Forschung gefordert und gefördert (Wolff, 2000). Aber in beiden Fällen, in Kanada wie in Deutschland, herrscht einerseits zunächst eine fremdsprachendidaktische Perspektive vor, andererseits wird jedoch immer wieder betont, dass das sprachliche Lernen im Unterricht auf keinen Fall thematisiert werden soll, also dass beispielsweise kein

Grammatikunterricht integriert werden soll. Die Fremdsprache wird quasi als Nebenprodukt mitgelernt (Wode, 1995).

Der genaue Mechanismus, wie dies vor sich gehen soll, bleibt allerdings ungeklärt. Im Zusammenhang mit den kanadischen Immersionsprogrammen wurden zwei Hypothesen formuliert: Die Identitätshypothese (Dulay & Burt, 1974) postuliert, dass eine Zweitsprache in der selben Art und Weise, also identisch, gelernt werden kann wie die Muttersprache. Die *Comprehensible-Input*-Hypothese (Krashen, 1985) besagt des Weiteren, dass verständlicher Input die einzige Variable ist, die den Zweitsprachenerwerb bestimmt und erklären kann. Diese Hypothesen wurden auch in der deutschsprachigen Forschung zum bilingualen Unterricht aus linguistischer Perspektive aufgegriffen und weiterentwickelt. Dabei wird der Zweitsprachenerwerb durch seine Ähnlichkeit zum natürlichen Erstsprachenerwerb charakterisiert und daraus abgeleitet, dass auch die Lernsituationen zum Erwerb einer Fremdsprache denen der Muttersprache ähnlich sein sollten, also nicht durch Formel- und Regellernen des herkömmlichen Fremdsprachenunterrichts sondern durch reale Kontexte und Kommunikation im Sachfachunterricht gekennzeichnet sein sollten (Wode, 1995).

### **2.3.2.2 Sachfachliche Perspektive**

Die sachfachliche Perspektive ist so vielfältig, wie es Sachfächer gibt, die bilingual unterrichtet werden. Insgesamt ist die Resonanz aus den Fachdidaktiken der betroffenen Fächer allerdings gering und die gewünschte Zusammenarbeit der Sprach- und Sachfachdidaktiken befindet sich gerade erst im Entstehen. Gemeinsam ist der sachfachlichen Perspektive die Betonung, dass es sich bei bilinguaem Unterricht trotz aller sprachlichen Zielsetzungen immer noch primär um Fachunterricht handelt. Diese eindeutige Gewichtung ist zum einen auch in allen Lehrplänen, die bis jetzt für den bilingualen Unterricht eingeführt worden sind, so festgeschrieben (Wolff, 2002b) und spiegelt sich zum anderen in den Kriterien, die allgemein für die Leistungsbewertung im bilingualen Sachfachunterricht zugrunde gelegt werden (Koch, 2002; Fehling & Finkbeiner, 2002). Für die Umsetzung dieses klaren Vorrangs des Sachfachs wird eine strikte Trennung von fachlichen und sprachlichen Inhalten als sinnvoll erachtet, wobei die sprachlichen Aspekte über eine gewisse Hilfestellung hinaus im Unterricht nicht thematisiert werden sollen. Der Fremdsprache wird also eine rein funktionale, dienende Rolle zugewiesen (Vollmer, 2000). Bei der Beschreibung des bilingualen Unterrichts aus einer solchen Perspektive ist auch eine Unterscheidung von allgemeinsprachlichem Lernen im Fremdsprachenunterricht und fachsprachlichem Lernen im bilingualen Sachfachunterricht vorgeschlagen worden, die sich so aber nicht halten lässt, da

kein fachsprachlicher Diskurs ohne eine breite allgemeinsprachliche Basis möglich ist (Vollmer, 2002a). Über die gemeinsame Einsicht in die Notwendigkeit des strikten Vorrangs des Sachfachs hinaus, ist die Resonanz in den Sachfachdidaktiken auf den bilingualen Unterricht in einigen Punkten sehr unterschiedlich.

Aus der Geschichtsdidaktik gibt es Stimmen, die den bilingualen Unterricht als Chance für einen Perspektivwechsel und damit dem Erwerb einer größeren Kulturkompetenz sehen (Rautenhaus, 2000). Dies wird gerne mit einigen Begriffsbeispielen belegt, in denen die englische und die deutsche Beschreibung eines geschichtlichen Ereignisses sehr unterschiedliche Sichtweisen offenbaren: *barbarian invasion* vs. Völkerwanderung, *diet of Worms* vs. Reichstag zu Worms oder *night of the brocken glass* vs. Reichsprogromnacht bzw. Reichskristallnacht (Schmid-Schönbein & Siegismund, 1998). Es wird davon ausgegangen, dass die Zweisprachigkeit des Unterrichts den Aufbau von Geschichtsbewusstsein aus zwei unterschiedlichen Perspektiven erlaubt und damit zum besseren Verstehen des Fremden führt, ein Vorgang der oftmals mit dem Schlagwort „interkulturelles Lernen“ belegt wird. (Lamsfuß-Schenk, 2002).

Gerade dieses interkulturelle Lernen, das von Seiten der Fremdsprachendidaktik gerne als eine der Säulen des bilingualen Unterrichts dargestellt und den bilingual unterrichteten gesellschaftswissenschaftlichen Fächern in besonderem Maße zugestanden wird, wird von Seiten der Geographiedidaktik sehr kritisch betrachtet. Es wird bezweifelt, dass interkulturelles Lernen im fremdsprachlichen Geographieunterricht in höherem Maße möglich ist als im muttersprachlichen, denn Begriffsunterschiede, wie sie oben auch für das Fach Geschichte aufgeführt worden sind, würden beispielsweise ebenso im deutschsprachigen Unterricht thematisiert (Lenz, 2002; Meyer, 2003). Darüber hinaus würde die an die Geographie herangetragene Forderung nach interkulturellem Lernen in Bezug auf die Kultur der Fremdsprache immense Gefahren bergen. In einem ersten Modell zu einer eigenständigen Didaktik des bilingualen Unterrichts, dem *bilingual triangle*, wird neben den Bezügen zur muttersprachlichen Perspektive und der Einbeziehung einer globalen Perspektive explizit die vorrangige Thematisierung der Kultur der Zielsprache, also der Fremdsprache, in der der Unterricht abgehalten wird, gefordert (Hallet, 1999). Dieses wird aus Sicht der Geographiedidaktik strikt abgelehnt, denn dadurch würde die ausgewogene Betrachtung aller Regionen der Erde und aller Kulturkreise, wie sie in den Lehrplänen verankert ist, unterminiert. Eine solche Verschiebung der Raumbeispiele zugunsten der anglo-amerikanischen Regionen würde einen Rückschritt zu einer Länderkunde an Stelle einer modernen Geographie bedeuten und verbiete sich daher (Lenz, 2002). Stattdessen wird

angeregt, diese von der Fremdsprachendidaktik geforderten angloamerikanischen Inhalte in den Fremdsprachenunterricht aufzunehmen und dadurch einen besseren Landeskundeunterricht zu entwickeln. Auch insgesamt wird der bilinguale Unterricht aus Sicht der Geographiedidaktik eher kritisch betrachtet. Die Geographie sieht sich in eine Dienstleistungsfunktion gedrängt, der sie nur wenig für die eigene Didaktik abgewinnen kann. Allenfalls das höhere Stundenkontingent, das dem bilingualen Fachunterricht in einigen Jahrgängen zuerkannt wird (Meyer, 2003), oder eine fächerübergreifende Methodenkompetenz, die im bilingualen Unterricht in höherem Maße gefördert wird als im muttersprachlichen (Lenz, 2002), werden als Chancen für den bilingualen Geographieunterricht gewertet.

Obwohl er viel seltener umgesetzt werden kann, wird der bilinguale Unterricht in den naturwissenschaftlichen Fächern positiver bewertet. Sowohl die Fachwissenschaften als auch die Fachdidaktiken kommen ohne Englisch als *Lingua Franca* des internationalen Wissenschaftsbetriebs in ihrer täglichen Arbeit nicht aus und sehen eine dringende Notwendigkeit Schüler und Studenten sowohl allgemein als auch im Bezug auf ihre Fachrichtung fremdsprachlich besser auszubilden. In der Möglichkeit beispielsweise englischsprachig dargestellte biologische Inhalte besser zu verstehen und ausdrücken zu können, also internationale Publikationen lesen und diskutieren zu können, wird dann auch der größte Gewinn eines bilingualen Naturwissenschaftsunterrichts gesehen (Hemmelgarn & Ewig, 2003). Diese Argumentation bezieht sich vor allem auf den bilingualen Unterricht in der Oberstufe und muss dementsprechend auch gewissen Einschränkungen unterworfen werden. Ebenfalls in der Biologie wird die Hoffnung geäußert, dass die Biologiedidaktik von den methodischen und didaktischen Anregungen aus dem bilingualen Unterricht profitieren könne. Beispielweise könnte der muttersprachliche Naturwissenschaftsunterricht ebenfalls von der gezielten Einübung von Wortschatz und Redemitteln zur korrekten Beschreibung von Experimenten oder der bewussten Reduktion von (oftmals im Übermaß verwendeten) Fachtermini profitieren. Noch wesentlicher als der Einfluss des bilingualen Unterrichts auf die Methodik erscheint dieser Einfluss auf die Didaktik. Das Verwenden von Originalmaterialien aus dem angelsächsischen Bereich führt die Praktiker zwangsläufig und unmittelbar zu einer fortschrittlicheren Naturwissenschaftsdidaktik, wie sie in diesen Ländern üblich ist und erfolgreich umgesetzt wird, z. B. durch das Arbeiten mit der *scientific method*, dem *inquiry learning* oder der Durchführung von *science fairs* (Richter & Zimmermann, 2003). Auch die Forderung nach interkulturellem Lernen im bilingualen Unterricht wird eher als Anregung denn als Einschränkung für den naturwissenschaftlichen Unterricht betrachtet. Ein moderner

Naturwissenschaftsunterricht beziehe die kritische Diskussion der Auswirkungen naturwissenschaftlicher Erkenntnisse als wesentliches Element in den Unterricht mit ein und diese Diskussion könne sowohl im fremdsprachlichen als auch im muttersprachlichen Unterricht durch die oftmals sehr andersartige Rezeption der jeweiligen Themen im angelsächsischen Sprachraum, man denke an die Klimaforschung oder die Reproduktionsbiologie, bereichert werden. Der gesamte naturwissenschaftliche Unterricht werde dadurch zu einer Reflexion seines Weltbildes und seiner eigenen Kultur angeregt (Richter, 2004). Umgekehrt wird in den naturwissenschaftlichen Disziplinen davon ausgegangen, dass ihre Fächer den Fremdsprachenerwerb im bilingualen Unterricht gut unterstützen könnten, beispielsweise durch die physische Anwesenheit der Unterrichtsgegenstände oder durch viele natürliche Wiederholungen von sprachlichen Elementen etwa beim Protokollieren (Hemmelgarn & Ewig, 2003). Insgesamt wird dem bilingualen naturwissenschaftlichen Unterricht eine hohe Spracherwerbsrelevanz bescheinigt, da die unterrichtlichen Inhalte das Versprachlichen sowohl von fachlichen Konzepten als auch von zahlreichen praktischen Tätigkeiten und gegenwärtigen Beobachtungen erfordern (Bonnet, 2000).

### **2.3.2.3 Integrative Ansätze**

Wie beschrieben entwickelt sich die Didaktik des bilingualen Unterrichts in einem Spannungsfeld aus fremdsprachendidaktischen und sachfachdidaktischen Polen. Auch die Rahmenbedingungen für die praktische Umsetzung von bilinguaem Unterricht spiegeln diese Situation wieder: Die Schulprofile und schulinternen Curricula betonen die Perspektive des Fremdsprachenunterrichts, während die Lehrpläne und Empfehlungen den Sachfachunterricht in den Vordergrund stellen (Wolff, 2002). Der vielfach beschworene Dialog der Didaktiken hat es ausgesprochen schwer, zum einen weil das Interesse in den einzelnen Sachfachdidaktiken am bilingualen Unterricht in ihrem jeweiligen Fach recht gering ist und zum anderen weil die Fachdidaktiken so verschiedener Fächer wie beispielsweise Geographie, Biologie und Sport kaum mit einer Stimme sprechen können. Die Frage wie, wann oder ob sich eine eigenständige Didaktik des bilingualen Unterrichts herauskristallisieren wird, muss offen bleiben, aber es scheint weiterhin so zu sein, dass die Fremdsprachendidaktiken den Kristallisationspunkt bilden, an dem der gewünschte Dialog der Didaktiken stattfinden kann. Und dieses offene Diskussionsforum innerhalb der Fremdsprachendidaktik ist es auch, in dem sich aus der fremdsprachendidaktischen und der sachfachdidaktischen Sichtweise ein integrativer Ansatz zu einer bilingualen Didaktik entwickelt hat (Vollmer, 2000; Zydatiß, 2000; Bach, 2002; Bonnet & Breidbach, 2003; Otten & Wildhage, 2003).

Die Gründe für den Wunsch nach einer Integration von fremdsprachen- und sachfachdidaktischen Betrachtungsweisen des bilingualen Unterrichts sind vielfältig: Zunächst einmal sind es praktische Gründe, denn das tägliche Planen und Agieren von Lehrkräften im bilingualen Unterricht bedarf der Kombination und Verflechtung von Denkweisen und Methoden aus beiden Fachrichtungen. Dieses Vorgehen wird zum Teil als Bildung einer „Schnittmenge der Fachdidaktiken“ (Bach, 2002) bezeichnet, wobei wahrscheinlich die Bildung einer Vereinigungsmenge die Arbeitsweisen in der Praxis besser beschreiben würde. Seit den Anfängen des bilingualen Unterrichts haben sich diese Arbeitsweisen in kleinen aber wesentlichen Punkten geändert: Während zunächst davon ausgegangen wurde, dass das Lernen der Fremdsprache im bilingualen Unterricht möglichst überhaupt nicht thematisiert und die Sprache quasi nebenbei gelernt werden sollte, wird dagegen inzwischen postuliert, dass sowohl das Fachlernen also auch das Sprachlernen erleichtert würden, wenn „Inseln der Spracharbeit“ (Vollmer, 2002), sprachliche Hilfestellungen unterschiedlichster Art, in den Unterricht aufgenommen werden.

Der wichtigste Grund und die treibende Kraft für einen integrativen Ansatz zu einer Didaktik des bilingualen Unterrichts ergibt sich aus der sich zunehmend durchsetzenden Annahme, dass Sach- und Sprachlernen untrennbar miteinander verwoben sein könnten: Jedes inhaltliche Lernen sei gleichzeitig auch sprachliches Lernen und jedes sprachliche Lernen ebenso inhaltliches Lernen (Zydatiś, 2000; Vollmer, 2000). Wie das fachliche würde auch das sprachliche Lernen erst durch die aktive Konstruktion durch den Lernenden ermöglicht und daher müsse davon ausgegangen werden, dass im bilingualen Unterricht eine ganz besondere Art des Lernens stattfände, nämlich das Verstehen durch Konstruktion in einer fremden Sprache (Hallet, 2003). Diese Besonderheit des gemeinsamen Aufbaus von inhaltlichen und sprachlichen Konzepten könne die Lernerfolge in der Praxis des bilingualen Unterrichts erklären helfen, und die Hypothese stützen, dass der bilinguale Unterricht nicht nur einen fremdsprachlichen, sondern auch einen sachfachlichen Mehrwert zu bieten habe. Es wird als eine Aufgabe einer Didaktik des bilingualen Unterrichts angesehen, diese Zusammenhänge genauer zu untersuchen (Vollmer, 2002).

In diesem Ansatz für eine integrative Didaktik werden schließlich aus den Überlegungen zum Lernen im bilingualen Unterricht Forderungen an eine dazugehörige Methodik abgeleitet. Es solle im weitesten Sinne eine „moderne“ Methodik umgesetzt werden (Timm, 2002; Otten & Wildhage, 2003). Dies beinhalte beispielsweise das Konzept der Lernerautonomie (Bach, 2002) und eine möglichst große Kommunikations- und Handlungsorientierung des Unterrichts (Breibach, 2002a). In Bezug auf den bilingualen Unterricht kommt auch immer

wieder die Befürchtung auf, dass er einen methodischen Rückschritt bedeuten könne, durch eine übergroße Lehrerzentriertheit, die den korrekten fremdsprachlichen Input sichern solle. In Phasen von Gruppenarbeit sei es sicherlich sehr viel schwieriger einen durchgehend fremdsprachlichen Unterricht zu gewährleisten, allerdings solle die Verwendung der Muttersprache in solchen Unterrichtsphasen nicht überbewertet werden. In der zweisprachigen Konstruktion von Konzepten habe die Muttersprache durchaus ihre Berechtigung und dieser vergleichsweise kleine Nachteil wiege in keinem Fall die entscheidenden Beiträge von selbständigem und handelndem Lernen für den Aufbau sowohl von fachlichen als auch von sprachlichen Konzepten auf. Bildet man daher tatsächlich eine Vereinigungsmenge aus den Didaktiken der Fremdsprache und des Sachfachs, kann dies besonders in Bezug auf die Methodenvielfalt des bilingualen Unterrichts eine Bereicherung für beide Fächer bedeuten.

#### **2.4 Naturwissenschaften im bilingualen Unterricht**

Anders als in anderen Ländern, wo die naturwissenschaftlichen Fächer selbstverständlich Teil zweisprachiger Unterrichtsangebote sind, fristen in Deutschland die Naturwissenschaften im bilingualen Unterricht ein Schattendasein. Am ehesten ist die Biologie in bilingualen Bildungsgängen vertreten, Physik und Chemie dagegen kaum. Es stellt sich die Frage, ob dieser Zustand geändert werden sollte und warum diese Situation überhaupt entstanden ist. Die Gründe für dieses Ungleichgewicht in der Fächerauswahl sind vielfältig und beinhalten sowohl historische als auch praktische Elemente.

Zunächst einmal haftet den naturwissenschaftlichen Fächer das Image an, „schwere Fächer“ zu sein (Bonnet, 2000), die „weniger anschaulich“ seien als beispielsweise die gesellschaftswissenschaftlichen Fächer (Finkbeiner & Fehling, 2002). Ein solches Image lebt von den subjektiven Eindrücken, die jeder an der Diskussion Beteiligte aus seinen eigenen Schulerfahrungen mitbringt, die in jedem Fall ein Element gemeinsam haben, nämlich dass sie schon einige Zeit zurückliegen und häufig von einer veralteten Didaktik und Methodik des Naturwissenschaftsunterrichts geprägt sind. Diese zugeschriebene Eigenschaft der Naturwissenschaften ist zwar kaum zu belegen, aber auch ebenso schwer zu widerlegen. Als ein Indiz, das diesem negativen Image entgegensteht, soll hier angeführt werden, dass in anderen Kulturkreisen die naturwissenschaftlichen Fächer ganz anders wahrgenommen werden, was auch wiederum an der Art des naturwissenschaftlichen Unterrichts liegen mag. Ein Unterricht, wie er sich heute von Seiten der Naturwissenschaftsdidaktiken gewünscht wird, erlangt durch seine Einbettung der fachlichen Inhalte in alltagsrelevante Fragestellungen sowie durch seine

Betonung des selbständigen Forschens und Experimentierens, ein hohes Maß an Anschaulichkeit und Authentizität, wie sie auch für das gemeinsame Lernen von Fachinhalten und Sprache förderlich sind (Maxis-Gehrke & Bonnet, 2001; Klingauf, 2003).

Das wohl am häufigsten vorgebrachte Argument gegen die Naturwissenschaften im bilingualen Unterricht ist das eines Mangels an „kulturellen Inhalten“ (Mäsch, 1993), wodurch die Fremdsprache und das naturwissenschaftliche Fach kein gemeinsames Entwicklungspotential hätten (Lamsfuß-Schenk & Wolff, 1999). Diese Argumentation stützt sich auf eine Festschreibung des interkulturellen Lernens als dem wichtigsten Eckpfeiler des bilingualen Unterrichts, die so inzwischen nicht mehr aufrechterhalten werden kann. Zum einen werden Zweifel an der Bedeutung und der Realisierbarkeit des interkulturellen Lernens insgesamt laut (Lenz, 2002; Meyer, 2003) und zum anderen befindet sich das Konzept selbst in einem Wandel weg von national-kulturellen Modellen und hin zu einem übergeordneten Modell von Fremdheitserfahrung (Breibach, 2002d). Die Erziehung zu Offenheit und Toleranz im Umgang mit Fremdem fußt nicht mehr primär auf der Begegnung der Lernenden mit ausgewählten fremden Kulturen, sondern auf einem bewussten Umgang mit allen als fremd empfundenen Phänomenen, also nicht nur fremden Menschen und Ländern, sondern auch fremdartigen Sichtweisen und Weltbildern. Diesem weiter gefassten Rahmen von interkulturellem Lernen können auch die naturwissenschaftlichen Fächer gerecht werden, da die Begegnung mit der naturwissenschaftlichen Denkweise von den Lernenden durchaus als eine solche Fremdheitserfahrung empfunden wird (Bonnet, 2000) und da auch in diesen Fächern die Diskussion gesellschaftlich relevanter und bisweilen auch brisanter Themen einen erheblichen Raum einnimmt (Richter & Zimmermann, 2003; Hemmelgarn & Ewig, 2004).

Des Weiteren wird argumentiert, dass der naturwissenschaftliche Unterricht sich vorwiegend einer Fachsprache bedienen würde und damit ein zu geringes Sprachlernpotential bergen würde. Dieser Argumentation wurde bereits mit einer empirischen Untersuchung entgegengetreten, in der an Fallbeispielen belegt werden konnte, dass ein Großteil der Kommunikation im Chemieunterricht aus alltagssprachlicher Kommunikation besteht, beispielsweise in Arbeitsanweisungen, den Gesprächen, die zum Durchführen eines Experiments notwendig sind, der Versprachlichung von Beobachtungen oder der Diskussion von Versuchsergebnissen (Bonnet, 1998). Das dem Naturwissenschaftsunterricht immanente Prinzip der Wiederholung, dass beispielsweise die Dokumentation von Experimenten immer nach dem gleichen Muster erfolgt, bietet die Gelegenheit sprachliche Mittel zu festigen ohne in erhebliche Langeweile auszuarten (Klingauf, 2002). In den Naturwissenschaften ist das Sprechen eine notwendige Voraussetzung für das Handeln, was dem Anwenden der Fremdsprache Sinn und

Authentizität verleiht und die Eignung der naturwissenschaftlichen Fächer für den bilingualen Unterricht unterstreicht (Maxis-Gehrke & Bonnet, 2001).

Von Seiten der Naturwissenschaftsdidaktiken wird der größte Vorteil von bilinguaem Unterricht in ihren Fächern in der Funktion des Englischen als Wissenschaftssprache, als *Lingua Franca* des internationalen Wissenschaftsbetriebs gesehen (Klingauf, 2002; Hemmelgarn & Ewig, 2003; Richter, 2004). Es wird betont, dass gute und auch fachlich fundierte Englischkenntnisse in allen naturwissenschaftlichen Studiengängen und Berufen unbedingt erforderlich sind und dass dabei Absolventen von bilingualen Bildungsgängen besonders dann entscheidende Vorteile haben, wenn auch eine Naturwissenschaft im bilingualen Angebot enthalten war. Diese Argumentation kann sich allerdings allenfalls auf einen bilingualen Naturwissenschaftsunterricht in der Oberstufe beziehen.

Schließlich hat ein englischsprachiger Naturwissenschaftsunterricht für alle Klassenstufen eine Reihe an positiven didaktischen und methodischen Impulsen zu bieten, die sich aus der Nutzung von Unterrichtsmaterialien aus dem angelsächsischen Raum ergeben (Maxis-Gehrke & Bonnet, 2001; Richter, 2004). Beispielsweise bauen diese Materialien häufig auf dem *Hands-On-Prinzip* oder weitergehend auf dem Prinzip des *Inquiry Learning* auf, die beide sowohl im muttersprachlichen als auch im zweisprachigen Unterricht als ausgesprochen erfolgreich gelten, da hierbei aktiv, kommunikativ, alltagsorientiert und motivierend gelernt wird und auf diese Weise die Sprache und die Fachinhalte gleichermaßen verankert werden können (Fathman et al., 1992; Hampton & Rodriguez, 2001; Amarel & Garrison, 2002). Wenn sich diese methodischen Ansätze via dem bilingualen Unterricht in deutschen Schulen noch stärker etablieren könnten, dürfte dies sowohl aus Sicht der Naturwissenschafts- als auch der Fremdsprachendidaktik begrüßenswert sein. Naturwissenschaftsunterricht dieser schüler- und handlungsorientierten Ausprägung würde sich nicht primär für den bilingualen Unterricht eignen, weil es sich um ein naturwissenschaftliches Fach handelt, sondern weil die wichtigsten methodischen Voraussetzungen gegeben sind (Mühlmann & Otten, 1991). Die Didaktik und Methodik eines bilingualen Naturwissenschaftsunterrichts basiert hauptsächlich auf der Didaktik und Methodik des naturwissenschaftlichen Faches. Entspricht diese den Anforderungen der Didaktik des bilingualen Unterrichts, so eignet sich das Fach und kann mit den methodischen Mitteln des bilingualen Unterrichts angereichert werden.

Der bilinguale Unterricht kann durchaus als Erfolgsmodell betrachtet werden, für den von vielen Seiten auch eine stärkere Einbindung naturwissenschaftlicher Fächer gefordert wird. Nicht zuletzt dafür bedarf es aber noch der Klärung einiger wichtiger Forschungsfragen. Die Leistungsfähigkeit des bilingualen Unterrichts im Bereich des sprachlichen Lernens müsste

noch in größerem Umfang und auch über das Ende der Schulausbildung hinaus untersucht werden. Die Mechanismen des Spracherwerbs in dieser Art des Unterrichts bedürfen zudem der Klärung. Für eine realistische Einschätzung der Leistungsfähigkeit des bilingualen Unterrichts im Bereich des sachfachlichen Lernens ist eine Reihe von Untersuchungen in den verschiedenen Fächern notwendig. Insbesondere für Fächer, die zusätzlich oder verstärkt in den Kanon der bilingualen Fächer aufgenommen werden, aber auch für die bereits etablierten Fächer, sollte nachgewiesen werden, dass die verstärkte Förderung sprachlicher Kompetenzen nicht zu einer Beeinträchtigung des fachlichen Kompetenzerwerbs führt. Auch die Art der angenommenen Verflechtung von sprachlichem und sachfachlichem Lernen sowie die für diese Unterrichtsform spezifischen Lernprozesse müssten näher betrachtet werden. Und schließlich wäre es auch von Interesse für die Forschung und Nutzwert für die Praxis, wenn untersucht würde, durch welche didaktischen und methodischen Maßnahmen sowohl das sprachliche als auch das sachfachliche Lernen im bilingualen Unterricht besonders gezielt und nachhaltig gefördert werden könnte.

### 3 Integrierter Naturwissenschaftsunterricht

Ein Unterrichtsfach namens *Science* anzubieten, in dem die naturwissenschaftlichen Inhalte gemeinsam und fächerübergreifend bearbeitet werden, ohne sie frühzeitig der wissenschaftliche Disziplinenzuordnung der Fächer Biologie, Physik und Chemie zu unterwerfen, entstammt der angelsächsischen Bildungstradition, wurde aber inzwischen weltweit in viele Bildungssysteme sehr erfolgreich übernommen. Anlässlich der internationalen Vergleichsstudie TIMSS 2003 wurden die beteiligten 47 Länder unter anderem auch gebeten, Auskunft über Struktur und Inhalte des jeweiligen Naturwissenschaftsunterrichts zu geben. Für die achte Jahrgangsstufe gaben 24 Länder an generell integrierten Naturwissenschaftsunterricht zu erteilen, darunter einige asiatische Länder wie beispielsweise Japan und Korea, alle angelsächsischen Länder von England über die USA bis Neuseeland und Australien sowie ein Teil der skandinavischen Länder wie etwa Norwegen. Die übrigen 23 Länder gaben an, zumeist ab der siebten oder achten, seltener auch ab der fünften oder sechsten Jahrgangsstufe die naturwissenschaftlichen Fächer Biologie, Physik und Chemie als Einzelfächer anzubieten. Diese Gruppe besteht neben Schweden und den Niederlanden, sowie weiteren asiatischen Ländern wie Taiwan oder Indonesien, vor allem aus ehemaligen Ostblockstaaten und Sowjetrepubliken. Die 14-jährigen erhalten also in etwa der Hälfte aller Länder einen integrierten Naturwissenschaftsunterricht, bei den 12-jährigen ist es sogar eine überwiegende Mehrheit (Martin et al., 2004).

Auch in Deutschland werden in einigen Bundesländern große Anstrengungen unternommen, um den Übergang von der Heimat- und Sachkunde der Grundschulen zu den nach wissenschaftlichen Disziplinen aufgetrennten Fächern Biologie, Physik und Chemie der Mittelstufe durch ein übergreifendes naturwissenschaftliches Unterrichtsfach lebensnäher und altersgerechter zu gestalten. Schon seit den 1990er Jahren wird bundesweit in zahlreichen Gesamtschulen das Fach Naturwissenschaft - kurz Nawi - angeboten, aber mit Beginn des Schuljahres 2004/2005 wurde dieses Unterrichtsfach beispielsweise in Bayern für alle Schulformen für die Jahrgänge 5/6 verpflichtend eingeführt. Es ist davon auszugehen, dass sich diese Entwicklung bundesweit fortsetzen und sich dadurch ein naturwissenschaftlicher Unterricht, in dem nicht nach Fächern differenziert wird, in einigen Jahren flächendeckend in den ersten Jahrgängen der Sekundarstufe I etabliert haben wird (Demuth, 2005).

Allerdings können die konkreten Umsetzungen eines solchen ungefächerten Naturwissenschaftsunterrichts sehr unterschiedlich ausfallen. Deshalb soll an dieser Stelle sowohl auf die Grundkonzeption als auch auf das eingesetzte Unterrichtsmaterial kurz eingegangen werden.

### 3.1 *Science, Technology and Society* (STS)

Die Form von ungefächertem Unterricht, die häufig auch als integrierter Naturwissenschaftsunterricht bezeichnet wird und die auch im gesamten angelsächsischen und skandinavischen Bereich praktiziert wird, basiert in ihrer Grundkonzeption auf einer Bewegung, die in den 70er Jahren ihren Anfang nahm und die später unter dem Namen STS, *Science, Technology and Society* zusammengefasst wird. Das Hauptziel dieser Bewegung war und ist es, nicht nur die drei klassischen naturwissenschaftlichen Fächer in einem Fach zusammenzufassen, sondern viel mehr eine Rahmenkonzeption für einen weitergreifenden integrierten Naturwissenschaftsunterricht anzubieten, in den auch technologische und gesellschaftliche Fragestellungen mit eingebunden werden. Den Schülerinnen und Schülern soll in dieser Art von Unterricht die Möglichkeit gegeben werden, neben Wissen auch Methodenkompetenz zu erwerben und sich mit den Werten der Gesellschaft, in der sie leben, auseinander zu setzen, also *Scientific Literacy* zu entwickeln. (Für eine Kurzbeschreibung von STS vergleiche auch Koch, 2005.)

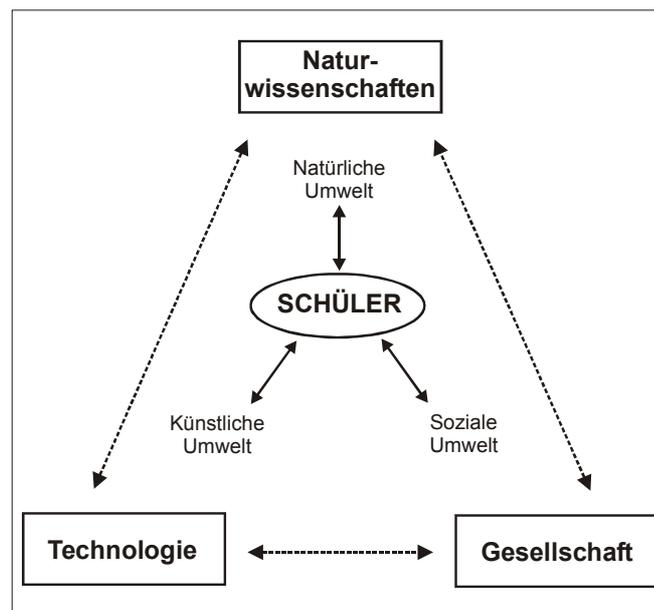


Abb. 1: Grundstruktur der Unterrichtskonzeption *STS - Science, Technology and Society* (nach Solomon & Aikenhead, 1994)

Die Schülerorientierung bildet das Kernstück der STS-Konzeption. Es wird davon ausgegangen, dass die Lernenden ihre Vorstellungen über ihre natürliche, künstliche und soziale Umwelt automatisch integrieren und als miteinander zusammenhängend betrachten. Besonders jüngere Kinder kämen nicht auf die Idee, diese Bereiche voneinander zu trennen. Die pädagogischen Strukturen eines Unterrichtsfaches müssen sowohl dem Denken der Schülerinnen und Schüler als auch der Wirklichkeit, in der ebenfalls Natur, Technik und

Gesellschaft miteinander in Wechselwirkung stehen, Rechnung tragen, was im Fall des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts bedeutet, die Bereiche Naturwissenschaften, Technologie und Gesellschaft miteinander zu verflechten. Für die Schülerinnen und Schüler sollte es in solch einem Unterricht leichter sein, Anknüpfungspunkte zum Lernen zu finden (Solomon & Aikenhead, 1994).

Idealerweise sollte ein Unterrichtsgang nach der STS-Konzeption folgendermaßen strukturiert sein: Es wird von einer Fragestellung aus der Lebenswelt der Lernenden ausgegangen. Dies wird häufig eine von der Lehrkraft vorgeschlagene, für die Schülerinnen und Schüler interessante Frage sein, kann aber auch ein von den Schülerinnen und Schülern selbst beschriebenes Problem sein. Diese Fragestellung sollte es nun notwendig machen, dass man etwas über Technologie und schließlich über Naturwissenschaften erfahren muss, um das Problem lösen oder die Frage beantworten zu können. Die Menge an technologischen und naturwissenschaftlichen Inhalten, die mittels einer Fragestellung erarbeitet werden können, kann extrem unterschiedlich sein und die Erfahrung zeigt, dass das Entwickeln einer geeigneten Frage den schwierigsten Teil der Unterrichtsplanung ausmacht. Man ist versucht, sich zu dieser Konzeption konkretere Beispiele und genauere Eckdaten zu wünschen, aber diese sind absichtlich nicht enthalten. Jedes Land, jede Region und sogar jede Schule soll sich sein eigenes Curriculum innerhalb der Rahmenkonzeption erarbeiten, da sich die gesellschaftlichen Gegebenheiten und die Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler stark voneinander unterscheiden können (Solomon & Aikenhead, 1994).

Unterricht nach dem STS-Modell wurde aus dem oben genannten Grund in den unterschiedlichsten Orten und Projekten evaluiert. Die Ergebnisse dieser verschiedenen Studien können folgendermaßen zusammengefasst werden:

1. Schülerinnen und Schüler aus STS-Klassen weisen ein besseres Verständnis für die gesellschaftlichen Auswirkungen der Naturwissenschaften auf als Vergleichsgruppen.
2. Diese Schülerinnen und Schüler entwickeln zudem eine positivere Einstellung zu den Naturwissenschaften als die Vergleichsgruppen.
3. In STS-Lerngruppen ist eine höhere Methodenkompetenz nachzuweisen als in den Vergleichsgruppen.
4. Im direkten Vergleich lässt sich der Wissenszuwachs von STS-Klassen und Vergleichsgruppen leider nicht bestimmen, da die Themengebiete sehr voneinander abweichen können. In der nächsten Bildungsebene sind die beiden Gruppen aber gleich leistungsfähig.

Die STS-Schüler haben also im Bereich des Fachwissens keine Nachteile, während sie in den Bereichen des gesellschaftlichen Verständnisses und der Methodenkompetenz klare Vorteile haben und sich zudem noch mehr für Naturwissenschaften interessieren (Solomon & Aikenhead, 1994).

Die Konzeption von *Science, Technology and Society* hat auf unterschiedliche Weise Eingang in den Naturwissenschaftsunterricht zahlreicher angelsächsischer und skandinavischer Länder gefunden. Auch in Deutschland ist mit der „Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung“ (PING) eine Unterrichtskonzeption und Materialsammlung auf der Grundlage von STS entwickelt worden, die vor allem im Naturwissenschaftsunterricht von Gesamtschulen häufig eingesetzt wird, aber ebenso in allen Schulformen des gegliederten Schulsystems umgesetzt werden kann.

### **3.2 Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING)**

Die Unterrichtskonzeption „Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung“ - kurz PING - entspricht in allen Eckpunkten den Forderungen, die von der STS-Bewegung für einen wünschenswerten naturwissenschaftlichen Unterricht formuliert wurden: Es wird nicht nur eine Zusammenfassung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächer vorgenommen, sondern die Integration von naturwissenschaftlichen Inhalten und lebensweltlichen Fragestellungen gezielt vorangetrieben. Auch hier wurde kein abgeschlossenes Curriculum entwickelt, sondern eine große Sammlung an Unterrichts Anregungen und -materialien zur Verfügung gestellt, anhand derer Lernende und Lehrende gemeinsam Fragestellungen finden, diese unter naturwissenschaftlichen Gesichtspunkten bearbeiten und schließlich die Ausgangsfragen beantworten können. Aus diesem Grund ist das Material auch vor allem auf kooperative und selbstgesteuerte Lernformen zugeschnitten. Als Ziel des Unterrichts gilt nicht ausschließlich der Erwerb von Wissen, sondern ebenso das Erleben, Erfahren, Gestalten im Rahmen des Leitmotivs von PING: dem Verhältnis der Menschen zur Natur. Auf diese Weise wird angestrebt die Schülerinnen und Schüler nicht nur mit Informationen rund um die Naturwissenschaften zu versorgen, sondern gezielt und aktiv menschengerechtes und naturverträgliches Handeln einzuüben. (Für eine ausführlichere Darstellung der Unterrichtskonzeption PING siehe auch PING-Kernentwicklungsgruppe, 1995 und PING-Projektgruppe, 2003.)

Unter das Leitthema - das Verhältnis der Menschen zur Natur - ordnen sich für die verschiedenen Alters- bzw. Jahrgangsstufen unterschiedliche Bildungsinhalte, die sich stark an

der Erkenntnisentwicklung und damit an der Entwicklungspsychologie von Kindern und Jugendlichen orientieren:

Jahrgangsstufe	Bildungsinhalt
5/6	<b>Ich</b> erlebe Natur, gehe bewusst mit ihr um und beschreibe sie.
7/8	<b>Wir</b> begegnen und bearbeiten Natur und interpretieren sie.
9/10	Natur entwickelt sich und wird von uns <b>Menschen</b> erklärt und mitgestaltet.

Tab. 1: Bildungsinhalte für die Jahrgangsstufen 5-10 innerhalb der Unterrichtskonzeption PING

Schülerinnen und Schüler im Alter von zehn bis elf Jahren erschließen sich ihre individuelle Welt vor allem durch Beobachtungen, aus denen sie sich ihre Alltagsvorstellungen direkt ableiten. Dabei spielt es naturgemäß eine wesentlich größere Rolle, wie Phänomene erscheinen, als was sich tatsächlich dahinter verbirgt. Genau an dieser Stelle setzt nun diese Form des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts an, in dem das genaue Beobachten und das detaillierte Beschreiben dieser Beobachtungen eingeübt wird und dadurch die mitgebrachten Alltagsvorstellungen ausdifferenziert werden. Wenn beispielsweise die Unterschiede und Gemeinsamkeiten bestimmter Begriffsmerkmale erarbeitet werden, ist das bereits ein erster Schritt in Richtung von wissenschaftlichem Wissen, das im Laufe der Jahrgangsstufen 7/8 und 9/10 dann zunehmend aufgebaut werden soll.

Um aus der Unterrichtskonzeption PING und dem dazugehörigen Anregungsmaterial eine konkrete Unterrichtseinheit zu entwickeln, müssen Lehrende und Lernende noch einige Planungsarbeit leisten. Als übergeordnete Themen der Einheiten stehen pro Stufe acht Rahmenthemen zur Auswahl, die in beliebiger Reihenfolge bearbeitet werden können. Für die Jahrgangsstufen 5/6 sind das beispielsweise: Ich und das Wasser, Ich und die Luft, Ich und der Boden, Ich und die Sonne, Ich und die Pflanzen, Ich und die Tiere, Ich und andere Menschen, Ich und Maschinen. Zu dem ausgewählten Rahmenthema muss dann ein tragfähiger Unterrichts Anlass gefunden werden, also eine Fragestellung aus der Lebenswelt der Lernenden. Ein klassisches Beispiel für einen Unterrichts Anlass zum Thema Wasser ist das Einrichten eines klasseneigenen Aquariums. Der Idealfall wäre allerdings ein von den Schülerinnen und Schülern selbst formuliertes Problem, zu dessen Lösung Kenntnisse aus den Naturwissenschaften und Diskussionen um damit verbundene gesellschaftliche Fragen notwendig sind. Ein solcher Unterrichts Anlass muss sich aber immer im Spannungsfeld von

Bildungsabsichten, dem schulischen Kontext, dem Vorverständnis und den Interessen der Schülerinnen und Schüler bewähren, was es nahezu unmöglich erscheinen lässt, eine ideale Fragestellung zu finden. Aber auch aus einem nicht in allen Punkten idealen Unterrichts Anlass können die Schülerinnen und Schüler ausgesprochen viel lernen, wenn sie am Findungsprozess beteiligt oder zumindest ihre Interessen berücksichtigt werden. An diesen Unterrichts Anlass werden dann sechs Leitfragen gestellt, anhand derer schließlich Anregungsbögen ausgewählt, aber auch adaptiert, erweitert oder neu entwickelt werden können und die die Gruppenarbeit strukturieren. Für das Rahmenthema Wasser lauten diese Leitfragen beispielsweise:

Leitfragen	Kapitel in der Materialsammlung
Was bedeutet Wasser für mich?	Wasser für mich
Welche Eigenschaften hat Wasser?	Natur des Wassers
Was bewirkt Wasser im Kreislauf der Natur?	Kreisläufe des Wassers
Wie soll die Qualität des Wassers sein?	Wasserqualität
Wie gingen unsere Vorfahren mit Wasser um?	Wasserkulturen
Wie können wir menschengerecht und naturverträglich mit Wasser umgehen?	Was können wir tun?

Tab. 2: Zuordnung von Kapiteln der Materialsammlung zu den jeweiligen Leitfragen am Beispiel des Rahmenthemas „Ich und das Wasser“

Für andere Rahmenthemen lassen sich die Leitfragen auf sehr ähnliche Weise formulieren. Sowohl an den Rahmenthemen als auch an diesen Leitfragen ist abzulesen, dass die Integration der unterschiedlichen naturwissenschaftlichen Fächer, aber auch die Einbindung von gesellschaftlichen und historischen Aspekten ein grundlegendes Element des PING-Unterrichts ist. Die Anregungsbögen sind so gestaltet, dass sie gut in Tischgruppen, mit einem Partner oder einzeln bearbeitet werden können und möglichst viele verschiedene Erkenntnismethoden zur Anwendung kommen, wodurch Schüleraktivität zum bestimmenden Faktor im Lernprozess wird.

## 4 Bilingualer Naturwissenschaftsunterricht

### 4.1 Ist das Fach Naturwissenschaft für den bilingualen Unterricht geeignet?

Die Anforderungen an ein Unterrichtsfach für den bilingualen Unterricht sind vielfältig. In unterschiedlicher Formulierung, Zusammensetzung und Gewichtung werden in der wissenschaftlichen Diskussion immer wieder drei Kriterien genannt, die ein Unterrichtsfach und dessen Methodik erfüllen sollten, um sich für ein bilinguales Angebot zu eignen (Breidbach, 2002a):

1. Sprachlernpotential
2. Globalisierungsrelevanz
3. Interkulturelles Lernen

In welchem Maß und in welcher Art und Weise ein integrierter Naturwissenschaftsunterricht diese Kriterien für den bilingualen Unterricht erfüllen kann, soll im Folgenden beschrieben werden.

Die Sicht der Fremdsprachendidaktik auf das Sprachlernpotential eines Unterrichts hat sich in den letzten Jahrzehnten nicht zuletzt durch die Erfahrungen mit dem bilingualen Unterricht stark verändert. Es ist weniger die Menge an theoretischem Input, die das sprachliche Lernen bestimmt, sondern die Menge an sinnvollen Sprechanschlüssen. Dementsprechend gilt inzwischen ein Unterricht als besonders sprachfördernd, der ein hohes Maß an Diskursivität, also an Gesprächsanteilen aufweist (Breidbach, 2002a). Entgegen dem Image der naturwissenschaftlichen Fächer aus früheren Zeiten weist Unterricht im Fach Naturwissenschaft große und in ihrer Funktion zentrale Gesprächsanteile auf. Sowohl die Erarbeitung einer übergreifenden Fragestellung als auch die Planung, Durchführung und Auswertung eines Erkenntnisprozesses und schließlich auch die abschließende Diskussion, Lösung oder Umsetzung der Ausgangsfrage erfordern Gespräche im Klassenverband, in den Arbeitsgruppen und mit der beratenden Lehrkraft.

Da in einem zeitgemäßen Naturwissenschaftsunterricht übergreifende Fragestellungen aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler aufgegriffen werden, enthalten sie zunächst einmal wenig fachsprachliche Elemente, sondern fordern vor allem die Alltagssprache. Erst im Laufe der Erarbeitungen wird ein gewisses Maß an Fachsprache erlernt und mit der Alltagssprache verknüpft, ebenso wie das erworbene Fachwissen in das Alltagswissen integriert wird. Durch dieses Gleichgewicht an Alltagssprache und Fachsprache kann der integrierte Naturwissenschaftsunterricht eine besonders breitgefächerte Plattform für das Sprachlernen anbieten, die wie kaum ein anderes Fach sowohl die *Basic Interpersonal Communicative*

*Skills* (BICS) als auch die *Cognitive Academic Linguistic Proficiency* (CALP) abdeckt (Zydati, 2002a; Otten & Wildhage, 2003).

Die angesprochene Lebensweltorientierung des Unterrichts im Fach Naturwissenschaft beeinflusst das Sprachlernpotential noch auf eine andere Weise positiv, denn aus dem Alltagsbezug und der Zielsetzung des aktiven Handelns entsteht sowohl für das naturwissenschaftliche als auch für das sprachliche Lernen eine sonst in der Schule kaum erreichte Authentizität, die das Lernen sinnvoll und damit oftmals auch einfach erscheinen lässt (Wolff, 1997; Maxis-Gehrke & Bonnet, 2001). Eine ähnliche Wirkung hat auch das hohe Maß an Handlungsorientierung des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts. Dem aktiven und als sinnvoll empfundenen Handeln wird sowohl in der Naturwissenschafts- als auch in der Fremdsprachendidaktik eine große Bedeutung für das Lernen beigemessen, denn die Verbindung von Sehen, Fühlen, Sprechen, Denken und Handeln soll zu einer intensiveren Vernetzung des Neugelerten und damit zu größeren Lernerfolgen führen (Brown et al., 1989; Mandl et al., 1995; Häußler et al., 1998; Butzkamm, 1993; Bonnet, 2001). Diese Zusammenhänge werden auch in den US-amerikanischen Studien zum bilingualen Naturwissenschaftsunterricht mit ihrer Ausrichtung auf *Inquiry Learning* und *Hands-On-Activities* postuliert und mit den Erfolgen der Unterrichtsprogramme belegt (Fathman et al., 1992; Hampton & Rodriguez, 2001; Amarel & Garrison, 2002).

Neben dem Sprachlernpotential, das das Fach Naturwissenschaft aufzuweisen hat und dem die größte Bedeutung innerhalb der oben genannten Kriterien eingeräumt werden sollte, werden aber auch die übrigen Anforderungen von einem englischsprachigen Naturwissenschaftsunterricht erfüllt. Durch die Rolle des Englischen als *Lingua Franca* der Naturwissenschaften erhält dieser Unterricht die geforderte Globalisierungsrelevanz, denn sowohl Fragestellungen aus den einzelnen naturwissenschaftlichen Disziplinen als auch das Verhältnis der Menschen zur Natur als Leitthema des integrierten Naturwissenschaftsunterrichts können nur in internationalen und damit englischsprachigen Diskussionen vorangebracht werden (Klingauf, 2002). Aber auch für die Forderung nach interkulturellem Lernen im bilingualen Unterricht spielt die *Lingua Franca* der Wissenschaft eine Rolle, denn das Englische ist nicht nur eine Nationalsprache, die die Kulturen der Länder, in denen sie gesprochen wird, widerspiegelt, sondern eben auch die internationale Wissenschaftssprache, die diese globale Bezugskultur ebenfalls repräsentiert (Otten & Wildhage, 2003). In der konstruktivistischen Betrachtungsweise des situierten Lernens wird das handlungsorientierte Lernen in den Naturwissenschaften sogar als ein Wechsel aus der Kultur der Alltagswelt hinein in eine neue Kulturgemeinschaft der wissenschaftlichen Welt beschrieben (Häußler et

al., 1998). Der Unterricht im Fach Naturwissenschaft bietet die Möglichkeit sowohl wissenschaftliche als auch globale und regionale Aspekte in den Unterricht mit einzubeziehen.

Über die generelle Eignung des Fachs Naturwissenschaft hinaus ist es aber notwendig, eine Unterrichtskonzeption für den bilingualen Naturwissenschaftsunterricht auszuwählen, die die genannten Kriterien in besonderem Maße berücksichtigt und deren Umsetzung ermöglicht. Im Falle der vorliegenden Arbeit wurde die bereits beschriebene Unterrichtskonzeption „Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung“ (PING) ausgewählt. Für alle genannten Kriterien bietet diese Konzeption gute Umsetzungsmöglichkeiten. Die lebensweltbezogene Fragestellung wird bei PING ausgeweitet zu einem die ganze Einheit umfassenden Unterrichts Anlass. Dadurch gewinnt das Gespräch im Unterricht noch zusätzlich an Gewicht. Soll beispielsweise ein Flugwettbewerb mit Papierfliegern innerhalb der Klasse veranstaltet werden, sind ausführliche Diskussionen zur Organisation des Wettbewerbs notwendig, aber auch genaue Planungen, wie die Flugeigenschaften der eigenen Flieger verbessert werden können. Der Unterrichts Anlass erhöht gleichzeitig auch die Authentizität des Unterrichts. Wird im Rahmen einer Unterrichtseinheit die Bodenqualität im Schulgarten oder die Wasserqualität in einem nahen Teich verbessert, bekommen die Gespräche über die Umsetzung dieser Ziele eine besondere Relevanz. Das geforderte Sprachlernpotential wird durch die Diskursivität und die Authentizität des Unterrichts in hohem Maße gewährleistet. Auch die Kriterien der Globalisierungsrelevanz und des interkulturellen Lernens können gut integriert werden. In der Einheit „Ich und das Wasser“ könnten sowohl ein globaler Blick auf Wassermangel und Wasserüberfluss geworfen werden, als auch konkret der Umgang mit Wasser in Deutschland und den USA verglichen werden. Über diese Eigenschaften hinaus bietet Naturwissenschaftsunterricht auf der Basis von PING den Vorteil, dass er in einigen Bundesländern bereits mit den Lehrplänen beispielsweise für Gesamtschulen vereinbar ist. Die theoretischen Überlegungen, aber auch die Beispiele sollen verdeutlichen, dass der Unterricht im Fach Naturwissenschaft und besonders die Unterrichtskonzeption PING die Anforderungen des bilingualen Unterrichts durch ihre Grundstruktur erfüllen, darüber hinaus durch die hohe Flexibilität in der praktischen Unterrichtsgestaltung aber auch an die jeweiligen Bedürfnisse der Lerngruppe und die Besonderheiten der Unterrichtssprache angepasst werden können.

#### 4.2 Ist bilingualer Unterricht für das Fach Naturwissenschaft geeignet?

Wie bereits in Kapitel 2 zum bilingualen Unterricht verdeutlicht wurde, liegt das wesentliche Motiv für den Einsatz einer Fremdsprache als Arbeitssprache im Sachfachunterricht in dem zu erwartenden Mehrwert für das Erlernen der Fremdsprache. Insofern ist die Frage, ob sich ein integrierter Naturwissenschaftsunterricht für ein bilinguales Angebot eignet, die wichtigere und entscheidendere. Andererseits sollte ein bilingual unterrichtetes Fach nicht übermäßig unter dieser Besonderheit der Unterrichtssituation leiden, sondern im Idealfall sogar von der Verbindung zweier sehr unterschiedlicher Fächer profitieren. Dafür dass Letzteres tatsächlich der Fall sein könnte, gibt es eine Reihe von Überlegungen und auch erste konkrete Hinweise, die an dieser Stelle kurz beschrieben werden sollen.

Bereits aus den ersten Erfahrungen mit Immersionsunterricht in Kanada, sowie später mit bilingualem Unterricht in Deutschland wurde die Vermutung abgeleitet, dass die Lernenden beim gekoppelten Lernen von Sprache und Inhalten eine größere Verarbeitungstiefe erreichen (Craig & Lockhard, 1972; Wolff, 1997). Es wird davon ausgegangen, dass neben dem ersten Codesystem der Muttersprache mit der Fremdsprache als Unterrichtssprache ein zweites Codesystem für die im Sachfach erarbeiteten Inhalte zum Tragen kommt, welches zu einer zusätzlichen Überprüfung, Erweiterung und Konsolidierung dieser Inhalte führt. Dadurch würde also eine ursprüngliche „Verstehenshürde“ zu einer zusätzlichen Lernchance, da sie zu einer wiederholten Rückkehr zu den Kerninhalten und damit zu einer ebenfalls wiederholten Überprüfung des tatsächlichen Verständnisses dieser Kerninhalte zwingt (Vollmer, 2002a). Beispielsweise werden Unterrichtssequenzen aus dem Chemieunterricht beschrieben, in denen Schülerinnen und Schüler bei der Bearbeitung einer Aufgabenstellung nicht mehr weiter kommen, weil ihnen die Vokabel *reagent* nicht geläufig ist. Zu ihrem eigenen Erstaunen müssen sie feststellen, dass ihnen der entsprechende deutsche Begriff auch nicht ausreichend klar ist. Sie hätten die Ursache ihrer Schwierigkeiten bei der Bearbeitung der Aufgabe im Deutschen höchstwahrscheinlich überhaupt nicht bemerkt, da sie davon ausgegangen waren, den Begriff Reagenz hinlänglich zu kennen. Erst die vermeintliche Vokabelfrage hat sie zur Lehrkraft geführt, mit der gemeinsam das tatsächliche Problem im Gespräch erkannt und behoben werden konnte. Die Fremdsprache führt in diesem Beispiel zu einer Verlangsamung des Erkenntnisprozesses und dadurch zur vermuteten größeren Verarbeitungstiefe (Bonnet, 1999a). Diese Prozesse werden als stärkere Konstruktionsaktivität und Integration beim Aufbau von Wissensstrukturen interpretiert und sollen dadurch bessere lerner verfügbare Ergebnisse sowie eine größere Sprach-, Sach- und Methodenkompetenz hervorbringen (Vollmer, 2000). Damit könnte der bilinguale Naturwissenschaftsunterricht Zielsetzungen

zusätzlich fördern, die auch dem muttersprachlichen Naturwissenschaftsunterricht eigen sind und deren weitergehende Förderung wünschenswert ist.

Ein verwandter Punkt, in dem der Naturwissenschaftsunterricht von seiner fremdsprachlichen Umsetzung profitieren könnte, ist die Begriffsbildung. Auch die Naturwissenschaftsdidaktik betont die entscheidende Rolle, die die Sprache bei der Bildung von Begriffen und damit dem Aufbau von Wissen spielt. Es wird sogar so weit gegangen, das Lernen in den Naturwissenschaften als „*talking science*“ (Lemke, 1990) zu bezeichnen. Da die Sprache an sich schon eine so wichtige, aber oft auch verkannte Rolle für das Lernen in den Naturwissenschaften spielt, erscheint es wahrscheinlich, dass der fremdsprachliche Naturwissenschaftsunterricht durch eine gewisse Distanz zur Muttersprache und damit zur Alltagssprache, vor allem aber durch die zusätzliche aktive Spracharbeit, die zu einer integrierten Form des bilingualen Unterrichts unbedingt dazugehört, durchaus profitieren könnte. Die Konzepte des sprachlichen Lernens decken sich in der Naturwissenschafts- und Fremdsprachendidaktik leider nicht vollständig. In der Naturwissenschaftsdidaktik sind vor allem die semantischen Strukturen gemeint, wenn es um die Bedeutung von Sprache für das Lernen geht. Man konzentriert sich also hauptsächlich auf die Zuordnung von Bedeutung. In der Fremdsprachendidaktik spielen phonetische, morphologische und syntaktische Elemente, also das was man hinlänglich unter Aussprache und Grammatik versteht, ebenfalls eine Rolle für das sprachliche Lernen. Überschneidungsbereiche der beiden Didaktiken sind in der Semantik und damit der Begriffsbildung zu finden, dem Bereich der auch im bilingualen Unterricht in der Spracharbeit hauptsächlich thematisiert wird. Es besteht die Chance, dass fachliche Begriffe im fremdsprachlichen Naturwissenschaftsunterricht für die Lehrenden und Lernenden bewusster, zudem verlangsamt und damit genauer auf dem Vorwissen konstruiert werden. Ein übermäßiges Auseinanderdriften der muttersprachlichen Alltagswelt und der fremdsprachlichen „Fachwelt“ braucht dabei solange nicht befürchtet werden, wie nicht-sprachlichen Repräsentationsformen eine wichtige Rolle im Unterricht beigemessen wird. Bilder, Diagramme, Modelle, Experimente und vieles mehr, ureigene Unterrichtselemente sowohl des bilingualen als auch des naturwissenschaftlichen Unterrichts, sollten den Übergang zwischen der Muttersprache und der Fremdsprache durchlässig machen für Konzepte und Vorstellungen aller Art (Hallet, 2002).

Auf Grund dieser Vorüberlegungen und Erfahrungen mit bilingualen Angeboten in anderen Fächern erscheint es für das Unterrichtsfach Naturwissenschaft und die Unterrichtskonzeption PING durchaus lohnenswert, sich auf einen Integrationsprozess mit einer Fremdsprache als Unterrichtssprache im Sinne von *content and language integrated learning* einzulassen.

## 5 Fragestellung und Hypothesen

Nach diesen theoretischen Überlegungen zum bilingualen Unterricht wie zum integrierten Naturwissenschaftsunterricht gilt es zurückzukommen auf die Ausgangsfragen:

Frage 1:

Können weitere Fächer neben Erdkunde und Geschichte in bilinguale Angebote einbezogen werden? Inwieweit ist ein naturwissenschaftliches Fach geeignet?

Frage 2:

Kann dem früher beginnenden Fremdsprachenunterricht der Primarstufe durch früher einsetzende bilinguale Angebote in der Primar- oder Orientierungsstufe Rechnung getragen werden?

Aus den zuvor beschriebenen theoretischen Überlegungen lässt sich für diese Fragestellungen im Folgenden eine Reihe von Hypothesen ableiten, auf denen diese Arbeit basieren soll:

Hypothese 1:

Ein handlungsorientierter Naturwissenschaftsunterricht ist gut geeignet für einen integrierten Sprach- und Sachfachunterricht.

An ein Sachfach, das in einer Fremdsprache unterrichtet werden soll, werden, wie beschrieben, ganz bestimmte didaktische und methodische Anforderungen gestellt: Das Fach an sich, aber insbesondere auch die Unterrichtsgestaltung sollte ein hohes Maß an Diskursivität aufweisen. Dies beinhaltet zum einen ein möglichst großes Potenzial an schülerbezogener Handlungsorientierung, da das Verstehen sowohl der Fremdsprache als auch der Unterrichtsinhalte durch die Vernetzung mit Handlungen erheblich erleichtert wird. Zum anderen einen ebenfalls möglichst hohen Grad an Kommunikationsorientierung, um den Schülerinnen und Schülern viel Raum zur Anwendung ihrer sprachlichen und fachlichen Fähigkeiten zu geben. Schließlich soll das Fach eine gewisse Globalisierungsrelevanz aufweisen sowie interkulturelles Lernen ermöglichen und fördern (Breidbach, 2002a).

Die "Tafelchemie", die viele noch aus ihrer eigenen Schulzeit in Erinnerung haben, kann diesen Anforderungen mit Sicherheit nicht gerecht werden. Ein an den Alltagserfahrungen der Schülerinnen und Schüler orientierter Naturwissenschaftsunterricht, wie er durch die beschriebene Unterrichtskonzeption *Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung* (PING) umgesetzt wird, betont aber gerade die genannten Elemente und verknüpft sie

miteinander. Ein solcher Naturwissenschaftsunterricht bindet die Unterrichtsinhalte an einen Unterrichts Anlass oder an eine gemeinsame Fragestellung aus der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler (PING-Kernentwicklungsgruppe, 1995). Damit werden die Entwicklung der Fragestellung und die Planung ebenso wie die Auswertung und die Beurteilung der Inhalte zu einem wesentlichen Teil des Unterrichts und dieser damit in einem hohen Maße diskursiv. Des Weiteren erhält das Schülerexperiment in einem solchen Naturwissenschaftsunterricht die zentrale Position für den Erwerb von Wissen und Kompetenzen und somit einen sehr hohen Stellenwert. Die physische Anwesenheit des Unterrichtsgegenstandes sowie das eigenständige Handeln der Schülerin oder des Schülers im Experiment mit diesem "Gegenstand" bietet eine große Authentizität sowohl der sprachlichen als auch der fachlichen Inhalte. Nicht nur die Vermittlung der Fremdsprache wird durch die notwendig gewordene Kommunikation bei der Bearbeitung der naturwissenschaftlichen Unterrichtsgegenstände authentischer, sondern darüber hinaus gewinnt auch die Vermittlung naturwissenschaftlicher Inhalte an Authentizität. Dies geschieht vor allem durch die Verwendung der englischen Sprache, der *Lingua Franca* der internationalen Wissenschaftsgemeinschaft, deren "fremde Kultur" und spezifische Denkweise den Lernenden sowohl im bilingualen als auch im muttersprachlichen Unterricht nahe gebracht werden sollte (Häußler et al., 1998).

Neben der Eignung eines neuen Fachs und seiner Methodik für den bilingualen Unterricht spielt auch der Zeitpunkt, zu dem dieser fremdsprachliche Unterricht einsetzt, für diese Arbeit eine Rolle:

Hypothese 2:

Ein fremdsprachlicher Sach- oder Naturwissenschaftsunterricht ist bereits in der Orientierungsstufe möglich.

Bedingt durch den zunehmend früher beginnenden Fremdsprachenunterricht und ggf. auch bilingualen Sachfachunterricht in der Grundschule, können und müssen bilinguale Angebote der weiterführenden Schulen bereits früher als in der siebten Klassenstufe einsetzen. Durch den Schulwechsel nach der vierten Klasse ist dann zwar aus organisatorischen Gründen ein Vorkurs nicht mehr möglich, der in anderen Ländern auch nicht für dringend notwendig erachtet wird und unüblich ist (Wolff, 2002c). In einem Fach wie dem integrierten Naturwissenschaftsunterricht, in dem zu Beginn ebenfalls die neuen Arbeitstechniken eingeübt werden müssen, lässt sich in eben dieser Phase auch eine Art sprachlicher Vorkurs integrieren.

Diese beiden Hypothesen bilden die didaktische Basis für die vorliegende Arbeit sowie die Ansprüche an die Rahmenbedingungen für ein Unterrichtsprojekt, welches auf der Grundlage dieser Vorstellungen entwickelt und erprobt wurde. Dafür wurde in Form von freiwilligen Arbeitsgemeinschaften englisch- und deutschsprachiger Naturwissenschaftsunterricht für Schülerinnen und Schüler der fünften Klassenstufe angeboten, um im Rahmen dieses Unterrichtsprojektes die zentrale Ausgangsfragen näher betrachten zu können:

Frage 3:

**Werden im bilingualen Unterricht die Zielsetzungen des betroffenen Sachfachs in einem angemessenen Maß erreicht? Werden ausreichend fachliche Kompetenzen erworben?**

In Bezug auf das angenommene effektivere Lernen der Fremdsprache im bilingualen Unterricht kann aus der gegenwärtigen Forschungslage mit Sicherheit noch keine abschließende Antwort gegeben werden. Allerdings dokumentieren die bereits beschriebenen bisherigen Untersuchungen aus der Fremdsprachendidaktik zur Evaluation des bilingualen Erdkunde- und Geschichtsunterrichts in Deutschland sowie die entsprechenden Untersuchungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht in den USA und Kanada signifikant größere Zuwächse in den Bereichen Wortschatz und Kommunikationsfähigkeit (Wode, 1996; Bredenbröcker, 2002; Schrandt, 2002; Wode, 2002; Wesche, 2002; Amaral & Garrison, 2002). Eben diese Bereiche, die im bilingualen Unterricht offenbar gefördert werden, sind entscheidend für den funktional angemessenen Gebrauch einer Fremdsprache beispielsweise im Berufsleben. Ein tatsächlicher sprachlicher Mehrwert des bilingualen Unterrichts, abhängig von seiner Form und besonders von seiner Intensität, kann daher auch für den bilingualen Naturwissenschaftsunterricht und das Unterrichtsprojekt der vorliegenden Arbeit angenommen werden.

Frage 3 hingegen betrifft die ureigenen Belange der Sachfachdidaktik, in diesem Falle also der Naturwissenschaftsdidaktik. Leider beschränkt sich die Beurteilung des sachfachlichen Lernens im bilingualen Unterricht bis zum jetzigen Zeitpunkt hauptsächlich auf die individuellen Einschätzungen der Lehrenden (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 sachfachlich gelernt wird und das die Leistungen der Schülerinnen und Schüler mit denen aus dem muttersprachlichen Unterricht vergleichbar sind. Ähnliche Hinweise liefert auch die beschriebene Fallstudie, die für das Fach Chemie die konzeptuale Kompetenz einiger weniger

Schülerinnen und Schüler dokumentiert (Bonnet, 2004). Für das in dieser Arbeit beschriebene Unterrichtsprojekt wird ebenfalls davon ausgegangen, dass sachfachlich gelernt wird und zwar in einem dem muttersprachlichen Unterricht in etwa vergleichbaren Maß:

Hypothese 3:

**Es wird im bilingualen Naturwissenschaftunterricht der Orientierungsstufe angemessen sachfachlich gelernt, zwar beeinflusst von den sprachlichen Fähigkeiten, aber nicht dadurch beschränkt.**

In der Diskussion um bilinguale Lernprozesse ist die Befürchtung, dass das Lernen im betroffenen Sachfach leiden könnte, durchaus präsent (Wode, 1996; Wesche, 2002; Amaral & Garrison, 2002; Lenz, 2004; Zydati, 2004). Anhand des Unterrichtsprojekts soll untersucht werden, ob im fremdsprachlichen Naturwissenschaftsunterricht tatsächlich in ähnlichem Maß Wissen erworben und strukturiert wird wie im entsprechenden muttersprachlichen Unterricht. Der Wissenserwerb wird dabei als zwingend erforderliche Basis für den Aufbau von Kompetenzen betrachtet, die in ihrer Gesamtheit im Rahmen dieser Arbeit leider nicht erhoben werden können. Besonders in den Naturwissenschaften wird befürchtet, dass die Verwendung einer Fremdsprache als Unterrichtssprache eine künstliche Atmosphäre schaffen könnte, in der sich die naturwissenschaftlichen Unterrichtsinhalte noch weiter von der Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler entfernen, also eine Kluft entsteht zwischen der Alltagswelt und der Welt der Naturwissenschaften. Wahrscheinlich ist solch eine Trennung in eine muttersprachliche Alltagswelt und eine fremdsprachliche naturwissenschaftliche Welt für die Schülerinnen und Schüler gar nicht existent, da sie sowohl die Sprachen als auch die Inhalte vermischen. In der Untersuchung des Unterrichtsprojektes soll nach Hinweisen auf eine solche Kluft gesucht werden.

Die genauere Betrachtung des Wissenserwerbs im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht sollte auch noch zu weiteren Erkenntnissen über die speziellen Charakteristika des bilingualen Lernens führen:

Hypothese 4:

Die notwendige Verlangsamung der Lernprozesse und die zusätzliche Konzentration auf sprachliche Elemente des Unterrichtsgeschehens können zu einer erhöhten Verarbeitungstiefe der sachfachlichen Unterrichtsinhalte führen.

In der wissenschaftlichen Diskussion um den bilingualen Unterricht wird postuliert, dass es neben dem unbestreitbaren sprachlichen auch einen sachfachlichen Mehrwert geben könnte (Craig & Lockhard, 1972; Wolff, 1997; Vollmer, 2002a; Bonnet, 2004). Dieser könnte beispielsweise in einer Verlangsamung der Prozesse zur Bedeutungsaushandlung der neuen Fachbegriffe bestehen: Durch die sprachlichen Hürden im bilingualen Unterricht werden unter Umständen Verständnisschwierigkeiten aufgedeckt, die im muttersprachlichen Unterricht unbemerkt geblieben wären. Nach Hinweisen auf eine solche erhöhte Verarbeitungstiefe im bilingualen Unterricht soll daher sowohl im Unterricht als auch in der Untersuchung gesucht werden.

Diese Hypothesen sollen im Rahmen der vorliegenden Arbeit am Fallbeispiel eines Unterrichtsprojekts überprüft werden und können damit gegebenenfalls Hinweise darauf geben, inwieweit sich integrierter Naturwissenschaftsunterricht für bilinguale Angebote bereits in der Orientierungsstufe eignet.

## PRAKTISCHE UNTERSUCHUNG

### 6 Entwicklung und Erprobung bilingualen Naturwissenschaftsunterrichts

In den Schuljahren 2003/2004 und 2004/2005 wurden am Gymnasium Altenholz in Schleswig-Holstein unter dem Namen *Science Club* jeweils zwei naturwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaften für den fünften Jahrgang angeboten. Jeder dieser Kurse umfasste zwei zusammenhängende Wochenstunden am Nachmittag und hatte dabei die Funktion eines freiwilligen Zusatzangebots innerhalb der Schule. Es wurde integrierter Naturwissenschaftsunterricht auf der Basis der Unterrichtskonzeption PING durchgeführt, allerdings immer unter Berücksichtigung der besonderen Voraussetzung, dass es sich für die Teilnehmer um eine Freizeitaktivität und nicht um klassischen Schulunterricht handelte. Alle Kurse wurden von mir selbst durchgeführt. Dabei wurde besonders darauf geachtet, dass allen vier Arbeitsgemeinschaften die gleiche Unterrichtsstruktur zugrunde lag. Unterschieden haben sich die Gruppen dagegen in der verwendeten Unterrichtssprache sowie in den Vorerfahrungen der Teilnehmer mit dieser Sprache:

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“

Tab. 3: Naturwissenschaftliche Arbeitsgemeinschaften für die 5. Klassen am Gymnasium Altenholz

Die beiden Gruppen der „bili-erfahrenen“ Schülerinnen und Schüler bilden eine Besonderheit des Gymnasiums Altenholz. Eine der Grundschulen, von der Kinder auf das Gymnasium wechseln, die Claus-Rixen-Schule ebenfalls in Altenholz, unterrichtet pro Jahrgang jeweils eine ihrer Klassen nach dem Immersionsprinzip in der Fremdsprache Englisch. (Für eine ausführliche Beschreibung des Modellversuchs siehe Hansen, 2000; Wode, 2001 sowie 2002; Burmeister & Pasternak, 2004.) Die erste dieser Klassen beendete die Grundschule im Jahr 2003. Sowohl in diesem Jahr als auch im Jahr 2004 haben die betroffenen Schülerinnen und Schüler nach dem Wechsel ins dreigliedrige Schulsystem der Sekundarstufe I an keiner Schule eine praktikable Klassenstärke erreichen können. Somit endete für sie der bilinguale

Unterricht nach der vierten Klasse. Zwar wechselte in beiden Jahrgängen die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler auf das Gymnasium, aber dort konnte ihnen lediglich ein gesonderter Englischunterricht ermöglicht werden. Aus dieser Situation heraus entstand durch die Initiative von Eltern die Idee einer bilingualen naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaft und damit die Basis für das Unterrichtsprojekt, auf dem diese Arbeit aufbaut.

## 6.1 Entwicklung der Unterrichtskonzeption

### 6.1.1 Unterrichtsinhalte

Der einjährige *Science Club* wurde in drei Phasen aufgegliedert, einer fünfwöchigen Einführungsphase, sowie zwei Themenphasen mit zehn beziehungsweise neun Terminen. Dazwischen reihten sich noch besondere Weihnachts- und Abschlussaktivitäten sowie ein dreiwöchiger Exkurs zwischen den beiden Themenphasen.

Die Einführungsphase hatte mehrere wichtige Funktionen zu erfüllen, sowohl naturwissenschafts- als auch fremdsprachendidaktische, vor allem jedoch sollte sie die Schülerinnen und Schüler begeistern und zum Wiederkommen bewegen. Das Motto der Einführungsphase war „Wir beobachten“ bzw. „*We observe*“.

Doppelstunde	Unterrichtsinhalte
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erraten von Düften</li> <li>• Zuordnen von Düften, Bildern und Begriffen</li> <li>• Freisetzen von Düften durch Reiben und Mörsern</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen eines Duftwassers</li> <li>• Herstellen eines Duftauszugs</li> <li>• Vergleichen der Düfte in Wasser und Alkohol</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Concept Map</i> zu Duftstoffen und Laborutensilien</li> <li>• Herstellen eines Duftöls</li> <li>• Herstellen einer Feuchtigkeitscreme</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erraten von Geräuschen</li> <li>• Erstellen eigener Geräuschrätsel</li> <li>• Bau von Musikinstrumenten</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Wortspiel zu Farben</li> <li>• Mischen von Farben in Reagenzglas und Tüpfelplatte</li> <li>• Trennen von Farben auf Filterpapier</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Färben von Baumwoll-T-Shirts</li> <li>• <i>Concept Map</i> zum Beobachten</li> </ul>

Tab. 4: Unterrichtsinhalte der Einführungsphase „Wir beobachten“ bzw. „*We observe*“

Für die Motivation der Schülerinnen und Schüler war dabei besonders wichtig, dass sie bemerken konnten, dass in dieser Art des Naturwissenschaftsunterrichts immer selbständig experimentiert wird und man häufig Dinge selber herstellen und mitnehmen darf. Aus Sicht der Naturwissenschaften war entscheidend, dass die Teilnehmer mit dem Raum, den besonderen Materialien und vor allem mit den naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen vertraut gemacht wurden. Genau diese Punkte boten gleichzeitig auch gute Ansatzmöglichkeiten für eine fremdsprachliche Einführung. Raum und Materialien wurden mit Wortschatzübungen erkundet und beim Einüben der Versuchsdokumentation auf den Anregungsbögen gleichzeitig die häufigsten Formulierungen erlernt. Die Technik des *Concept Mapping* bzw. der Begriffsnetze wurde in der Einführungsphase eingesetzt, um sie bereits zu Beginn der ersten Themenphase als Evaluierungsinstrument verwenden zu können. Sie ließ sich dabei aber auch sehr gut als Technik zur gleichzeitigen Wiederholung, Vertiefung und Strukturierung der erarbeiteten Inhalte und der neu erlernten Vokabeln nutzen.

Als Anregung für die Einführungsphase diente die PING-Einführungseinheit „Wir richten uns ein“. Da die PING-Einheit jedoch auf eine Klassengemeinschaft in ihrem eigenen Klassenraum zugeschnitten ist, ließ sie sich nicht einfach an die Bedürfnisse bilingualer Arbeitsgemeinschaft anpassen. Die Einführungseinheit „Wir beobachten“ wurde daher für diese besonderen Bedürfnisse des bilingualen Unterrichts neu entwickelt. Sie stellt dabei zum einen eine eigenständige Einheit dar, bildet zum anderen auch ein Leitthema für das gesamte Unterrichtsprojekt. Das genaue Beobachten und exakte Beschreiben naturwissenschaftlicher Phänomene ist die zentrale Kompetenz, die durch das gesamte Jahr hindurch gefördert und aufgebaut werden soll.

Die sich anschließende Themenphase „Ich und das Wasser“ bzw. „*What can I do with water?*“ basierte dagegen stärker auf der entsprechenden PING-Einheit, die dafür neu übersetzt und angepasst werden musste (PING-Projektgruppe, 2003). Um die Möglichkeit zur Evaluation des Unterrichts offen zu halten und dafür den gleichen Ablauf der einzelnen Unterrichtsstunden zu gewährleisten, konnten die Schülerinnen und Schüler in diesem Fall nicht in die Findung der Fragestellung und die Planung des Vorgehens miteinbezogen werden, wie es im Normalfall für einen PING-Unterricht wünschenswert gewesen wäre. Sowohl für die Wahl des Unterrichtsanlasses als auch für die Auswahl der Unterrichtsinhalte diente die von den beiden Experten für die Evaluation erstellte *Concept Map* als Orientierung und Leitfaden. Die Experten sind Mitglieder der PING-Kernentwicklungsgruppe, ein Lehrer und ein Didaktiker, so dass trotz der beschriebenen Einschränkungen ein der Unterrichtskonzeption PING angemessener Unterricht umgesetzt werden konnte. In diesem Expertennetz



Doppelstunde	Unterrichtsinhalte
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fantasiereise</li> <li>• Sammeln verschiedener Wasserproben</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Concept Map</i> als Praetest</li> <li>• Versuche zur Oberflächenspannung</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Unterrichts Anlass: Warum sollen wir Wasser sparen?</li> <li>• Eigenschaften von Wasser</li> <li>• Bestimmen der Schmelztemperatur</li> <li>• Bestimmen der Siedetemperatur</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zum Verdunsten</li> <li>• Versuche zum Kondensieren</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puzzle zu Aggregatzuständen und Übergängen</li> <li>• Collage zum Wasserkreislauf</li> <li>• Simulationsversuch zum Wasserkreislauf</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zum Mischen</li> <li>• Unterscheiden von Suspension und Lösung</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zum Trennen</li> <li>• Unterscheiden von Filtration und Destillation</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Herstellen von Schmutzwasserproben</li> <li>• Versuch zur Wirkung von Schmutzwasser auf Kresse</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zu Reinigungsstufen des Klärwerks</li> <li>• Schätzen und Messen des privaten Wasserverbrauchs</li> <li>• Unterrichts Anlass: Warum sollen wir Wasser sparen?</li> </ul>
10	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Concept Map</i> als Posttest</li> <li>• Versuche zu sauren und alkalischen Eigenschaften</li> </ul>

Tab. 5: Unterrichtsinhalte der Themenphase „Ich und das Wasser“ bzw. „*What can I do with water?*“

Auch hier stand das Handeln der Schülerinnen und Schüler in jeder Stunde im Vordergrund. Sie haben zu allen Aktivitäten den entsprechenden Anregungsbogen erhalten, mit dessen genauen Anweisungen sie vollkommen selbständig arbeiten und auf dem sie auch ihre Ergebnisse und Überlegungen dokumentieren konnten. Mehrere Versuche zu einem Aspekt wurden häufig in Form von Lernzirkeln bzw. Stationsarbeit durchgeführt. Die Ergebnisse wurden dann in kleinen Gruppenpräsentationen oder im Klassengespräch zusammengetragen und diskutiert. Der Unterrichts Anlass, die Frage warum wir eigentlich Wasser sparen sollen, wurde in diesen Diskussionen immer wieder aufgenommen und schließlich mit einem Vertrag zu Wassersparmaßnahmen abgeschlossen.

Um die Themenphasen nicht direkt aufeinander folgen zu lassen und Post- und Prätest nicht im Abstand von nur einer Woche durchführen zu müssen, wurde zwischen den beiden Themenphasen ein dreiwöchiger Exkurs eingeschoben. Anknüpfend an das Thema Wasser, mit Bezug zu den bearbeiteten Themenbereichen Wasserverschmutzung und Umweltschutz



Einen sinnvollen und aktiven Unterrichts Anlass für dieses Rahmenthema zu finden, gestaltete sich ausgesprochen schwierig. Kaum eine Fragestellung verbindet die biologisch-chemischen Aspekte des Themas Luft mit den physikalischen. Es wurde schließlich die Fragestellung „Welcher Papierflieger fliegt am besten?“ ausgewählt. Dieser Unterrichts Anlass zeichnet sich durch sein Aktivitätspotential aus, denn am Ende der Unterrichtseinheit konnte die Frage durch einen Wettbewerb tatsächlich experimentell aufgeklärt werden. Die physikalischen Aspekte des Rahmenthemas „Ich und die Luft“, die für Schülerinnen und Schüler zwischen zehn und zwölf Jahren sehr viel schwerer zugänglich sind, wurden direkt angesprochen, während die biologisch-chemischen Anteile, die so außerhalb des eigentlichen Unterrichts anlasses bearbeitet werden mussten, quasi „Selbstgänger“ in dieser Alterklasse sind. Diese Problematik berücksichtigend wurde der Unterrichtsgang folgendermaßen strukturiert:

Doppelstunde	Unterrichtsinhalte
1	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fantasiereise</li> <li>• Bauen von Papierfliegern</li> <li>• Metaplan zum Thema Luft und Fliegen</li> </ul>
2	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Concept Map</i> als Praetest</li> <li>• Versuche zum Volumen von Luft</li> </ul>
3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zu Eigenschaften der Luft</li> <li>• Versuche zu Bestandteilen der Luft</li> </ul>
4	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis von Sauerstoff und Stickstoff</li> <li>• Versuche zu Eigenschaften von Kohlenstoffdioxid</li> </ul>
5	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nachweis von Kohlenstoffdioxid</li> <li>• Versuche zur Atmung von Menschen und Pflanzen</li> </ul>
6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zur Masse der Luft</li> <li>• Versuche zum Luftdruck</li> </ul>
7	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Erstellen von Wetterkarten</li> <li>• Versuche zur Konvektion</li> <li>• Versuche zum Rückstoß</li> </ul>
8	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Versuche zum Bernoulli-Effekt</li> <li>• Konstruieren von Flügelmodellen</li> </ul>
9	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Concept Map</i> als Posttest</li> <li>• Papierfliegerwettbewerb</li> </ul>

Tab. 6: Unterrichtsinhalte der Themenphase „Ich und die Luft“ bzw. „*What can I do with air?*“

Auch in dieser Themenphase spielt die Schüleraktivität die entscheidende Rolle. Da die Teilnehmer nach einem halben Jahr im *Science Club* mit den Arbeitsweisen des PING-Unterrichts gut vertraut waren und im Wesentlichen eigenständig in Gruppen arbeiten

konnten, wurde es immer weniger notwendig Übungen zur inhaltlichen und sprachlichen Vertiefung im gesamten Kurs durchzuführen. Stattdessen wurden diese individuell auf die einzelnen Gruppen abgestimmt und eingeflochten, sobald sich im beratenden Gespräch mit einer Gruppe ein Bedarf erkennen ließ.

Die Auswahl der Unterrichtsinhalte und -methoden musste für alle Phasen des *Science Club* als eine Art Gradwanderung betrieben werden, um einerseits die Vergleichbarkeit der vier Kurse zu gewährleisten, dadurch dass in jeder Stunde in jeder Gruppe die gleichen Basisinhalte als Ausgangspunkt angeboten wurden, und um andererseits der Forderung der PING-Konzeption nach einem individuellen, von den Schülerinnen und Schülern mitgestalteten und ergebnisoffenen Unterricht entgegen zu kommen. Die *Concept Maps* der Experten dienten dabei immer wieder als Orientierungshilfe und entwickelten sich zu einem ausgesprochen vielseitigen und flexiblen Planungsinstrument.

### 6.1.2 Unterrichtssprache

Die Unterrichtssprache in drei der vier Gruppen des *Science Club* war Englisch. Für die meisten Schülerinnen und Schüler war dies die erste Fremdsprache, der sie in sehr unterschiedlicher Intensität schon in der Grundschule begegnet waren:

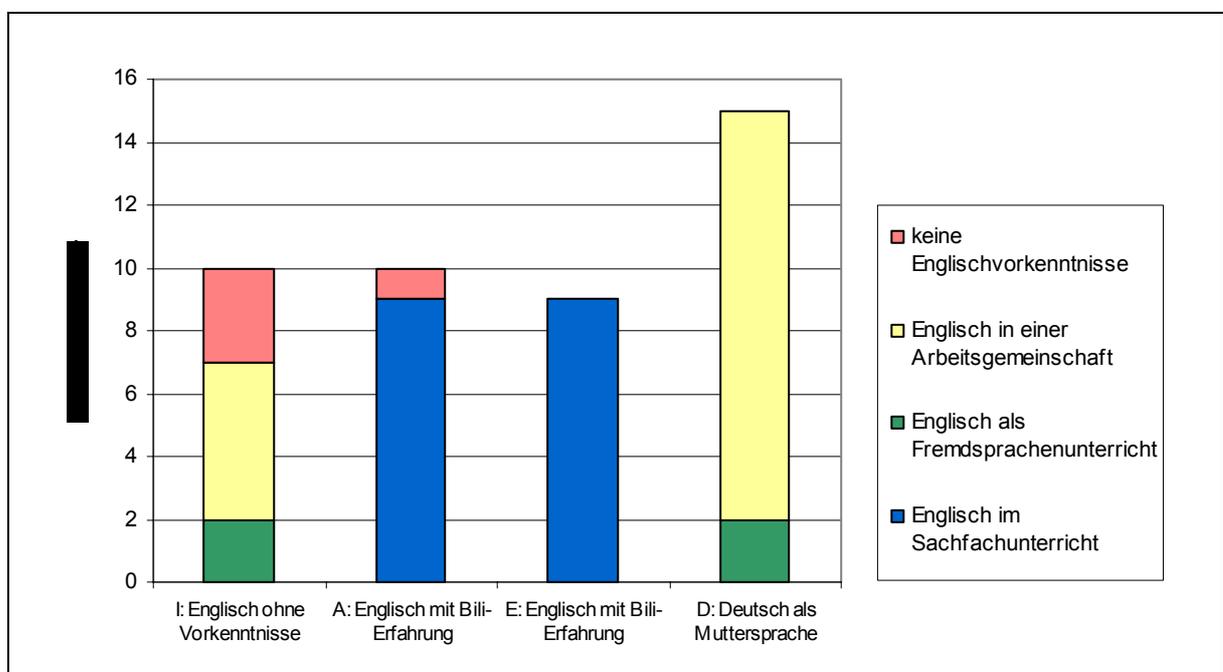


Abb. 4: Verteilung der Englischvorkenntnisse in den Untersuchungsgruppen

Die Mehrheit der Schülerinnen und Schüler der Gruppe I, die auf Englisch unterrichtet wurde obwohl sie zuvor noch keinen bilingualen Unterricht erhalten hatten, hatte in der Grundschule an freiwilligen Englisch-Arbeitsgemeinschaften teilgenommen, so dass die Bezeichnung „ohne Vorkenntnisse“ auf die Erfahrungen mit bilingualem Unterricht zu beziehen ist und nicht auf die Fremdsprache Englisch allgemein. Die Unterschiede im sprachlichen Leistungsniveau zwischen den Gruppen mit und ohne vorherigen bilingualen Unterricht waren allerdings erheblich und mussten in allen Unterrichtsphasen berücksichtigt werden. Es mag verwundern, dass auch ein Schüler ohne vorherigen Englischunterricht in der Gruppe A auftaucht. Es handelte sich um einen zweisprachig aufwachsenden Jungen, dessen zweite Muttersprache Englisch bisher noch nicht schulisch gefördert wurde.

Im Unterricht in den Gruppen I, A, und E wurde Englisch als Unterrichtssprache eingesetzt. Dabei wurde aber in keiner Gruppe eine Einsprachigkeit erzwungen, sondern zweisprachig gearbeitet. Die Dominanz der Fremdsprache wurde durch die Lehrkraft gesichert, die nahezu ausschließlich Englisch gesprochen und alle Arbeitsmaterialien nur auf Englisch zur Verfügung gestellt hat. Die Schülerinnen und Schüler, die schon Erfahrung mit bilingualem Unterricht hatten, waren es bereits gewohnt sowohl im Klassenverband als auch in Arbeitsgruppen Englisch zu sprechen. Die Kinder, die erstmalig mit einem zweisprachigen Unterricht in Berührung kamen, wurden immer wieder darin bestärkt, sich auf Englisch zu äußern. Deutschsprachige Äußerungen wurden aufgenommen und gemeinsam ins Englische übertragen, englische Worte und Formulierungen durften jederzeit nachgefragt werden und im stockenden Redefluss wurde der Schülerin oder dem Schüler das offensichtlich fehlende Wort „zugeworfen“. Die erarbeiteten Formulierungen wurden deutlich häufiger schriftlich festgehalten als im muttersprachlichen Unterricht üblich. In der praktischen Umsetzung des Unterrichtsprojekts wurde daher in der deutschsprachig unterrichteten Gruppe genau darauf geachtet, dass Unterrichtsergebnisse ebenfalls in diesem höheren Maß verschriftlicht wurden. In den vorherrschenden Gruppenarbeitsphasen waren die Schülerinnen und Schüler der bilingualen Gruppen in der Wahl der Sprache zwar einerseits weniger kontrollierbar, andererseits konnten sie die Freiheit in der Sprachenwahl aber auch nutzen, um sich gegenseitig bislang Unverstandenes zu erklären. Da das Ausgangsmaterial für die Schülerversuche nur auf Englisch vorlag, die zu Rate gezogene Lehrkraft nur Englisch mit der Gruppe sprach und auch die Ergebnisse auf Englisch vorgelegt werden sollten, blieb bei aller Sprachmischung immer die Fremdsprache die dominante Sprache im Unterrichtsgeschehen. Bei dem oben schon angesprochenen „Zuwerfen“ fehlender Vokabeln während eines Gesprächs, sei es nun ein Unterrichtsgespräch, eine Gruppendiskussion oder ein Einzel-

gespräch, handelt es sich um Techniken, *Bridging* und *Prompting* genannt, die für den bilingualen Unterricht von großer Bedeutung sind. Eine ähnliche Methode, die von den Schülerinnen und Schülern ebenfalls eingesetzt werden durfte, ist das so genannte *Code-Switching*, das Einfügen von muttersprachlichen Worten in fremdsprachliche Sätze. Oftmals geht das *Code-Switching* direkt ins *Prompting* über, wenn dem Sprecher mit dem entsprechenden fremdsprachigen Wort weitergeholfen wird. Für den *Science Club* wurden auf eine ganze Reihe solcher sprachstützenden Maßnahmen zurückgegriffen (für einen Überblick über methodische Elemente dieser Art siehe Thürmann, 2000a; Bohn, 2002; Amaral & Garrison, 2002.). Sowohl für mündliche als auch für schriftliche Unterrichtselemente wurden Vokabeln und Formulierungen, die mit Sicherheit benötigt werden würden, vorentlastet, d. h. vor Beginn des Unterrichtselements eingeführt, oftmals mit Hilfe visueller oder gegenständlicher Impulse. Für die selbständige Arbeit erhielten die Schülerinnen und Schüler Vokabelhilfen direkt auf ihren Anregungsbögen. Mit den Schülerinnen und Schülern wurde eingeübt, die Vokabelspalte auf diesen Bögen auch individuell zu nutzen. Sie konnten sich hier Formulierungshilfen für ihre Antworttexte notieren, die sie auf diese Weise leicht wieder finden konnten, da sich viele Kinder gut an den Versuch erinnern konnten, bei dem sie eine Formulierung schon einmal benutzt hatten. Zur Wiederholung und Vertiefung der „neuen“ Worte wurden Wortschatzübungen und -spiele durchgeführt, beispielsweise wurden in der Einführungsphase Zuordnungsspiele gespielt, in denen die realen Laborutensilien den richtigen Wortkarten zugeordnet werden sollten. Da Übungen dieser Art nicht auf ihren sprachlichen Lern- und Wiederholungswert zu begrenzen sind, sondern das inhaltliche Lernen wahrscheinlich ebenfalls positiv beeinflussen, wurden sie auch mit der deutschsprachig unterrichteten Gruppe D durchgeführt. Im Laufe des Unterrichtsprojekts verlor die gemeinsame Wortschatzarbeit allerdings zunehmend an Bedeutung und wurde durch individuellere und oftmals spontan entstandene Übungsformen in den Arbeitsgruppen abgelöst. Auf diese Art und Weise haben sich auch die sprachlichen Unterrichtsanteile der Unterrichtskonzeption PING angenähert, denn ebenso wenig wie alle Schülerinnen und Schüler im naturwissenschaftlichen Bereich die exakt gleichen Lernwege beschreiten, brauchen sie auch nicht den exakt gleichen Wortschatz in der Fremdsprache. Trotzdem wurde in diesem Unterrichtsprojekt natürlich ein gemeinsamer Basiswortschatz angestrebt, der sich genau wie die Basisinhalte am *Concept Map* der Experten orientierte und eine Vergleichbarkeit der vier Gruppen für die Evaluation gewährleisten konnte.

## 6.2 Entwicklung der Unterrichtsmaterialien

Den Kern der Unterrichtsmaterialien für den *Science Club* bilden die Anregungsbögen sowie die jeweils dazugehörigen Versuchsutensilien. Die Anregungsbögen wurden zum größten Teil aus der PING-Materialsammlung entnommen, übersetzt und bearbeitet (PING-Projektgruppe, 2003). Teilweise wurden aber auch neue Bögen nach den PING-Kriterien entwickelt. Ergänzend dazu sind Wort- und Bildkarten für die Wortschatzarbeit, Folien für die gemeinsame Planung oder Auswertung, Postermaterialien für Metaplanarbeit oder *Concept Mapping* und ähnliches eingesetzt worden.

Ein PING-Anregungsbogen ist als Hilfe zum selbständigen Bearbeiten einer Fragestellung konzipiert und geht damit über eine bloße Versuchsvorschrift hinaus. Der Weg von einer lebensweltlichen Frage über ein passendes Experiment, die eigenen Beobachtungen und Erklärungen der Schülerin oder des Schülers zurück zur Beantwortung der Ausgangsfrage ist im Sinne von *Science, Technology and Society* im Kleinen in jedem Anregungsbogen enthalten und soll an dessen Struktur auf einen Blick zu erfassen sein. Daher sind die genannten Elemente auf jedem Bogen in einem wiederkehrenden Format an gleicher Stelle zu finden.

Das Diagramm zeigt die Struktur eines Anregungsbogens mit folgenden Beschriftungen:

- Rahmenthema**: Ich und das Wasser
- Kapitel**: Die Natur des Wassers
- Erkenntnismethode**: Untersuchen (mit Mikroskop-Symbol)
- Fragestellung aus der Lebenswelt mit Bezug zur Erkenntnismethode**: *Ich spüre Wasser auf*
- Materialhinweise**: **Du brauchst:** 1 Flasche oder 1 Glas (beide ohne Deckel), 1 Kühlschrank (oder kaltes Wasser)
- Durchführungsanweisungen mit visueller Unterstützung**: **Deine Aufgabe:** 1. Stell die Flasche (oder das Glas) für mindestens 1 Stunde in den Kühlschrank (am besten über Nacht)! Ist es sehr kalt, kannst du die Flasche auch draußen an einen trockenen, schattigen Ort stellen. 2. Nimm das Glas oder die Flasche aus dem Kühlschrank! Was passiert? Schreib deine Beobachtung auf!
- Raum für individuelle Beobachtungen**: **Meine Beobachtungen:** \_\_\_\_\_
- Raum für individuelle Erklärungen**: **Meine Erklärungen:** \_\_\_\_\_
- Auseinandersetzung mit anderen Rückbezug auf die Ausgangsfrage**: Vergleich deine Erklärung mit denen deiner Mitschülerinnen und Mitschüler! Gibt es Unterschiede? Versucht zu erklären, warum die Autoscheiben beschlagen!

Science Club - deutsch 2.01

Abb. 5: Anregungsbogen 2.01 „Ich spüre Wasser auf“ bzw. „I Can Find Water“ in der deutschen Fassung

Die Nennung des Rahmenthemas und des Kapitels dienen der Orientierung innerhalb der Materialsammlung, innerhalb des Schülerordners und auch innerhalb des Lernprozesses. Das Logo bezeichnet die jeweils angewendete Erkenntnismethode. Die Schülerinnen und Schüler der fünften und sechsten Jahrgänge lernen die verschiedenen Erkenntnismethoden auf diesem Weg kennen und werden immer wieder daran erinnert. Erst in einer Weiterführung des Unterrichts in der siebten und achten Jahrgangsstufe würde die Arbeit mit diesen Erkenntnismethoden reflektiert. Die lebensweltliche Fragestellung des Anregungsbogens ist bereits an der Überschrift zu erkennen, wird in einem kurzen Text aber noch konkretisiert und mit der Erkenntnismethode, die zur Klärung der Frage führen soll, verbunden. Die Materialhinweise und Durchführungsanweisungen stellen dann die eigentliche Versuchsvorschrift dar, die zusätzlich immer durch eine Zeichnung unterstützt wird, in der ein wichtiger Teil der durchzuführenden Handlung zu erkennen ist. Die Dokumentation des Experiments kann direkt auf dem Anregungsbogen vorgenommen werden, so dass sie möglichst nicht vergessen wird oder verloren geht, sondern als fundamentaler Bestandteil naturwissenschaftlichen Experimentierens eingeübt wird. Erst jetzt werden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert ihre Ergebnisse mit denen ihrer Mitschüler zu vergleichen und zu diskutieren, um schließlich die Ausgangsfrage gemeinsam beantworten zu können. Dabei ist es die Aufgabe der Tischgruppe und des Klassenverbandes die jeweiligen eigenen Erklärungen auf ihre Tragfähigkeit zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren. Alle Anregungsbögen und Experimente der PING-Materialsammlung folgen dieser Struktur.

Die deutschsprachigen Originalbögen verfügen allerdings nicht über die zusätzliche freie Spalte am rechten Rand, wie sie in Abb. 5 und 6 auf den Anregungsbögen des *Science Clubs* zu erkennen ist. Dabei handelt es sich um eine Vokabelspalte, die hauptsächlich, aber durchaus nicht ausschließlich, für die englischsprachigen Fassungen der Bögen genutzt wird. In diese Spalte werden zunächst von der Lehrkraft in grau muttersprachliche Vokabelhilfen gegeben. Die Worte, auf die sich diese Hilfen beziehen werden im Text unterstrichen. Die Schülerinnen und Schüler werden angeleitet, weitere von ihnen nachgefragte Vokabeln und Formulierungen selbst mit Bleistift zu unterstreichen und in die Spalte einzutragen. So wird nicht nur mit den Worten im zu lesenden Text verfahren, sondern auch mit den Formulierungshilfen für die Beobachtungen und Erklärungen. Auf diese Weise sind die neugelernten Worte nicht nur in der Reihenfolge ihres Erscheinens, wie in einem Vokabelheft, sondern bleiben den Kontexten, in denen sie notwendig waren zugeordnet. Sucht man eine Formulierung zur Beschreibung einer Beobachtung, erinnert man sich leicht an ein ähnliches Experiment, bei dem man die Formulierung durch die Überschriften und

Zeichnungen leicht wieder finden kann. Eine reihenfolgeunabhängige Dokumentation der Vokabeln, beispielsweise auf Karteikarten, ist in dieser Art des bilingualen Unterrichts nicht erforderlich, da die Vokabeln und Formulierungen ausschließlich kontextgebunden gelernt und keine Vokabeltests geschrieben werden.

**What can I do with water?**

The Nature of Water

*I Can Find Water*

*It's cold outside. You get into a car and look out the window. After some time, you can't see anymore because the windows are steaming up. People who wear glasses also know this very well. You can examine why this happens here.*

**You need:**  
a bottle or a glass (both without a stopper),  
a fridge (or cold weather)

**Your task:**  
1. Put the bottle for at least 1 hour into the fridge (best over night)!  
If it is cold outside, you can put the bottle in a dry, shady place.  
2. Take the bottle out of the fridge!  
What happens?  
Write down your observations!

**My observations:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

**My explanations:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

Compare your observations with those of your classmates!  
Are there differences?  
Try to explain why the car windows were steaming up!

Science Club - bilingual (intermediate)



**Examine**

beschlagen    *Etühe*

Verschluss    *Kühlschrank*

mindestens

schattig

vergleichen    *Unterschiede*

2.01

markierte Vokabel  
mit deutscher Übersetzung

Abb. 6: Anregungsbogen 2.01 „Ich spüre Wasser auf“ bzw. „I Can Find Water“ in einer englischen Fassung

Für jeden eingesetzten Anregungsbogen wurden zwei englischsprachige Versionen erstellt, eine vereinfachte mit mehr Vokabelhilfen für die Schülerinnen und Schüler ohne Vorkenntnisse in Gruppe I und eine ebenso vereinfachte mit weniger Vokabelhilfen für die Schülerinnen und Schüler mit Erfahrung im bilingualen Unterricht in den Gruppen A und E. Für die muttersprachlich deutsch unterrichteten Schülerinnen und Schüler in Gruppe D wurde die vereinfachte Version ins Deutsche rückübersetzt, um die Vergleichbarkeit des Ausgangsmaterials und damit des Unterrichts zu gewährleisten. Aus diesem Grund haben die Gruppen A und E ebenfalls die vereinfachten englischen Texte erhalten, obwohl sie die Originalübersetzung durchaus hätten bewältigen können.

Für das Unterrichtsprojekt *Science Club* wurden 12 Anregungsbögen für die Einführungsphase „Wir beobachten“ bzw. „*We observe*“ entwickelt, 19 Anregungsbögen zum Rahmenthema „Ich und das Wasser“ bzw. „*What can I do with water*“ aus der PING-Materialiensammlung bearbeitet sowie 7 neuentwickelt und 20 Anregungsbögen zum Rahmenthema „Ich und die Luft“ bzw. „*What can I do with air*“ übernommen sowie 4 neuentwickelt.

### 6.3 Durchführung des Unterrichtsprojekts

Das einjährige Unterrichtsprojekt des *Science Club* wurde am Gymnasium Altenholz insgesamt viermal durchgeführt, in den Schuljahren 2003/2004 und 2004/2005 in jeweils zwei Gruppen. Im ersten Jahr wurden zwei Gruppen auf Englisch unterrichtet, die Gruppe I (Intermediate) für Schülerinnen und Schüler mit geringen Englischkenntnissen und ohne Vorkenntnisse im bilingualen Unterricht sowie die Gruppe A (Advanced) für Absolventen der bilingualen Grundschule. Im zweiten Jahr wurde wieder eine Gruppe auf Englisch angeboten, die Gruppe E (Englisch) ebenfalls für Schülerinnen und Schüler der bilingualen Grundschule, als zweite Gruppe wurde die Gruppe D (Deutsch) in ihrer Muttersprache unterrichtet. Die Kurse umfassten das gesamte Schuljahr und mussten lediglich auf Grund von Klassenreisen oder anderen Schulveranstaltungen einige Male ausfallen. Auf diese Weise konnte der *Science Club* in beiden Schuljahren 30 Mal stattfinden.

Die Beteiligung an den einzelnen Gruppen unterlag auf Grund der Freiwilligkeit der Angebote naturgemäß starken Schwankungen:

Gruppe	Kursteilnehmer 1. Halbjahr	Testteilnehmer 1. Erhebung	Kursteilnehmer 2. Halbjahr	Testteilnehmer 2. Erhebung
I: ohne Vorkenntnisse	11	10	9	4
A: mit „Bili-Erfahrung“	12	12	11	8
E: mit „Bili-Erfahrung“	9	9	9	7
D: als Muttersprache	16	8	5	5

Tab. 7: Entwicklung der Teilnehmerzahlen über das Schuljahr

Die Zahl von Schülerinnen und Schülern, die mit einer gewissen Regelmäßigkeit an den Treffen des *Science Club* teilnehmen konnten, weicht teilweise ab von der Anzahl der Teilnehmer die an beiden Tests einer Erhebung teilgenommen haben. Daraus wird deutlich, dass nicht an jeder Stunde die gleichen Schülerinnen und Schüler und auch die Testteilnehmer wahrscheinlich zuvor nicht an allen Terminen teilgenommen haben. Dieser Umstand sollte

bei den Erwartungen an die Lernerfolge im *Science Club* mit berücksichtigt werden. Insgesamt waren Rückgänge in der Beteiligung im Frühjahr zu beobachten, zu Beginn der Freiluftsaison in vielen Sportarten sowie mit Einsetzen des erhöhten Leistungsdrucks vor den Zeugnissen. In den Gruppen A und E für die Absolventen der bilingualen Grundschule waren Rückgänge in den Teilnehmerzahlen weniger stark ausgeprägt, was auch den subjektiven Eindruck einer größeren Konstanz in der Anwesenheit bestätigt.

Die beschriebenen Schwankungen der Teilnehmerzahlen stellen nur eine Besonderheit der Unterrichtssituation einer freiwilligen Arbeitsgemeinschaft dar. Es gibt keine Anwesenheitspflicht, daher kommt nur, wer Lust hat und es gibt keine Leistungsmessung und Benotung im klassischen Sinne, daher lernt jeder auch nur das, was ihn oder sie interessiert. Die fast vollständige Abwesenheit von Verpflichtungen lässt einerseits eine sehr lockere andererseits aber auch sehr störungsanfällige Stimmung entstehen. Letztlich ist es allein das Interesse der Schülerinnen und Schüler, welches es immer wieder zu wecken gilt, das eine Arbeitsgemeinschaft am Leben erhält.

In Bezug auf die Interessen der Teilnehmer stellte sich die Frage, ob es eher das Interesse an Naturwissenschaften oder das an Sprachen ist, das Schülerinnen und Schüler in eine bilinguale Arbeitsgemeinschaft geführt hat. Diese Frage war in Form von zweimal vier Items im Fragebogen enthalten, der den gesamten Jahrgängen vorgelegt worden war:

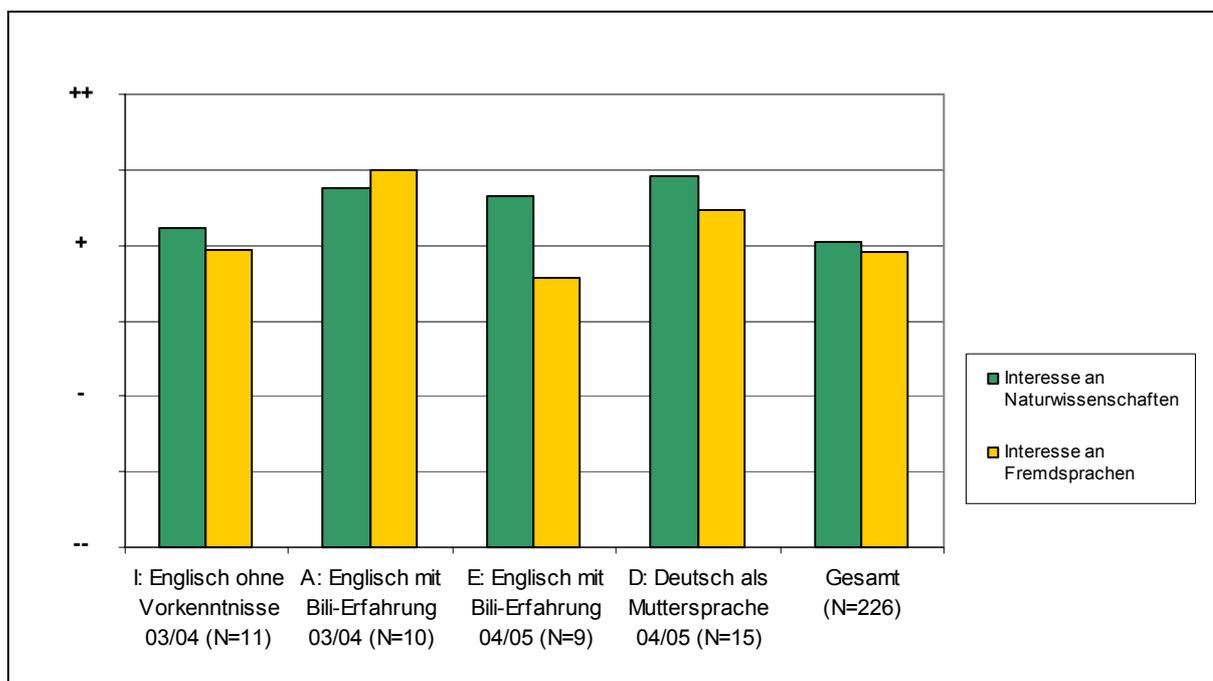


Abb. 7: Interesse an Naturwissenschaften und Fremdsprachen in den fünften Jahrgängen des Gym. Altenholz

Insgesamt zeigten sich die Jahrgänge beiden Bereichen gegenüber interessiert und aufgeschlossen. Viele der Schülerinnen und Schüler, die nicht am *Science Club* teilgenommen haben, haben Zeitmangel als Grund angegeben. Diejenigen Schülerinnen und Schüler, die am *Science Club* teilgenommen haben, teilten ein ausgeprägtes Interesse an Naturwissenschaften. Das Interesse an Fremdsprachen erschien dagegen uneinheitlicher. Im Fall der bilingualen Arbeitsgemeinschaften stellte das Interesse an Naturwissenschaften eine Voraussetzung zur Teilnahme dar, teilweise war dieses auch kombiniert mit dem Interesse an Sprachen, entscheidend waren letztlich aber praktische Faktoren wie etwa die Überschneidung mit anderen Freizeitaktivitäten:

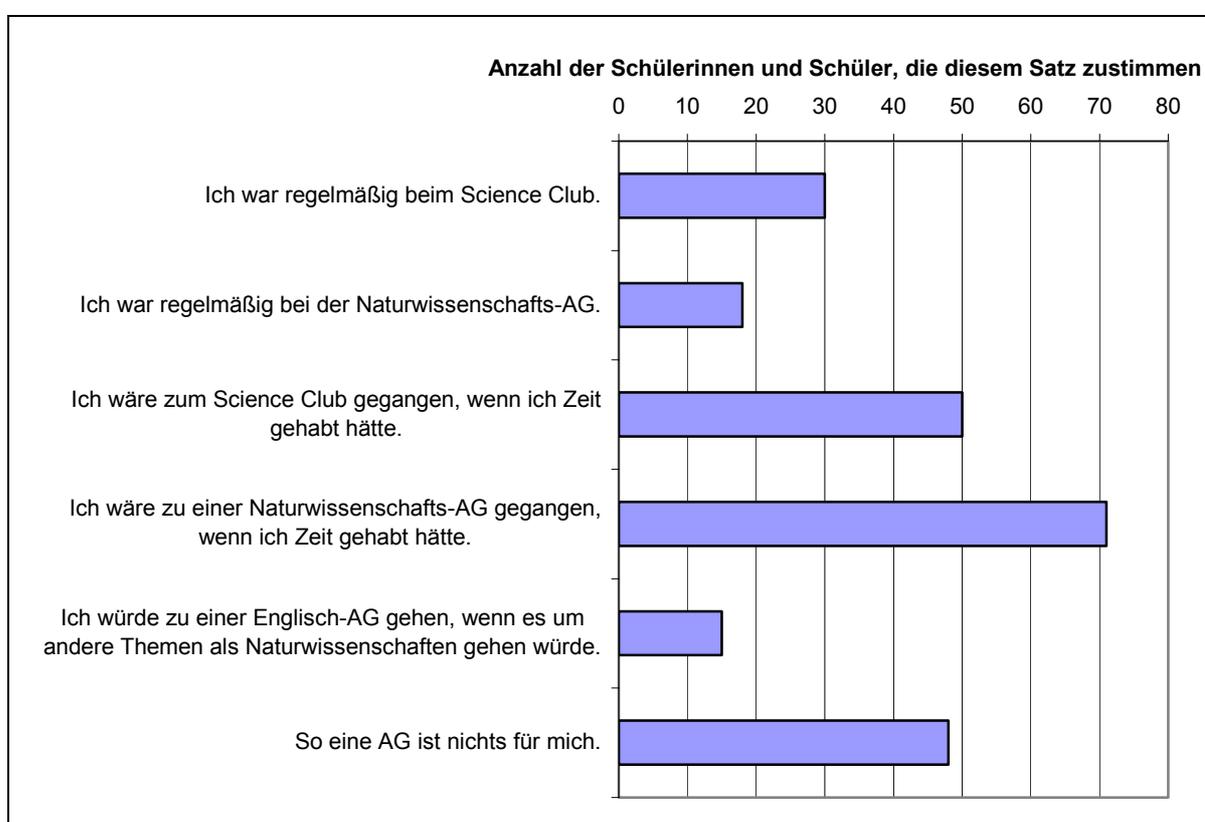


Abb. 8: Interesse am Science Club in den fünften Jahrgängen des Gymnasiums Altenholz

In jeder der vier Gruppen des *Science Club* waren im Laufe des Schuljahres deutliche Entwicklungen zu beobachten. Die Schülerinnen und Schüler haben sich schnell an die sprachlichen und naturwissenschaftlichen Anforderungen des Unterrichts gewöhnt und waren zunehmend in der Lage selbstständig zu arbeiten. Wurde in der Einführungsphase noch jedes Experiment vorher genau durchgesprochen und teilweise auch im Ansatz vorgeführt, so waren die Teilnehmer in den beiden Themenphasen schon in der Lage sich die Experimente vollständig selbst zu erarbeiten. Es wurde auch weiterhin immer eine gemeinsame

Auswertung und Diskussion durchgeführt, aber in den Gruppen entstanden zuvor oft schon ganz eigene Ideen für vertiefende und weiterführende Untersuchungen. Die angebotenen Experimente waren in jedem der vier Kurse die gleichen, die Bearbeitung der sich ergebenden eigenen Fragestellungen und selbstentworfenen Versuche wurden im Sinne von PING unterstützt. Es haben alle Gruppen die gleiche Basis erhalten, anhand derer sie die Evaluationsaufgaben im Sinne der Experten gut bearbeiten konnten. Es wurde ihnen darüber hinaus auch erlaubt, sich auf eigene Wege zu vertiefenden Fragestellungen oder verwandten Themenbereichen zu machen. Auf diese Weise wurde die Vergleichbarkeit der Gruppen für die Evaluation gesichert, ohne auf wesentliche Kerngedanken der Unterrichtskonzeption PING verzichten zu müssen.

#### **6.4 Diskussion zum Unterrichtsprojekt**

Aus der subjektiven Sicht der Lehrenden ist das Unterrichtsprojekt des *Science Club* positiv zu bewerten. Alle Teilnehmer konnten die Unterrichtsinhalte gut bewältigen und hatten Spaß am naturwissenschaftlichen Arbeiten. Aus der regelmäßigen Beobachtung der Gruppen- und Einzelarbeitsphasen ließ sich erkennen, dass die Schülerinnen und Schüler eine deutliche Entwicklung hin zu selbständigerem Denken und Arbeiten gemacht und ihre fachlichen, methodischen und sprachlichen Kompetenzen ausgebaut haben. Wichtiger als die erworbenen Kompetenzen erscheint jedoch, dass sie sich als fähig empfunden haben, naturwissenschaftliche Problemstellungen zu lösen und sich in der Fremdsprache darüber verständigen zu können, somit also an Selbstbewusstsein gewonnen haben.

Aus den Unterrichtsgesprächen war zu erkennen, dass die größten sprachlichen Fortschritte in der Gruppe I „ohne Vorkenntnisse“ zu verzeichnen waren, was bei fünf Wochenstunden Englischunterricht neben zwei Wochenstunden Arbeitsgemeinschaft hauptsächlich auf den Englischunterricht zurückzuführen sein wird. In den beiden Gruppen der zuvor bereits bilingual unterrichteten Kinder war eher ein leichter Rückgang des Sprachflusses zu beobachten, was wahrscheinlich am Fehlen regulären bilingualen Unterrichts gelegen haben wird. Übereinstimmend sagten aber die Schülerinnen und Schüler aller drei englischsprachig unterrichteten Gruppen aus, dass sie sich über die zusätzliche Gelegenheit Englisch zu sprechen freuten und dass sie sich durch ein solches Angebot gefördert und unterstützt fühlten.

Die Arbeit mit den Schülerinnen und Schülern, die noch nicht so gut Englisch konnten, erschien in der Selbstbeobachtung der Lehrkraft zwar oftmals erheblich anstrengender als mit den anderen Gruppen, gelangte aber in der Regel zu vergleichbaren Ergebnissen. Die

Gruppen der bilingual erfahrenen und deutschsprachig unterrichteten Schülerinnen und Schüler unterschieden sich in der Unterrichtssituation dagegen kaum. Eine erkennbare Kluft zwischen der deutschsprachigen Alltagswelt der Schülerinnen und Schüler und der englischsprachigen Welt der Naturwissenschaften war im Vergleich des Unterrichts nicht auszumachen. Die Schülerinnen und Schüler in den bilingualen Gruppen haben im gleichen Maße ihre Vorstellungen und Fehlvorstellungen mit in den Unterricht gebracht und diese wahlweise mal auf Englisch, mal auch auf Deutsch formuliert. Schülervorstellungen schienen insgesamt ausgesprochen robust gegenüber dem Wechsel der Sprache zu sein. Es entstand allerdings der Eindruck, dass in den drei englischsprachig unterrichteten Gruppen ein Nachfragen auf der Suche nach Unverstandenem eher aufgenommen wurde und häufiger zu einem vertiefenden Gespräch führte, während die deutschsprachig unterrichtete Gruppe eher über diese Gelegenheiten hinwegging. Beispielsweise führte die Frage „*Did you get what oxygen was?*“ (Unterrichtseinheit Luft, Stunde 4, 21.04.04 bzw. 27.04.05) in allen drei englischsprachigen Gruppen direkt von der Klärung der Vokabeln *oxygen* und *nitrogen* ohne weiteres Zutun der Lehrkraft zur Wiederholung der Mengenanteile von Sauerstoff und Stickstoff in der Luft. In allen diesen Gruppen gab es Schülerinnen und Schüler, die weiterhin Sauerstoff für den Hauptbestandteil der Luft hielten. Mit Hilfe ihrer Versuchsdokumentation der vorangegangenen Woche konnten die Gruppen die Frage selbst klären. In der deutschsprachigen Gruppe gaben Teilnehmer auf die entsprechende Nachfrage hin zu verstehen, dass alles klar sei. Erst auf mehrmaliges Nachfragen hin, konnten ähnliche Verkehrungen aufgegriffen werden. Die Vorstellung, dass Sauerstoff den Hauptbestandteil der Luft darstellt, ist nun ausgesprochen typisch für Zehnjährige und eine erfahrene Lehrkraft würde an dieser Stelle auf jeden Fall eine Überprüfung provozieren, aber dieses war nicht die primäre Funktion der Frage „*Did you get what oxygen was?*“ Der Prozess der Überprüfung hat sich von allein aus einer Vokabelwiederholung ergeben und ist damit für diesen Fall als Besonderheit des bilingualen Unterrichts einzuordnen.

## 7 Evaluation des Unterrichtsprojekts

### 7.1 Beschreibung der Stichprobe

Die im Zusammenhang mit dem beschriebenen Unterrichtsprojekt durchgeführte Untersuchung zum bilingualen Naturwissenschaftsunterricht fand ebenfalls am Gymnasium Altenholz in Schleswig-Holstein statt. Die Gemeinde Altenholz liegt nur wenige Kilometer nördlich von Kiel und stellt eine beliebte Wohngegend in unmittelbarer Nähe der Landeshauptstadt dar. Der Einzugsbereich des Gymnasiums Altenholz umfasst neben der Gemeinde Altenholz auch die nördlich des Kanals gelegenen Stadtteile Kiels sowie einige ländliche Gemeinden des Dänischen Wohld. Träger der Schule ist der Kreis Rendsburg-Eckernförde. Das Gymnasium ist in den meisten Jahrgängen vierzünftig und umfasst damit im Schnitt etwa 800 Schülerinnen und Schüler. Die fünfte Jahrgangsstufe bestand in Schuljahr 2003/2004 aus fünf Klassen mit insgesamt 123 Schülerinnen und Schülern, im Schuljahr 2004/2005 aus vier Klassen mit zusammen 108 Schülerinnen und Schülern. In diesen beiden Jahrgängen wechselten erstmals Kinder aus den bilingual englisch-deutsch unterrichteten Klassen der Claus-Rixen-Schule in Altenholz an das Gymnasium Altenholz. Im Schuljahr 2003/2004 betraf dies 18 und im Schuljahr 2004/2005 14 Kinder, was jeweils nicht ausreichte um eine eigene Klasse zu bilden.

Das Angebot des *Science Clubs* richtete sich in den Schuljahren 2003/2004 und 2004/2005 jeweils an die gesamten fünften Jahrgänge, ein Kurs jeweils speziell für die zuvor bilingual unterrichteten Schülerinnen und Schüler und ein weiterer für den Rest des Jahrgangs. Die teilweise schon prall gefüllten Terminkalender der Kinder und die Transportschwierigkeiten im ländlichen Raum erschwerten allerdings die Teilnahme, wie sich aus den Antworten eines Fragebogens und Nachfragen bei den Schülerinnen und Schülern ergab (vgl. Kapitel 6.3). Da eine freiwillige Arbeitsgemeinschaft zudem nicht immer regelmäßig besucht wird, liegen nicht von allen Teilnehmern auch Prä- und Posttests aus beiden Erhebungszeiträumen vor. Im ersten Erhebungszeitraum jeweils im Herbst und Winter der betreffenden Schuljahre konnten 39 vollständige Datensätze erhoben werden, im zweiten Erhebungszeitraum jeweils im Frühjahr und Sommer der entsprechenden Schuljahre wurden 24 vollständige Datensätze erfasst.

## 7.2 Design der Untersuchung

Die Untersuchungsgruppen entsprechen den vier unterschiedlichen Kursen des *Science Clubs*. Alle vier Gruppen haben über jeweils ein Jahr den gleichen naturwissenschaftlichen Unterricht in den Arbeitsgemeinschaften erhalten. Durch die sich genau entsprechenden Arbeitsmaterialien und Eingaben der Lehrkraft in jeder Stunde konnte die Vergleichbarkeit der zu untersuchenden Inhalte gewährleistet werden. Die Gruppen unterscheiden sich zum einen durch die verwendete Unterrichtssprache und zum anderen durch die Vorkenntnisse, über welche die Schülerinnen und Schüler in dieser Sprache verfügen:

Gruppe	Unterrichtssprache	Vorkenntnisse
I	Englisch	erste Englischkenntnisse aus dem Fremdsprachenunterricht
A	Englisch	gute Englischkenntnisse aus dem bilingualen Unterricht
E	Englisch	gute Englischkenntnisse aus dem bilingualen Unterricht
D	Deutsch	muttersprachliche Deutschkenntnisse aus dem üblichen Grundschulunterricht

Tab. 8: Unterscheidung der vier Untersuchungsgruppen

In allen vier Untersuchungsgruppen wurden zu den jeweils gleichen Zeitpunkten im Unterrichtsgang Daten in Form von Prä- und Posttests zu den beiden Themenphasen „Ich und das Wasser“ bzw. „*What can I do with water?*“ und „Ich und die Luft“ bzw. „*What can I do with air?*“ erhoben.

Gruppe	1. Erhebungszeitraum (1. Schulhalbjahr)	2. Erhebungszeitraum (2. Schulhalbjahr)
I	N=10	N= 4
A	N=12	N= 8
E	N= 9	N= 7
D	N= 8	N= 5
gesamt	N=39	N=24

Tab. 9: Gruppenstärke der Untersuchungsgruppen

Zusätzlich wurden in den gesamten betroffenen Jahrgängen jeweils gegen Ende des Schuljahres Hintergrunddaten erhoben.

### 7.3 Untersuchungsmethoden

Die Untersuchung des sachfachlichen Lernens im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht der beschriebenen Arbeitsgemeinschaften birgt einige Schwierigkeiten. Die verschiedenen Gruppen werden in unterschiedlichen Sprachen unterrichtet und verfügen dabei über sehr unterschiedlich ausgeprägte sprachliche Möglichkeiten. Insbesondere die Gruppe I, die auf Englisch unterrichtet wird, aber lediglich über Grundkenntnisse in dieser Fremdsprache verfügt, kann Testfragen noch nicht auf Englisch beantworten. Entsprechende Testfragen auf Deutsch, also einer von der Unterrichtssprache abweichenden Sprache, zu stellen, würde dagegen die Ergebnisse verfälschen, da das sachfachliche Lernen nicht unmittelbar, sondern die Rückübertragung des Gelernten in die Muttersprache untersucht würde. Vollständig wird sich dieser Konflikt nicht lösen lassen, denn die unterschiedlichen sprachlichen Möglichkeiten werden sich auf die Untersuchung in jedem Fall auswirken, allerdings sollte versucht werden, diese Effekte so gut wie möglich zu begrenzen. Die Suche nach einem geeigneten Testverfahren gestaltete sich aus den genannten Gründen schwierig. Am besten geeignet erschien schließlich eine *Concept-Mapping*-Aufgabe. 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. Bei einer Anzahl von etwa 20 Begriffen und ebenso vielen Vorschlägen für Relationen lassen sich unbekannte Worte auch im Prätest leicht durch einfache Vokabelhilfen klären und sind damit für die Schülerinnen und Schüler aller Gruppen gut zu bewältigen. Über die Kontrolle der sprachlichen Auswirkungen auf die Untersuchung hinaus bietet das *Concept Mapping* noch weitere Vorteile in der Arbeit mit Arbeitsgemeinschaften. Eine Untersuchungsaufgabe, die auch nur entfernt an eine Form der schulischen Leistungsmessung erinnert, würde einige Schülerinnen und Schüler davon abhalten, weiterhin an der Arbeitsgemeinschaft teilzunehmen. Das *Concept Mapping* stellt dagegen eine völlig neue Arbeitstechnik dar, die zunächst einmal als spannendes, andersartiges Unterrichtselement angesehen wird. Des Weiteren erweisen sich *Concept-Mapping*-Aufgaben als relativ zeitsparend in Bezug auf die Unterrichtszeit. Untersuchungen mit Hilfe von Interviews sind beispielsweise bei einer Unterrichtszeit von zwei Wochenstunden nicht möglich. Es wurden also aus vornehmlich praktischen Erwägungen zwei verschiedene *Concept-Mapping*-Aufgaben für die beiden zu untersuchenden Unterrichtseinheiten als zentrale Elemente der Untersuchung zur Erhebung des sachfachlichen Lernens entwickelt. Selbstverständlich wäre es wünschenswert gewesen, diese Aufgaben durch andere Methoden zu ergänzen, was allerdings aus den beschriebenen Gründen nicht praktikabel war.

Die Einteilung der vier Untersuchungsgruppen erfolgte ausschließlich auf Grund ihrer Vorerfahrungen mit bilinguaem Unterricht. Daher wurden zusätzlich Hintergrunddaten zur Verteilung kognitiver Fähigkeiten und schulischer Leistungsfähigkeit sowohl innerhalb der Untersuchungsgruppen als auch in Relation zum gesamten Jahrgang erhoben. Weiterhin wurden in einem Fragebogen Informationen zum Fremdsprachenunterricht in der Grundschule, zum Interesse an Fremdsprachen und Naturwissenschaften sowie zu den Gründen für die Teilnahme am *Science Club* abgefragt.

### **7.3.1 Fragebogen**

Mit Hilfe des kurzen Fragebogens sollten einige wenige Hintergrundinformationen erfasst werden. Es wurden Fragen zum Englischunterricht in der Grundschule, zum Interesse an Naturwissenschaften und Fremdsprachen sowie zum Interesse an den naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften gestellt. Das Interesse an Naturwissenschaften und Fremdsprachen wurde mit Hilfe von jeweils vier verschiedenen Items erfragt, von denen sich keines auf entsprechende Schulfächer oder Unterrichtssituationen bezog, sondern in denen unterschiedliche außerschulische Anwendungsbereiche angesprochen wurden (Häußler et al., 1998). Die Ergebnisse dieses kurzen Fragebogens dienten vor allem zur Einordnung der Unterrichtsvoraussetzung und wurden daher bereits in der Beschreibung des Unterrichtsprojekts berücksichtigt.

### **7.3.2 Kognitiver Fähigkeitstest (KFT) und Zeugnisdaten**

Um die Leistungsfähigkeit der verschiedenen Untersuchungsgruppen kontrollieren und einordnen zu können, wurden mit den gesamten fünften Jahrgängen der Schuljahre 2003/2004 und 2004/2005 Teile des kognitiven Fähigkeitstests KFT 4-12 + R (Heller & Perleth, 2000) durchgeführt. Es handelt sich um einen differentiellen Intelligenztest, der von der 4. bis zur 12. Klasse eingesetzt werden kann. Der vollständige Test besteht aus einem sprachlichen, einem quantitativen sowie einem nonverbal-figuralen Teil, jeder dieser Teile besteht aus drei Subtests. Aus zeitlichen Gründen konnte nicht der gesamte Test durchgeführt werden, sondern lediglich zwei Subtest. Da für die Leistungen im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht sowohl die nonverbalen als auch die verbalen Fähigkeiten von großer Bedeutung sind, wurden mit den Testteilen N1 (Figurenklassifikation) und V2 (Wortklassifikation) jeweils ein Subtest zur Überprüfung der verbalen und der nonverbal-figuralen Fähigkeiten ausgewählt. Es wurden dabei zwei ähnliche Aufgabenformen aus den beiden Bereichen

ausgewählt, um gegebenenfalls die Möglichkeit zu haben, die verbalen und nonverbalen Fähigkeitsverteilungen miteinander zu vergleichen.

Für die Teilnahme an und das Lernen in einer freiwilligen Arbeitsgemeinschaft spielen aber neben den allgemeinen kognitiven Fähigkeiten der Schülerinnen und Schüler auch die schulischen Leistungen eine Rolle. Zu diesem Zweck wurden die Schulnoten der Teilnehmer aus den abschließenden Zeugnissen des jeweiligen Schuljahres erhoben.

Beide Datensätze wurden auf signifikante Unterschiede der Untersuchungsgruppen hin überprüft, um die Vergleichbarkeit der Untersuchungsgruppen gewährleisten zu können.

### 7.3.3 *Concept Mapping*

*Concept Maps*, wörtlich übersetzt „Begriffs-Landkarten“ oder im Deutschen als Begriffsnetze bezeichnet, stellen ein strukturiertes Geflecht aus einzelnen Begriffen, den so genannten Knoten, dar, die mit Hilfe von beschrifteten Pfeilen, den Relationen, miteinander verbunden sind. Eine Verbindung zweier Knoten mittels einer Relation wird als Proposition bezeichnet und lässt sich aus dem Begriffsnetz wie ein Satz ablesen. Aus einer Vielzahl dieser Propositionen ergibt sich schließlich ein Begriffsnetz, mit dessen Hilfe sich komplexe Zusammenhänge auf vergleichsweise übersichtliche Art und Weise darstellen lassen. (Ein Überblick zum Thema *Concept Mapping* findet sich auch bei Stracke, 2004.)

Das Erstellen von *Concept Maps* kann sowohl als Unterrichtsmethode als auch als Instrument zur Wissensdiagnose eingesetzt werden. Im Unterricht können mit Hilfe von Begriffnetzen Inhalte strukturiert, zusammengefasst oder wiederholt und Lernprozesse dokumentiert werden. Für empirische Untersuchungen stellt das *Concept Mapping* ein Instrument zur Erfassung und Darstellung von strukturellem Wissen dar (Nowak & Gowin, 1984; White & Gunstone, 1992; Peuckert, 1999a; Ruiz-Primo, 2000; Klein et al., 2002).

Das *Concept Mapping* ist ein ausgesprochen flexibles Instrument. Es lässt sich auf eine Vielzahl von sehr unterschiedlichen Unterrichts- und Untersuchungssituationen anpassen. Die bestimmenden Faktoren, die eine bestimmte *Concept-Mapping*-Aufgabe charakterisieren, sind die Art der Produktion der Begriffsnetze sowie die Art ihrer Auswertung. Die Erstellung von Begriffnetzen unterscheidet sich beispielsweise durch die vollständigen, teilweisen oder fehlenden Vorgaben für Knoten und Relationen, durch die Art des Arbeitsauftrags oder die geforderte hierarchische oder netzartige Struktur. Begriffnetze können mit Papier und Bleistift, mit Hilfe von Kärtchen, Aufklebern oder vorstrukturierten Arbeitsbögen, aber auch softwaregestützt am Computer erstellt werden. Die Auswertung kann mit Hilfe von Punkten

für bedeutungstragende Verknüpfungen und Hierarchien, durch Vergleiche mit Expertennetzen oder die Bewertung jeder einzelnen Proposition vorgenommen werden.

Die *Concept-Mapping*-Aufgabe für die vorliegende Untersuchung wurde speziell auf die Situation der bilingualen Arbeitsgemeinschaften angepasst. In zwei Studien der *University of California* (Osmundson et al., 1999; Klein et al., 2002) wurde die Methode des *Concept Mapping* als Instrument zur Wissensdiagnose im Naturwissenschaftsunterricht in vierten und fünften Klassen mit Schülerinnen und Schülern im Alter von zehn und elf Jahren untersucht und als sensitiv gegenüber den Kompetenzniveaus der Teilnehmer eingestuft. Sowohl das Unterrichtsfach als auch die Altersstufe der Schülerinnen und Schüler entsprechen denen der bilingualen Arbeitsgemeinschaften. Aus diesem Grund und auch wegen der Ähnlichkeit mit anderen erprobten Verfahrensweisen (Stracke, 2004) konnte das Modell zur Entwicklung einer *Concept-Mapping*-Aufgabe aus den oben genannten Untersuchungen herangezogen werden. Dazu wurden zunächst zwei Experten, ein Lehrer und ein Didaktiker aus der PING-Kernentwicklungsgruppe, gebeten, die wichtigsten Konzepte zum jeweiligen Rahmenthema entsprechend einem Assoziationstest herauszuarbeiten. Im zweiten Schritt wurde diese Liste von Begriffen durch die Lehrkraft den sprachlichen Möglichkeiten der Schülerinnen und Schüler angepasst, um sie wieder an die Experten zurückzugeben, die nur Vorschläge für mögliche Verknüpfungen machen konnten. Im vierten Schritt wurde die entstandene Liste an Relationen nach den gleichen Kriterien wie zuvor die Liste der Begriffe überarbeitet. Aus den abgestimmten Listen von Begriffen und Relationen konnte dann im abschließenden Schritt ein Expertennetz erstellt werden. Die Erstellung des Expertennetzes stellte in diesem Fall also kein Instrument zur Auswertung dar, sondern diente zur Generierung der Begriffe und Relationen, mit denen die Schülerinnen und Schüler ihre Begriffnetze erstellen sollten. Gleichzeitig wurden die Expertennetze in diesem speziellen Fall auch als Planungsinstrumente für den Unterricht weitergenutzt (vgl. Abb. 2 und 3 in Kapitel 6.1.1.). Die Anzahl der Begriffe und Relationen ergab sich einerseits aus der Notwendigkeit eine ganze Unterrichtseinheit abzudecken und andererseits die Schülerinnen und Schüler mit der Menge nicht zu überfordern. (Die vollständigen Listen der Vorgaben an Begriffen und Relationen beider *Concept-Mapping*-Aufgaben finden sich im Anhang.)

Für die Durchführung der *Concept-Mapping*-Untersuchungen wurde sowohl aus pädagogischen als auch aus praktischen Gründen kein computergestütztes sondern ein handschriftliches Verfahren ausgewählt. Der Einsatz von Computern sollte das Experimentieren nicht in den Schatten stellen. Es wurden sowohl die Begriffe als auch die Relationen vorgegeben, die Begriffe in Form von selbstklebenden Kärtchen und die

Relationen in Form einer Liste. Das eigenständige Formulieren von Relationen wurde nicht vorgeschlagen, aber auch nicht unterbunden. Die Aufgabe der Schülerinnen und Schüler, für die 45 Minuten zur Verfügung standen, bestand in der Konstruktion eines *Concept Maps* mit einer netzartigen Struktur.

Vor dem ersten Prätest zum Unterrichtsthema Wasser wurde das Erstellen eines Begriffnetzes mit den Schülerinnen und Schülern mehrmals geübt, sowohl gemeinsam als auch in Gruppen- und Einzelarbeit. Dabei haben die Schülerinnen und Schüler immer wieder die gleichen Anweisungen als Hilfe zur Strukturierung ihres Vorgehens erhalten (White & Gunstone, 1992). Sie wurden zunächst aufgefordert die Begriffe auszusortieren, die sie nicht kannten. An dieser Stelle konnten dann Vokabelfragen geklärt werden und es blieben nur die Begriffe aussortiert, die inhaltlich unbekannt waren. Anschließend wurden die Teilnehmer gebeten, die Begriffe auf ihren Blättern so anzuordnen und aufzukleben, wie sie ihrer Meinung nach zusammengehören. Erst dann wurden die Schülerinnen und Schüler aufgefordert, Pfeile zwischen zusammengehörige Begriffe zu zeichnen und diese zu beschriften. Zu diesem Zeitpunkt wurden auch Vokabelhilfen zu den Relationsvorschlägen gegeben. Außer den direkten Übersetzungen der erfragten Worte wurden den Schülerinnen und Schülern aber keinerlei weitere Hinweise und Erklärungen gegeben. Abschließend wurden die Teilnehmer gebeten, noch einmal die aussortierten Begriffe zu betrachten und sie gegebenenfalls noch in das Begriffnetz aufzunehmen. Diese immer wiederkehrenden Anweisungen sollten den noch relativ jungen Schülerinnen und Schülern helfen, sich an die Arbeitstechnik des *Concept Mappings* zu erinnern und sich ihre Arbeit in der gegebenen Zeit einzuteilen.

Die Auswahl von Auswertungsverfahren für die *Concept Maps* war durch die Art der Aufgabenstellung eingeschränkt. Die ausgewählten Vorschläge für Relationen machten es möglich, dass zwei Begriffe mit unterschiedlichen Relationen zu einer ähnlichen Proposition verknüpft werden konnten. Die Propositionen „*ground water flows into river*“ und „*ground water produces river*“ stellen beide korrekte Aussagen dar. In einem Vergleich mit dem Expertennetz wäre nur die erste Variante als richtig gewertet worden, von den selbst erdachten Formulierungen und grammatikalischen Fehlern ganz abgesehen. Aus diesem Grund kam eine automatisierte Auswertung mit Hilfe des Expertennetzes nicht in Frage. Erwogen und ausprobiert wurde ein *Proposition-Quality Rating* (Osmundson et al., 1999; Klein et al., 2002), bei dem jede auftretende Proposition mit einer Punktzahl bewertet wird, von null für unlogische oder unangebrachte Aussagen, über eins für Alltagswissen und zwei für Fachwissen bis zu drei für abstraktes wissenschaftliches Wissen. Mit diesem Bewertungs-

verfahren konnte für die *Concept Maps* aus den Arbeitsgemeinschaften keine zufriedenstellende Übereinstimmung zwischen verschiedenen *Ratern* erreicht werden, da die variantenreichen Formulierungen der Schülerinnen und Schüler fließende Übergänge von Alltag zu Fachwissen teilweise auch von Fachwissen zu wissenschaftlichem Wissen darstellten, die nicht klar voneinander zu trennen waren. Ausgewählt wurden schließlich ein quantitatives und ein qualitatives Auswertungsverfahren, die im Folgenden kurz erläutert werden sollen.

### 7.3.3.1 Quantitative Auswertung mit Hilfe von graphentheoretischen Maßen

Die graphentheoretische Betrachtung von *Concept Maps* stellt ein quantitatives Auswertungsverfahren dar, mit dessen Hilfe sich die Strukturen der Begriffnetze darstellen und interpretieren lassen. (Eine ausführlichere Darstellung des graphentheoretischen Auswertungsverfahrens findet sich auch bei Friege & Lind, 2000.) Dazu werden die Netze als Graphen betrachtet, bestehend aus einer Menge von Knoten (Begriffen) und einer Menge von Kanten (Relationen). Die Kanten sind in den Begriffnetzen in Form von Pfeilen enthalten, haben also eine Richtung. Allerdings lassen sich bei der vorliegenden Aufgabenform Propositionen meist in beide Richtungen korrekt formulieren, beispielsweise „*bath produces water consumption*“ und „*water consumption is high in bath*“. Daher werden die vorliegenden Begriffnetze als ungerichtete Graphen betrachtet.

Die Beschreibung der Graphen erfolgt mit Hilfe von sechs verschiedenen Graphenmaßen, die voneinander nicht unabhängig sind, da sie unterschiedliche Strukturaspekte des gleichen Begriffnetzes beschreiben. Die ersten vier entstammen der Arbeit von Bonato (1990), die zwei weiteren wurden in der Untersuchung von Friege und Lind (2000) hinzugefügt.

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

Tab. 10: Graphentheoretische Maße nach Friege & Lind (2000)

Diese sechs Maße wurden auch für die Auswertung der Concept Maps aus den bilingualen Arbeitsgemeinschaften eingesetzt, für einige Maße wurden zusätzlich noch Unterkategorien entwickelt. Die rein graphentheoretische Betrachtung lässt die Inhalte und damit auch die Richtigkeit der Propositionen vollkommen außer Acht. Für diese Untersuchung sollten an dieser Stelle zumindest die falschen und unvollständigen Aussagen durch ein *Rating* herausgefiltert werden, wodurch sich für die Möglichkeit ergab, die Anzahl der richtigen Kanten  $[KAN]_{\text{richtig}}$  anzugeben. Um zusätzlich auch noch triviale Aussagen herauszufiltern und so die tatsächlich unterrichtsbezogenen Lernerfolge angeben zu können, wurde noch die Unterkategorie der unterrichtsbezogenen Kanten  $[KAN]_{\text{unterrichtsbezogen}}$  eingeführt, die nur richtige und unterrichtsbezogene Aussagen berücksichtigt.

### 7.3.3.2 Qualitative Auswertung mit Hilfe von Modalnetzen

Eine qualitative Beschreibung der erhaltenen Begriffsnetze stellt eine Schwierigkeit dar, da hierfür jeweils 39 bzw. 24 Prä- und Posttests betrachtet werden müssten. Dieses ist nur in Form von Fallbeispielen möglich. Für eine gemeinsame qualitative Betrachtung der Lernerfolge einer Untersuchungsgruppe kann aber auch eine Art Durchschnittsnetz jeweils für die Prä- und Posttests erstellt werden. Dafür wird ein so genanntes Modalnetz gebildet. (Eine Beschreibung der Erstellung von Modalnetzen findet sich auch bei Peuckert & Fischler, 2000.) Dieses Modalnetz soll die mittlere Anzahl an Verbindungen aller Einzelnetze aufweisen und zwar die jeweils meistgenannten. Dafür muss zunächst in Summenmatrizen aufgelistet werden welche Propositionen in der betreffenden Untersuchungsgruppe wie oft genannt wurden. Es werden dann die am häufigsten genannten Verknüpfungen in das Modalnetz eingetragen, beispielsweise die 10mal, 9mal und 8mal genannten, bis diejenige Gesamtzahl an Verknüpfungen im Modalnetz erreicht ist, die dem Mittelwert aus den Einzelnetzen am nächsten kommt. Dieser Punkt, an dem aufgehört werden muss weiter Verbindungen in das Modalnetz einzutragen, nennt sich *Cut Point*. Abhängig von dem Grad der inhaltlichen Übereinstimmung der Einzelnetze kann diese Schwelle sehr unterschiedlich ausfallen. Im Idealfall würden bei einem relativ hohen *Cut Point* Verknüpfungen im Modalnetz repräsentiert, die von der Mehrheit der Teilnehmer einer Untersuchungsgruppe genannt worden sind. Auf diese Weise würde das Modalnetz das gemeinsame Wissen und im Vergleich von Vor- und Nachtests den gemeinsamen Lernerfolg einer Gruppe übersichtlich darstellen. Die jeweils zwei Modalnetze jeder Untersuchungsgruppe könnten dann qualitativ beschrieben und verglichen werden. Repräsentiert ein Modalnetz durch einen eher niedrigen

*Cut Point* allerdings nicht die von der Mehrheit genannten Verknüpfungen, muss dies bei der Interpretation unbedingt berücksichtigt werden.

Die in den bilingualen Arbeitsgemeinschaften erstellten *Concept Maps* beinhalten, bedingt durch die Aufgabenstellung und die Auswahl an Begriffen und Relationen, eine Vielzahl sehr ähnlicher, richtiger, aber in den einzelnen Formulierungen unterschiedlicher Verknüpfungen. Diese würden in den seltensten Fällen Eingang in ein Modalnetz finden. Daher wurden alle richtigen Verknüpfungen zwischen den gleichen Begriffen zusammengefasst und auf eine Beschriftung dieser Verknüpfungen verzichtet. Das Modalnetz, das aus diesen zusammengefassten Daten entsteht, besagt also mit jeder Verknüpfung, dass ein bestimmter Prozentsatz der Gruppe zwischen diesen beiden Begriffen einen korrekten Zusammenhang formulieren kann.

## 7.4 Ergebnisse

### 7.4.1 Kognitiver Fähigkeitstest (KFT) und Zeugnisdaten

Der kognitive Fähigkeitstest (KFT) wurde mit den gesamten fünften Jahrgängen der Schuljahre 2003/2004 und 2004/2005 durchgeführt, um eine ungefähre Einordnung der Teilnehmer des bilingualen Naturwissenschaftsunterrichts in ihre Herkunftsjahrgänge vornehmen zu können. Im Mittel beider Jahrgänge (N=225) wurden im nonverbalen Subtest N1 22,02 Punkte von 25, im verbalen Subtest V2 21,24 Punkte ebenfalls von 25 erreicht. Diese Werte wirken recht hoch, waren jedoch für ein Gymnasium in einer Stadtrandlage durchaus zu erwarten (Heller & Perleth, 2000). Die Mittelwerte der Untersuchungsgruppen insgesamt (N=36) lagen mit 22,03 Punkten im nonverbalen und 21,28 Punkten im verbalen Subtest sehr ähnlich. Die freiwilligen Arbeitsgemeinschaften stellten also in diesem Fall keine Ansammlung nur der fähigsten Schülerinnen und Schüler dar, sondern deckten sich in diesem Punkt mit dem Jahrgangsschnitt. Auf die einzelnen Untersuchungsgruppen waren die Werte allerdings etwas ungleichmäßiger verteilt:

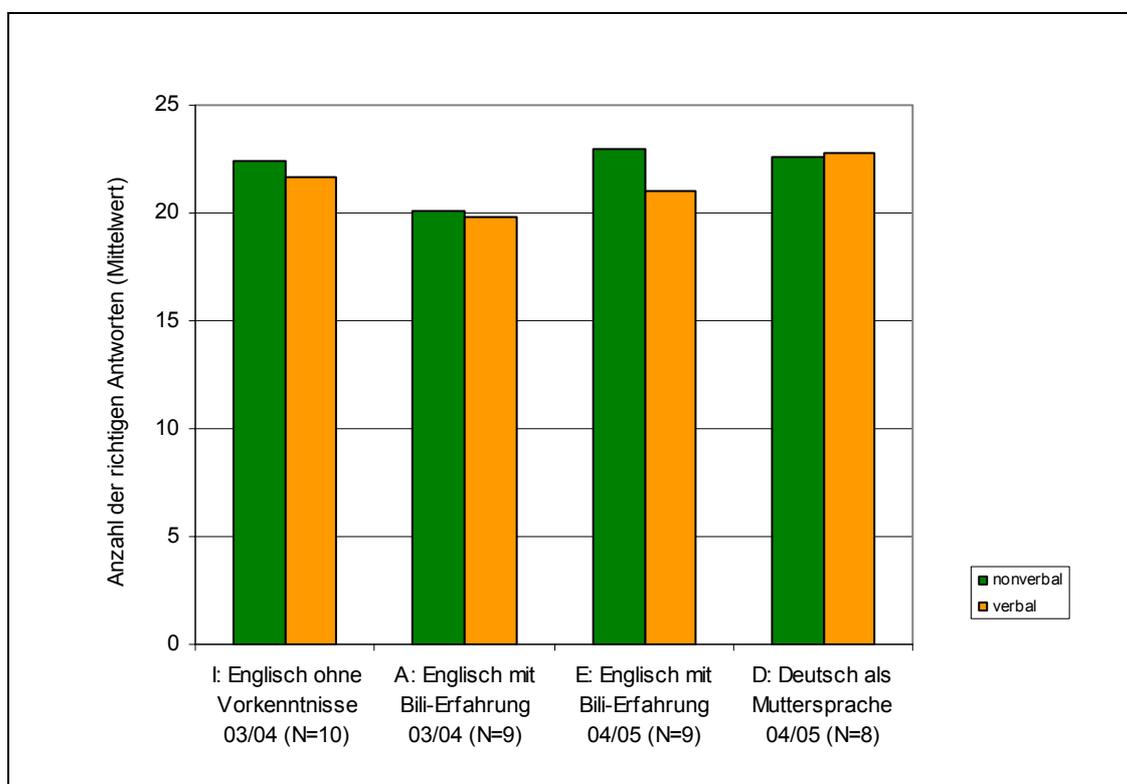


Abb. 9: Mittelwerte der Ergebnisse der Subtests N1 und V2 des KFT für die vier Untersuchungsgruppen (Hier wurden nur diejenigen Teilnehmer berücksichtigt, für die vollständige *Concept-Map*-Datensätze zum Thema Wasser oder Luft vorliegen.)

Die erste Gruppe mit Schülerinnen und Schülern aus der bilingualen Grundschule (Gruppe A) liegt im Mittel ihrer KFT-Punktwerte erkennbar niedriger als die anderen Gruppen. Diese Abweichung weist gemäß dem Kruskal-Wallis-Test für nonparametrische Systeme mit K unabhängigen Stichproben aber keine Signifikanz auf (Bortz, 2003). Trotzdem sollte diese Abweichung bei den weiteren Untersuchungen nicht vollkommen außer Acht gelassen werden, auch wenn es mit der Gruppe A eine Gruppe betrifft, die sowohl in der Unterrichtssprache als auch in den Vorerfahrungen genau mit einer weiteren Gruppe, der Gruppe E, übereinstimmt.

In den Zeugnisnoten des Schuljahresendes spiegelt sich die angesprochene Abweichung aus dem kognitiven Fähigkeitstest nicht wider:

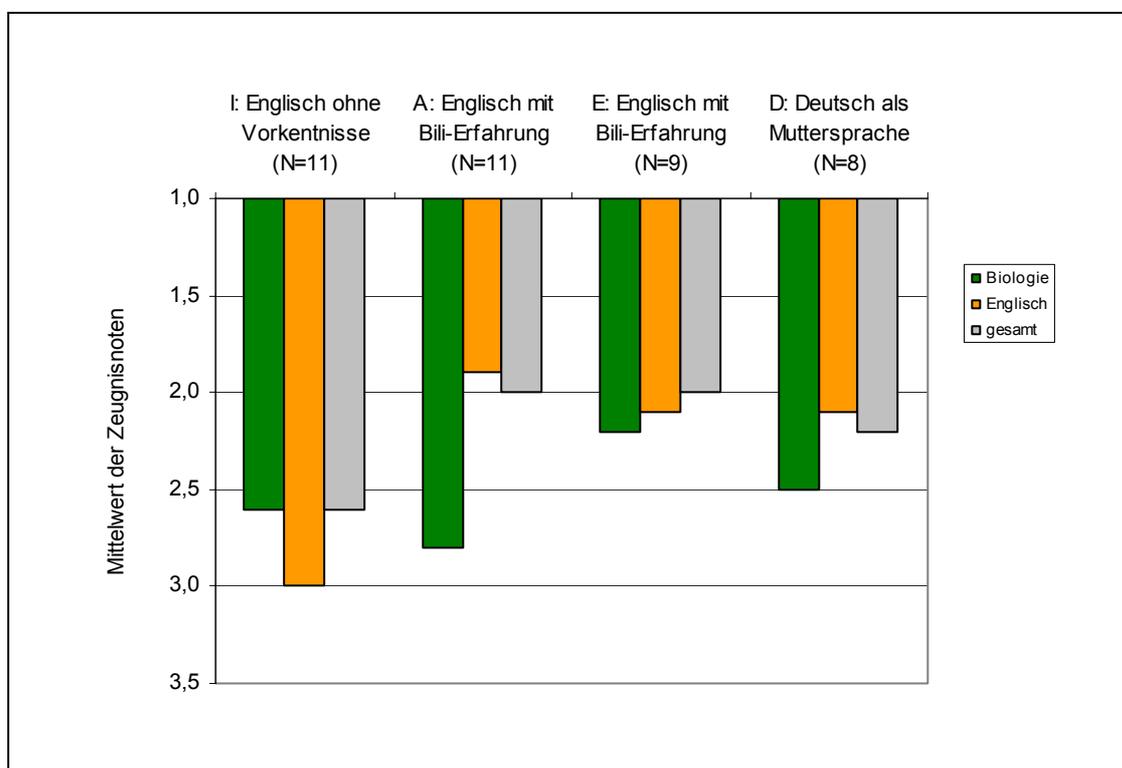


Abb. 10: Mittelwerte der Zeugnisnoten am Schuljahresende für die vier Untersuchungsgruppen

Hier ist es die Gruppe I, mit Englisch als Unterrichtssprache ohne Vorerfahrungen mit bilinguaem Unterricht, die in Bezug auf die schulische Leistungsfähigkeit einen etwas niedrigeren Notendurchschnitt aufweist. Dieser Hinweis sollte im Weiteren nicht außer Acht gelassen, aber auch nicht überbewertet werden, da Zeugnisnoten starken Klasseneffekten durch die Zusammensetzung der Gruppen und die jeweiligen Lehrkräfte ausgesetzt sind.

## 7.4.2 Quantitative Betrachtung der *Concept Maps*

### 7.4.2.1 *Concept Maps* zum Unterrichtsthema Wasser

Aus den jeweils 39 *Concept Maps*, die von den Schülerinnen und Schülern zu Beginn und am Ende der Themenphase „*What can I do with water?*“ bzw. „Ich und das Wasser“ erstellt worden waren, wurden verschiedene Graphenmaße abgelesen: die Anzahl der Begriffe bzw. Knoten [KNO], die Anzahl der Pfeile bzw. Kanten [KAN], die Anzahl der Teilnetze bzw. Komponenten [KOM], die Anzahl der einzeln verknüpften Begriffe [EVB] sowie die Anzahl der zentralen Begriffe [AZB] wurden direkt ausgezählt, die Komplexität [KPX] wurde als Quotient aus der Anzahl der Knoten und Anzahl der Kanten errechnet. Um den Wissenszuwachs darstellen zu können, wurde daraus für jedes Graphenmaß die Differenz der Werte für Post- und Prätest gebildet und schließlich wurden diese Differenzwerte insgesamt und für jede Untersuchungsgruppe als Mittelwert zusammengefasst. Für die Gesamtheit der 39 Datensätze ergaben sich folgende Werte:

	Mittelwert	Standard- abweichung	Minimum	Maximum
$\Delta$ [KNO] Zunahme der Anzahl der Knoten	0,1	0,47	-1	2
$\Delta$ [KAN] Zunahme der Anzahl der Kanten	10,7	6,21	0	23
$\Delta$ [KPX] Zunahme der Komplexität	0,49	0,30	-0,05	1,10
$\Delta$ [KOM] Abnahme d. A. der Komponenten	-1,6	1,86	-6	1
$\Delta$ [EVB] Abnahme d. A. einzeln verknüpfter B.	-4,7	4,37	-16	3
$\Delta$ [AZB] Zunahme d. A. zentraler Begriffe	3,5	2,58	-1	8

Tab. 11: Änderung der Graphenmaße zwischen Prä- und Posttest für die gesamte Stichprobe  
(Vollständige Tabellen aller Graphenmaße jedes Schülernetzes findet sich im Anhang.)

Es zeigt sich, dass das Maß der Anzahl der Knoten [KNO] in dieser Erhebung nicht besonders aussagekräftig ist. Bei einer Anzahl von 20 vorgegebenen Begriffen ist eine durchschnittliche Zunahme von 0,1 verschwindend gering. Die Schülerinnen und Schüler haben in der Regel alle Begriffe in ihre Begriffsnetze eingeklebt, auch wenn sie diese nicht verknüpfen konnten. Auch die mittlere Zunahme der Anzahl der tatsächlich verknüpften Begriffe liegt mit 1,2 sehr niedrig und erscheint wenig aussagekräftig. Die Schülerinnen und Schüler haben von vornherein versucht alle Begriffe in ihre Netze einzuflechten, was ihnen auch vielfach gelang,

da die meisten Begriffe in Bezug zu ihrer Lebenswelt standen. Auf Grund der beschriebenen geringen Aussagekraft wird das Graphenmaß [KNO] nicht weiter aufgeführt, sondern lediglich zur Berechnung der Komplexität [KPX] verwendet.

Des Weiteren ist bei der Betrachtung der gesamten Stichprobe zu erkennen, dass die Werte aller Graphenmaße eine erhebliche Streuung aufweisen. Die angegebenen Minima und Maxima zeigen, dass es durchaus Schülerinnen und Schüler gibt, deren Begriffsnetze sich quantitativ kaum verändern oder sogar leicht verschlechtern. Andererseits gibt es Schülerinnen und Schüler, deren Begriffsnetze sich im Umfang nahezu verdoppeln. Eine solche Streuung der Ergebnisse war in einer freiwilligen Arbeitsgemeinschaft durchaus zu erwarten, da sich Motivation und Arbeitshaltung der Teilnehmer an einem solchen Angebot sehr unterscheiden können. Im Mittel sind aber für alle Graphenmaße deutliche Verbesserungen zu verzeichnen. So steigt beispielsweise die Anzahl der Kanten [KAN] im Schnitt von 18,2 auf 29,0 und die Anzahl der zentralen Begriffe von 1,5 auf 5,0. Umgekehrt sinkt die Anzahl der Komponenten von durchschnittlich 3,0 auf 1,4.

Um sicherzustellen, dass in der erkennbaren Zunahme an Verknüpfungen  $\Delta$  [KAN] auch eine Zunahme an richtig formulierten Aussagen enthalten ist, wurde jede verwendete Verknüpfung einzeln von den beiden Experten, die auch das Expertennetz erstellt hatten, auf ihre Richtigkeit überprüft. Sie waren dabei gehalten, keine strengen wissenschaftlichen Kriterien anzulegen, sondern die Konzepte der Schülerinnen und Schüler auf eine altersgemäße Tragfähigkeit hin zu überprüfen. So wurde beispielsweise der Begriff Wasser sowohl im Sinne von flüssigem Wasser als auch als Überbegriff für die drei Aggregatzustände Eis, Wasser und Wasserdampf akzeptiert. Die Proposition „*water vapour condenses to water*“ wurde ebenso als richtig eingestuft wie die Aussage „*water vapour is water*“. Für die Bewertung erhielten die Experten sämtliche Verknüpfungen in Form einer Auflistung, damit gleiche sowie ähnliche Aussagen übereinstimmend bewertet werden und ein Einfluss des Erscheinungsbildes des gesamten Begriffsnetzes ausgeschlossen wird. Die Experten haben die Bewertung zunächst unabhängig voneinander vorgenommen. Dabei traten durch die vielfältigen und teilweise sprachlich problematischen Formulierungen der Schülerinnen und Schüler einige Schwierigkeiten auf. Diejenigen Fälle, bei denen die Experten zu einer unterschiedlichen Bewertung gekommen waren, wurden daher anschließend gemeinsam mit der Lehrkraft besprochen und abgestimmt. In den 79 *Concept Maps* waren 1043 unterschiedlich formulierte Propositionen enthalten, von denen 184 als falsch eingestuft wurden. Dabei erreichten die Experten in ihrer Bewertung vor der Abstimmung eine Übereinstimmungsrate von 86,3%. Die bewerteten Verknüpfungen wurden von den

Teilnehmern unterschiedlich häufig verwendet: Von den insgesamt 2088 gewerteten Verknüpfungen wurden 248 als falsch eingestuft, was einer Fehlerrate von 11,9% entspricht. Aus der Anzahl der Kanten ohne die falschen Verknüpfungen ergab sich das zusätzliche Maß der Anzahl der richtigen Kanten  $[KAN]_{\text{richtig}}$ .

Mit Hilfe einer weiteren Unterkategorie sollten zusätzlich Aussagen aussortiert werden, die zwar als richtig bewertet worden waren, die aber keinen Bezug zum Unterrichtsthema aufwiesen. Beispielsweise wurde der Begriff „bath“ häufig im Sinne von „bathroom“ verwendet, was zu Aussagen wie „toilet is in bath“ führte. Im Unterricht wurde nicht das Badezimmer sondern der Wasserverbrauch durch das Bad in der Badewanne thematisiert. Des Weiteren wurden auf diese Weise triviale Aussagen aussortiert, wie beispielsweise „sea is water“, die im Gegensatz zu Aussagen wie „sea is salty water“ keinen Bezug zum Unterricht aufweisen. Propositionen der beschriebenen Art konnten nur von der Lehrkraft aussortiert werden. Es wurden 109 unterschiedliche Aussagen als nicht unterrichtsbezogen eingestuft, die insgesamt 217 Mal verwendet wurden und damit 10,3% aller Verknüpfungen ausmachten. Aus der Anzahl der richtigen Kanten ohne die nicht unterrichtsbezogenen Verknüpfungen ergab sich das zusätzliche Maß der Anzahl der unterrichtsbezogenen Kanten  $[KAN]_{\text{unterrichtsbezogen}}$ . Betrachtet man nun die durchschnittlichen Änderungen der ausgewählten Graphenmaße sowie der beiden Zusatzmaße für die vier Untersuchungsgruppen ergeben sich folgende Werte:

	<b>Gruppe I:</b> Englisch ohne Vorkenntnisse (N=10)	<b>Gruppe A:</b> Englisch mit Bili-Erfahrung (N=12)	<b>Gruppe E:</b> Englisch mit Bili-Erfahrung (N=9)	<b>Gruppe D:</b> Deutsch als Muttersprache (N=8)
$\Delta [KAN]$ Anzahl der Kanten	10,2	12,8	11,7	7,5
$\Delta [KAN]_{\text{richtig}}$ A. d. richtigen Kanten	10,3	12,0	11,1	5,5
$\Delta [KAN]_{\text{unterrichtsbezogen}}$ A. d. unterrichtsbezogenen K.	9,8	12,3	10,6	5,0
$\Delta [KPX]$ Komplexität	0,46	0,63	0,48	0,32
$\Delta [KOM]$ Anzahl der Komponenten	-2,0	-2,0	-1,3	-0,9
$\Delta [EV B]$ A. einzeln verknüpfter B.	-3,2	-7,3	-5,7	-1,8
$\Delta [AZB]$ Anzahl zentraler Begriffe	3,3	3,8	3,6	3,0

Tab. 12: Mittelwerte für die Änderung der Graphenmaße der vier Untersuchungsgruppen

Mit Hilfe einer z-Transformation lassen sich die sehr unterschiedlichen Werte der einzelnen Graphenmaße miteinander vergleichen. Dazu wird der Abstand der jeweiligen Werte vom Mittelwert betrachtet und mit Hilfe der Standardabweichung relativiert (Bortz, 1999):

$$z_i = \frac{(x_i - \bar{x})}{s}$$

Für die Werte der Anzahl der Komponenten [KOM] und der Anzahl der einzeln verknüpften Begriffe [EVB], bei denen eine Abnahme des Zahlenwerts als positiv zu bewerten ist, wurde jeweils das Vorzeichen geändert, um die ebenfalls positive Entwicklung dieser Werte graphisch verdeutlichen zu können. Es ergaben sich die Maße  $\Delta[\text{KOM}]^*$  und  $\Delta[\text{EVB}]^*$ .

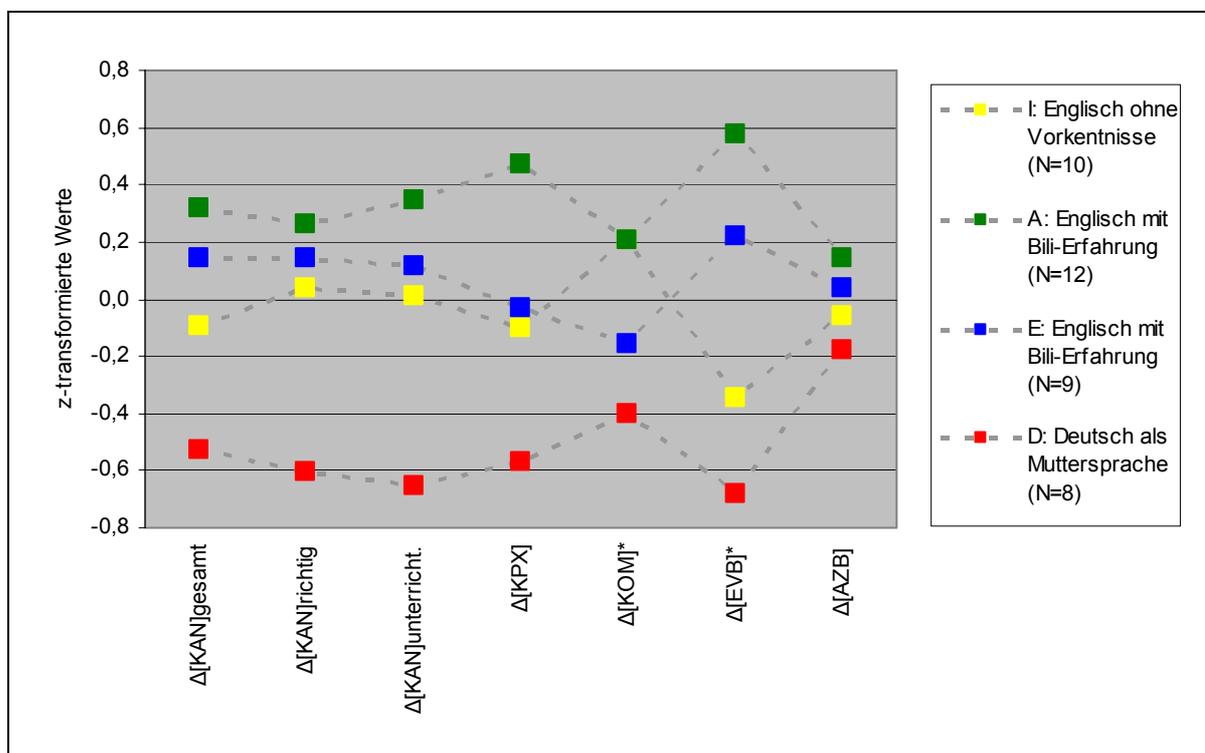


Abb. 11: Z-transformierte Mittelwerte für die Änderungen der Graphenmaße in den vier Untersuchungsgruppen

Die Gruppen A und E, die auf Englisch unterrichtet wurden und auch bereits Erfahrung mit englischsprachigem Fachunterricht hatten, hatten bei nahezu allen Graphenmaßen die größten Zuwächse zu verzeichnen. Dabei erwies sich die Gruppe A, die im KFT etwas schwächer erschienen war, als noch stärker als die Gruppe E. Die Gruppe I, die ebenfalls auf Englisch unterrichtet wurde, aber über deutlich geringere Sprachkenntnisse verfügte, erreichte bei der Mehrheit der Graphenmaße nur wenig geringere Zuwächse als die anderen englisch-

sprachigen Gruppen. Die deutschsprachig unterrichtete Gruppe D fiel dagegen deutlich ab. Aus den KFT-Daten und Zeugnisnoten hatte sich kein Hinweis auf eine weniger leistungsfähige Zusammensetzung dieser Gruppe ergeben und sprachlich sollte sie die besten Voraussetzungen gehabt haben, da die Schülerinnen und Schüler in ihrer Muttersprache unterrichtet worden waren. Die Abweichung wies jedoch für sechs der sieben Maße nach dem Kruskal-Wallis-Test keine Signifikanz auf (Bortz, 2003).

Über die Betrachtung der Zuwächse hinaus sollten exemplarisch auch die Graphenmaße für den Prä- und den Posttest getrennt voneinander beschrieben werden. Die vergleichsweise geringen Zuwächse der deutschsprachigen Gruppe D erklären sich möglicherweise durch die bessere Fähigkeit, das Vorwissen im Prätest zu präsentieren. Zu diesem Zweck wurden die beiden zusätzlich eingeführten Maße der Anzahl der richtigen Kanten  $[KAN]_{\text{richtig}}$  und der Anzahl der unterrichtsbezogenen Kanten  $[KAN]_{\text{unterrichtsbezogen}}$  genauer betrachtet:

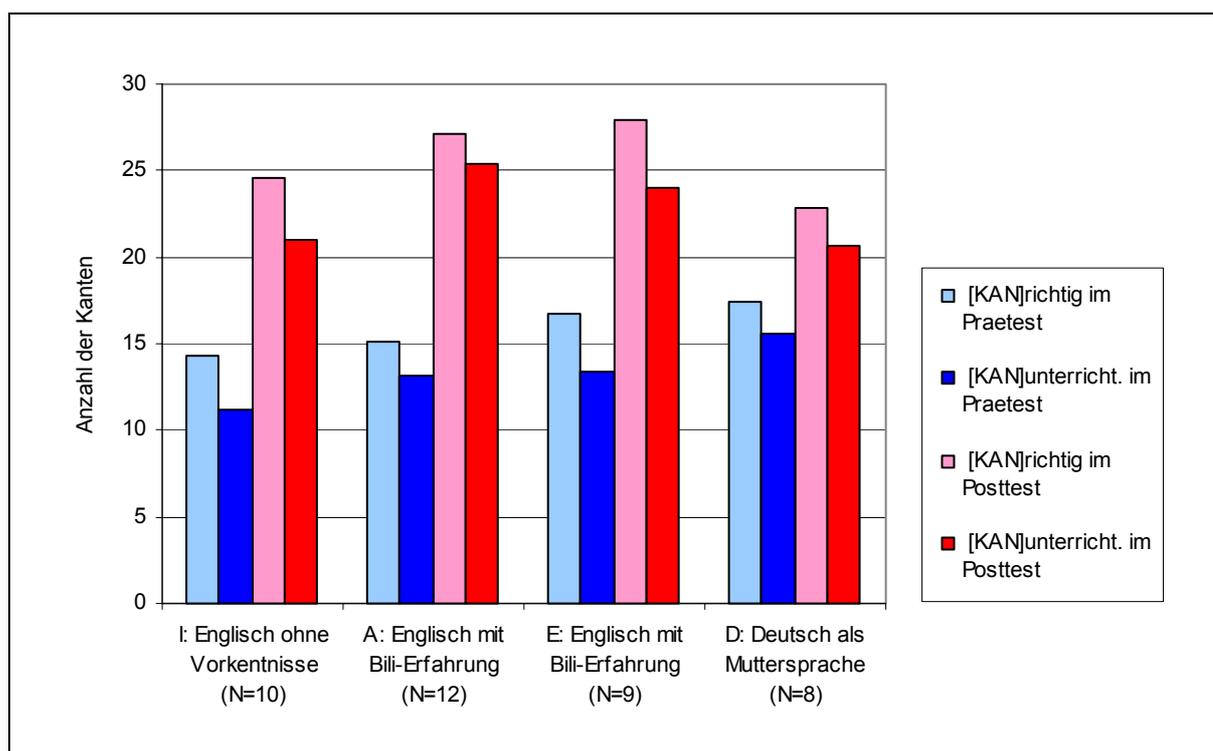


Abb. 12: Mittelwerte ausgewählter Graphenmaße für Prä- und Posttests zum Unterrichtsthema Wasser

Die durchschnittlichen Anzahlen der richtigen und auch der unterrichtsbezogenen Kanten im Prätest verteilen sich so auf die Untersuchungsgruppen, wie es zu erwarten gewesen war. Gruppe I, die auf Englisch unterrichtet wurde, aber nur über geringe Sprachkenntnisse verfügte, erzielte auch die geringsten Werte im Prätest. Die Gruppen A und E, die ebenfalls auf Englisch unterrichtet wurden, aber über erheblich bessere Sprachkenntnisse verfügten,

erreichten höhere Werte. Gruppe D, die in ihrer Muttersprache Deutsch unterrichtet wurde, schnitt im Prätest am besten ab. Die unterschiedlichen sprachlichen Möglichkeiten für die Präsentation des Vorwissens sind in diesen Begriffsnetzen durchaus wiederzuerkennen.

Die durchschnittlichen Werte der Posttests zeigen, dass die sprachlich eingeschränkteste Gruppe I nicht nur einen großen Zuwachs verzeichnen konnte, sondern auch in absoluten Werten das Niveau der muttersprachlich unterrichteten Gruppe D erreicht hat. Die bilingual erfahrenen Gruppen A und E konnten durch noch größere Zuwächse auch ein noch höheres Niveau im Posttest erlangen. An den Werten der Posttests lassen sich die unterschiedlichen sprachlichen Ausgangssituationen nicht mehr erkennen, es zeigt sich aber für alle Untersuchungsgruppen eine Steigerung des strukturellen Wissens auf ein vergleichbares Niveau.

#### 7.4.2.2 *Concept Maps* zum Unterrichtsthema Luft

Zu Beginn und am Ende der Themenphase „*What can I do with air?*“ bzw. „Ich und die Luft“ konnten 24 korrespondierende *Concept Maps* erhoben werden. Diese geringere Stichprobengröße muss bei der Beurteilung der Ergebnisse unbedingt berücksichtigt werden.

Die quantitative Auswertung dieser *Concept Maps* erfolgte nach demselben Muster wie zuvor für die Begriffnetze zum Unterrichtsthema Wasser. Für die Gesamtheit der 24 Datensätze ergaben sich folgende Werte:

	Mittelwert	Standardabweichung	Minimum	Maximum
$\Delta$ [KNO] Zunahme der Anzahl der Knoten	0,1	0,80	-2	2
$\Delta$ [KAN] Zunahme der Anzahl der Kanten	6,4	6,45	-3	25
$\Delta$ [KPX] Zunahme der Komplexität	0,26	0,31	-0,16	1,25
$\Delta$ [KOM] Abnahme d. A. der Komponenten	-0,4	1,06	-3	1
$\Delta$ [EVB] Abnahme d. A. einzeln verknüpfter B.	-0,8	3,05	-8	6
$\Delta$ [AZB] Zunahme d. A. zentraler Begriffe	1,8	3,10	-1	14

Tab. 13: Änderung der Graphenmaße zwischen Prä- und Posttest für die gesamte Stichprobe

Die Streuung der Werte ist für die *Concept Maps* zum Unterrichtsthema Luft noch stärker ausgeprägt als zuvor für die zum Thema Wasser. Trotz des etwas uneinheitlicheren Bildes der

zweiten Erhebung sind aber auch hier im Mittel für alle Graphenmaße Verbesserungen zu verzeichnen, obwohl diese nicht so deutlich ausfallen wie in der ersten Erhebung. So steigt beispielsweise die Anzahl der Kanten [KAN] im Schnitt von 15,8 auf 22,2 und die Anzahl der zentralen Begriffe von 1,4 auf 3,3. Umgekehrt sinkt die Anzahl der Komponenten von durchschnittlich 2,2 auf 1,8. Der etwas geringere Anstieg der Graphenmaße und auch die stärkere Streuung können vor allem durch die unterschiedlichen Themen der beiden Erhebungen bedingt sein.

Betrachtet man nun die durchschnittlichen Änderungen der ausgewählten Graphenmaße sowie der beiden Zusatzmaße  $\Delta[\text{KAN}]_{\text{richtig}}$  und  $\Delta[\text{KAN}]_{\text{unterrichtsbezogen}}$  für die vier Untersuchungsgruppen ergeben sich folgende Werte:

	<b>Gruppe I:</b> Englisch ohne Vorkenntnisse (N=4)	<b>Gruppe A:</b> Englisch mit Bili-Erfahrung (N=8)	<b>Gruppe E:</b> Englisch mit Bili-Erfahrung (N=7)	<b>Gruppe D:</b> Deutsch als Muttersprache (N=5)
$\Delta$ [KAN] Anzahl der Kanten	7,3	6,9	4,9	7,0
$\Delta$ [KAN] <sub>richtig</sub> A. d. richtigen Kanten	7,3	4,5	5,7	6,0
$\Delta$ [KAN] <sub>unterrichtsbezogen</sub> A. d. unterrichtsbezogenen K.	6,0	4,5	4,4	5,0
$\Delta$ [KPX] Komplexität	0,41	0,37	0,11	0,16
$\Delta$ [KOM] Anzahl der Komponenten	-1,3	-0,8	-0,1	0,6
$\Delta$ [EVB] A. einzeln verknüpfter B.	-3,3	-0,3	-1,6	1,6
$\Delta$ [AZB] Anzahl zentraler Begriffe	1,5	3,9	0,1	1,2

Tab. 14: Mittelwerte für die Änderung der Graphenmaße der vier Untersuchungsgruppen

Wie für die erste Erhebung beschrieben wurden auch die Werte der zweiten Erhebung durch eine z-Transformation gemeinsam darstellbar:

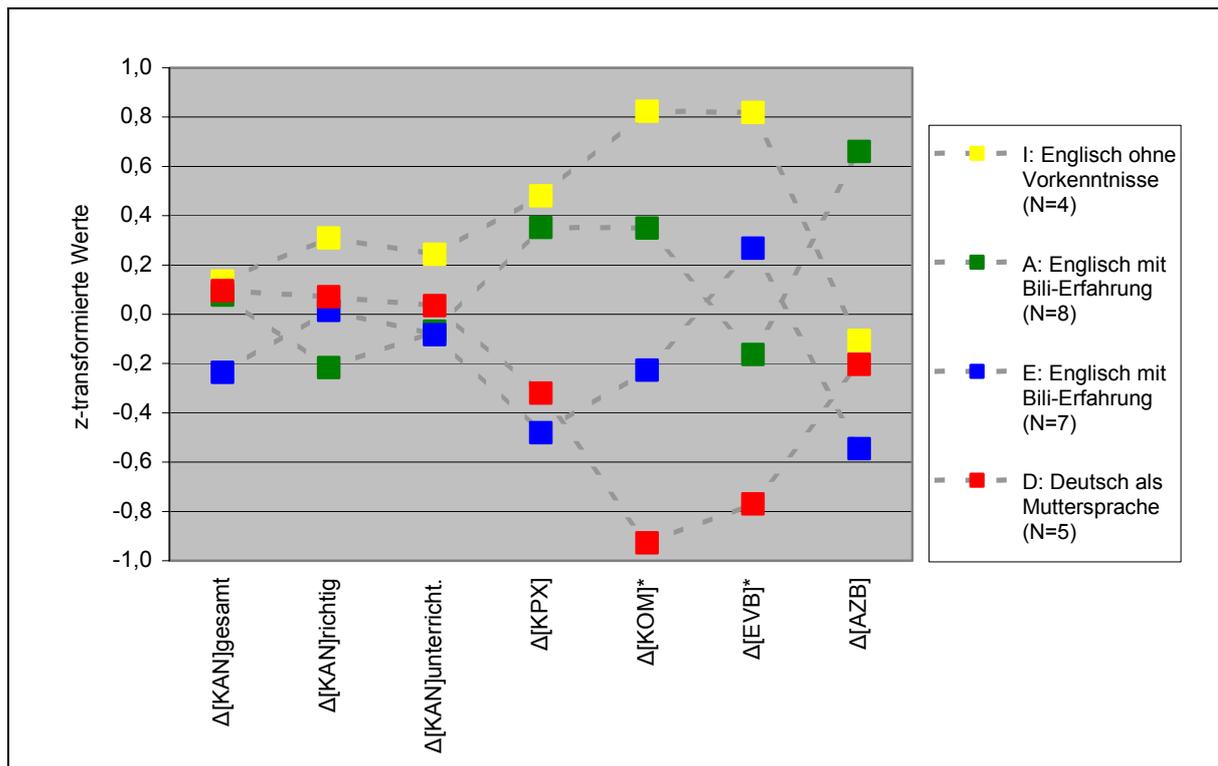


Abb. 13: Z-transformierte Mittelwerte für die Änderungen der Graphenmaße in den vier Untersuchungsgruppen

Die Werte für die Graphenmaße der zweiten Erhebung zeigen sich auch in der Betrachtung der Untersuchungsgruppen uneinheitlicher. Gruppe I, die auf Englisch unterrichtet wurde ohne größere Vorkenntnisse zu haben, hat in allen Graphenmaßen die größten Zuwächse aufzuweisen. Dies könnte die Vermutung nahe legen, dass eher die schwächeren Schülerinnen und Schüler die Arbeitsgemeinschaft verlassen haben. Die sehr kleine Gruppe von vier Teilnehmern setzte sich aber aus zwei Schülerinnen, die in der ersten Erhebung eher schwach abgeschnitten hatten, und zwei eher Starken zusammen. Die im bilingualen Unterricht erfahrenen Gruppen A und E zeigen teils geringere und teils mittlere Zuwächse in den unterschiedlichen Maßen. Die muttersprachlich unterrichtete Gruppe D konnte in den kantenbezogenen Maßen mittlere Zuwächse aufweisen, erreichte in den restlichen Graphenmaßen jedoch zum Teil sogar negative Werte. Beispielsweise hat die Anzahl der Komponenten im Schnitt zwischen Prä- und Posttest in dieser Gruppe zugenommen. Die Begriffsnetze waren also im Posttest stärker zerklüftet als im Prätest.

Auch für die zweite Erhebung erscheint eine differenziertere Betrachtung der Maße der Anzahl der richtigen Kanten  $[\text{KAN}]_{\text{richtig}}$  und der Anzahl der unterrichtsbezogenen Kanten  $[\text{KAN}]_{\text{unterrichtsbezogen}}$  sinnvoll:

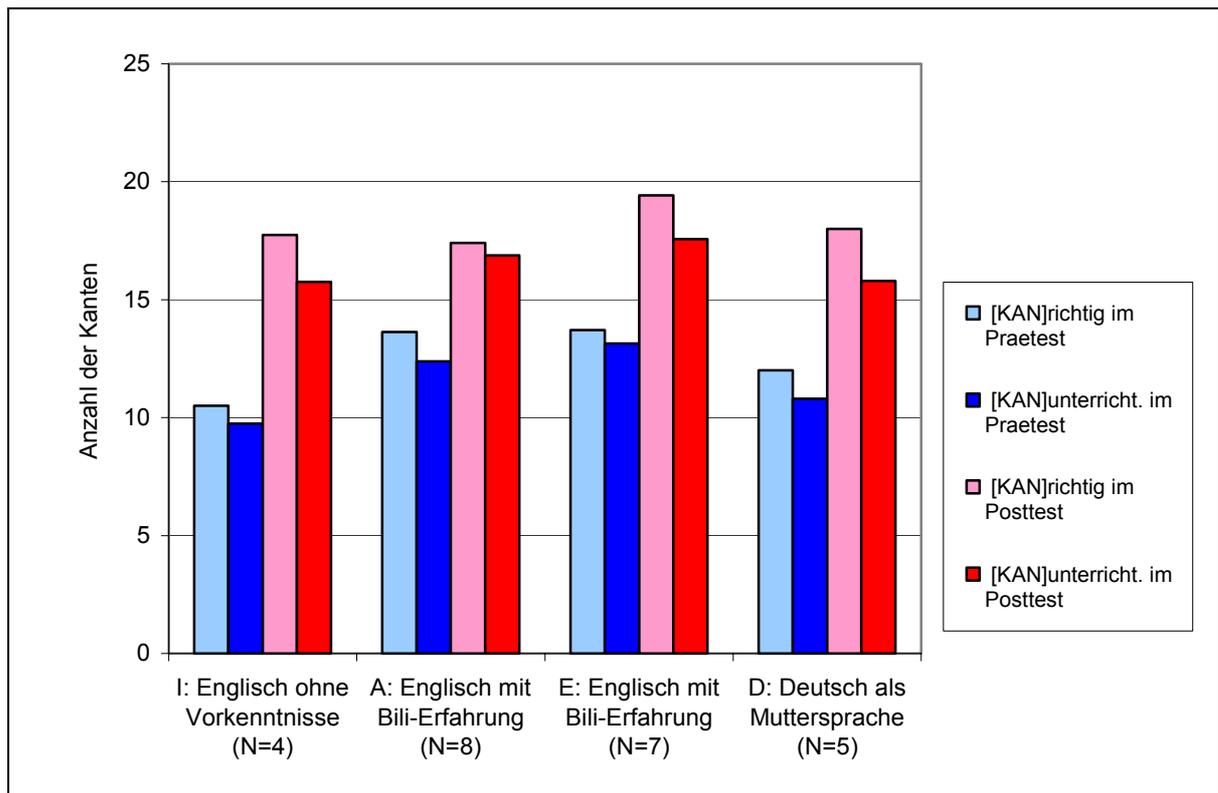


Abb. 14: Mittelwerte ausgewählter Graphenmaße für Prä- und Posttests zum Unterrichtsthema Luft

Die Gruppen A und E, die bereits Erfahrungen mit bilingualem Unterricht mitbrachten, haben tatsächlich in den Prätests erkennbar mehr korrekte Verknüpfungen aufstellen können als die übrigen beiden Gruppen. Sie scheinen bis zum zweiten Erhebungszeitraum im 2. Halbjahr des *Science Clubs* keinen erkennbaren sprachlichen Nachteilen mehr unterworfen zu sein. Auch wenn bedingt durch diese relativ hohen Prätestwerte die Zuwächse etwas geringer ausfielen, so lagen die absoluten Werte für die unterrichtsbezogenen korrekten Verknüpfungen aus den Posttests trotzdem etwas höher als die der deutschsprachigen Gruppe D. Die Posttestwerte der sprachlich noch immer etwas eingeschränkten Gruppe I waren vergleichbar mit denen der Gruppe D, deren Begriffnetze allerdings die angesprochene zunehmende Zerklüftung aufwiesen.

Die quantitative Auswertung der *Concept Maps* zu den Unterrichtsthemen Wasser und Luft konnte deutliche Zuwächse an strukturellem Wissen in allen Untersuchungsgruppen sichtbar machen. In Bezug auf die deutschsprachig unterrichtete Gruppe konnten keine größeren Zuwächse oder ein höheres Niveau in den Posttests als bei den übrigen Untersuchungsgruppen festgestellt werden. Ein Vorteil der muttersprachlichen unterrichteten Schülerinnen und Schüler war anhand dieser Daten nicht zu erkennen.

### 7.4.3 Qualitative Betrachtung der *Concept Maps*

#### 7.4.3.1 Modalnetze als Zusammenfassung der *Concept Maps*

Für die qualitative Betrachtung der *Concept Maps* wurden die Begriffsnetze jeder Untersuchungsgruppe zunächst zu Modalnetzen zusammengefasst. Für jedes der beiden untersuchten Unterrichtsthemen entstanden so acht Modalnetze für Prä- und Posttests der vier Gruppen. (Eine vollständige Zusammenstellung aller 16 Modalnetze findet sich im Anhang.) Dabei sollte ein Modalnetz in etwa so viele Verknüpfungen aufweisen wie der Durchschnitt der Ausgangsnetze. Wäre diese Vorgabe genau befolgt worden, hätten einige der Modalnetze Verknüpfungen angezeigt, die von 30% der Schülerinnen und Schüler richtig formuliert worden waren, für andere Modalnetze wäre diese Schwelle bis auf 50% angestiegen. Eine vergleichende Beschreibung der Modalnetze wäre dann sehr problematisch gewesen. Es wurde in dieser Untersuchung aber als sehr wichtig erachtet, dass alle 16 Modalnetze unmittelbar miteinander vergleichbar sind. Zudem konnte ein Eindruck der mittleren Verknüpfungsmengen bereits aus der quantitativen Analyse der *Concept Maps* gewonnen werden. Aus diesen Gründen wurde der höchste der sich anbietenden *Cut Points* gewählt, der für alle Modalnetze gleichermaßen einen Schwellenwert von 50% festlegt. Sämtliche Modalnetze zeigen auf diese Weise ausschließlich Verknüpfungen an die von einer Mehrheit der Schülerinnen und Schüler in ihren Begriffsnetzen richtig formuliert worden sind und geben dadurch einen Eindruck des gemeinsamen Wissens einer Gruppe. Es ist allerdings zu beachten, dass viel vom individuellen Wissen der einzelnen Schülerinnen und Schüler durch diese Darstellungsweise verloren gegangen ist. Zum einen sind die Modalnetze durch den hohen *Cut Point* deutlich weniger komplex ausgefallen als viele Schülernetze und zum anderen musste der sehr unterschiedliche Abstraktionsgrad einzelner Propositionen bei der Zusammenfassung richtiger Aussagen vernachlässigt werden. Diese Aspekte sollen nachfolgend noch bei der Betrachtung von Fallbeispielen berücksichtigt werden. Die Einschränkungen, die die Zusammenfassung von Schülernetzen zu Modalnetzen mit sich bringt, werden an dieser Stelle als gerechtfertigt erachtet, da sich der Erfolg von Unterricht auch am Wissenszuwachs der gesamten Gruppe messen lassen muss.

Bei der gemeinsamen Betrachtung der Prä- und Posttests jeder Untersuchungsgruppe zum Unterrichtsthema Wasser werden deutliche Zuwächse des mehrheitlichen Wissens für alle Gruppen sichtbar.

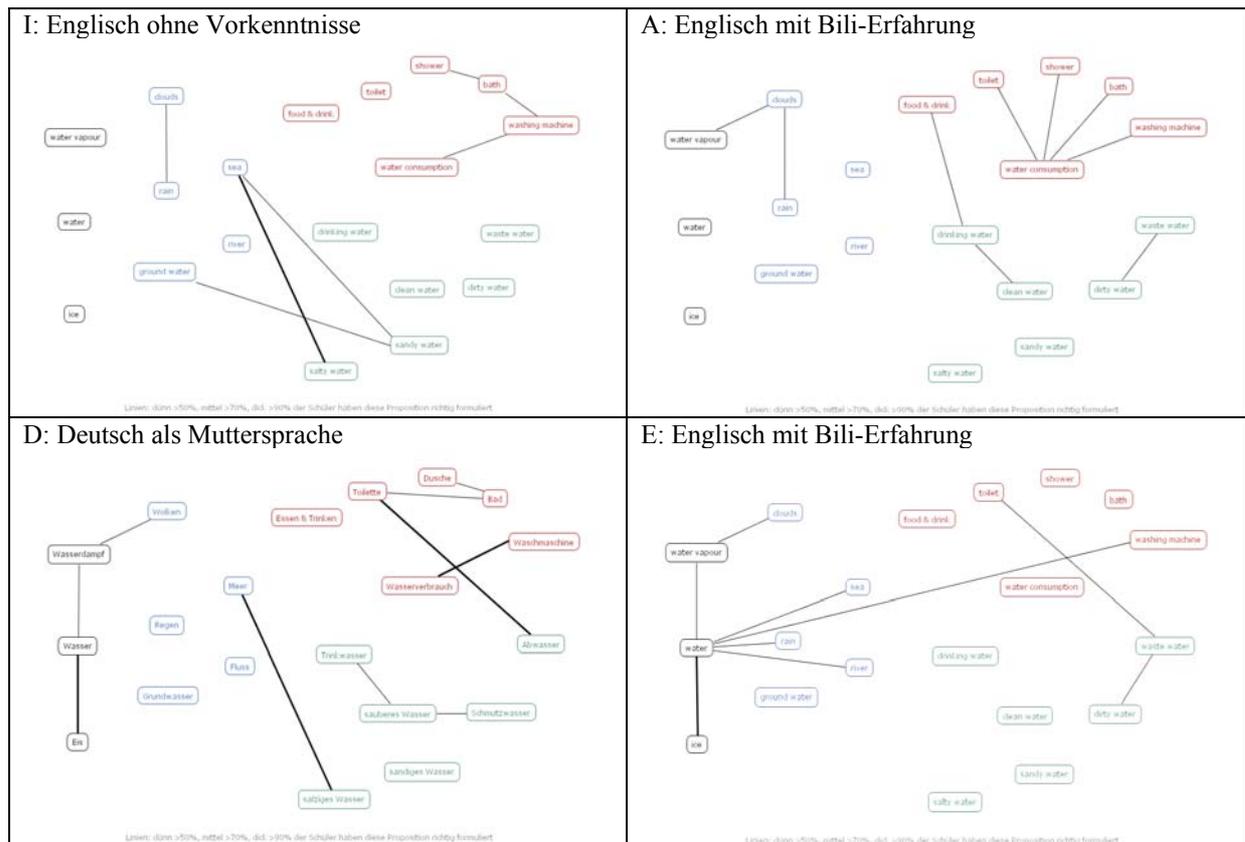


Abb. 15: Modalnetze der Prätests zum Unterrichtsthema Wasser für die vier Untersuchungsgruppen (Alle Modalnetze der Prä- und Posttest finden sich in größerem Format im Anhang.)

In den Prätests werden zwischen 7 und 9 Verknüpfungen jeweils von einer Mehrheit der Schülerinnen und Schüler richtig formuliert. Im Vorwissen zeigt sich dabei ein Schwerpunkt im Bereich Wasserverbrauch. Die Frage des Wassersparens scheint für viele der Kinder in ihrem Alltag gegenwärtig und relevant zu sein. In zwei der vier Gruppen, der deutschsprachigen sowie einer fortgeschrittenen englischsprachigen, waren auch eine Mehrheit der Schülerinnen und Schüler in der Lage korrekte Formulierungen zu den Aggregatzuständen des Wassers zu produzieren. Möglicherweise standen den anderen englischsprachigen Gruppen die entsprechenden Redemittel noch nicht zur Verfügung. Besonders in der Gruppe mit geringen Vorkenntnissen in der Fremdsprache ist es denkbar, dass die Kinder durchaus eine Vorstellung von den Übergängen der Aggregatzustände haben, diese aber auch in einem Begriffsnetz noch nicht ausdrücken konnten. Insgesamt erscheinen die Verknüpfungen im Modalnetz der Prätests in allen Gruppen recht isoliert. Propositionen, die unterschiedliche Wissensbereiche miteinander verbinden, treten eher selten auf.

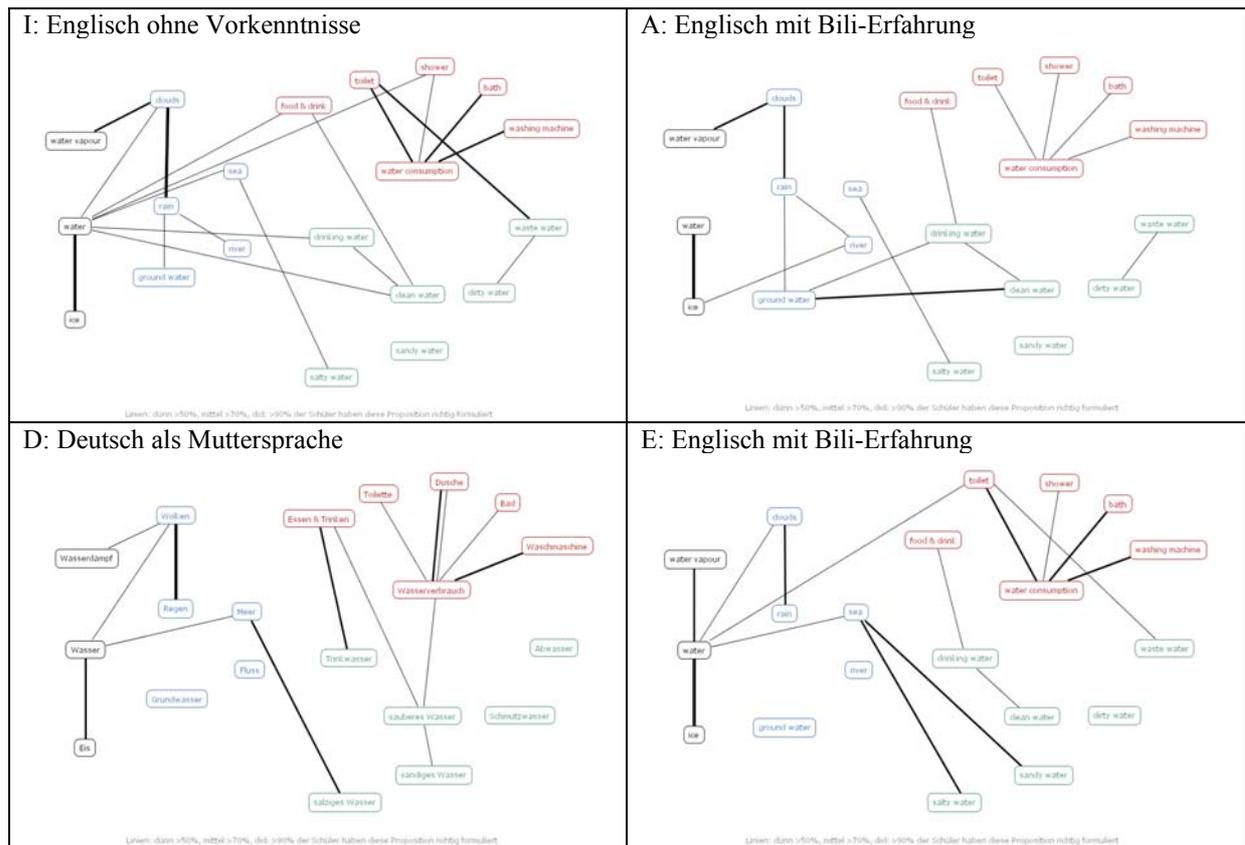


Abb. 16: Modalnetze der Posttests zum Unterrichtsthema Wasser für die vier Untersuchungsgruppen

Die Modalnetze der Posttests bieten dagegen ein anderes Bild. Sie weisen mit 14 bis 19 Propositionen etwa doppelt so viele Verknüpfungen auf und zeigen dabei auch mehr Verbindungen der unterschiedlichen Wissensbereiche. Schwerpunkte bilden wiederum die Bereiche Wasserverbrauch, Aggregatzustände und zusätzlich der Wasserkreislauf. Lediglich der Bereich Mischen und Trennen ist erkennbar weniger vertreten. Da in allen vier Gruppen dieser Bereich wenig erschlossen ist, erscheint es wahrscheinlich, dass diese Thematik im Unterricht für Zehnjährige relativ schwer zu fassen war und dass die sprachlichen Hürden dabei eine eher geringe Rolle gespielt haben. Der Themenbereich des Wasserverbrauchs wurde von allen Gruppen noch weiter ausgebaut. Der Unterricht hat hier offenbar zu einer Vertiefung und Ausweitung des Wissens geführt. Die Posttest-Modalnetze der Gruppen A, E und D, also der fortgeschrittenen englischsprachigen sowie der deutschsprachigen Gruppen, fallen insgesamt recht ähnlich aus. Das entsprechende Modalnetz der Gruppe I, die über geringere Englischkenntnisse verfügten, weist dagegen eine Besonderheit auf: Hier wurde der Begriff Wasser auffällig häufig als Oberbegriff eingesetzt, oftmals geschieht dies in Form von relativ einfachen oder auch trivialen Aussagen wie „*clean water is water*“ oder „*water is in the sea*“. Das Modalnetz der Gruppe I würde ohne diese Verknüpfungen trotzdem noch einen





### 7.4.3.2 Fallbeispiele der *Concept Maps*

Sowohl bei der quantitativen Betrachtung mit Hilfe der Graphentheorie als auch bei der qualitativen Betrachtung mit Hilfe von Modalnetzen richtet sich das Hauptaugenmerk auf die gemeinsame Darstellung der Lernzuwächse der gesamten Gruppen. Das tatsächliche Erscheinungsbild der einzelnen *Concept Maps* und die individuellen Entwicklungen gehen dabei allerdings verloren. Anhand von vier Fallbeispielen, je zwei aus den Untersuchungen der Unterrichtseinheiten Wasser bzw. Luft, soll ein Einblick in typische Schülernetze und die darin abgebildete individuelle Entwicklung zwischen Prä- und Posttest gegeben werden. Zu diesem Zweck wurden die Begriffsnetze von vier Schülerinnen und Schülern ausgewählt, die in der quantitativen Auswertung durchschnittliche Zuwächse bei der Anzahl der richtigen Verknüpfungen verzeichnen konnten. Diese Fallbeispiele wurden als typisch für die jeweilige Untersuchungsgruppe eingestuft. Sie erscheinen aussagekräftiger und besser zu analysieren als Begriffsnetze, die im Vergleich von Prä- und Posttests sehr große oder sehr kleine Zuwächse aufweisen, denn sie zeigen Entwicklungen auf, die in ähnlicher Form, aber unterschiedlichem Ausmaß auch bei schwächeren oder stärkeren Schülerinnen und Schülern zu erkennen sind. Der Hauptakzent soll bei dieser Betrachtung auf den Besonderheiten der beiden unterschiedlichen Unterrichtssprachen liegen. Daher wurde für jede der untersuchten Unterrichtseinheiten ein englisch- und ein deutschsprachiges Beispiel ausgewählt: Für die Einheit Wasser sind dies der Schüler E5, der am fortgeschrittenen englischsprachigen Unterricht teilgenommen hat, sowie die Schülerin D16, die Mitglied der deutschsprachigen Gruppe war. Für die Einheit Luft wurden die Schülerin I10, die mit geringen Vorkenntnissen am englischsprachigen Unterricht teilgenommen hat, sowie die Schülerin D3, wiederum ein Mitglied der deutschsprachigen Gruppe, ausgewählt. Zur besseren Lesbarkeit und Vergleichbarkeit werden die Schülernetze, die ursprünglich handschriftlich erstellt worden waren, in digitalisierter Form dargestellt. Die Schülerinnen und Schüler durften die Anordnung der Begriffe selbst festlegen. Prä- und Posttest haben dadurch meist eine sehr unterschiedliche Struktur. In der digitalen Darstellungsweise behalten die Begriffe die Positionen bei, die ihnen im Expertennetz zugewiesen wurden. Auf diese Weise ist gut zu erkennen, in welchen Bereichen Verknüpfungen hinzugekommen sind oder in welcher Art und Weise sich Verknüpfungen zwischen Prä- und Posttest verändert haben. Zudem können durch Graufärbung Verknüpfungen gekennzeichnet werden, die von den Experten als falsch bewertet wurden.







Die Schülerin I10 hat an der englischsprachigen Gruppe des *Science Club* teilgenommen, für die keine vorherige Erfahrung mit bilinguaalem Unterricht sondern nur der Fremdsprachenunterricht der Grundschule Voraussetzung war. Im Prätest hat sie vor allem einfache, vorgegebene Verben verwendet, wogegen sie im Posttest variantenreicher und eigenständiger formuliert. Auch wenn dabei Fehler passieren, wie beispielsweise „*pressure becomes the plane lift*“, so ist doch erkennbar, wie Inhalte besser verstanden worden sind. Die Verknüpfung „*movement of the wing you can flying*“ aus dem Prätest deutet an, dass Fliegen und die Bewegung von Flügeln bereits in einem Zusammenhang gesehen wurden. Im Posttest konnte dieser Zusammenhang bereits detaillierter aufgeschlüsselt werden: „*movement of the wing causes pressure*“, „*pressure becomes the plane lift*“ und „*lift can flying*“ zeigen einiges an Verständnis für die Mechanismen des Fliegens. Auch wenn der Themenbereich des Fliegens in den Modalnetzen kaum vertreten war, die Schülerinnen und Schüler dort also nicht unbedingt gemeinsames Wissen aufgebaut haben, so zeigt dieses Beispiel doch, dass einzelne Teilnehmer einige der physikalischen Zusammenhänge gut erfasst haben, selbst wenn sie nicht zu den Leistungsstärksten gehörten. Auch im biologisch-chemischen Bereich sind bei dieser Schülerin Veränderungen erkennbar. Wurden die Bestandteile der Luft zunächst noch synonym mit dem Begriff Luft verwendet, so konnte die Zusammensetzung der Luft nach der Unterrichtseinheit auch quantitativ beschrieben werden. Diese Veränderung könnte ein Hinweis darauf sein, dass bei dieser Schülerin die Vorstellung von Luft als einheitlichem Stoff zugunsten der Vorstellung von Luft als Gasgemisch abgelöst worden ist, was durchaus als Erfolg zu werten wäre. Im Posttest ist schließlich noch an einem Beispiel zu erkennen, dass der recht kreative Umgang der Schülerinnen und Schüler mit den *Concept Maps* gelegentlich zu Verknüpfungen führt, die als falsch gewertet wurden, obwohl ihnen Wissen zugrunde liegt. Die Verknüpfungen „*humans make mass*“ und „*mass on pollution*“ waren von der Schülerin wahrscheinlich als Zusammenhang gemeint, „*humans make mass on pollution*“ etwa im Sinne von „Menschen machen eine Masse an Verschmutzung“. Informationen dieser Art werden nur durch eine holistische Betrachtung erkennbar, können in schematischen Auswertungsverfahren dagegen nicht berücksichtigt werden.

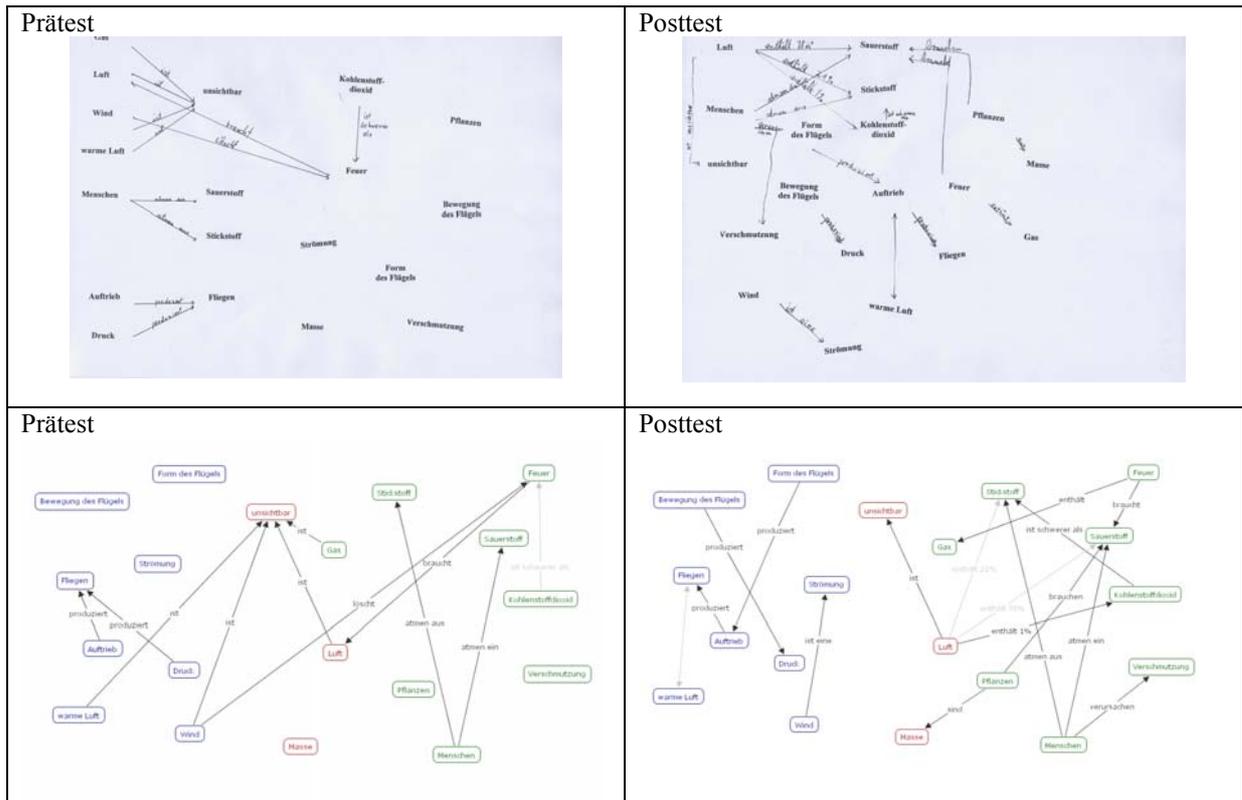


Abb. 22: Begriffsnetze der Schülerin D3 zum Unterrichtsthema Luft

Die Schülerin D3, die wiederum an der deutschsprachig unterrichteten Arbeitsgemeinschaft teilgenommen hat, wählt etwas variabelere Formulierungen als die Schülerin D16, von der die ersten deutschsprachigen Beispielnetze stammten. Besonders im biologisch-chemischen Bereich sind Zuwächse zu erkennen. Beispielsweise wird die Verknüpfung „Feuer braucht Luft“ zu „Feuer braucht Sauerstoff“ und weist damit auf ein verändertes Verständnis des Verbrennungsvorgangs hin. Anders als viele andere Teilnehmer kann diese Schülerin mit der Verknüpfung „Kohlenstoffdioxid ist schwerer als Stickstoff“ auch Eigenschaften dieser beiden Gase spontan formulieren. Bei der Zusammenstellung der Bestandteile der Luft trat allerdings ein Problem auf. Die Mengenanteile von 78% bzw. 21% wurden vertauscht. Wäre dieser Fehler nur bei dieser Schülerin aufgetreten und nicht bei zwei Teilnehmern der deutschsprachigen Gruppe (D3 und D12), wäre von einer einfachen Verwechslung auszugehen gewesen. Andererseits hat in den drei englischsprachigen Gruppen insgesamt die Hälfte der Teilnehmer die Bestandteile der Luft inklusive der korrekten Mengenangaben in ihren Posttests richtig dargestellt, in der deutschsprachig unterrichteten Gruppe konnte dies nur ein Teilnehmer von fünf. Dieser Umstand ist insofern bemerkenswert, als dass die Unterrichtssituation, in der eine Woche nach den experimentellen Befunden die Erkenntnisse über die Zusammensetzung der Luft noch einmal wieder aufgegriffen wurden, bereits

auffällig gewesen war. Durch eine schlichte Vokabelnachfrage, „*Did you get what oxygen was?*“ waren Unterrichtsgespräche über die Bestandteile der Luft entstanden, in denen zusehends deutlich wurde, dass weniger die Gefahr bestand, die Vokabeln *oxygen* und *nitrogen* zu verwechseln, sondern dass viel eher die Mengenzuordnungen vertauscht wurden, da Sauerstoff für die Kinder die größere Wichtigkeit hatte und es ihnen quasi logisch erschien, dass es dann auch mit einem höheren Mengenanteil in der Luft vertreten sein müsste. Im Unterricht der deutschsprachigen Gruppe war dieses Unterrichtsgespräch sehr viel schwerer zu initiieren gewesen und auch nicht so intensiv verlaufen, wie in den englischsprachigen Gruppen. Den Schülerinnen und Schülern war eine Verwechslung von Sauerstoff und Stickstoff nicht passiert, dadurch empfanden sie auch nicht die Notwendigkeit noch einmal über die Bestandteile der Luft nachzudenken, nur weil die Lehrkraft das offensichtlich unbedingt will. Aus den *Concept Maps* allein ist es sicherlich nicht abzuleiten, aber im Zusammenhang mit der beschriebenen Unterrichtssituation ergibt sich ein Hinweis darauf, dass es im bilingualen Unterricht tatsächlich Situationen gibt, in denen die Auseinandersetzung mit der Fremdsprache zu einer intensiveren Auseinandersetzung mit den fachlichen Inhalten führen kann, die so im muttersprachlichen Unterricht nicht möglich sind.

## 7.5 Diskussion der Ergebnisse

Durch die vorliegende Untersuchung galt es die in Kapitel 5 aufgestellten Hypothesen zu überprüfen:

Hypothese 1:

Ein handlungsorientierter Naturwissenschaftsunterricht ist gut geeignet für einen integrierten Sprach- und Sachfachunterricht.

Hypothese 2:

Ein fremdsprachlicher Sach- oder Naturwissenschaftsunterricht ist bereits in der Orientierungsstufe möglich.

Hypothese 3:

**Es wird im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht der Orientierungsstufe angemessen sachfachlich gelernt, zwar beeinflusst von den sprachlichen Fähigkeiten, aber nicht dadurch beschränkt.**

Hypothese 4:

Die notwendige Verlangsamung der Lernprozesse und die zusätzliche Konzentration auf sprachliche Elemente des Unterrichtsgeschehens können zu einer erhöhten Verarbeitungstiefe der sachfachlichen Unterrichtsinhalte führen.

Zu diesem Zweck ist der bilinguale Naturwissenschaftsunterricht in freiwilligen Arbeitsgemeinschaften für die fünften Klassen eines Gymnasiums im Laufe des jeweiligen Schuljahres zweimal mit Hilfe von *Concept-Mapping*-Aufgaben evaluiert worden. Dafür sind drei bilingual englischsprachig unterrichtete Gruppen (Gruppen I, A und E) einer monolingual deutschsprachig unterrichteten Gruppe gegenübergestellt worden (Gruppe D). Die drei englischsprachigen Gruppen unterschieden sich in den sprachlichen Voraussetzungen: die Teilnehmer einer Gruppe hatten noch keine Erfahrungen mit bilingualem Unterricht gesammelt (Gruppe I), die Teilnehmer der übrigen beiden Gruppen hatten zuvor eine bilinguale Grundschule, in der Englisch als vorherrschende Unterrichtssprache eingesetzt wird, besucht (Gruppen A und E). Mit Hilfe des kognitiven Fähigkeitstest KFT 4-12 + R sowie der Erhebung der schulischen Leistungen der Teilnehmer konnte sichergestellt werden, dass keine der vier Untersuchungsgruppen in ihrer kognitiven oder schulischen Leistungsfähigkeit nennenswert eingeschränkt war und dass insbesondere die als Vergleichsgruppe fungierende deutschsprachig unterrichtete Gruppe eine vergleichbare

Leistungsfähigkeit aufweisen konnte. Alle vier Gruppen haben den gleichen integrierten Naturwissenschaftsunterricht mit den Themenschwerpunkten Wasser und Luft erhalten. Zu diesen beiden Themen wurden vor und nach der jeweiligen Unterrichtseinheit die *Concept-Mapping*-Aufgaben gestellt.

Die von den Schülerinnen und Schülern erstellten *Concept Maps* wurden sowohl einer quantitativen als auch einer qualitativen Betrachtung unterzogen. Die quantitative Auswertung wurde mit Hilfe eines graphentheoretischen Verfahrens durchgeführt. Auf diese Weise konnten vor allem die strukturellen Merkmale der Begriffsnetze für die vier Untersuchungsgruppen zusammengefasst und miteinander verglichen werden. Diese Merkmale wurden in Form von Graphenmaßen quantifiziert und jeweils als Mittelwerte für die einzelnen Gruppen angegeben. Der Vergleich der Prä- und Posttests zum Unterrichtsthema Wasser ergab für alle Graphenmaße die stärksten Zuwächse in einer der fortgeschrittenen englischsprachig unterrichteten Gruppen (Gruppe A). Die zweite dieser Gruppen (Gruppe E) sowie die englischsprachige Gruppe mit geringen Vorkenntnissen (Gruppe I) erzielten mittlere Zuwächse, während die deutschsprachig unterrichtete Gruppe (Gruppe D) in allen Graphenmaßen die geringsten Zuwächse zu verzeichnen hatten. Der entsprechende Vergleich von Prä- und Posttests zum Unterrichtsthema Luft erscheint etwas uneinheitlicher, zeichnet aber im Prinzip ein ähnliches Bild. Die deutschsprachige Gruppe (Gruppe D) erreicht mittlere bis schwache Zuwächse, die beiden erfahrenen englischsprachigen Gruppen (Gruppe A und E) mittlere und die unerfahrene englischsprachige Gruppe (Gruppe I) erreicht sogar mittlere bis starke Zuwächse in allen Graphenmaßen. Diese rein strukturelle Beschreibung der *Concept Maps* zeigt ein anderes Bild als erwartet. Bei der Formulierung von Hypothese 3, die besagt dass im bilingualen Naturwissenschaftsunterricht angemessen sachfachlich gelernt würde, war davon ausgegangen worden, dass der muttersprachlich erteilte Unterricht in jedem Fall für das fachliche Lernen einen erkennbaren Vorsprung bieten würde, aber dass die Einschränkungen im fremdsprachlich erteilten Unterricht sich zwar erkennbar aber nicht erheblich auswirken würden. Sowohl das relativ schwache Abschneiden der deutschsprachigen Vergleichsgruppe (Gruppe D) als auch das vergleichsweise gute Abschneiden der englischsprachigen Anfängergruppe (Gruppe I) in der strukturellen Analyse der *Concept Maps* überraschen daher. In der Erhebung der kognitiven Fähigkeiten sowie der schulischen Leistungen gab es keinerlei Hinweis auf eine Schwächung von Gruppe D oder eine besondere Stärke von Gruppe I.

Die ausschließliche Betrachtung der Zuwächse der Graphenmaße birgt allerdings die Gefahr, dass generelle Niveauunterschiede zwischen den Untersuchungsgruppen übersehen werden. Aus diesem Grund sollten einige ausgewählte Graphenmaße auch in ihren Absolutwerten miteinander verglichen werden. Die rein strukturelle Auswertung der *Concept Maps* mit Hilfe der Graphenmaße vernachlässigt zudem die Fragen, ob die ausgezählten Verknüpfungen richtige oder falsche Aussagen repräsentieren und ob diese Aussagen in irgendeinem Zusammenhang zum erteilten Unterricht stehen. Aus diesem Grund wurden alle in den Schülernetzen formulierten Verknüpfungen von Experten auf ihre Richtigkeit und von der Lehrkraft auf ihre Unterrichtsbezogenheit überprüft. Auf diese Weise konnten zwei qualitative Merkmale in die quantitative Auswertung mit einbezogen werden. Durch die Analyse der Absolutwerte für die beiden Graphenmaße, die um die Merkmale der Richtigkeit und der Unterrichtsbezogenheit erweitert worden waren, konnten allerdings die Ergebnisse der rein strukturellen Analyse bestätigt werden. Die Begriffsnetze, die von den Schülerinnen und Schülern vor Beginn der Unterrichtseinheit zum Thema Wasser erstellt worden waren, zeigen das an sich insgesamt erwartete Bild. Die deutschsprachige Gruppe (Gruppe D) konnte im Schnitt die meisten richtigen und relevanten Verknüpfungen erstellen, die englischsprachigen Gruppen mit Erfahrung im bilingualen Unterricht (Gruppe A und E) erreichten mittlere Werte und die englischsprachige Gruppe ohne Vorerfahrung (Gruppe I) schnitt etwas schwächer ab. Im Posttest hat die bilinguale Anfängergruppe (Gruppe I) allerdings erheblich aufgeholt und kann vergleichbare Werte erreichen wie die deutsche Gruppe (Gruppe D). Die bilingual erfahrenen Schülerinnen und Schüler (Gruppe A und E) konnten dagegen erkennbar mehr richtige und relevante Aussagen zum Thema Wasser machen. Ein diesem Posttest genau entsprechendes Muster ist auch in den Ergebnissen der entsprechenden Analyse der Begriffsnetze zum Thema Luft zu erkennen, und zwar sowohl für den Prä- als auch für den Posttest. Die muttersprachlich unterrichtete Gruppe (Gruppe D) und die erstmals englischsprachig unterrichtete Gruppe (Gruppe I) bewegten sich auf vergleichbarem Niveau während die im bilingualen Unterricht erfahrenen Gruppen (Gruppe A und E) etwas höhere Leistungen erbringen. Auch unter Einbeziehung qualitativer Merkmale der *Concept Maps* bestätigt sich also das Bild aus der zuvor beschriebenen strukturellen Analyse, dass die deutschsprachig unterrichteten Schülerinnen und Schüler keinen erkennbaren Vorteil gegenüber ihren englischsprachig unterrichteten Mitschülern aufweisen können.

Um einzelne Strukturen und besondere Bereiche des Wissenserwerbs genauer analysieren zu können, wurde zusätzlich zur quantitativen Auswertung auch eine rein qualitative Betrachtung

der *Concept Maps* vorgenommen. Dafür wurden für die Gruppen jeweils alle richtigen Verknüpfungen zwischen zwei Begriffen zusammengefasst und dann in ein gemeinsames Gruppennetz oder Modalnetz eingetragen, wenn eine Mehrheit der Schülerinnen und Schüler an der entsprechenden Stelle eine richtig Aussage formulieren konnte. Diese graphischen Darstellungen des gemeinsamen Wissens der jeweiligen Untersuchungsgruppe vor und nach der Unterrichtseinheit konnten dann nebeneinander gestellt werden. Beim Vergleich von Prä- und Posttests für jede der Untersuchungsgruppen und beide der untersuchten Unterrichtsthemen wurden deutliche Veränderungen erkennbar. In allen Fällen wurden die Modalnetze erheblich umfangreicher, komplexer und dichter. Dieser Zugewinn an gemeinsamem Wissen zeugt von individuellen Lernprozessen, die sowohl durch den Unterricht selbst als auch durch den im Unterricht angeregten Austausch von Vorwissen initiiert worden sein können. Der vergleichende Blick besonders auf die Posttests bestätigt zudem die Ergebnisse der quantitativen Auswertung. Auch in dieser Darstellungsweise heben sich die Leistungen der deutschsprachigen Vergleichsgruppe (Gruppe D) nicht von denen der anderen Gruppe ab, sondern wirken eher etwas schwächer.

Der Vorteil der Darstellung der *Concept Maps* in Modalnetzen besteht darin, dass erkennbar wird, in welchen Bereichen sich das Wissen zu einem Themengebiet möglicherweise konzentriert oder welche anderen Bereiche eventuell schwierig zu erschließen waren. Die Modalnetze der Posttests zum Unterrichtsthema Wasser weisen deutliche Ähnlichkeiten auf. Die Themenbereiche Wasserverbrauch und Trinkwasser sind in allen Gruppen recht gut ausgeprägt, die Bereiche Aggregatzustände und Wasserkreislauf sind dagegen nur in Teilen vorhanden und der Bereich der Abwasserreinigung ist kaum erkennbar. Diese Vergleichbarkeit in den Themenschwerpunkten gilt für alle vier Untersuchungsgruppen, auch wenn das Modalnetz der englischsprachigen Anfängergruppe (Gruppe I) auf den ersten Blick dichter wirkt als die der übrigen Gruppen. Bei genauerem Betrachten zeigt sich aber, dass in dieser Gruppe eine Art Ausweichverhalten an den Tag gelegt wird, indem das Begriffsnetz mit relativ einfachen bis trivialen Verknüpfungen des Begriffs Wasser angefüllt wird. Diese Strategie war in allen Gruppen bei einzelnen Schülerinnen und Schülern zu erkennen, im Posttest tritt es dagegen vor allem in der Gruppe I auf, was möglicherweise auf eine etwas größere Unsicherheit der Schülerinnen und Schüler mit noch geringen Sprachkenntnissen zurückzuführen ist. Die Modalnetze der Posttests zum Unterrichtsthema Luft weisen ebenfalls eine gewisse Ähnlichkeit auf. Die drei englischsprachigen Gruppen (Gruppe I, A und E) zeigen eine deutliche Konzentration auf die Themenbereiche Bestandteile der Luft und Atmung. Diese Konzentration ist bei der deutschsprachigen Gruppe (Gruppe D) weniger stark

ausgeprägt, stattdessen sind in deren Modalnetz mehr Verknüpfungen aus dem Themenbereich des Fliegens vertreten. Möglicherweise trauten sich die muttersprachlich unterrichteten Schülerinnen und Schüler eher an schwierige Themengebiete heran, während die fremdsprachlich unterrichteten Kinder sich mehrheitlich eher auf die Vertiefung besser fassbarer Themengebiete konzentrierten. Insgesamt unterstreicht die Analyse der Modalnetze aber die qualitative Ähnlichkeit der *Concept Maps* der verschiedenen Untersuchungsgruppen und deutet damit auf eine Vergleichbarkeit der fachlichen Lernerfolge hin.

Schließlich wurde die qualitative Betrachtung auch noch auf die Analyse einzelner Schülernetze ausgeweitet, da durch die ausschließliche Betrachtung mittlerer Wissenszuwächse innerhalb der Gruppen wichtige Informationen aus den Schülerarbeiten vernachlässigt werden müssen. Auf diese Weise konnte gezeigt werden, dass sich die individuellen Lernerfolge nicht auf das gemeinsame Wissen der Gruppe beschränken, sondern auf sehr unterschiedliche Weise darüber hinausgehen. In den einzeln betrachteten *Concept Maps* der Schülerinnen und Schüler wurden das hinzugewonnene Verständnis von Zusammenhängen und die qualitative Aufwertung von bereits im Prätest formulierten Propositionen deutlich erkennbar. Dabei fiel auf, dass nicht alle Schülerinnen und Schüler der muttersprachlich unterrichteten Gruppe (Gruppe D) von ihrem offensichtlichen sprachlichen Vorteil in der Darstellung ihres Wissens auch Gebrauch gemacht haben. Die Verknüpfungen blieben auch im Posttest in diesen Fällen recht einfach und einsilbig.

Fasst man die Ergebnisse der verschiedenen Auswertungsverfahren der *Concept Maps* zusammen, so kann über das sachfachliche Lernen in dieser speziellen Unterrichtssituation folgende Aussage gemacht werden:

Ergebnis der Überprüfung von Hypothese 3:

**In allen vier freiwilligen Arbeitsgemeinschaften wurde in erheblichem Umfang naturwissenschaftliches Wissen erworben. Dabei wurde in den untersuchten Gruppen unabhängig von der vorherrschenden Unterrichtssprache in vergleichbarem Maß sachfachlich gelernt.**

Aus der quantitativen Auswertung der *Concept Maps* mit Hilfe der graphentheoretischen Maße sowie aus der qualitativen Auswertung mit Hilfe von Modalnetzen lassen sich keine Rückschlüsse auf die in Hypothese 4 formulierten Zusammenhänge, nämlich die Möglichkeit einer erhöhten Verarbeitungstiefe im bilingualen Unterricht, ziehen. Die unerwartet guten Leistungen der Schülerinnen und Schüler aus den englischsprachig unterrichteten Gruppen legen an sich noch keine Erklärung nahe, wodurch sie zustande gekommen sind. Um in der

vorliegenden Untersuchung Hinweise darauf zu finden, ob die sprachlichen Hürden des bilingualen Unterrichts Chancen oder Hindernisse für das naturwissenschaftliche Lernen bergen, wurden die individuellen Concept Maps der Schülerinnen und Schüler analysiert und in Form von Fallbeispielen beschrieben. So konnten in der muttersprachlich unterrichteten Gruppe mehrere Beispiele für den korrekten Gebrauch von Fachbegriffen gefunden werden, die nur im Prätest eingesetzt wurden, nicht aber im Posttest. Diese Beispiele finden auch Entsprechungen in der Unterrichtserfahrung. Da die Kommunikation über die Bedeutung von Worten einen festen Bestandteil des bilingualen Unterrichts ausmachte, waren sowohl die Schülerinnen und Schüler als auch die Lehrkraft eher bereit die Bedeutung und Anwendung von Fachbegriffen zu thematisieren und auch gezielt einzuüben. Entsprechende Übungen wurden mit der deutschsprachigen Gruppe ebenfalls durchgeführt, aber von den Schülerinnen und Schülern nicht im gleichen Maße ernst genommen. Die Fallbeispiele im Zusammenhang mit der Unterrichtserfahrung werden als Hinweis darauf gedeutet, dass es im fremdsprachlichen Unterricht leichter fällt, ein Wortfeld zu erweitern, um dadurch ein an sich bekanntes Wort auch als Fachbegriff zu erfassen und verwenden zu können. Dieses kommt einer erhöhten Verarbeitungstiefe, wie sie in anderen Arbeiten bereits beschrieben wurde, gleich (Wolff, 1997; Bonnet, 1999a; Vollmer, 2002a). Ein ähnliches Zusammenspiel von Fallbeispielen aus den *Concept Maps* und einer bemerkenswerten Unterrichtssituation konnte für die Unterrichtseinheit Luft beschrieben werden. Im Unterricht war aufgefallen, dass durch die Verwechslung der Vokabeln *oxygen* und *nitrogen* die Verkehrung der Mengenverhältnisse von Sauerstoff und Stickstoff in der Luft bei einigen Schülerinnen und Schülern zutage gefördert und durch die Mitschüler aufgeklärt worden war. Diese Verkehrung ließ sich in der deutschsprachig unterrichteten Gruppe sehr viel schwerer herausarbeiten und offensichtlich auch weniger erfolgreich beheben. In zwei Fällen war sie auch in den Begriffsnetzen wieder zu finden. Dieser Zusammenhang wird als Hinweis darauf gedeutet, dass im bilingualen Unterricht die Möglichkeit besteht anhand von sprachlichen Auffälligkeiten auch inhaltliche Schwierigkeiten zu erkennen. Es wird deutlich, dass eine gewisse Verlangsamung für diesen Prozess eine Rolle spielt.

Ergebnis der Überprüfung von Hypothese 4:

Es sind auch in dieser Untersuchung Hinweise darauf zu finden, dass die „Verstehenshürden“ des fremdsprachlichen Unterrichts gleichzeitig Chancen für das sachfachliche Lernen in sich bergen.

Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung können dahingehend zusammengefasst werden, dass die Evaluation des beschriebenen Unterrichtsprojekts mit den Mitteln einer Fallstudie wichtige Indizien bezüglich der Eignung des Unterrichtsfachs Naturwissenschaft und seiner Methodik für bilinguale Angebote dokumentieren konnte:

Ergebnis der Überprüfung von Hypothese 1 und 2:

Das Unterrichtsfach Naturwissenschaft konnte in diesem Fall sehr erfolgreich für den bilingualen Unterricht in der Orientierungsstufe adaptiert werden. Dabei stellte das Fehlen von Vorerfahrungen keinen limitierenden Faktor dar.

## 8 Zusammenfassung und Ausblick

Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, bilingualen Naturwissenschaftsunterricht dahingehend zu untersuchen, inwieweit der fremdsprachliche Unterricht in diesem Fall fachliches Lernen in ausreichendem Maß ermöglicht. Aus diesen Erkenntnissen zum naturwissenschaftlichen Wissenserwerb im bilingualen Unterricht der Orientierungsstufe lassen sich dann Hinweise zur Eignung des Unterrichtsfachs Naturwissenschaft und zur Möglichkeit des früheren Einsetzens des bilingualen Unterrichts ableiten.

Zu diesem Zweck wurde eine Konzeption für bilingualen Naturwissenschaftsunterricht entwickelt und in einem Unterrichtsprojekt erprobt. Die Auswahl der Unterrichtsinhalte orientierte sich vor allem an der Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler. Die Auswahl der Unterrichtsmethoden hatte eine größtmögliche Schüler- und Handlungsorientierung zum Ziel. Das Unterrichtsprojekt wurde für Schülerinnen und Schüler der fünften Jahrgänge eines Gymnasiums in Form von naturwissenschaftlichen Arbeitsgemeinschaften angeboten. Es wurden insgesamt vier Arbeitsgemeinschaften gebildet, in denen für jeweils ein Jahr und mit einem Umfang von zwei Wochenstunden Unterricht im Fach Naturwissenschaft durchgeführt wurde. Die vier Untersuchungsgruppen unterschieden sich zum einen durch die jeweilige Unterrichtssprache - drei Gruppen wurden auf Englisch unterrichtet, eine auf Deutsch - und zum anderen durch ihre vorherigen Erfahrungen mit bilingualem Unterricht - zwei der englischsprachig unterrichteten Gruppen hatten auch in der Grundschule schon bilingualen Unterricht erhalten, die verbleibende englischsprachige Gruppe sowie die deutschsprachige Gruppe verfügten über keine besonderen Vorerfahrungen mit dieser Art von Unterricht. Um sicherzustellen, dass alle vier Untersuchungsgruppen über ein vergleichbares Leistungsvermögen verfügen, wurden zwei Subtests des kognitiven Fähigkeitstests KFT 4-12 + R durchgeführt sowie die Zeugnisnoten der Teilnehmer erhoben. Aus den dabei gewonnenen Daten ließ sich ableiten, dass in allen vier Gruppen eine ähnliche Verteilung von kognitiven Fähigkeiten und schulischem Leistungsvermögen vorliegt.

In allen vier Untersuchungsgruppen wurde mit Hilfe von *Concept-Mapping*-Aufgaben der Zuwachs an strukturellem Wissen im Laufe der Unterrichtseinheiten zu den Themen Wasser und Luft untersucht. Diese Untersuchungsmethode bietet sich für den bilingualen Unterricht an, da auch mit relativ einfachen sprachlichen Mitteln komplexe Zusammenhänge dargestellt werden können. Die Begriffsnetze wurden von den Schülerinnen und Schülern mit Hilfe von Papier, Bleistift und Aufklebern erstellt. Die Vorgaben für Begriffe und Relationen wurden mit Hilfe eines Expertennetzes gewonnen. Zum Unterrichtsthema Wasser konnten 39 korrespondierende Prä- und Posttests, zum Unterrichtsthema Luft 24 erhoben werden.

Die erhaltenen Begriffsnetze der Schülerinnen und Schüler wurden sowohl quantitativ als auch qualitativ ausgewertet:

Die **quantitative Auswertung** erfolgte mit Hilfe von graphentheoretischen Maßen. Dafür wurden in jedem Begriffsnetz die verwendeten Begriffe und Verknüpfungen, sowie die Teilnetze, die einzeln verbundenen und die zentralen Begriffe ausgezählt. Darüber hinaus wurde ein *Rating*-Verfahren durchgeführt, bei dem jede Verknüpfung auf ihre Richtigkeit und ihren Bezug zum Unterricht hin überprüft wurde. Auf diese Weise konnten auch Graphenmaße für die Anzahl der richtigen und unterrichtsbezogenen Verknüpfungen aus den Begriffsnetzen gewonnen werden. Der Vergleich der mittleren Zuwächse aller Graphenmaße zeigt für das Unterrichtsthema **Wasser** die größten Zuwächse in einer der bilingual erfahrenen Gruppen. Die zweite bilingual erfahrene Gruppe sowie die erstmals englischsprachig unterrichtete Gruppe erzielten mittlere Zuwächse, die deutschsprachig unterrichtete Gruppe dagegen die geringsten Zuwächse. Für das Unterrichtsthema **Luft** erzielte die erstmals englischsprachig unterrichtete Gruppe die größten Zuwächse. Die beiden bilingual erfahrenen Gruppen erreichten mittlere Zuwächse, während die deutschsprachig unterrichtete Gruppe mittlere bis schwache Zuwächse aufweisen konnte.

Im Vergleich der mittleren Anzahlen an richtigen und unterrichtsbezogenen Verknüpfungen im Posttest zeigt die Untersuchung für **beide Unterrichtsthemen** ein ähnliches Bild. Die beiden bilingual erfahrenen Gruppen erreichen ein ähnlich hohes Niveau, während die erstmals englischsprachig sowie die deutschsprachig unterrichtete Gruppe jeweils sehr ähnliche Ergebnisse auf etwas niedrigerem Niveau erreichen konnten. Damit haben in beiden untersuchten Unterrichtseinheiten alle drei der englischsprachig unterrichteten Gruppen im Schnitt ähnliche oder sogar größere Lernerfolge erzielen können als die deutschsprachig unterrichtete Gruppe. Eine Behinderung des fachlichen Wissenserwerbs und damit das Fehlen einer wichtigen Voraussetzung zum Aufbau von fachlichen Kompetenzen im bilingualen Unterricht war in diesem Fall nicht zu erkennen. Der Lernerfolg kann daher für alle Gruppen als angemessen bezeichnet werden.

Für die **qualitative Auswertung** wurde aus den Begriffsnetzen einer Gruppe ein gemeinsames Modalnetz gebildet, in dem jeweils diejenigen Verknüpfungen eingetragen waren, die eine Mehrheit der Gruppe richtig formulieren konnte. Darüber hinaus wurden als Fallbeispiele Begriffsnetze mit durchschnittlichen Zuwächsen ausgewählt. Auf diese Weise konnten Prä- und Posttests jeder Gruppen vergleichend beschrieben und Besonderheiten des Lernens im bilingualen Unterricht identifiziert werden.

Die Auswertung der **Modalnetze** bestätigt die Ergebnisse der graphentheoretischen Auswertung. Auch aus dieser Perspektive sind keine Vorteile für die deutschsprachig unterrichtete Gruppe oder Nachteile für eine der englischsprachig unterrichteten Gruppen erkennbar.

Die Auswertung der **Fallbeispiele** gibt darüber hinaus einige Hinweise auf mögliche Besonderheiten des Lernens in einer Fremdsprache. Fachbegriffe, die auch aus dem alltäglichen Sprachgebrauch bekannt sind, werden von den englischsprachig unterrichteten Schülerinnen und Schülern scheinbar eher als Fachbegriffe identifiziert und gelernt, während sie einzelnen deutschsprachig unterrichteten Schülerinnen und Schülern sogar verloren gehen. Dieses sowohl im Unterricht als auch in den Begriffsnetzen beobachtete Phänomen wird als Hinweis darauf gedeutet, dass es fremdsprachig unterrichtete Schülerinnen und Schülern leichter fällt, sich mit der Bedeutung von Begriffen aktiv auseinanderzusetzen, was auch als erhöhte Verarbeitungstiefe interpretiert werden kann.

Eine weitere Besonderheit, die beschrieben werden konnte, besteht in der Möglichkeit, inhaltliche Schwierigkeiten zu erkennen, die sich hinter einer scheinbar einfachen sprachlichen Schwierigkeit verbergen. Selbst mit der Vorkenntnis, dass eine bestimmte Verwechslung bei einigen Schülerinnen und Schülern wahrscheinlich auftreten wird, war diese in den englischsprachig unterrichteten Gruppen durch eine damit verknüpfte Vokabelverwechslung im Unterricht leichter zu erkennen und auch zu beheben als im deutschsprachigen Unterricht. Entsprechend schlug sich die Verwechslung in den Begriffsnetzen der deutschsprachig unterrichteten Gruppe teilweise nieder, in denen der englischsprachigen Gruppen dagegen nicht. Dieses Phänomen wird als Hinweis darauf gedeutet, dass die „Verstehenshürden“ im bilingualen Unterricht und die damit verbundene Verlangsamung des Lernprozesses Chancen für die Diagnose von Fehlern und für ein besseres Verständnis von fachlichen Inhalten bieten.

Zusammenfassend kann über das fachliche Lernen in den Untersuchungsgruppen dieser Fallstudie ausgesagt werden, dass im bilingualen Unterricht durchgängig höhere Lernzuwächse auf der Ebene des sachfachlichen Wissens zu beobachten sind als im deutschsprachigen Unterricht - es lassen sich keine Hinweise für eine Behinderung der Lernprozesse durch den Unterricht in der Fremdsprache finden. Dieses kann entsprechend als Hinweis darauf gedeutet werden, dass sich das Fach Naturwissenschaft für den bilingualen Unterricht eignet und bereits in der Orientierungsstufe gewinnbringend eingesetzt werden kann.

Auf Grund der Ergebnisse dieser Fallstudie erscheint es sinnvoll, sowohl das sachfachliche 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. Eine computergestützte *Concept-Mapping*-Aufgabe könnte gegebenenfalls als ein Untersuchungsinstrument in Erwägung gezogen werden.

Auch für den bilingualen Naturwissenschaftsunterricht sind weitere Entwicklungs-, Erprobungs- und Evaluierungsaktivitäten notwendig. Es wäre denkbar, in diesem Zusammenhang auch den Sachunterricht bilingualer Grundschulen zu untersuchen. Neben dem sachfachlichen Lernen sollte dabei auch das sprachliche Lernen und die angenommene Verflechtung von fachlichen und sprachlichen Lernprozessen mit berücksichtigt werden. Vor dem Hintergrund der Ergebnisse dieser Arbeit erscheint es in jedem Fall wünschenswert, die Zusammenführung von Naturwissenschaftsunterricht und Fremdsprachenunterricht in einem bilingualen Naturwissenschaftsunterricht weiter voranzutreiben und wissenschaftlich zu begleiten.

- Abendroth-Timmer, D. (2001). Teilprojekt: Motivation im Sachfachunterricht mit bilingualen Modulen: Modelle - Methoden - Internationalisierung. Zu Entwicklung und Einsatz und Auswertung der Erhebungsinstrumente. Verfügbar unter (09/05): <http://www.fb10.uni-bremen.de/romanistik/projekte/biscuit/pdf/module.pdf>
- Abendroth-Timmer, D. (2004). Evaluation bilingualer Module aus Schülerperspektive: zur Lernbewusstheit und ihrer motivationalen Wirkung. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht* [Online] 9(2), 23 pp. Verfügbar unter (09/05): <http://zif.spz.tu-darmstadt.de/jg-09-2/beitrag/Abendroth2.htm>
- Amaral, O. M. & Garrison, L. (2002). Helping English Learners Increase Achievement Through Inquiry-Based Science Instruction. *Bilingual Research Journal*, 26(2), 213-239. Verfügbar unter (09/05): [http://brj.asu.edu/content/vol26\\_no2/pdf/ART2.PDF](http://brj.asu.edu/content/vol26_no2/pdf/ART2.PDF)
- Bach, G. (2000a). Bilingualer Unterricht: Lernen - Lehren - Forschen. In: Bach, G. & Niemeier, S. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Lang. 11-23.
- Bach, G. (2000b). Handlungsorientiert lehren und lernen im Kontext von subjektiven Theorien und Methodenvielfalt. In: Abendroth-Timmer, D. & Breidbach, S. (Hrsg.). *Handlungsorientierung und Mehrsprachigkeit*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 109-118.
- Bach, G. (2002). Europeans and languages: Assessing the multilingual divide. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Wholeheartedly English: A Life of Learning - Festschrift for Johannes-Peter Timm*. Berlin: Cornelsen. 34-50.
- Baker, A. (2002). Der Erwerb von akademischen Sprachfähigkeiten im Englischen durch bilingualen Sachfachunterricht am Beispiel Biologie. In: Krück, B. & Loeser K. (Hrsg.). *Innovation im Fremdsprachenunterricht 2: Fremdsprachen als Arbeitssprachen*. Frankfurt: Lang. 133-152.
- Beck, R. (2002). Begegnung mit Sprachen in der Grundschule - Erfahrungen, Beispiele und Konsequenzen aus einem Brandenburgischen Modellprojekt. In: Krück, B. & Loeser K. (Hrsg.). *Innovation im Fremdsprachenunterricht 2: Fremdsprachen als Arbeitssprachen*. Frankfurt: Lang. 85-89.
- Beck-Zangenberg, C. (2002). Minding the Gap: Zusätzlicher Fremdsprachenunterricht als bilingualer Vorkurs zur spezifischen Vorbereitung auf den Sachfachunterricht in der Fremdsprachen. *Neusprachliche Mitteilungen aus Wissenschaft und Praxis* 55(2), 80-86.
- Bleyhl, W. (2001). Fremdsprachen in der Grundschule: eine Herausforderung für die Grundschule, die Fremdsprachendidaktik und das Schulsystem. In: Abendroth-Timmer, D. & Bach, G. (Hrsg.). *Mehrsprachiges Europa: Festschrift für Michael Wendt zum 60. Geburtstag*. Tübingen: Narr. 191-206.
- Bleyhl, W. (2002). Foreign language acquisition at the primary school starting in grade one. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Wholeheartedly English: A Life of Learning - Festschrift for Johannes-Peter Timm*. Berlin: Cornelsen. 73-93.
- Bliemel, W. (2002). Fächerübergreifende Unterrichtsaktivität Englisch – Mathematik. *Fremdsprachenunterricht, Sonderheft Fächerübergreifender Unterricht*. Berlin: Pädagogischer Zeitschriftenverlag.
- Bohn, M. (2002). Biologie bilingual: ein Oberstufen-Projekt. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Lehren und Lernen in zwei Sprachen*. Hannover: Schroedel. 62-74.
- Bonato, M. (1990). *Wissensstrukturierung mittels Struktur-Lege-Techniken. Eine graphentheoretische Analyse von Wissensnetzen*. Frankfurt/M.: Lang.
- Bonnet, A. (1998). "Can I have Klebeband?" Handlungsorientierung des bilingualen Unterrichts im Fach Chemie. *Englisch* 33(4), 122-129.
- Bonnet, A. (1999a). Begriffliches Lernen im bilingualen Unterricht Chemie. *Englisch* 34(1), 3-8.

- Bonnet, A. (1999b). Night Lights, Vinegar and Baking Powder – Basic Science im Englischunterricht. *Englisch* 34(2), 45-52.
- Bonnet, A. (2000). Naturwissenschaften im Sachfachunterricht: Border Crossings? In: Abendroth-Timmer, D. & Breidbach, S. (Hrsg.). *Handlungsorientierung und Mehrsprachigkeit*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 149-160.
- Bonnet, A. (2004). *Chemie im bilingualen Unterricht : Kompetenzerwerb durch Interaktion*. Opladen: Leske & Budrich.
- Bonnet, A. & Breidbach, S. (2004) (Hrsg.). *Didaktiken im Dialog. Konzepte des Lehrens und Wege des Lernens im bilingualen Sachfachunterricht*. Frankfurt/M.: Lang.
- Bonnet, A. / Breidbach, S. / Hallet, W. (2003). Fremdsprachlich handeln im Sachfach: Bilinguale Lernkontexte. In: Bach, G. / Timm, J.-P. (Hrsg.). *Englischunterricht*. 3. vollständig überarbeitete und erweiterte Auflage. Tübingen: Francke. 172-196.
- Börner, O. (2001a). Brücken statt Brüche. *Praxis des neusprachlichen Unterrichts* 48(4), 420-424.
- Börner, O. (2001b). Früher Fremdsprachenunterricht: Übergang in die Klasse 5. In: Edelhoff, C. (Hrsg.). *Neue Wege im Fremdsprachenunterricht*. Hannover: Schroedel. 23-29.
- Börner, O. (2001c). Make teaching authentic, meaningful and challenging - Ein Beitrag zum Englischunterricht auf der Primarstufe. In: Bonnet, A. & Kahl, P. (Hrsg.). *Innovation und Tradition im Englischunterricht*. Stuttgart: Klett. 128-135.
- Bortz, J. (1999). *Statistik für Sozialwissenschaftler*. Berlin: Springer.
- Bortz, J. (2003). *Kurzgefasste Statistik für die klinische Forschung : Leitfaden für die verteilungsfreie Analyse kleiner Stichproben*. Berlin: Springer.
- Bredenbröcker, 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.
- Breidbach, S. (2002a). Bilinguale Didaktik zwischen allen Stühlen? Zum Verhältnis von Fremdsprachendidaktik und Sachfachdidaktiken. In: Bach, G. & Niemeier, S. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 173-184.
- Breidbach, S. (2002b). Bilingualer Sachfachunterricht als neues interdisziplinäres Forschungsfeld. In: Breidbach, S. (Hrsg.). *Bilingualer Sachfachunterricht: Didaktik, Lehrer-/Lernerforschung und Bildungspolitik zwischen Theorie und Empirie*. Frankfurt: Lang. 11-27.
- Breidbach, S. (2002c). Die Forschungslandschaft im Bereich "Bilingualer Sachfachunterricht": Eine Bibliographie 1996-2002. In: Bach, G. & Niemeier, S. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 187-247.
- Breidbach, S. (2002d). Wie die Didaktik des Bilingualen Sachfachunterrichts das Laufen lernt: Versuch einer systematischen Einordnung gegenwärtiger Theorieansätze. In: Bateman, J. & Wildgen, W. (Hrsg.). *Sprachbewusstheit im schulischen und sozialen Kontext*. Frankfurt: Lang. 55-70.
- Brown, J. S. / Collins, A. / Duguid, P. (1989). Situated cognition and the culture of learning. *Educational Researcher* 18, 32-42.
- Butzkamm, W. (1993). Bilingualer Unterricht - Fragen an die Forschung. *Die Neueren Sprachen* 92, 151-161
- Bünder, W. (1998). Evaluationsergebnisse aus dem Projekt: "Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung, PING". In: Brechel, R. (Hrsg.). *Zur Didaktik der Physik und Chemie: Probleme und Perspektiven*. Alsbach: Leuchtturm. 132-134.

- Bünder, W. / Kirsch, N. / Lauterbach, R. / Reinhold, P. / Wimber, F. (1994). *BLK-Modellversuch: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING) - 1. Sachbericht*. Kiel: IPN.
- Bünder, W. / Kirsch, N. / Reinhold, P. / Wimber, F. (1995). *BLK-Modellversuch: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING) - 2. Sachbericht*. Kiel: IPN.
- Bünder, W. / Kirsch, N. / Wimber, F. (1996). *BLK-Modellversuch: Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung (PING) - 3. Sachbericht*. Kiel: IPN.
- Burmeister, P. (1994). *Englisch im Bili-Vorlauf: Pilotstudie zur Leistungsfähigkeit des verstärkten Vorlaufs in der 5. Jahrgangsstufe deutsch-englisch bilingualer Zweige in Schleswig-Holstein*. Kiel: l&f Verlag.
- 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.
- Buxton, C. (1999). Designing a Model-Based Methodology for Science Instruction: Lessons from a Bilingual Classroom. *Bilingual Research Journal* 23: 2&3, 113-143. Verfügbar unter (09/05): <http://brj.asu.edu/v2323/pdf/ar4.pdf>
- Childs, P. & O'Farrell, F. (2003). Learning Science through English: An Investigation of the Vocabulary Skills of Native and Non-Native English Speakers in International Schools. *Chemistry Education: Research and Practice* Vol. 4, No. 3, 233-247. Verfügbar unter (09/05): [http://www.uoi.gr/cepr/2003\\_October/pdf/02Childs.pdf](http://www.uoi.gr/cepr/2003_October/pdf/02Childs.pdf)
- Christ, H. (2002). In der Grundschule in zwei Sprachen lernen. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualität und Mehrsprachigkeit: Modelle, Projekte, Ergebnisse*. Hannover: Schroedel. 43-51.
- Christ, I. (1999). Zur Weiterentwicklung des bilingualen Lehrens und Lernens in deutschen Schulen: Bilinguale Züge – Bilingualer Unterricht – Module „Fremdsprachen als Arbeitssprachen“. *Zeitschrift für Interkulturellen Fremdsprachenunterricht* [Online] 4(2), 12 pp. Verfügbar unter (09/05): [http://www.spz.tu-darmstadt.de/projekt\\_ejournal/jg-04-2/beitrag/christi2.htm](http://www.spz.tu-darmstadt.de/projekt_ejournal/jg-04-2/beitrag/christi2.htm)
- Commission of the European Communities (1995). White Paper on Education and Training - Teaching and Learning - Towards the Learning Society. COM(95)590. Verfügbar unter (09/05): <http://europa.eu.int/comm/education/doc/official/keydoc/lb-en.pdf>
- 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 (09/05): [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)
- Craig, F. I. M. & Lockhard, R. S. (1972). Levels of processing: a framework for memory research. *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior* 11, 671-684.
- Cummins, J. & Swain, M. (1998). *Bilingualism in Education*. New York: Longman.
- Decke-Cornill, H. (1999). Einige Bedenken angesichts eines möglichen Aufbruchs des Fremdsprachenunterrichts in eine bilinguale Zukunft. *Neusprachliche Mitteilungen aus Wissenschaft und Praxis* 52(3), 164-170.
- Demuth, R. (2005). Naturwissenschaften - neu gedacht [Vorwort]. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 54(4), 1.

- Dulay, H. & Burt, M. (1974) Natural sequences in child second language acquisition. *Language Learning* 24, 37-52.
- Fathman, A. K. / Quinn, M. E. / Kessler, C. (1992). Teaching Science to English Learners, Grades 4-8. *NCBE Program Information Guide Series 11*(Summer), 23 pp. Verfügbar unter (09/05): <http://www.ncela.gwu.edu/pubs/pigs/pig11.htm>
- Fehling, S. (2002). Language awareness in content and language integrated learning. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Wholeheartedly English: A Life of Learning - Festschrift for Johannes-Peter Timm*. Berlin: Cornelsen. 213-221.
- Fehling, S. & Finkbeiner, C. (2002). Evaluation von Schulleistungen im bilingualen Sachfachunterricht. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualität und Mehrsprachigkeit: Modelle, Projekte, Ergebnisse*. Hannover: Schroedel. 22-32.
- Finkbeiner, C. & Fehling, S. (2002). Bilingualer Unterricht: Aktueller Stand und Implementationsmöglichkeiten im Studium. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Lehren und Lernen in zwei Sprachen*. Hannover: Schroedel. 9-22.
- Fischer, F. & Mandl, H. (2002). Lehren und Lernen mit neuen Medien. In: Tippelt, R. (Hrsg.). *Handbuch Bildungsforschung*. Opladen: Leske & Budrich. 623-637.
- Freudenstein, R. (2002a). Bilingual - von Kindes Beinen an. 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. 66-73.
- Freudenstein, R. (2002b). Über die Schwierigkeit, Fremdsprachen fächerübergreifend zu unterrichten. *Fremdsprachenunterricht, Sonderheft Fächerübergreifender Unterricht*. Berlin: Pädagogischer Zeitschriftenverlag.
- Freudenstein, R. (2002c). Was morgen geschah ... Schulischer Fremdsprachenunterricht gestern, heute – und in Zukunft? In: Neveling, C. (Hrsg.). *Perspektiven für die zukünftige Fremdsprachendidaktik*. Tübingen: Narr. 45-62.
- Friege, G. & Lind, G. (2000). Begriffsnetze und Expertise. In: Fischler, H. & Peuckert, J. (Hrsg.). *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos-Verlag. 147-178.
- Genesee, Fred (1994). Integrating language and content: Lessons from immersion. 9pp. Verfügbar unter (09/05): <http://www.ncela.gwu.edu/pubs/ncrcdssl/epr11.htm>
- Hallet, W. (1998). The Bilingual Triangle: Überlegungen zu einer Didaktik des bilingualen Sachfachunterrichts. *Praxis des neusprachlichen Unterrichts* 45(2), 115-125.
- Hallet, W. (1999). Ein didaktisches Modell für den bilingualen Sachfachunterricht: The Bilingual Triangle. *Neusprachliche Mitteilungen aus Wissenschaft und Praxis* 52(1), 23-27.
- Hallet, W. (2002). Auf dem Weg zu einer bilingualen Sachfachdidaktik: Bilinguales Lernen als fremdsprachige Konstruktion wissenschaftlicher Begriffe. *Praxis des neusprachlichen Unterrichts* 49(2), 115-126.
- Hallet, W. (2003). Bilingualer Unterricht: Qualifikationen, didaktische Konzepte und Curriculum. Bilinguales Lernen als fremdsprachige Konstruktion wissenschaftlichen Wissens. In: Hoffmann, R. (Hrsg.). *Bilingualer Geographieunterricht : Konzepte - Praxis - Forschung*. Nürnberg: Selbstverl. des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik. 45-64.
- Hampton, E. & Rodriguez, R. (2001). Inquiry Science in Bilingual Classrooms. *Bilingual Research Journal* 25:4, 417-434. Verfügbar unter (09/05): <http://brj.asu.edu/v254/pdf/ar4.pdf>
- Hansen, N. (2000). „Frog Stories“: morpho-syntaktische Aspekte eines Pilottests bei 6-jährigen bilingual deutsch/englisch unterrichteten Kindern. Kiel: Magisterarbeit.

- Häußler, P. / Bündler, W. / Duit, R. / Gräber, W. / Mayer, J. (1998). *Naturwissenschafts-  
didaktische Forschung: Perspektiven für die Unterrichtspraxis*. Kiel: IPN.
- Heller, K. & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest für 4. bis 12. Klassen, Revision  
(KFT 4-12 + R)*. Göttingen: Beltz Test.
- Hemmelgarn, M. & Ewig, M. (2003). Bilingualer Biologieunterricht: Ein Forschungsfeld  
(auch) für die Biologiedidaktik. *IDB Münster: Berichte des Institutes für Didaktik der  
Biologie der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster* 12, 39-62.
- Huber, L. (1998). Lingua Franca und Gemeinsprache: Gehört zur Allgemeinen Bildung eine  
gemeinsame Sprache? In: Gogolin, I. / Krüger-Potratz, M. / Meyer, M. A. (Hrsg.).  
*Pluralität und Bildung*. Opladen, Leske + Budrich. 193-211.
- Hüllen, W. (2002). A world language is born: English as a national and as the world language.  
In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Wholeheartedly English: A Life of Learning - Festschrift for  
Johannes-Peter Timm*. Berlin: Cornelsen. 21-34.
- Johnson, R. K. & Swain, M. (1997). *Immersion Education: International Perspectives*.  
Cambridge: Cambridge University Press.
- Kahl, P. (1998). Neue Perspektiven für den Englischunterricht im 5. und 6. Schuljahr nach  
Einführung des Grundschul-Fremdsprachenlernens. *Englisch* 33(2), 49-56.
- Klafki, W. (1998). Schlüsselprobleme der modernen Welt und die Aufgaben der Schule –  
Grundlinien einer neuen Allgemeinbildungskonzeption in internationaler / interkultureller  
Perspektive. In: Gogolin, I. / Krüger-Potratz, M. / Meyer, M. A. (Hrsg.). *Pluralität und  
Bildung*. Opladen, Leske + Budrich. 235-249.
- 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.
- 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.
- Knust, M. (1994). „Bili ist echt gut ...“: Pilotstudie zur Evaluierung von deutsch-englisch  
bilinguaem Unterricht in Schleswig-Holstein. Kiel: l&f Verlag.
- Koch, A. (2005). Science around the world - Integrierter Naturwissenschaftsunterricht im  
internationalen Vergleich. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule* 54(4),  
9-12.
- Koch, B. (2002). Probleme der Leistungsmessung. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualer  
Unterricht: Lehren und Lernen in zwei Sprachen*. Hannover: Schroedel. 85-96.
- Krashen, S. D. (1995). *The Input Hypothesis: Issues and Implications*. London / New York,  
Longman.
- Krashen, S. D. (1999). *Condemned Without a Trial: Bogus Arguments Against Bilingual  
Education*. Portsmouth, NH: Heinemann.
- Krechel, H.-L. (1998). Lern- und Arbeitstechniken für den bilingualen Sachfachunterricht. In:  
Hermes, Liesel & Schmid-Schönbein, G. (Hrsg.). *Fremdsprachen lehren lernen –  
Lehrerbildung in der Diskussion*. Dokumentation des 17. Kongresses für  
Fremdsprachendidaktik, veranstaltet von der Deutschen Gesellschaft für  
Fremdsprachenforschung (DGFF), Koblenz, 6.-8. Oktober 1997. Berlin: Pädagogischer  
Zeitschriftenverlag. 155-162.
- Krechel, H.-L. (1999). Es geht nicht nur um sachfachliche oder fremdsprachliche Belange ...  
*Praxis Schule 5-10* 99(5), 41-45.
- Krechel, H.-L. (2003). Bilingual Modules - Flexible Formen bilingualen Lehrens und  
Lernens. In: Wildhage, M. & Otten, E. (Hrsg.). *Praxis des bilingualen Unterrichts*. Berlin:  
Cornelsen Scriptor. 194-216.

- Krnel, D. / Watson, P. / Glažar, S. A. (1998). Survey of research related to the development of the concept of "matter". *International Journal of Science Education* 20, 257-289.
- Krück, B. & Loeser K. (2002). Entwicklung von Lehr- und Lernmaterialien für Politische Bildung in englischer Sprache: ein Erfahrungsbericht. In: Krück, B. & Loeser K. (Hrsg.). *Innovation im Fremdsprachenunterricht 2: Fremdsprachen als Arbeitssprachen*. Frankfurt: Lang. 23-43.
- Lalla, C. (2002). Die Verknüpfung von Inhalts- und Fremdsprachenlernen im bilingualen Sachfachunterricht. In: Breidbach, S. (Hrsg.). *Bilingualer Sachfachunterricht: Didaktik, Lehrer-/Lernerforschung und Bildungspolitik zwischen Theorie und Empirie*. Frankfurt: Lang. 223-233.
- Lamsfuß-Schenk, S. & Wolff, D. (1999). Bilingualer Sachfachunterricht: Fünf kritische Anmerkungen zum state of the art. *Zeitschrift für interkulturellen Fremdsprachenunterricht* [Online] 4(2), 7 pp. Verfügbar unter (09/05): [http://www.spz.tu-darmstadt.de/projekt\\_ejournal/jg-04-2/beitrag/lamsfus2.htm](http://www.spz.tu-darmstadt.de/projekt_ejournal/jg-04-2/beitrag/lamsfus2.htm)
- Lang, M. (1997). *Neue Wege für den naturwissenschaftlichen Unterricht*. Kiel: IPN.
- Lauterbach, R. (1994). Fächerübergreifende Aufgaben naturwissenschaftlicher Bildung. In: Bayrhuber, H. et al. (Hrsg.). *Interdisziplinäre Themenbereiche und Projekte im Biologieunterricht*. Kiel: IPN. 76-91.
- Lemke, J. (1990). *Talking Science*. Norwood, NJ: Ablex.
- Lenz, T. (2002). Bilingualer Geographieunterricht im Spannungsfeld von Sachfach- und Fremdsprachendidaktik – Eine kritische Positionsbestimmung aus geographiedidaktischer Sicht. *Geographie und Schule*, 24(137), 2-12.
- 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.
- Mandl, H. / Gruber, H. / Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: Issing, L. & Klimsa, P. (Hrsg.). *Informaiton und Lernen mit Multimedia und Internet*. Weinheim: Beltz PVU. 139-148.
- Marsh, D. & Langé, G. (Hrsg.) (2000). *Using languages to learn and learning to use languages*. Jyväskylä: University of Jyväskylä.
- Martin, M. / Mullis, I. / Gonzalez, E. / Chrostowski, S. (Hrsg.) (2004). *TIMSS 2003 International Science Report*. TIMSS & PIRLS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill, MA.
- Mäsch, N. (1993). The German Model of Bilingual Education: An Administrator's Perspective. In: Beatens-Beardsmore, H. (Hrsg.). *European Models of Bilingual Education*. Clevedon: Multilingual Matters.
- Maxis-Gehrke, S. & Bonnet, A. (2001). Naturwissenschaften im Bilingualen Unterricht. In: Bonnet, A. & Kahl, P.. *Innovation und Tradition im Englischunterricht*. Stuttgart: Klett. 153-180.
- Mentz, O. (2001). Ist "bilingualer Unterricht" glaubwürdig? - Ein Plädoyer für fremdsprachiges Sachlernen im 21. Jahrhundert. *Neusprachliche Mitteilungen aus Wissenschaft und Praxis* 54(2), 68-77.
- Meyer, C. (2003). Bilingualer Unterricht: Anspruch und Wirklichkeit aus Sicht der Geographiedidaktik. In: Hoffmann, R. (Hrsg.). *Bilingualer Geographieunterricht : Konzepte - Praxis - Forschung*. Nürnberg: Selbstverl. des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik. 25-44.
- Minicucci, C. (1996). Learning Science and English: How school reform advances scientific learning for limited English proficient middle school students. 14 pp. Verfügbar unter (09/05): <http://www.ncela.gwu.edu/pubs/ncrcdssl/epr17.htm>

- Mühlmann, H. & Otten, E. (1991). Bilinguale deutsch-englische Bildungsgänge an Gymnasien: Diskussion didaktisch-methodischer Probleme. *Die Neueren Sprachen* 90, 2-23.
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. New York: Cambridge University Press.
- 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.
- Overmann, M. (2004). Frühes Fremdsprachenlernen lohnt sich - Neurobiologische Forschungen zur Mehrsprachigkeit. 7 pp. Verfügbar unter (04/05): <http://lernen.bildung.hessen.de/bilingual/bildungspolitik/material-bipo/neuro.doc>
- Peuckert, J. (1999a). Concept Mapping - Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 1: Grundlagen des Concept Mapping. *Physik in der Schule* 37(1), 47-55.
- Peuckert, J. (1999b). Concept Mapping - Lernen wir unsere Schüler kennen! Teil 2: Diagnose von Wissensentwicklungen mittels Concept Maps: ein Bericht aus der Praxis. *Physik in der Schule* 37(2), 122-128.
- Peuckert, J. & Fischler, H. (2000a). Concept Mapping in Forschungszusammenhängen. In: Fischler, H. & Peuckert, J. (Hrsg.). *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos-Verlag. 1-21.
- Peuckert, J. & Fischler, H. (2000b). Concept Maps als Diagnose- und Auswertungsinstrument in einer Studie zur Stabilität und Ausprägung von Schülervorstellungen. In: Fischler, H. & Peuckert, J. (Hrsg.). *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos-Verlag. 91-116.
- Piepho, H.-E. (2001). Was müssen weiterführende Schulen vom Grundschulfremdsprachenunterricht erwarten dürfen? *Praxis des neusprachlichen Unterrichts* 48(4), 346-354.
- Priester, C. (2003). Methodisch-didaktische Grundüberlegungen zu bilingualem Geographieunterricht am Beispiel einer Unterrichtseinheit in der Klassenstufe 9. In: Hoffmann, R. (Hrsg.). *Bilingualer Geographieunterricht : Konzepte - Praxis - Forschung*. Nürnberg: Selbstverl. des Hochschulverbandes für Geographie und ihre Didaktik. 95-107.
- PING-Projektgruppe (1999-2003). *Praxis integrierter naturwissenschaftlicher Grundbildung - Erprobungsfassung, Version 5*. CD-ROM. Kiel: IPN.
- PING-Kernentwicklungsgruppe (1995). *Was ist PING? Informationen zu Status - Konzeption - Entwicklung*, Kiel: IPN.
- PING-Kernentwicklungsgruppe (1999). *Erkenntnismethoden für PING: Anregungen für die Gestaltung der Erkenntnisprozesse*. Kiel: IPN.
- Rautenhaus, H. (1999). 10 Thesen zur Didaktik und Methodik des bilingualen Sachfachunterrichts. *Praxis Schule 5-10* 99(5), 14.
- Rautenhaus, H. (2000). Prolegomena zu einer Didaktik des bilingualen Sachfachunterrichts, Beispiel: Geschichte. In: Bach, G. & Niemeier, S. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 115-126.
- Rautenhaus, H. (2002). Teacher students practising task-oriented foreign language exercises. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Wholeheartedly English: A Life of Learning - Festschrift for Johannes-Peter Timm*. Berlin: Cornelsen. 222-234.
- Richter, R. (2004). And now - in English, please. *Unterricht Biologie* 297/298, 4-12.
- Richter, R. & Zimmermann, M. (2003). Biology - Und es geht doch: Naturwissenschaftlicher Unterricht auf Englisch. In: Wildhage, M. & Otten, E. (Hrsg.). *Praxis des bilingualen Unterrichts*. Berlin: Cornelsen Scriptor. 116-146.

- Roßbach, H.-G. (2002). Zum Design empirischer Untersuchungen in der Lehr-Lern-Forschung. In: Spreckelsen, K. / Möller, K. / Hartinger, A. (Hrsg.). *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Klinkhardt. 41-58.
- Ruiz-Primo, M. A. (2000). On the Use of Concept Maps As An Assessment Tool in Science: What We Have Learned So Far. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 2(1).
- Ruiz-Primo, M. A. & Shavelson, R. J. (1996). Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. *Journal of Research in Science Teaching* 33(6), 569-600.
- Sauer, H. (1996). Überlegungen zu den Möglichkeiten von Immersion im frühen Fremdsprachenunterricht. In: Kubanek-German, A. (Hrsg.). *Immersion, Fremdsprachenlernen, Primarbereich*. München: Goethe-Institut. 81-87.
- Schecker, H. & Klieme E. (2000). Erfassung physikalischer Kompetenz durch Concept-Mapping-Verfahren. In: Fischler, H. & Peuckert, J. (Hrsg.). *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos-Verlag. 23-49.
- Schiffler, L. (1998). *Learning by Doing im Fremdsprachenunterricht: Handlungs- und partnerorientierter Fremdsprachenunterricht mit und ohne Lehrbuch*. Ismaning: Hueber.
- Schmid-Schönbein, G. / Goetz, H. / Hoffknecht, V. (1994). „Mehr oder anders?“ - Konzepte, Modelle und Probleme des Bilingualen Unterrichts. *Der fremdsprachliche Unterricht - Englisch* 28 (13), 6-11.
- Schmid-Schönbein, G. & Siegismund, B. (1998). Bilingualer Sachfachunterricht. In: Timm, J.-P. (Hrsg.). *Englisch lernen und lehren - Didaktik des Englischunterrichts*. Berlin: Cornelsen. 201-210.
- Schmidt, K. (2002). Die Auswirkungen des frühbeginnenden Englischunterrichts auf die Arbeit in den Klassen 5/6. In: Melde, W. & Raddatz, V. (Hrsg.). *Innovationen im Fremdsprachenunterricht 1: Offene Formen und Frühbeginn*. Frankfurt: Lang. 119-127.
- 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.
- Schrandt, C. (2002). Evaluierung des bilingualen Sachfachunterrichts an Berliner Realschulen: Leistungsmessung in der Zielsprache Englisch. In: Breidbach, S. (Hrsg.). *Bilingualer Sachfachunterricht: Didaktik, Lehrer-/Lernerforschung und Bildungspolitik zwischen Theorie und Empirie*. Frankfurt: Lang. 151-159.
- Schulmeister, R. (2002). *Grundlagen hypermedialer Lernsysteme*. München: Oldenbourg.
- Schultz-Steinbach, G. (2001). Don't start again - carry on, please! Der Brückenschlag vom Englischlernen in der Grundschule zum weiterführenden Englischunterricht in der Sekundarstufe I. Verfügbar unter (09/05): <http://www.lernnetzsh.de/fg/brueschl.html#anfang>
- Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland (Hrsg.) (1999). *Konzepte für den bilingualen Unterricht: Erfahrungsberichte und Vorschläge zur Weiterentwicklung*. Bonn.
- Solomon, J. & Aikenhead, G. (Hrsg.) (1994). *STS Education: International Perspectives on Reform*. Teachers College Press, New York.
- Spreckelsen, K. (1999). Simultanexperimente bei der Behandlung physikalischer Phänomene im Primarbereich und als Gegenstand fachdidaktischer Forschung. *Physik in der Schule* 37(4), 220-222.
- Stracke, I. (2004). Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie. Münster: Waxmann.

- Sumfleth, E. & Tiemann, R.. Own Word Mapping - Ein alternativer Zugang zu Schülervorstellungen. In: Fischler, H. & Peuckert, J. (Hrsg.). *Concept Mapping in fachdidaktischen Forschungsprojekten der Physik und Chemie*. Berlin: Logos-Verlag. 179-203.
- Timm, J.-P. (2002). Bilingualer Sachfachunterricht revisited. *Praxis des neusprachlichen Unterrichts* 49(1), 12-16.
- Thürmann, E. (2000a). Eine eigenständige Methodik für den bilingualen Fachunterricht? In: Bach, G. & Niemeier, S. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 75-93.
- Thürmann, E. (2000b). Zwischenbilanz zur Entwicklung der bilingualen Bildungsangebote in Deutschland. Verfügbar unter (09/05): <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/berichtsarchiv/pdf/ar0001.pdf>
- Tönshoff, W. (2002). Fremdsprachlicher Frühbeginn, bilinguales Lehren und Lernen, Einsatz neuer Medien - Herausforderungen für Wissenschaft und Unterrichtspraxis. 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. 197-208.
- Vater, D. (1999). Save the Rainforest. *Praxis Schule 5-10* 99(5), 36-40.
- Vollmer, H. J. (1998). Lerner- und Handlungsorientierung im Bilingualen Sachfachunterricht. In: Hermes, L. & Schmid-Schönbein, G. (Hrsg.). *Fremdsprachen lehren lernen – Lehrerausbildung in der Diskussion*. Dokumentation des 17. Kongresses für Fremdsprachendidaktik, veranstaltet von der Deutschen Gesellschaft für Fremdsprachenforschung (DGFF), Koblenz, 6.-8. Oktober 1997. Berlin: Pädagogischer Zeitschriftenverlag. 291-304.
- Vollmer, H. J. (1999). Ist jedes Lehrmaterial auch Lernmaterial? Perspektiven für den bilingualen Unterricht. In: Bausch, K.-R. et al. (Hrsg.). *Die Erforschung von Lehr- und Lernmaterialien im Kontext des Lehrens und Lernens fremder Sprachen: Arbeitspapiere der 19. Frühjahrskonferenz zur Erforschung des Fremdsprachenunterrichts*. Tübingen: Narr.
- Vollmer, H. J. (2000). Bilingualer Sachfachunterricht als Inhalts- und Sprachlernen. In: Bach, G. & Niemeier, S. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 51-73.
- Vollmer, H. J. (2001). Englisch und Mehrsprachigkeit: Interkulturelles Lernen durch Englisch als *lingua franca*? In: Abendroth-Timmer, D. & Bach, G. (Hrsg.). *Mehrsprachiges Europa: Festschrift für Michael Wendt zum 60. Geburtstag*. Tübingen: Narr. 91-109.
- Vollmer, H. J. (2002a). 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.
- Vollmer, H. J. (2002b). Project orientation in content and language integrated learning. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Wholeheartedly English: A Life of Learning - Festschrift for Johannes-Peter Timm*. Berlin: Cornelsen. 235-251.
- Weilburger Erklärung (2001). *Mehrsprachigkeit und Europäische Dimension in Schule und Erwachsenenbildung: Empfehlungen für ein Gesamtkonzept erfolgreichen Sprachen-Lehrens und Lernens*. 10 pp. Verfügbar unter (09/05): [http://lernen.bildung.hessen.de/interkulturell/euro-sprachen/material/WE\\_Schlussfassung.pdf](http://lernen.bildung.hessen.de/interkulturell/euro-sprachen/material/WE_Schlussfassung.pdf)
- Wendt, M. et al. (2000). Sprachliches Lernen und Handeln in mehrsprachigen und interkulturellen Kontexten. In: Abendroth-Timmer, D. & Breidbach, S. (Hrsg.). *Handlungsorientierung und Mehrsprachigkeit*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 23-60.

- Wesche, M. B. (2002). Early French Immersion: How has the original Canadian model stood the test of time? In: Burmeister, P. / Piske, T. / Rohde, A. (Hrsg.). *An Integrated View of Language Development; Papers in Honor of Henning Wode*. Trier: WVT. 357-379.
- White, R. & Gunstone, R. (1992). *Probing Understanding*. London: Farmer Press.
- White, R. & Gunstone, R. (2002). Assessment of Understanding of Science in Elementary School. In: Spreckelsen, K. / Möller, K. / Hartinger, A. (Hrsg.). *Ansätze und Methoden empirischer Forschung zum Sachunterricht*. Bad Heilbrunn: Kinkhardt. 91-102.
- Wilson, M. (1997). Relating the National Science Education Standards to the Science Education for Public Understanding Program (SEPUP) Assessment System. In: Roberts, L. / Wilson, M. / Draney, K. (Hrsg.). *The SEPUP Assessment System: An Overview*. Berkeley, CA: Lawrence Hall of Science. 12pp. Verfügbar unter (06/03): <http://ehrweb.aaas.org/her/forum/wilson.html>
- Wode, H. (1994). *Bilinguale Unterrichtserprobung in Schleswig-Holstein*. Kiel: l&f Verlag.
- Wode, H. (1995). *Lernen in der Fremdsprache: Grundzüge von Immersion und bilinguaalem Unterricht*. Ismaning: Hueber.
- Wode, H. et al. (1996). Die Erprobung von deutsch-englisch bilinguaalem Unterricht in Schleswig-Holstein: Ein erster Zwischenbericht. *Zeitschrift für Fremdsprachenforschung* 7(1), 15-42.
- Wode, H. et al. (2001). Englisch durch bilinguale Kitas und Immersionsunterricht in der Grundschule: Erfahrungen aus der Praxis und Forschungsergebnisse. In: Voß & Stahlheber (Hrsg.). *Fremdsprachen auf dem Prüfstand: Innovation - Qualität - Evaluation*. Berlin: Pädagogischer Zeitschriftenverlag. 139-149. Verfügbar unter (09/05): <http://www.anglistik.uni-kiel.de/Chairs/Linguist/docs/ger/texte/Dresden.pdf>
- Wode, H. (2002). Fremdsprachenvermittlung in Kita, Grundschule und Sekundarbereich: Ein integrierter Ansatz. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualität und Mehrsprachigkeit: Modelle, Projekte, Ergebnisse*. Hannover: Schroedel. 33-42. Verfügbar unter (09/05): <http://www.anglistik.uni-kiel.de/Chairs/Linguist/docs/ger/texte/FremdsprKita.pdf>
- Wolff, D. (1996). Bilingualer Sachfachunterricht: Versuch einer lernpsychologischen und fachdidaktischen Begründung (Vortrag am 21.11.1996 an der Bergischen Universität Gesamthochschule Wuppertal). Verfügbar unter (09/05): [http://www.uni-wuppertal.de/FB4/bilingu/bilingualer\\_sachfachunterricht.htm](http://www.uni-wuppertal.de/FB4/bilingu/bilingualer_sachfachunterricht.htm)
- Wolff, D. (1997). Zur Förderung von Sprachbewußtheit und Sprachlernbewußtheit im bilingualen Sachfachunterricht. *Fremdsprachen Lehren und Lernen* 26, 167-163.
- Wolff, D. (2000). Möglichkeiten zur Entwicklung von Mehrsprachigkeit in Europa. In: Bach, G. & Niemeier, S. (Hrsg.). *Bilingualer Unterricht: Grundlagen, Methoden, Praxis, Perspektiven*. Frankfurt a. M.: Peter Lang. 159-172.
- Wolff, D. (2002a). Bilingualer Sachfachunterricht in Europa: Ein Überblick. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualität und Mehrsprachigkeit: Modelle, Projekte, Ergebnisse*. Hannover: Schroedel. 7-13.
- Wolff, D. (2002b). Einige Anmerkungen zur Curriculum-Entwicklung im bilingualen Sachfachunterricht. *Neusprachliche Mitteilungen aus Wissenschaft und Praxis* 55(2), 66-75.
- Wolff, D. (2002c). 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.
- Zydatißen, W. (2002a). 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.

- 
- Zydati, W. (2002b). "Wasser ist Leben!" - Integriertes Sach- und Sprachlernen im Fach Deutsch als Zweitsprache der Berliner Grundschule. In: Finkbeiner, C. (Hrsg.). *Bilingualität und Mehrsprachigkeit: Modelle, Projekte, Ergebnisse*. Hannover: Schroedel. 59-70.
- Zydati, 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.

## ANHANG

## A Fragebogen

**FRAGEBOGEN**

für die fünften Klassen am Gymnasium Altenholz im Schuljahr 2003/2004

Der 1. Buchstabe des Vornamens meiner Mutter	
Der 2. Buchstabe des Vornamens meines Vaters	
Die letzte Ziffer meiner Hausnummer	
Ich bin ein Mädchen (M) oder ein Junge (J)	

**Beispiele**

Ich mag Fischstäbchen.	++	Also mag Fritzi Fischstäbchen sehr gern.
Ich mag Pudding.	+	Kathrin mag Pudding einigermaßen gern.
Ich mag Gemüsesuppe	-	Marie mag Gemüsesuppe eher nicht.
Ich mag Sülze.	--	Und Anton mag Sülze überhaupt nicht.

**1. Dein Englischunterricht in der Grundschule**

Ich habe bei einer freiwilligen Englisch-AG in der Grundschule mitgemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ja	nein
Ich hatte mit der ganzen Klasse Englischunterricht in der Grundschule.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ja	nein
Ich hatte auch Sachunterricht auf Englisch in der Grundschule.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ja	nein

**2. Dein Interesse an Naturwissenschaften**

Ich interessiere mich für Natur und Technik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Es macht mir Spaß, Experimente selbst auszuprobieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Ich würde gerne wissen, wie Smarties gemacht werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Ich sehe mir gerne die Sachgeschichten in der Sendung mit der Maus an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--

### 3. Dein Interesse an Fremdsprachen

Ich mag fremde Sprachen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Im Urlaub finde ich es wichtig ein paar Worte der fremden Sprache zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Es macht mir Spaß, fremde Sprachen nachzumachen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Ich finde es spannend, wenn der Schulchor ein spanisches Lied singt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--

### 4. Dein Interesse an Arbeitsgemeinschaften

Kreuze den Satz an, der für Dich am ehesten stimmt:

<input type="checkbox"/>	Ich habe mir den Science Club (die Naturwissenschafts-AG auf Englisch) ein- oder zweimal angeguckt.
<input type="checkbox"/>	Ich war öfter mal beim Science Club.
<input type="checkbox"/>	Ich war regelmäßig beim Science Club.
<input type="checkbox"/>	Ich wäre zum Science Club gegangen, wenn ich Zeit gehabt hätte.
<input type="checkbox"/>	Ich würde zur einer Naturwissenschafts-AG gehen, wenn sie auf Deutsch abgehalten würde.
<input type="checkbox"/>	Ich würde zu einer Englisch-AG gehen, wenn es nicht um Naturwissenschaften gehen würde.
<input type="checkbox"/>	So eine AG ist nichts für mich.

## FRAGEBOGEN

**für die fünften Klassen am Gymnasium Altenholz im Schuljahr 2004/2005**

Der 2. Buchstabe meines Vornamens	
Der 1. Buchstabe des Vornamens meiner Mutter	
Die letzte Ziffer meiner Hausnummer	
Ich bin ein Mädchen (M) oder ein Junge (J)	

### Beispiele

Ich mag Fischstäbchen.	++	Also mag Fritz Fischstäbchen sehr gern.
Ich mag Pudding.	+	Kathrin mag Pudding einigermaßen gern.
Ich mag Gemüsesuppe	-	Marie mag Gemüsesuppe eher nicht.
Ich mag Sülze.	--	Und Anton mag Sülze überhaupt nicht.

### 1. Dein Englischunterricht in der Grundschule

Ich habe bei einer freiwilligen Englisch-AG in der Grundschule mitgemacht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ja	nein
Ich hatte mit der ganzen Klasse Englischunterricht in der Grundschule.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ja	nein
Ich hatte auch Sachunterricht auf Englisch in der Grundschule.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	ja	nein

### 2. Dein Interesse an Naturwissenschaften

Ich interessiere mich für Natur und Technik.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Es macht mir Spaß, Experimente selbst auszuprobieren.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Ich würde gerne wissen, wie Smarties gemacht werden.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Ich sehe mir gerne die Sachgeschichten in der Sendung mit der Maus an.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--

### 3. Dein Interesse an Fremdsprachen

Ich mag fremde Sprachen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Im Urlaub finde ich es wichtig ein paar Worte der fremden Sprache zu lernen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Es macht mir Spaß, fremde Sprachen nachzumachen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--
Ich finde es spannend, wenn der Schulchor ein spanisches Lied singt.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
	++	+	-	--

### 4. Dein Interesse an Arbeitsgemeinschaften

Kreuze den Satz an, der für Dich am ehesten stimmt:

<input type="checkbox"/>	Ich habe mir den Science Club oder die Naturwissenschafts-AG mal angeguckt.
<input type="checkbox"/>	Ich war regelmäßig beim Science Club (auf Englisch).
<input type="checkbox"/>	Ich war regelmäßig bei der Naturwissenschafts-AG (auf Deutsch).
<input type="checkbox"/>	Ich wäre zum Science Club (auf Englisch) gegangen, wenn ich Zeit gehabt hätte.
<input type="checkbox"/>	Ich wäre zur Naturwissenschafts-AG (auf Deutsch) gegangen, wenn ich Zeit gehabt hätte.
<input type="checkbox"/>	Ich würde zu einer Englisch-AG gehen, wenn es nicht um Naturwissenschaften gehen würde.
<input type="checkbox"/>	So eine AG ist nichts für mich.

## B Entwicklung der *Concept-Mapping*-Aufgabe

Tab. 15: Begriffe und Relationen als Vorgaben für die *Concept-Mapping*-Aufgabe zum Thema „*What can I do with water?*“ bzw. „Ich und das Wasser“

	Rahmenthema: Wasser	
	Englisch	Deutsch
Begriffe	water water vapour ice clouds rain ground water river sea drinking water waste water clean water dirty water sandy water salty water water consumption shower bath toilet washing machine food & drink	Wasser Wasserdampf Eis Wolken Regen Grundwasser Fluss Meer Trinkwasser Abwasser sauberes Wasser schmutziges Wasser sandiges Wasser salziges Wasser Wasserverbrauch Dusche Bad Toilette Waschmaschine Essen & Trinken
Relationen	condenses to evaporates to freezes to melts to is collected in flows into is used for must be cleaned to make filtered makes distilled makes is / are is not produces is high in is low in can be low in	kondensiert zu verdampft zu gefriert zu schmilzt zu sammelt sich in fließt in wird benutzt für muss gereinigt werden zu wird gefiltert zu wird destilliert zu ist / sind ist nicht produziert ist hoch in ist niedrig in kann niedrig sein in

Tab. 16: Begriffe und Relationen als Vorgaben für die Concept-Mapping-Aufgabe zum Thema „*What can I do with air?*“ bzw. „Ich und die Luft“

	Rahmenthema: Wasser	
	Englisch	Deutsch
Begriffe	air invisible mass gas nitrogen oxygen carbon dioxide fire pollution humans plants movement of the wing form of the wing pressure flow wind warm air lift flying	Luft unsichtbar Masse Gas Stickstoff Sauerstoff Kohlenstoffdioxid Feuer Verschmutzung Menschen Pflanzen Bewegung des Flügels Form des Flügels Druck Strömung Wind warme Luft Auftrieb Fliegen
Relationen	is has need(s) produce(s) contains 78% contains 21% contains <1% puts out breathe in breathe out too much is is heavier than is a mixture of is moving causes	ist / sind hat braucht produziert verursacht löscht bewegt zu viel ist enthält 78% enthält 21% enthält <1% atmen ein atmen aus ist schwerer als ist eine Mischung aus

### C Quantitative Auswertung der *Concept Maps*: Graphenmaße

Tab. 17: Graphenmaße aller Begriffsnetze zum Thema „*What can I do with water?*“ bzw. „Ich und das Wasser“

	[KNO] <sub>gesamt</sub>			[UVB]			[KNO] <sub>verwendet</sub>		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		20			0			20	
I1	20	20	0	0	0	0	20	20	0
I2	19	20	1	6	0	-6	13	20	7
I3	20	20	0	5	0	-5	15	20	5
I4	20	20	0	0	0	0	20	20	0
I5	20	20	0	0	0	0	20	20	0
I6	20	20	0	3	1	-2	17	19	2
I8	20	19	-1	3	0	-3	17	19	2
I9	20	20	0	1	1	0	19	19	0
I10	20	20	0	0	0	0	20	20	0
I11	20	20	0	2	1	-1	18	19	1
Mittelwert I	19,9	19,9	0,0	2,0	0,3	-1,7	17,9	19,6	1,7
Standardabweichung I	0,32	0,32	0,47	2,21	0,48	2,26	2,42	0,52	2,45
Minimum I	19	19	-1	0	0	-6	13	19	0
Maximum I	20	20	1	6	1	0	20	20	7
A1	20	20	0	1	0	-1	19	20	1
A2	20	20	0	0	0	0	20	20	0
A3	19	20	1	0	1	1	19	19	0
A4	20	20	0	0	0	0	20	20	0
A5	20	20	0	1	0	-1	19	20	1
A6	19	20	1	0	1	1	19	19	0
A7	20	20	0	0	0	0	20	20	0
A8	20	20	0	0	0	0	20	20	0
A9	20	20	0	1	0	-1	19	20	1
A10	20	20	0	0	0	0	20	20	0
A11	20	20	0	0	0	0	20	20	0
A12	20	20	0	0	0	0	20	20	0
Mittelwert A	19,8	20,0	0,2	0,3	0,2	-0,1	19,6	19,8	0,3
Standardabweichung A	0,39	0,00	0,39	0,45	0,39	0,67	0,51	0,39	0,45
Minimum A	19	20	0	0	0	-1	19	19	0
Maximum A	20	20	1	1	1	1	20	20	1
E1	20	20	0	0	0	0	20	20	0
E2	20	20	0	0	0	0	20	20	0
E3	20	20	0	2	0	-2	18	20	2
E4	20	20	0	0	1	1	20	19	-1
E5	20	20	0	8	0	-8	12	20	8
E6	20	20	0	0	0	0	20	20	0
E7	20	20	0	0	0	0	20	20	0
E8	20	20	0	0	0	0	20	20	0
E9	20	20	0	9	0	-9	11	20	9
Mittelwert E	20,0	20,0	0,0	2,1	0,1	-2,0	17,9	19,9	2,0
Standardabweichung E	0,00	0,00	0,00	3,69	0,33	3,77	3,69	0,33	3,77
Minimum E	20	20	0	0	0	-9	11	19	-1
Maximum E	20	20	0	9	1	1	20	20	9
D1	20	20	0	0	1	1	20	19	-1
D2	20	20	0	3	0	-3	17	20	3
D3	20	20	0	1	0	-1	19	20	1
D10	20	20	0	1	0	-1	19	20	1
D11	18	20	2	0	0	0	18	20	2
D12	20	20	0	1	0	-1	19	20	1
D13	19	20	1	0	0	0	19	20	1
D16	20	20	0	0	0	0	20	20	0
Mittelwert D	19,6	20,0	0,4	0,8	0,1	-0,6	18,9	19,9	1,0
Standardabweichung D	0,74	0,00	0,74	1,04	0,35	1,19	0,99	0,35	1,20
Minimum D	18	20	0	0	0	-3	17	19	-1
Maximum D	20	20	2	3	1	1	20	20	3
Mittelwert gesamt	19,8	20,0	0,1	1,2	0,2	-1,1	18,6	19,8	1,2
Standardabweichung gesamt	0,43	0,16	0,47	2,23	0,39	2,29	2,25	0,41	2,29
Minimum gesamt	18	19	-1	0	0	-9	11	19	-1
Maximum gesamt	20	20	2	9	1	1	20	20	9

	[KAN] <sub>gesamt</sub>			[KAN] <sub>richtig</sub>			[KAN] <sub>unbeschriftet</sub>		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
<b>Experten</b>		42			42			0	
I1	24	41	17	16	34	18	0	6	6
I2	8	20	12	5	14	9	3	4	1
I3	11	24	13	9	24	15	0	0	0
I4	22	28	6	16	22	6	0	3	3
I5	28	33	5	28	33	5	0	0	0
I6	16	23	7	16	19	3	0	0	0
I8	16	36	20	13	30	17	0	3	3
I9	23	35	12	10	34	24	10	0	-10
I10	14	20	6	14	18	4	0	1	1
I11	18	22	4	16	18	2	0	0	0
Mittelwert I	18,0	28,2	10,2	14,3	24,6	10,3	1,3	1,7	0,4
Standardabweichung I	6,24	7,54	5,45	6,09	7,56	7,63	3,20	2,16	4,14
Minimum I	8	20	4	5	14	2	0	0	-10
Maximum I	28	41	20	28	34	24	10	6	6
A1	17	34	17	15	23	8	0	10	10
A2	15	37	22	14	37	23	0	0	0
A3	19	26	7	17	24	7	0	0	0
A4	19	36	17	15	34	19	0	0	0
A5	15	32	17	12	29	17	1	0	-1
A6	16	36	20	16	35	19	0	0	0
A7	22	34	12	19	27	8	0	2	2
A8	19	26	7	19	19	0	0	7	7
A9	24	33	9	20	27	7	0	0	0
A10	17	32	15	12	30	18	0	0	0
A11	15	22	7	5	19	14	10	1	-9
A12	18	21	3	17	21	4	0	0	0
Mittelwert A	18,0	30,8	12,8	15,1	27,1	12,0	0,9	1,7	0,8
Standardabweichung A	2,83	5,56	6,08	4,10	6,14	7,22	2,87	3,31	4,56
Minimum A	15	21	3	5	19	0	0	0	-9
Maximum A	24	37	22	20	37	23	10	10	10
E1	29	34	5	29	32	3	0	0	0
E2	20	24	4	20	20	0	0	0	0
E3	17	36	19	16	36	20	1	0	-1
E4	18	25	7	15	24	9	0	0	0
E5	14	27	13	13	26	13	0	0	0
E6	29	37	8	26	31	5	0	0	0
E7	13	30	17	12	31	19	0	0	0
E8	13	24	11	10	21	11	0	0	0
E9	10	31	21	10	30	20	0	0	0
Mittelwert E	18,1	29,8	11,7	16,8	27,9	11,1	0,1	0,0	-0,1
Standardabweichung E	6,86	5,09	6,22	6,87	5,42	7,54	0,33	0,00	0,33
Minimum E	10	24	4	10	20	0	0	0	-1
Maximum E	29	37	21	29	36	20	1	0	0
D1	19	30	11	12	23	11	1	2	1
D2	23	46	23	22	42	20	0	3	3
D3	18	23	5	18	21	3	0	0	0
D10	18	22	4	18	15	-3	0	3	3
D11	18	24	6	18	21	3	0	0	0
D12	19	19	0	18	18	0	0	0	0
D13	17	23	6	16	19	3	0	3	3
D16	20	25	5	17	24	7	0	1	1
Mittelwert D	19,0	26,5	7,5	17,4	22,9	5,5	0,1	1,5	1,4
Standardabweichung D	1,85	8,47	6,95	2,77	8,24	7,21	0,35	1,41	1,41
Minimum D	17	19	0	12	15	-3	0	0	0
Maximum D	23	46	23	22	42	20	1	3	3
Mittelwert gesamt	18,2	29,0	10,8	15,7	25,8	10,0	0,7	1,3	0,6
Standardabweichung gesamt	4,72	6,61	6,21	5,15	6,85	7,50	2,26	2,27	3,27
Minimum gesamt	8	19	0	5	14	-3	0	0	-10
Maximum gesamt	29	46	23	29	42	24	10	10	10

	[KAN] <sub>falsch</sub>			[KAN] <sub>unterrichtsbezogen</sub>			[KAN] <sub>themenunabhängig</sub>		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		0			42			0	
I1	8	1	-7	12	22	10	4	12	8
I2	0	2	2	0	12	12	5	2	-3
I3	2	0	-2	8	22	14	1	2	1
I4	6	3	-3	10	16	6	6	6	0
I5	0	0	0	16	26	10	12	7	-5
I6	0	4	4	16	18	2	0	1	1
I8	3	3	0	11	28	17	2	2	0
I9	3	1	-2	10	33	23	0	1	1
I10	0	1	1	13	16	3	1	2	1
I11	2	4	2	16	17	1	0	1	1
Mittelwert I	2,4	1,9	-0,5	11,2	21,0	9,8	3,1	3,6	0,5
Standardabweichung I	2,76	1,52	3,14	4,85	6,46	7,05	3,81	3,63	3,34
Minimum I	0	0	-7	0	12	1	0	1	-5
Maximum I	8	4	4	16	33	23	12	12	8
A1	2	1	-1	14	21	7	1	2	1
A2	1	0	-1	14	36	22	0	1	1
A3	2	2	0	16	24	8	1	0	-1
A4	4	2	-2	15	33	18	0	1	1
A5	2	3	1	12	27	15	0	2	2
A6	0	1	1	16	32	16	0	3	3
A7	3	5	2	13	26	13	6	1	-5
A8	0	0	0	16	18	2	3	1	-2
A9	4	6	2	16	25	9	4	2	-2
A10	5	2	-3	7	29	22	5	1	-4
A11	0	2	2	4	15	11	1	4	3
A12	1	0	-1	15	19	4	2	2	0
Mittelwert A	2,0	2,0	0,0	13,2	25,4	12,3	1,9	1,7	-0,3
Standardabweichung A	1,71	1,91	1,65	3,86	6,43	6,58	2,11	1,07	2,60
Minimum A	0	0	-3	4	15	2	0	0	-5
Maximum A	5	6	2	16	36	22	6	4	3
E1	0	2	2	22	23	1	7	9	2
E2	0	4	4	17	18	1	3	2	-1
E3	0	0	0	7	32	25	9	4	-5
E4	3	1	-2	12	20	8	3	4	1
E5	1	1	0	13	26	13	0	0	0
E6	3	6	3	18	18	0	8	13	5
E7	1	-1	-2	12	30	18	0	1	1
E8	3	3	0	12	21	9	-2	0	2
E9	0	1	1	8	28	20	2	2	0
Mittelwert E	1,2	1,9	0,7	13,4	24,0	10,6	3,3	3,9	0,6
Standardabweichung E	1,39	2,15	2,06	4,80	5,22	9,10	3,87	4,40	2,70
Minimum E	0	-1	-2	7	18	0	-2	0	-5
Maximum E	3	6	4	22	32	25	9	13	5
D1	6	5	-1	10	18	8	2	5	3
D2	1	1	0	22	36	14	0	6	6
D3	0	2	2	16	21	5	2	0	-2
D10	0	4	4	16	14	-2	2	1	-1
D11	0	3	3	15	20	5	3	1	-2
D12	1	1	0	16	18	2	2	0	-2
D13	1	1	0	13	19	6	3	0	-3
D16	3	0	-3	17	19	2	0	5	5
Mittelwert D	1,5	2,1	0,6	15,6	20,6	5,0	1,8	2,3	0,5
Standardabweichung D	2,07	1,73	2,26	3,42	6,55	4,75	1,16	2,60	3,59
Minimum D	0	0	-3	10	14	-2	0	0	-3
Maximum D	6	5	4	22	36	14	3	6	6
Mittelwert gesamt	1,8	2,0	0,2	13,2	23,0	9,7	2,5	2,8	0,3
Standardabweichung gesamt	2,01	1,77	2,28	4,38	6,31	7,26	2,94	3,11	2,94
Minimum gesamt	0	-1	-7	0	12	-2	-2	0	-5
Maximum gesamt	8	6	4	22	36	25	12	13	8

	[KPX] <sub>gesamt</sub>			[KPX] <sub>richtig</sub>			[KOM]		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten	2,10			2,10			1		
I1	1,20	2,05	0,85	0,80	1,70	0,90	1	1	0
I2	0,62	1,00	0,38	0,38	0,70	0,32	7	2	-5
I3	0,73	1,20	0,47	0,60	1,20	0,60	5	2	-3
I4	1,10	1,40	0,30	0,80	1,10	0,30	4	1	-3
I5	1,40	1,65	0,25	1,40	1,65	0,25	1	1	0
I6	0,94	1,21	0,27	0,94	1,00	0,06	4	2	-2
I8	0,94	1,89	0,95	0,76	1,58	0,81	2	1	-1
I9	1,21	1,84	0,63	0,53	1,79	1,26	1	1	0
I10	0,70	1,00	0,30	0,70	0,90	0,20	6	2	-4
I11	1,00	1,16	0,16	0,89	0,95	0,06	4	2	-2
Mittelwert I	0,98	1,44	0,46	0,78	1,26	0,48	3,5	1,5	-2,0
Standardabweichung I	0,251	0,389	0,269	0,275	0,389	0,403	2,17	0,53	1,76
Minimum I	0,62	1,00	0,16	0,38	0,70	0,06	1	1	-5
Maximum I	1,40	2,05	0,95	1,40	1,79	1,26	7	2	0
A1	0,89	1,70	0,81	0,79	1,15	0,36	3	1	-2
A2	0,75	1,85	1,10	0,70	1,85	1,15	6	1	-5
A3	1,00	1,37	0,37	0,89	1,26	0,37	2	1	-1
A4	0,95	1,80	0,85	0,75	1,70	0,95	4	1	-3
A5	0,79	1,60	0,81	0,63	1,45	0,82	4	1	-3
A6	0,84	1,89	1,05	0,84	1,84	1,00	4	1	-3
A7	1,10	1,70	0,60	0,95	1,35	0,40	1	1	0
A8	0,95	1,30	0,35	0,95	0,95	0,00	1	2	1
A9	1,26	1,65	0,39	1,05	1,35	0,30	2	1	-1
A10	0,85	1,60	0,75	0,60	1,50	0,90	4	1	-3
A11	0,75	1,10	0,35	0,25	0,95	0,70	5	3	-2
A12	0,90	1,05	0,15	0,85	1,05	0,20	4	2	-2
Mittelwert A	0,92	1,55	0,63	0,77	1,37	0,60	3,3	1,3	-2,0
Standardabweichung A	0,149	0,283	0,308	0,212	0,316	0,369	1,56	0,65	1,60
Minimum A	0,75	1,05	0,15	0,25	0,95	0,00	1	1	-5
Maximum A	1,26	1,89	1,10	1,05	1,85	1,15	6	3	1
E1	1,45	1,70	0,25	1,45	1,60	0,15	1	1	0
E2	1,00	1,20	0,20	1,00	1,00	0,00	2	3	1
E3	0,94	1,80	0,86	0,89	1,80	0,91	1	1	0
E4	0,90	1,32	0,42	0,75	1,26	0,51	2	1	-1
E5	1,17	1,35	0,18	1,08	1,30	0,22	1	1	0
E6	1,45	1,85	0,40	1,30	1,55	0,25	1	1	0
E7	0,65	1,50	0,85	0,60	1,55	0,95	7	1	-6
E8	0,65	1,20	0,55	0,50	1,05	0,55	7	1	-6
E9	0,91	1,55	0,64	0,91	1,50	0,59	1	1	0
Mittelwert E	1,01	1,50	0,48	0,94	1,40	0,46	2,6	1,2	-1,3
Standardabweichung E	0,295	0,248	0,259	0,309	0,266	0,332	2,55	0,67	2,69
Minimum E	0,65	1,20	0,18	0,50	1,00	0,00	1	1	-6
Maximum E	1,45	1,85	0,86	1,45	1,80	0,95	7	3	1
D1	0,95	1,58	0,63	0,60	1,21	0,61	1	1	0
D2	1,35	2,30	0,95	1,29	2,10	0,81	1	1	0
D3	0,95	1,15	0,20	0,95	1,05	0,10	4	1	-3
D10	0,95	1,10	0,15	0,95	0,75	-0,20	4	2	-2
D11	1,00	1,20	0,20	1,00	1,05	0,05	1	1	0
D12	1,00	0,95	-0,05	0,95	0,90	-0,05	4	3	-1
D13	0,89	1,15	0,26	0,84	0,95	0,11	2	1	-1
D16	1,00	1,25	0,25	0,85	1,20	0,35	2	2	0
Mittelwert D	1,01	1,33	0,32	0,93	1,15	0,22	2,4	1,5	-0,9
Standardabweichung D	0,143	0,429	0,314	0,193	0,413	0,341	1,41	0,76	1,13
Minimum D	0,89	0,95	-0,05	0,60	0,75	-0,20	1	1	-3
Maximum D	1,35	2,30	0,95	1,29	2,10	0,81	4	3	0
Mittelwert gesamt	0,98	1,47	0,49	0,85	1,30	0,46	3,0	1,4	-1,6
Standardabweichung gesamt	0,212	0,335	0,299	0,254	0,347	0,374	1,95	0,63	1,86
Minimum gesamt	0,62	0,95	-0,05	0,25	0,70	-0,20	1	1	-6
Maximum gesamt	1,45	2,30	1,10	1,45	2,10	1,26	7	3	1

	[EVB]			[AZB]		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		2			11	
I1	0	0	0	2	7	5
I2	12	9	-3	0	2	2
I3	8	8	0	0	2	2
I4	6	7	1	1	5	4
I5	8	4	-4	3	7	4
I6	8	4	-4	2	2	0
I8	8	1	-7	1	9	8
I9	9	4	-5	4	11	7
I10	14	8	-6	1	2	1
I11	8	4	-4	3	3	0
Mittelwert I	8,1	4,9	-3,2	1,7	5,0	3,3
Standardabweichung I	3,67	3,03	2,70	1,34	3,33	2,79
Minimum I	0	0	-7	0	2	0
Maximum I	14	9	1	4	11	8
A1	11	3	-8	2	9	7
A2	16	5	-11	1	9	8
A3	8	3	-5	1	4	3
A4	8	2	-6	2	4	2
A5	14	1	-13	2	6	4
A6	10	2	-8	1	5	4
A7	4	0	-4	1	6	5
A8	11	4	-7	3	2	-1
A9	2	2	0	3	10	7
A10	10	0	-10	0	5	5
A11	11	5	-6	0	2	2
A12	13	4	-9	2	2	0
Mittelwert A	9,8	2,6	-7,3	1,5	5,3	3,8
Standardabweichung A	3,95	1,73	3,44	1,00	2,81	2,79
Minimum A	2	0	-13	0	2	-1
Maximum A	16	5	0	3	10	8
E1	2	2	0	5	8	3
E2	11	7	-4	2	2	0
E3	17	1	-16	1	8	7
E4	8	5	-3	0	3	3
E5	2	4	2	1	4	3
E6	2	0	-2	5	10	5
E7	14	3	-11	0	7	7
E8	13	3	-10	0	3	3
E9	9	2	-7	1	2	1
Mittelwert E	8,7	3,0	-5,7	1,7	5,2	3,6
Standardabweichung E	5,66	2,12	5,81	2,00	3,03	2,40
Minimum E	2	0	-16	0	2	0
Maximum E	17	7	2	5	10	7
D1	9	1	-8	1	7	6
D2	2	2	0	3	11	8
D3	6	5	-1	0	3	3
D10	6	6	0	0	2	2
D11	9	5	-4	3	4	1
D12	5	8	3	0	1	1
D13	9	5	-4	1	2	1
D16	5	5	0	1	3	2
Mittelwert D	6,4	4,6	-1,8	1,1	4,1	3,0
Standardabweichung D	2,50	2,20	3,41	1,25	3,31	2,62
Minimum D	2	1	-8	0	1	1
Maximum D	9	8	3	3	11	8
Mittelwert gesamt	8,4	3,7	-4,7	1,5	5,0	3,5
Standardabweichung gesamt	4,14	2,44	4,37	1,37	3,01	2,58
Minimum gesamt	0	0	-16	0	1	-1
Maximum gesamt	17	9	3	5	11	8

Tab. 18: Graphenmaße aller Begriffnetze zum Thema „*What can I do with air?*“  
bzw. „Ich und die Luft“

	[KNO] <sub>gesamt</sub>			[UVB]			[KNO] <sub>verwendet</sub>		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		19			0			19	
I6	19	19	0	3	4	1	16	15	-1
I8	17	19	2	0	0	0	17	19	2
I10	19	19	0	2	0	-2	17	19	2
I11	19	19	0	3	4	1	16	15	-1
Mittelwert I	18,5	19,0	0,5	2,0	2,0	0,0	16,5	17,0	0,5
Standardabweichung I	1,00	0,00	1,00	1,41	2,31	1,41	0,58	2,31	1,73
Minimum I	17	19	0	0	0	-2	16	15	-1
Maximum I	19	19	2	3	4	1	17	19	2
A2	19	19	0	0	3	3	19	16	-3
A3	19	19	0	3	5	2	16	14	-2
A4	20	19	-1	3	0	-3	17	19	2
A5	19	19	0	0	0	0	19	19	0
A6	19	19	0	1	0	-1	18	19	1
A7	19	19	0	1	0	-1	18	19	1
A9	19	19	0	0	0	0	19	19	0
A10	19	18	-1	4	2	-2	15	16	1
Mittelwert A	19,1	18,9	-0,3	1,5	1,3	-0,3	17,6	17,6	0,0
Standardabweichung A	0,35	0,35	0,46	1,60	1,91	1,98	1,51	2,00	1,69
Minimum A	19	18	-1	0	0	-3	15	14	-3
Maximum A	20	19	0	4	5	3	19	19	2
E2	19	20	1	5	0	-5	14	20	6
E3	20	20	0	1	0	-1	19	20	1
E4	19	17	-2	2	0	-2	17	17	0
E5	19	19	0	0	2	2	19	17	-2
E7	19	20	1	4	0	-4	15	20	5
E8	19	20	1	1	0	-1	18	20	2
E9	19	20	1	6	1	-5	13	19	6
Mittelwert E	19,1	19,4	0,3	2,7	0,4	-2,3	16,4	19,0	2,6
Standardabweichung E	0,38	1,13	1,11	2,29	0,79	2,56	2,44	1,41	3,15
Minimum E	19	17	-2	0	0	-5	13	17	-2
Maximum E	20	20	1	6	2	2	19	20	6
D2	19	20	1	4	0	-4	15	20	5
D3	19	19	0	6	0	-6	13	19	6
D10	19	19	0	5	1	-4	14	18	4
D12	19	19	0	6	0	-6	13	19	6
D13	19	19	0	0	0	0	19	19	0
Mittelwert D	19,0	19,2	0,2	4,2	0,2	-4,0	14,8	19,0	4,2
Standardabweichung D	0,00	0,45	0,45	2,49	0,45	2,45	2,49	0,71	2,49
Minimum D	19	19	0	0	0	-6	13	18	0
Maximum D	19	20	1	6	1	0	19	20	6
Mittelwert gesamt	19,0	19,1	0,1	2,5	0,9	-1,6	16,5	18,2	1,7
Standardabweichung gesamt	0,51	0,68	0,80	2,13	1,56	2,59	2,11	1,79	2,79
Minimum gesamt	17	17	-2	0	0	-6	13	14	-3
Maximum gesamt	20	20	2	6	5	3	19	20	6

	[KAN] <sub>gesamt</sub>			[KAN] <sub>richtig</sub>			[KAN] <sub>unbeschriftet</sub>		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		38			38			0	
I6	15	21	6	13	19	6	0	0	0
I8	16	26	10	9	16	7	0	7	7
I10	13	20	7	7	17	10	0	0	0
I11	15	21	6	13	19	6	0	0	0
Mittelwert I	14,8	22,0	7,3	10,5	17,8	7,3	0,0	1,8	1,8
Standardabweichung I	1,26	2,71	1,89	3,00	1,50	1,89	0,00	3,50	3,50
Minimum I	13	20	6	7	16	6	0	0	0
Maximum I	16	26	10	13	19	10	0	7	7
A2	13	14	1	11	9	-2	1	0	-1
A3	17	19	2	15	16	1	1	0	-1
A4	17	25	8	15	22	7	1	1	0
A5	17	20	3	14	18	4	0	0	0
A6	14	16	2	13	15	2	1	1	0
A7	22	47	25	11	27	16	0	6	6
A9	22	34	12	20	25	5	0	1	1
A10	13	15	2	10	13	3	2	0	-2
Mittelwert A	16,9	23,8	6,9	13,6	18,1	4,5	0,8	1,1	0,4
Standardabweichung A	3,60	11,44	8,25	3,20	6,15	5,37	0,71	2,03	2,45
Minimum A	13	14	1	10	9	-2	0	0	-2
Maximum A	22	47	25	20	27	16	2	6	6
E2	14	27	13	12	26	14	0	0	0
E3	18	29	11	15	26	11	1	1	0
E4	18	16	-2	16	13	-3	1	0	-1
E5	17	16	-1	15	16	1	0	0	0
E7	16	22	6	13	20	7	1	1	0
E8	17	20	3	14	17	3	1	0	-1
E9	14	18	4	11	18	7	0	0	0
Mittelwert E	16,3	21,1	4,9	13,7	19,4	5,7	0,6	0,3	-0,3
Standardabweichung E	1,70	5,18	5,64	1,80	4,96	5,85	0,53	0,49	0,49
Minimum E	14	16	-2	11	13	-3	0	0	-1
Maximum E	18	29	13	16	26	14	1	1	0
D2	18	37	19	15	33	18	0	0	0
D3	11	18	7	10	14	4	0	2	2
D10	12	16	4	11	12	1	1	0	-1
D12	11	19	8	10	15	5	0	2	2
D13	20	17	-3	14	16	2	1	1	0
Mittelwert D	14,4	21,4	7,0	12,0	18,0	6,0	0,4	1,0	0,6
Standardabweichung D	4,28	8,79	7,97	2,35	8,51	6,89	0,55	1,00	1,34
Minimum D	11	16	-3	10	12	1	0	0	-1
Maximum D	20	37	19	15	33	18	1	2	2
Mittelwert gesamt	15,8	22,2	6,4	12,8	18,4	5,6	0,5	1,0	0,5
Standardabweichung gesamt	3,03	7,91	6,45	2,77	5,59	5,23	0,59	1,83	2,06
Minimum gesamt	11	14	-3	7	9	-3	0	0	-2
Maximum gesamt	22	47	25	20	33	18	2	7	7

	[KAN] <sub>falsch</sub>			[KAN] <sub>unterrichtsbezogen</sub>			[KAN] <sub>unterrichtsunabhängig</sub>		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		0			38			0	
I6	2	2	0	13	18	5	0	1	1
I8	7	3	-4	7	11	4	2	5	3
I10	6	3	-3	6	16	10	1	1	0
I11	2	2	0	13	18	5	0	1	1
Mittelwert I	4,3	2,5	-1,8	9,8	15,8	6,0	0,8	2,0	1,3
Standardabweichung I	2,63	0,58	2,06	3,77	3,30	2,71	0,96	2,00	1,26
Minimum I	2	2	-4	6	11	4	0	1	0
Maximum I	7	3	0	13	18	10	2	5	3
A2	1	5	4	11	8	-3	0	1	1
A3	1	3	2	15	15	0	0	1	1
A4	1	2	1	12	22	10	3	0	-3
A5	3	2	-1	12	16	4	2	2	0
A6	0	0	0	12	15	3	1	0	-1
A7	11	14	3	9	23	14	2	4	2
A9	2	8	6	19	23	4	1	2	1
A10	1	2	1	9	13	4	1	0	-1
Mittelwert A	2,5	4,5	2,0	12,4	16,9	4,5	1,3	1,3	0,0
Standardabweichung A	3,55	4,54	2,27	3,29	5,38	5,35	1,04	1,39	1,60
Minimum A	0	0	-1	9	8	-3	0	0	-3
Maximum A	11	14	6	19	23	14	3	4	2
E2	2	1	-1	12	26	14	0	0	0
E3	2	2	0	14	19	5	1	7	6
E4	1	3	2	16	13	-3	0	0	0
E5	2	0	-2	13	16	3	2	0	-2
E7	2	1	-1	13	18	5	0	2	2
E8	2	3	1	14	14	0	0	3	3
E9	3	0	-3	10	17	7	1	1	0
Mittelwert E	2,0	1,4	-0,6	13,1	17,6	4,4	0,6	1,9	1,3
Standardabweichung E	0,58	1,27	1,72	1,86	4,28	5,41	0,79	2,54	2,63
Minimum E	1	0	-3	10	13	-3	0	0	-2
Maximum E	3	3	2	16	26	14	2	7	6
D2	3	4	1	13	27	14	2	6	4
D3	1	2	1	8	13	5	2	1	-1
D10	0	4	4	11	10	-1	0	2	2
D12	1	2	1	8	13	5	2	2	0
D13	5	0	-5	14	16	2	0	0	0
Mittelwert D	2,0	2,4	0,4	10,8	15,8	5,0	1,2	2,2	1,0
Standardabweichung D	2,00	1,67	3,29	2,77	6,61	5,61	1,10	2,28	2,00
Minimum D	0	0	-5	8	10	-1	0	0	-1
Maximum D	5	4	4	14	27	14	2	6	4
Mittelwert gesamt	2,5	2,8	0,3	11,8	16,7	4,8	1,0	1,8	0,8
Standardabweichung gesamt	2,48	2,97	2,60	3,00	4,82	4,81	0,95	1,96	1,96
Minimum gesamt	0	0	-5	6	8	-3	0	0	-3
Maximum gesamt	11	14	6	19	27	14	3	7	6

	[KPX] <sub>gesamt</sub>			[KPX] <sub>richtig</sub>			[KOM]		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		2,00			2,00			1	
I6	0,94	1,40	0,46	0,81	1,27	0,45	2	1	-1
I8	0,94	1,37	0,43	0,53	0,84	0,31	2	1	-1
I10	0,76	1,05	0,29	0,41	0,89	0,48	4	2	-2
I11	0,94	1,40	0,46	0,81	1,27	0,45	2	1	-1
Mittelwert I	0,90	1,31	0,41	0,64	1,07	0,43	2,5	1,3	-1,3
Standardabweichung I	0,087	0,169	0,083	0,203	0,231	0,077	1,00	0,50	0,50
Minimum I	0,76	1,05	0,29	0,41	0,84	0,31	2	1	-2
Maximum I	0,94	1,40	0,46	0,81	1,27	0,48	4	2	-1
A2	0,68	0,88	0,19	0,58	0,56	-0,02	6	3	-3
A3	1,06	1,36	0,29	0,94	1,14	0,21	1	1	0
A4	1,00	1,32	0,32	0,88	1,16	0,28	3	3	0
A5	0,89	1,05	0,16	0,74	0,95	0,21	2	1	-1
A6	0,78	0,84	0,06	0,72	0,79	0,07	3	3	0
A7	1,22	2,47	1,25	0,61	1,42	0,81	1	1	0
A9	1,16	1,79	0,63	1,05	1,32	0,26	2	1	-1
A10	0,87	0,94	0,07	0,67	0,81	0,15	2	1	-1
Mittelwert A	0,96	1,33	0,37	0,77	1,02	0,25	2,5	1,8	-0,8
Standardabweichung A	0,186	0,560	0,399	0,167	0,291	0,249	1,60	1,04	1,04
Minimum A	0,68	0,84	0,06	0,58	0,56	-0,02	1	1	-3
Maximum A	1,22	2,47	1,25	1,05	1,42	0,81	6	3	0
E2	1,00	1,35	0,35	0,86	1,30	0,44	2	2	0
E3	0,95	1,45	0,50	0,79	1,30	0,51	3	1	-2
E4	1,06	0,94	-0,12	0,94	0,76	-0,18	1	2	1
E5	0,89	0,94	0,05	0,79	0,94	0,15	3	2	-1
E7	1,07	1,10	0,03	0,87	1,00	0,13	1	2	1
E8	0,94	1,00	0,06	0,78	0,85	0,07	1	1	0
E9	1,08	0,95	-0,13	0,85	0,95	0,10	1	1	0
Mittelwert E	1,00	1,10	0,11	0,84	1,01	0,18	1,7	1,6	-0,1
Standardabweichung E	0,072	0,212	0,236	0,058	0,209	0,233	0,95	0,53	1,07
Minimum E	0,89	0,94	-0,13	0,78	0,76	-0,18	1	1	-2
Maximum E	1,08	1,45	0,50	0,94	1,30	0,51	3	2	1
D2	1,20	1,85	0,65	1,00	1,65	0,65	1	1	0
D3	0,85	0,95	0,10	0,77	0,74	-0,03	3	4	1
D10	0,86	0,89	0,03	0,79	0,67	-0,12	2	2	0
D12	0,85	1,00	0,15	0,77	0,79	0,02	3	4	1
D13	1,05	0,89	-0,16	0,74	0,84	0,11	1	2	1
Mittelwert D	0,96	1,12	0,16	0,81	0,94	0,12	2,0	2,6	0,6
Standardabweichung D	0,160	0,413	0,300	0,106	0,404	0,305	1,00	1,34	0,55
Minimum D	0,85	0,89	-0,16	0,74	0,67	-0,12	1	1	0
Maximum D	1,20	1,85	0,65	1,00	1,65	0,65	3	4	1
Mittelwert gesamt	0,96	1,22	0,26	0,78	1,01	0,23	2,2	1,8	-0,4
Standardabweichung gesamt	0,136	0,390	0,312	0,146	0,273	0,245	1,20	0,98	1,06
Minimum gesamt	0,68	0,84	-0,16	0,41	0,56	-0,18	1	1	-3
Maximum gesamt	1,22	2,47	1,25	1,05	1,65	0,81	6	4	1

	[EVb]			[AZB]		
	Praetest	Posttest	Differenz	Praetest	Posttest	Differenz
Experten		3			10	
I6	7	5	-2	1	3	2
I8	8	2	-6	1	2	1
I10	10	6	-4	1	1	0
I11	7	6	-1	1	4	3
Mittelwert I	8,0	4,8	-3,3	1,0	2,5	1,5
Standardabweichung I	1,41	1,89	2,22	0,00	1,29	1,29
Minimum I	7	2	-6	1	1	0
Maximum I	10	6	-1	1	4	3
A2	12	9	-3	0	1	1
A3	3	1	-2	0	2	2
A4	8	9	1	1	5	4
A5	8	8	0	2	3	1
A6	12	15	3	1	1	0
A7	1	0	-1	1	15	14
A9	7	3	-4	3	9	6
A10	7	11	4	0	3	3
Mittelwert A	7,3	7,0	-0,3	1,0	4,9	3,9
Standardabweichung A	3,85	5,21	2,82	1,07	4,85	4,52
Minimum A	1	0	-4	0	1	0
Maximum A	12	15	4	3	15	14
E2	9	7	-2	2	3	1
E3	11	3	-8	3	5	2
E4	9	10	1	2	1	-1
E5	11	11	0	1	1	0
E7	7	7	0	2	2	0
E8	10	8	-2	1	1	0
E9	7	7	0	2	1	-1
Mittelwert E	9,1	7,6	-1,6	1,9	2,0	0,1
Standardabweichung E	1,68	2,57	3,05	0,69	1,53	1,07
Minimum E	7	3	-8	1	1	-1
Maximum E	11	11	1	3	5	2
D2	4	3	-1	3	6	3
D3	7	9	2	1	3	2
D10	9	9	0	1	1	0
D12	7	8	1	1	3	2
D13	7	13	6	3	2	-1
Mittelwert D	6,8	8,4	1,6	1,8	3,0	1,2
Standardabweichung D	1,79	3,58	2,70	1,10	1,87	1,64
Minimum D	4	3	-1	1	1	-1
Maximum D	9	13	6	3	6	3
Mittelwert gesamt	7,8	7,1	-0,8	1,4	3,3	1,8
Standardabweichung gesamt	2,63	3,75	3,05	0,93	3,18	3,10
Minimum gesamt	1	0	-8	0	1	-1
Maximum gesamt	12	15	6	3	15	14

**D Qualitative Auswertung der Concept Maps: Modalnetze**

Abb. 15: Modalnetz der Gruppe I (Englisch ohne Vorkenntnisse) - Prätest zum Thema Wasser

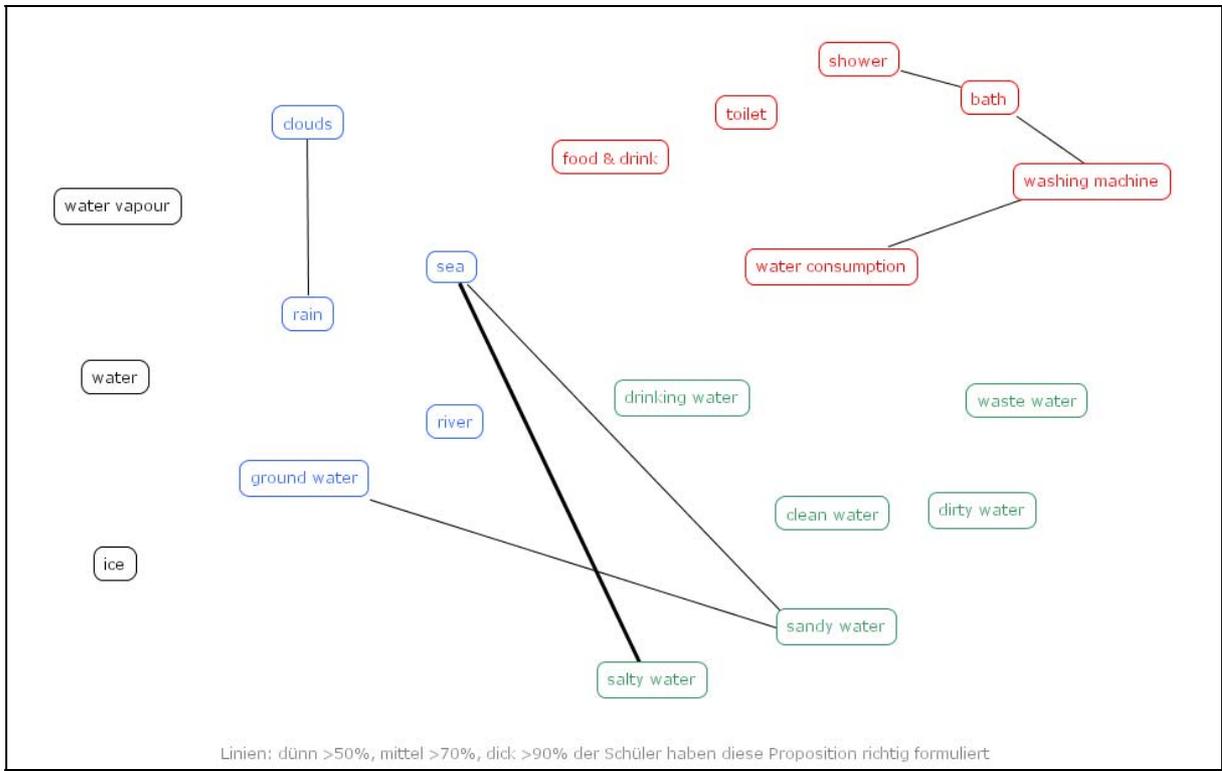


Abb. 16: Modalnetz der Gruppe I (Englisch ohne Vorkenntnisse) - Posttest zum Thema Wasser

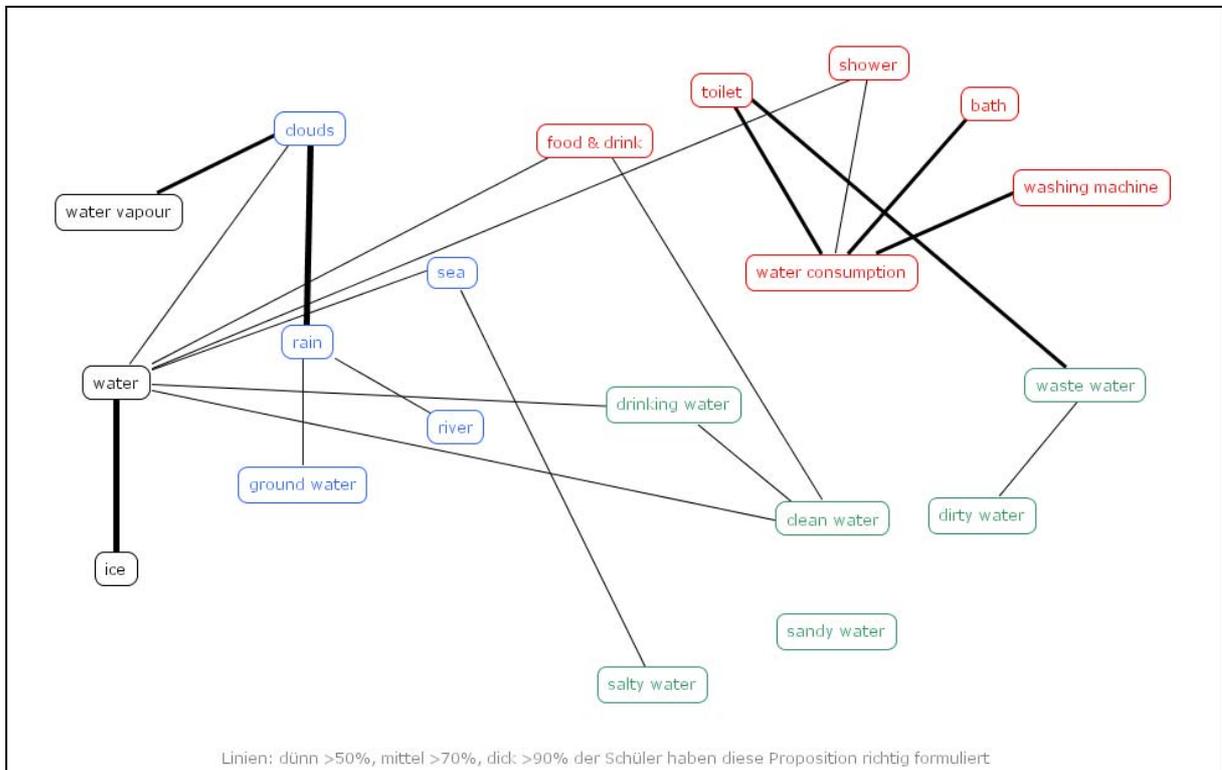


Abb. 17: Modalnetz der Gruppe A (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Prätest zum Thema Wasser

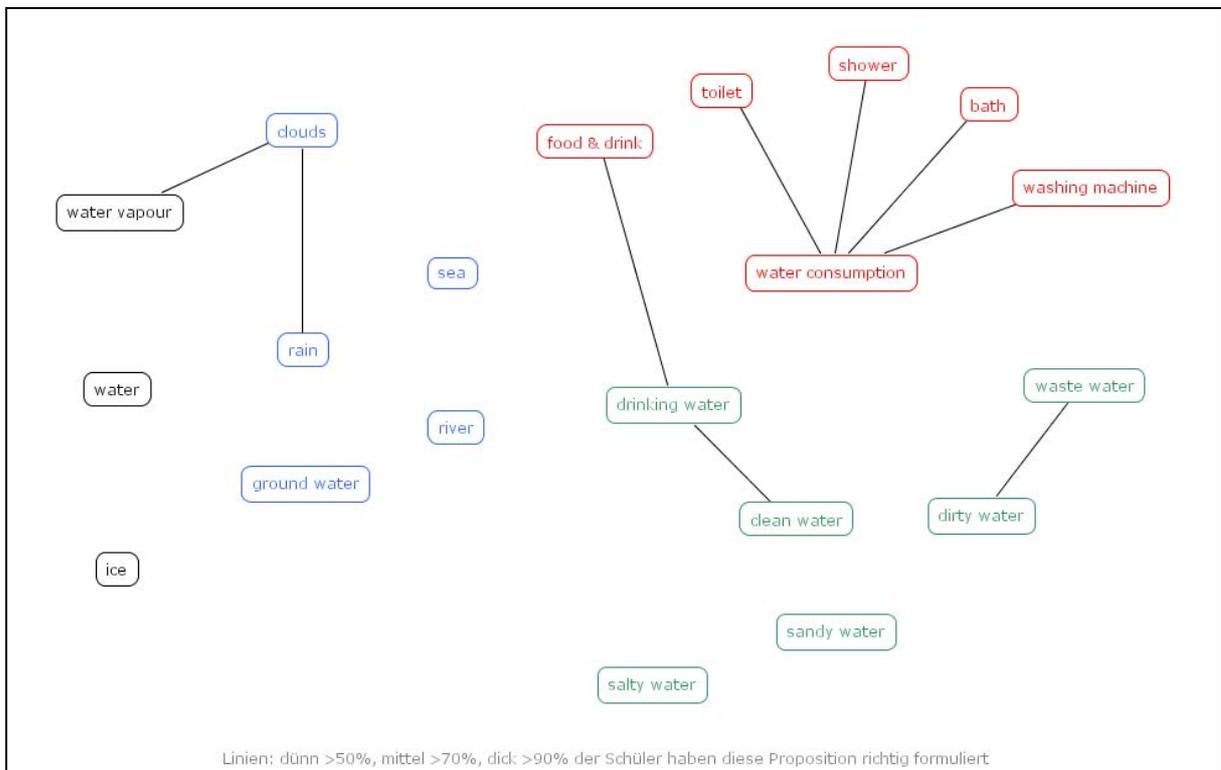


Abb. 18: Modalnetz der Gruppe A (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Posttest zum Thema Wasser

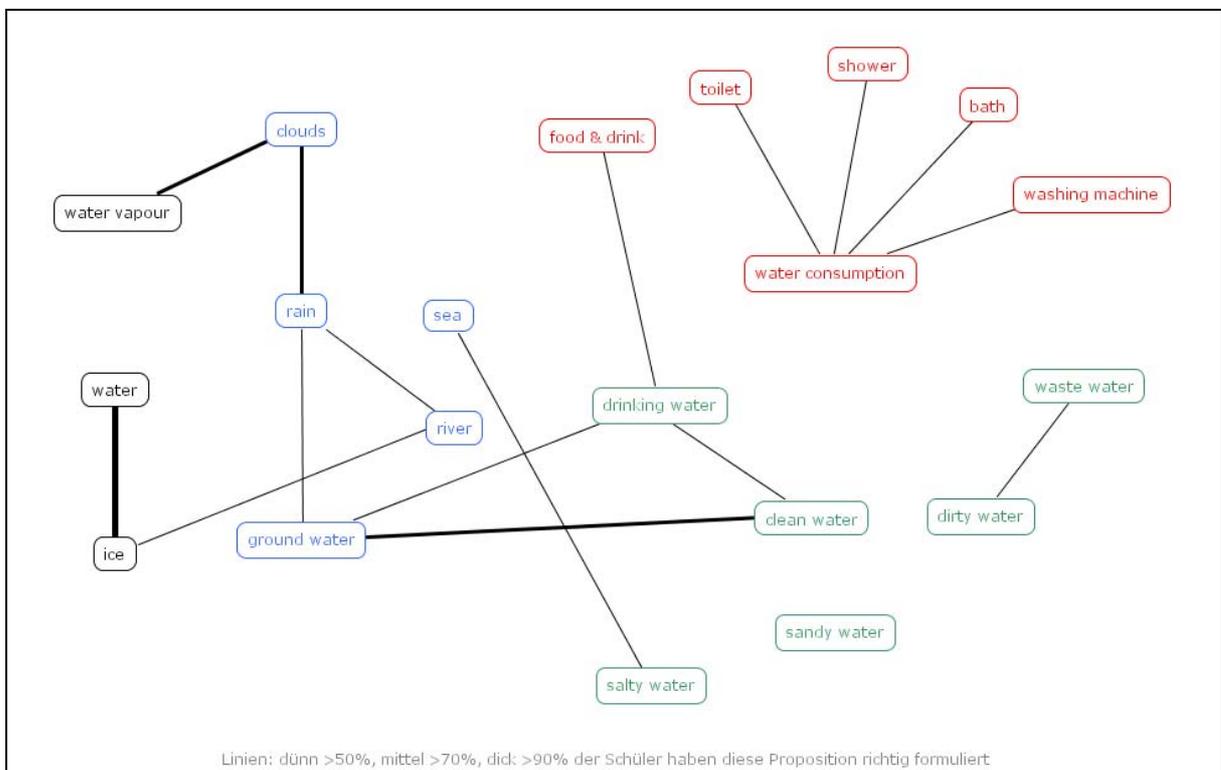


Abb. 19: Modalnetz der Gruppe E (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Prätest zum Thema Wasser

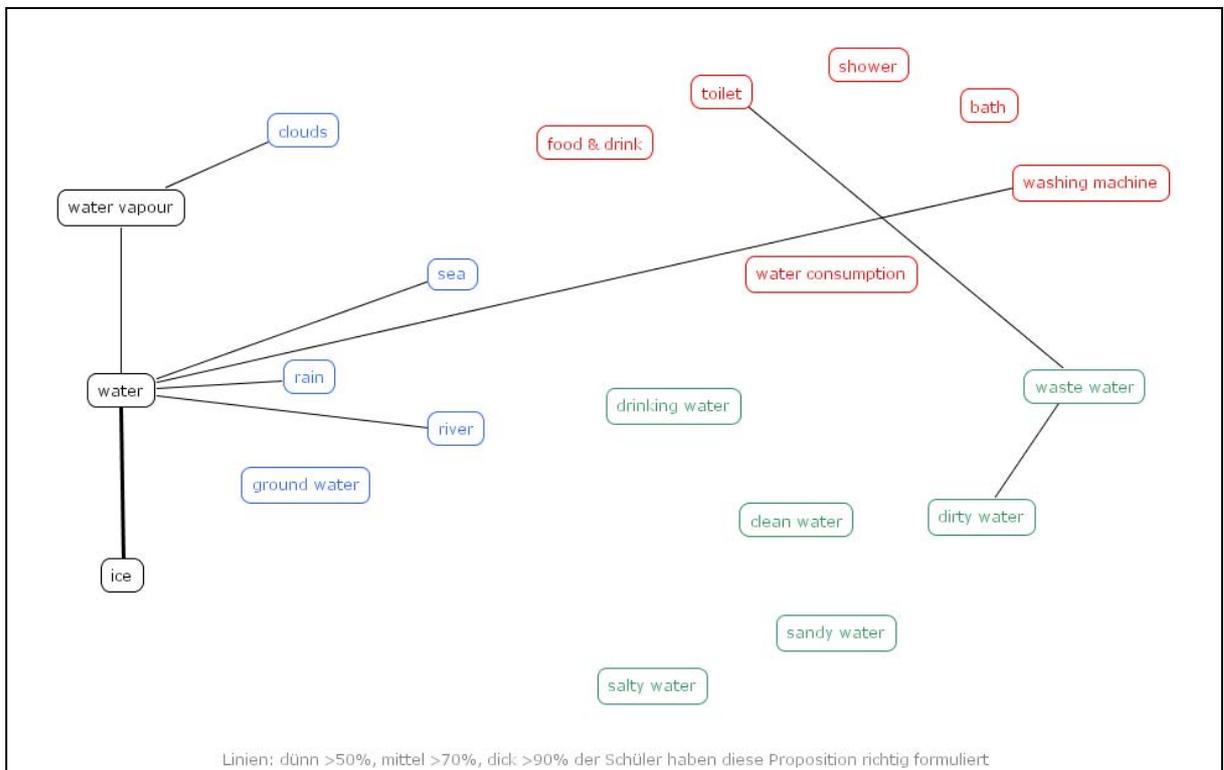


Abb. 20: Modalnetz der Gruppe E (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Posttest zum Thema Wasser

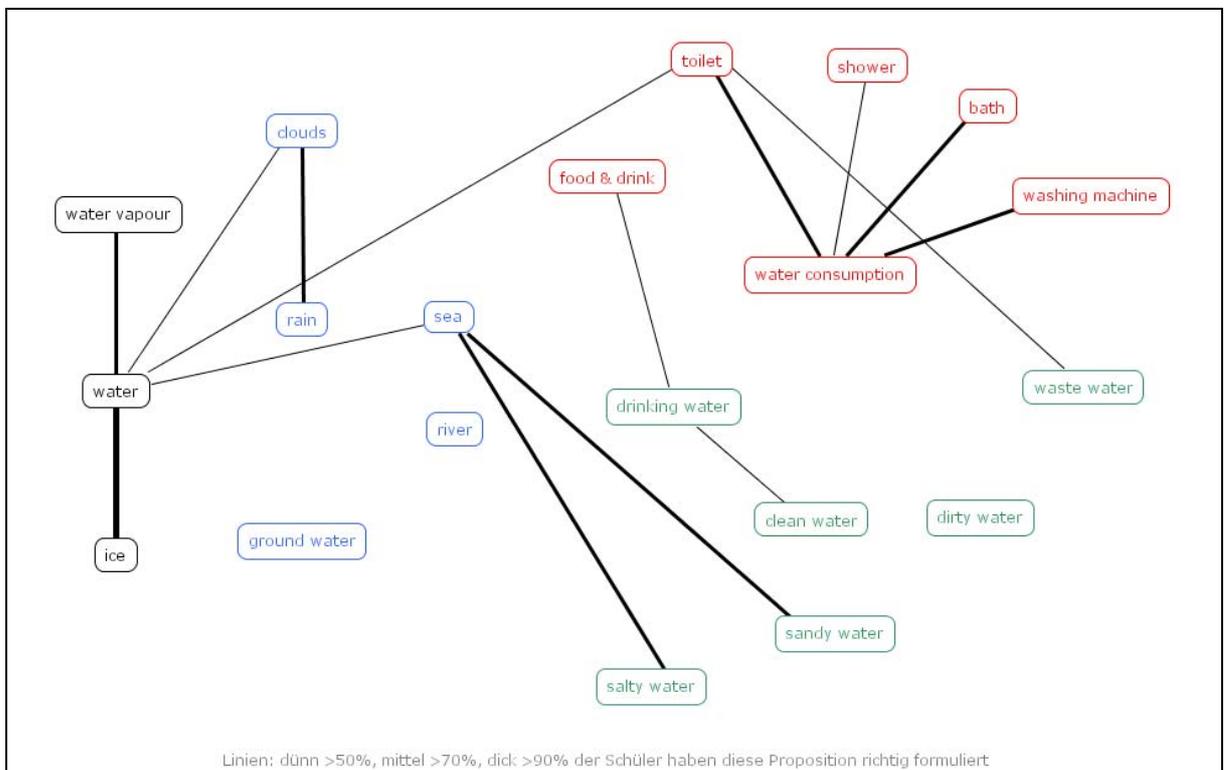


Abb. 21: Modalnetz der Gruppe D (Deutsch als Muttersprache) - Prätest zum Thema Wasser

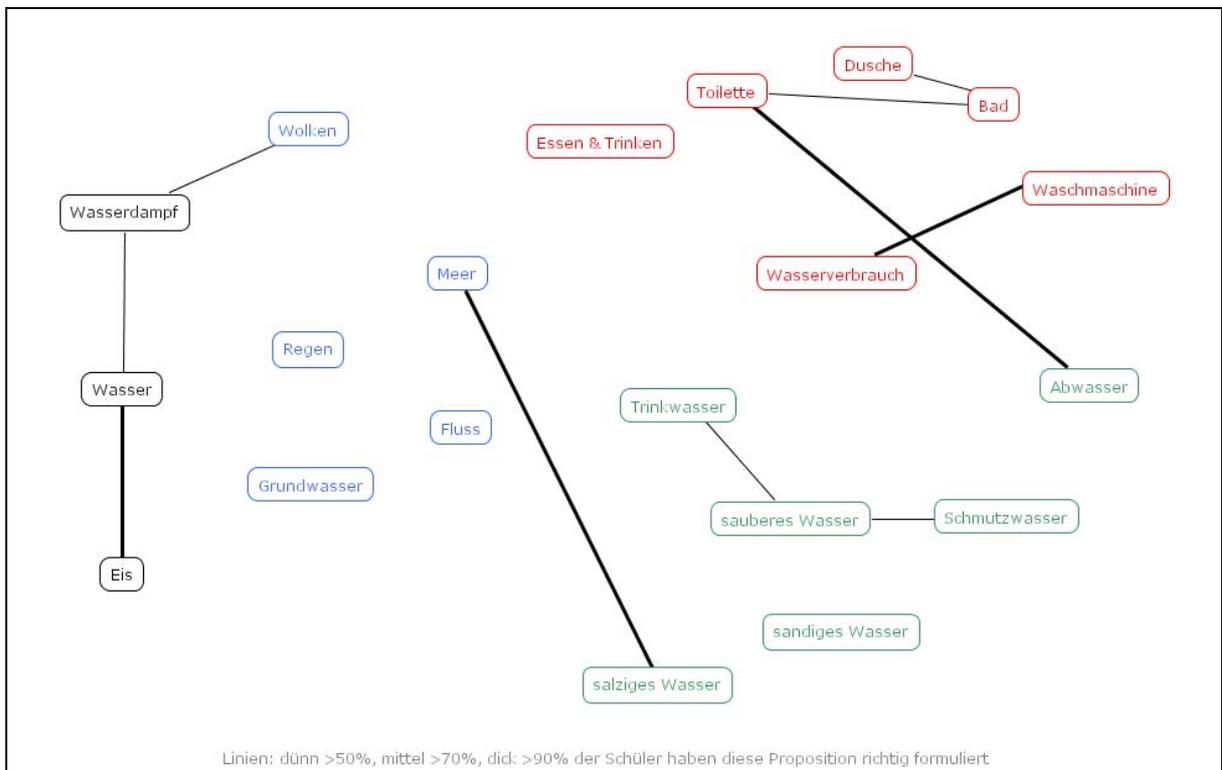


Abb. 22: Modalnetz der Gruppe D (Deutsch als Muttersprache) - Posttest zum Thema Wasser

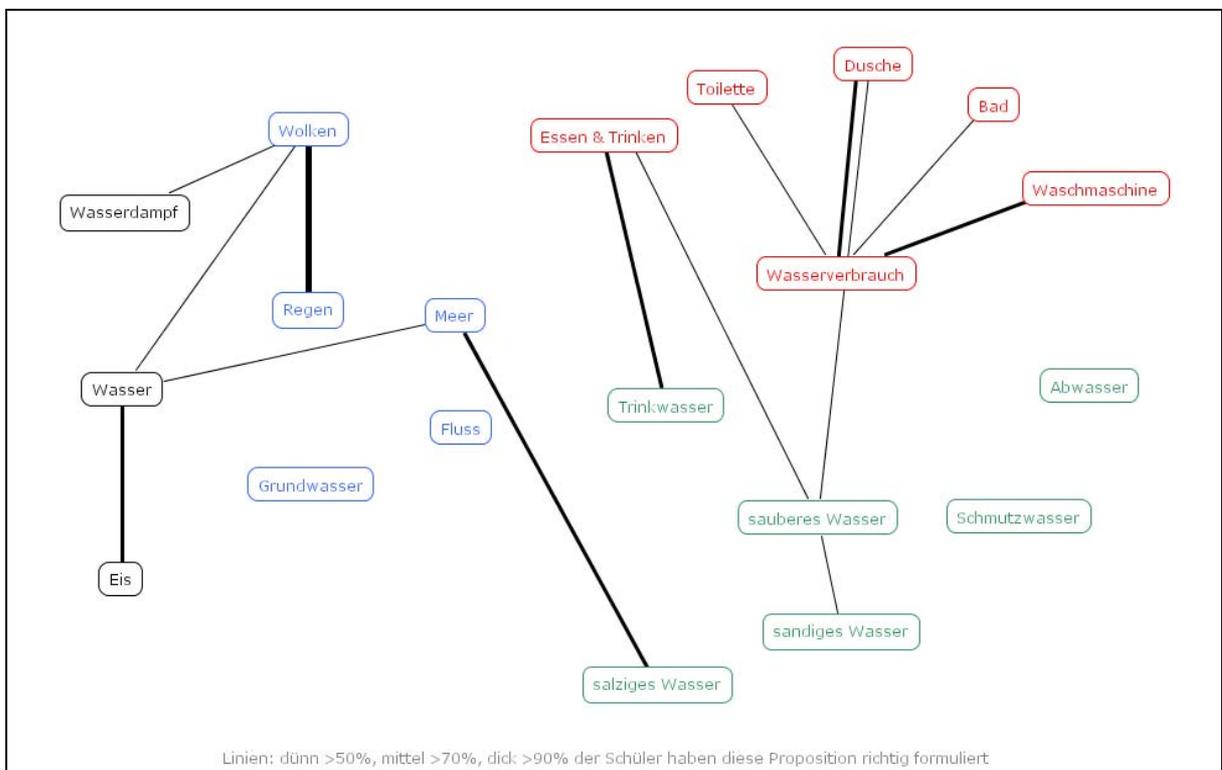


Abb. 23: Modalnetz der Gruppe I (Englisch ohne Vorkenntnisse) - Prätest zum Thema Luft

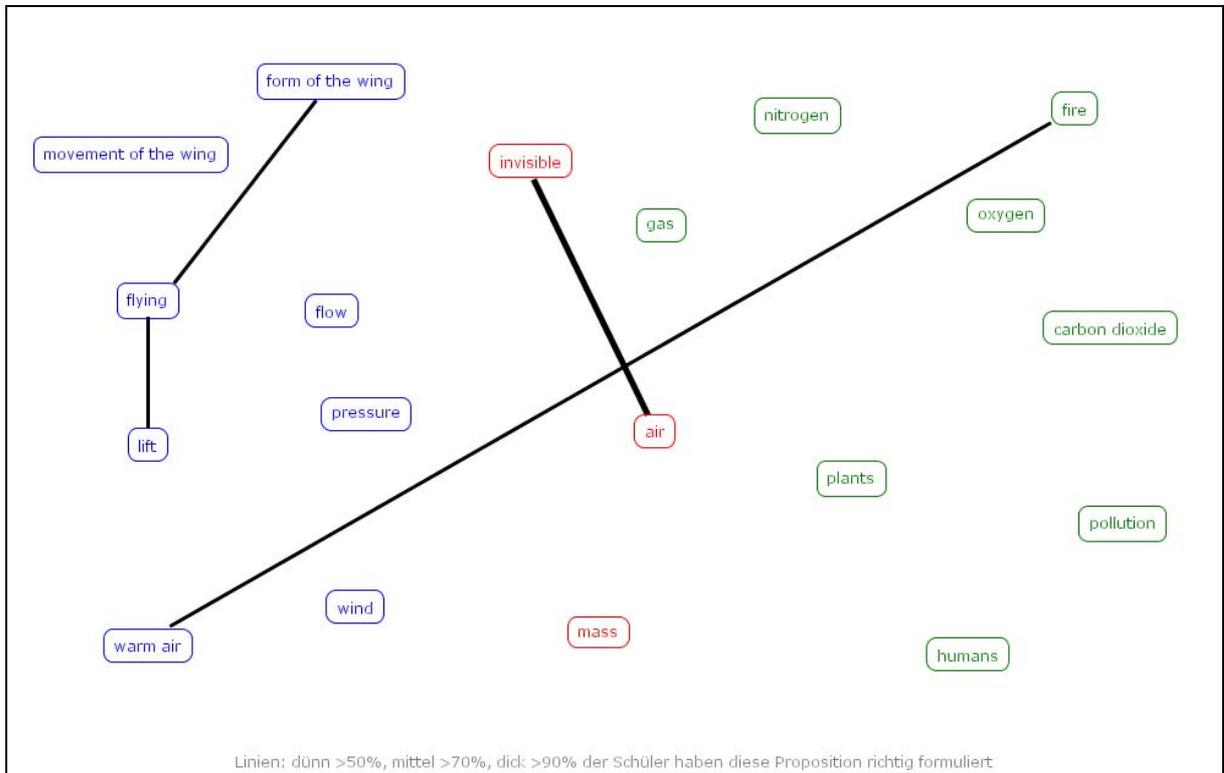


Abb. 24: Modalnetz der Gruppe I (Englisch ohne Vorkenntnisse) - Posttest zum Thema Luft

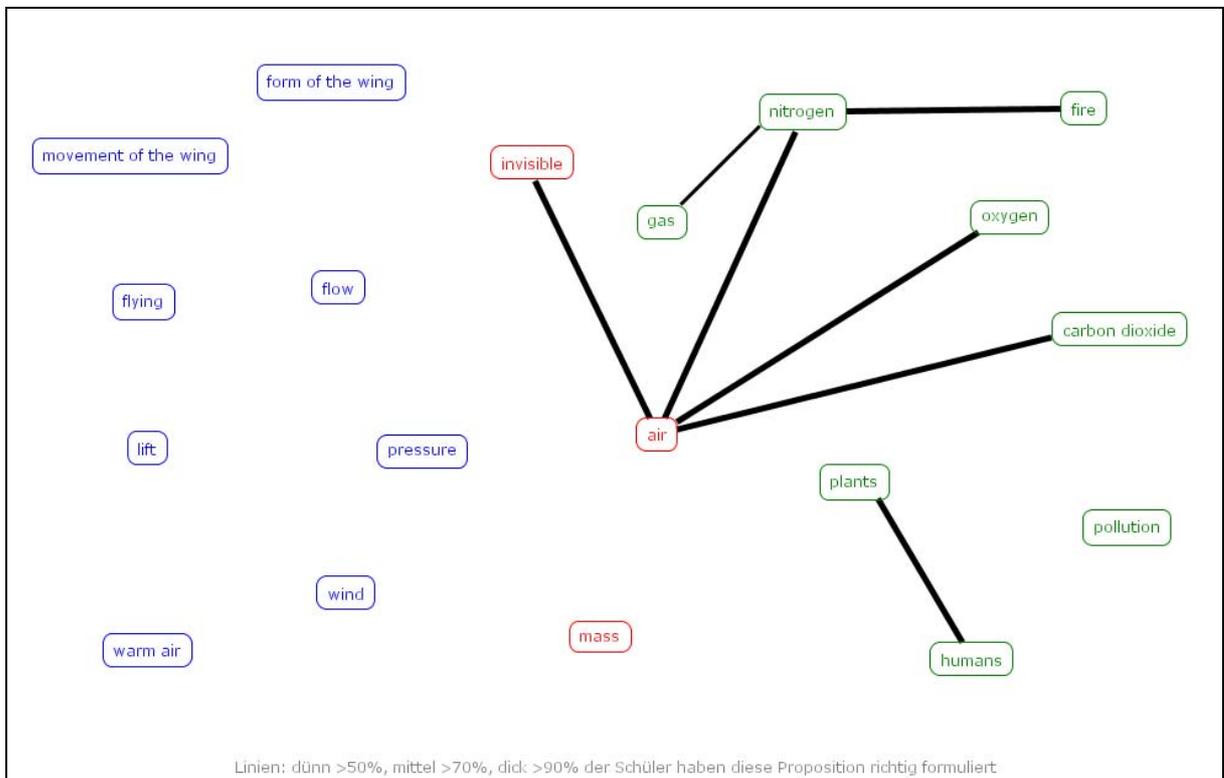


Abb. 25: Modalnetz der Gruppe A (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Prätest zum Thema Luft

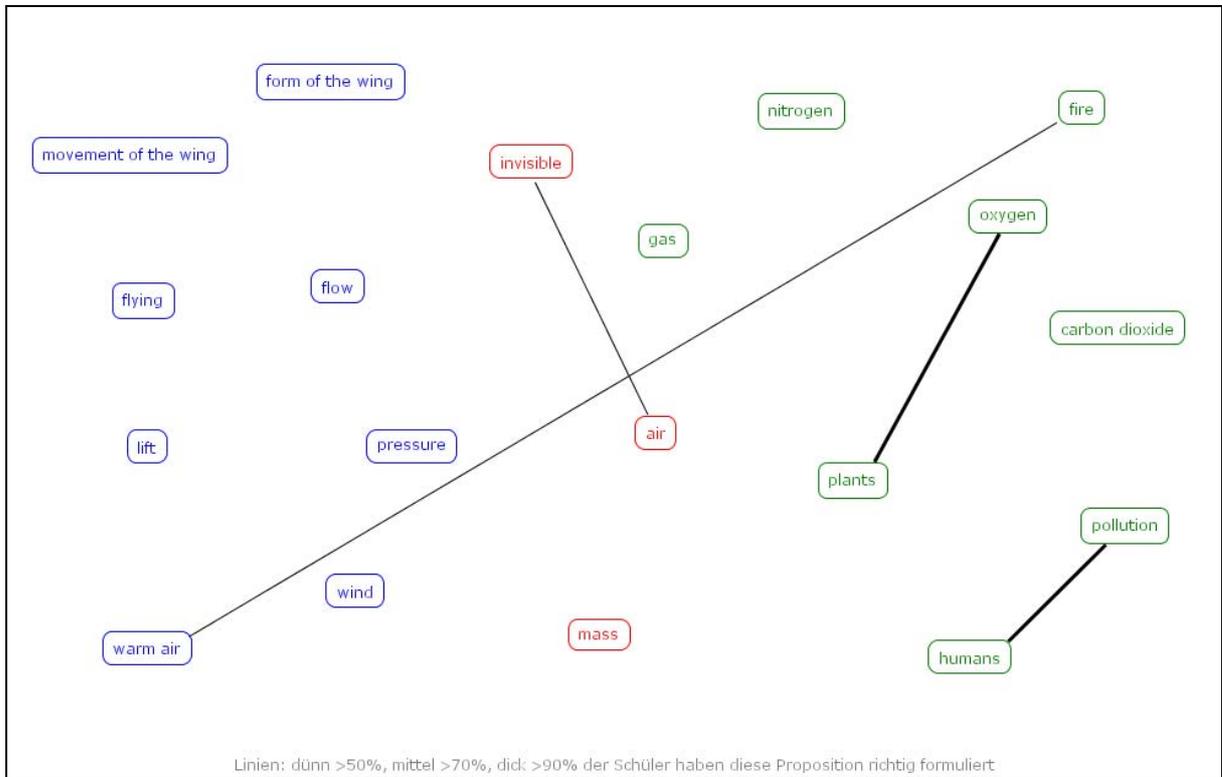


Abb. 26: Modalnetz der Gruppe A (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Posttest zum Thema Luft

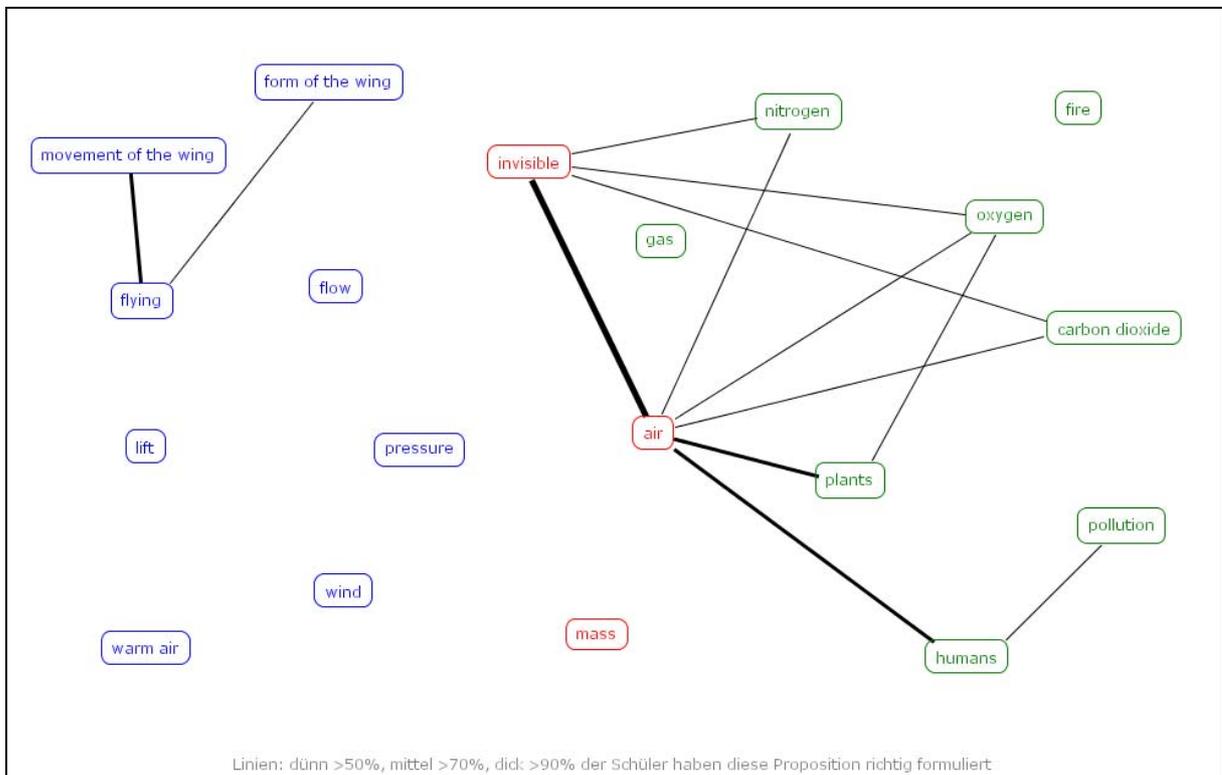


Abb. 27: Modalnetz der Gruppe E (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Prätest zum Thema Luft

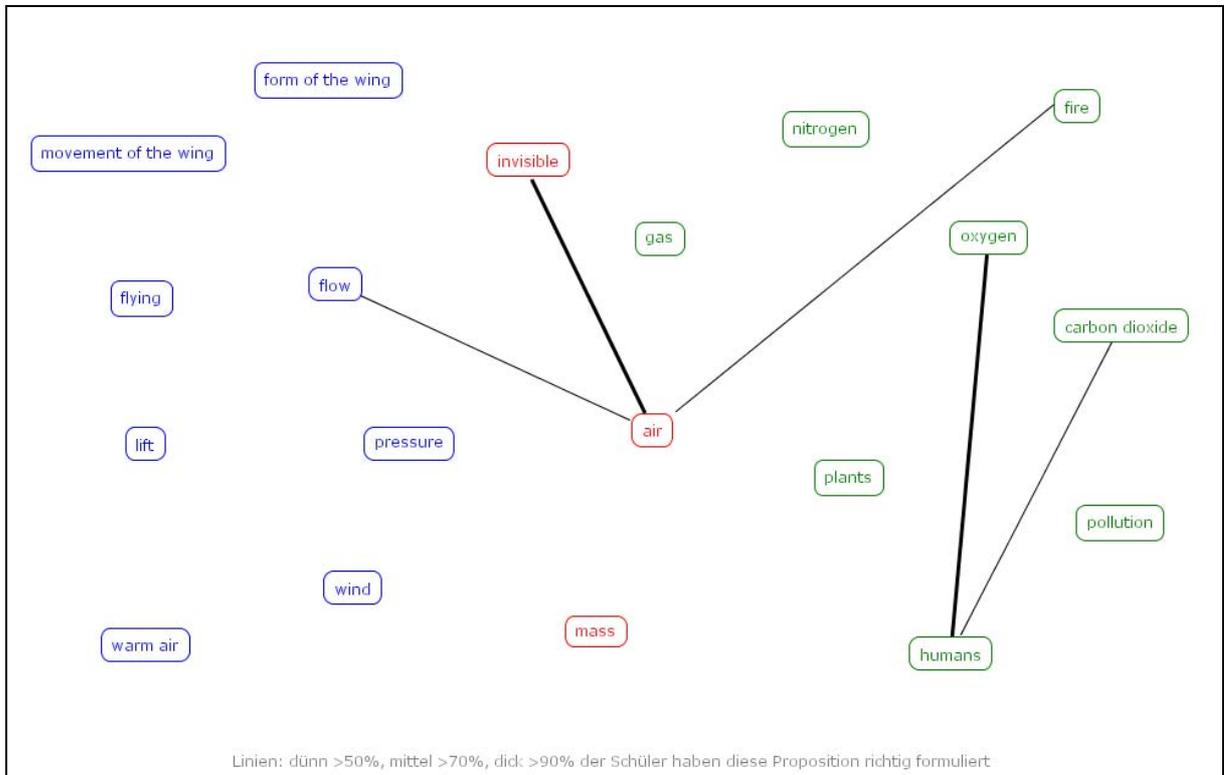
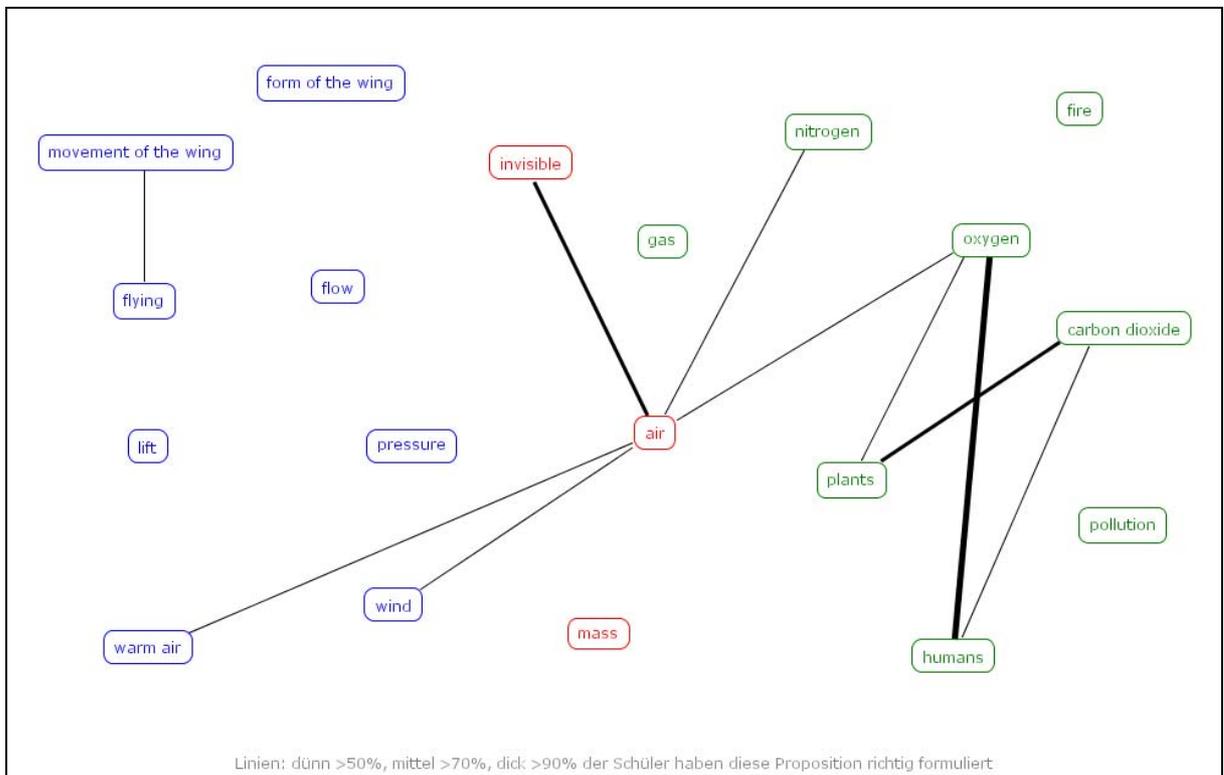


Abb. 28: Modalnetz der Gruppe E (Englisch mit Bili-Erfahrung) - Posttest zum Thema Luft





**E Qualitative Auswertung der Concept Maps: Fallbeispiele**

Abb. 31: Beispiel eines Prätests zum Thema Wasser - E5

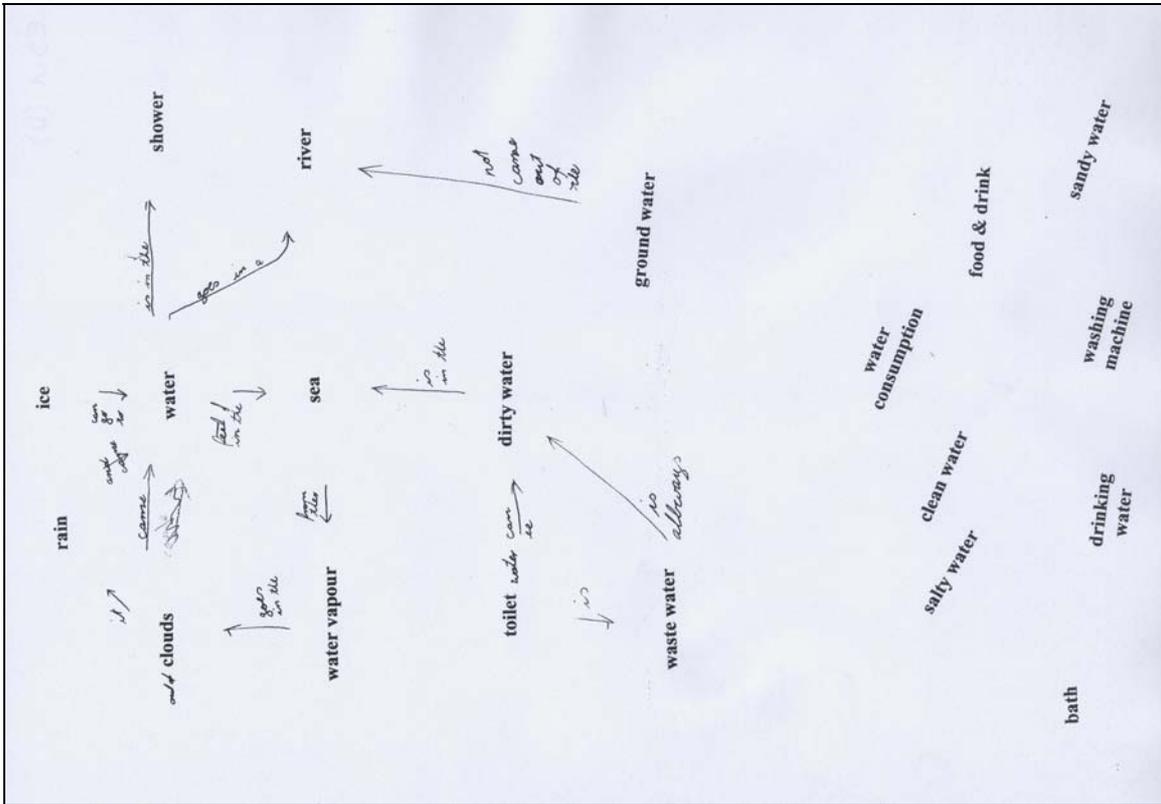


Abb. 32: Beispiel eines Posttests zum Thema Wasser - E5

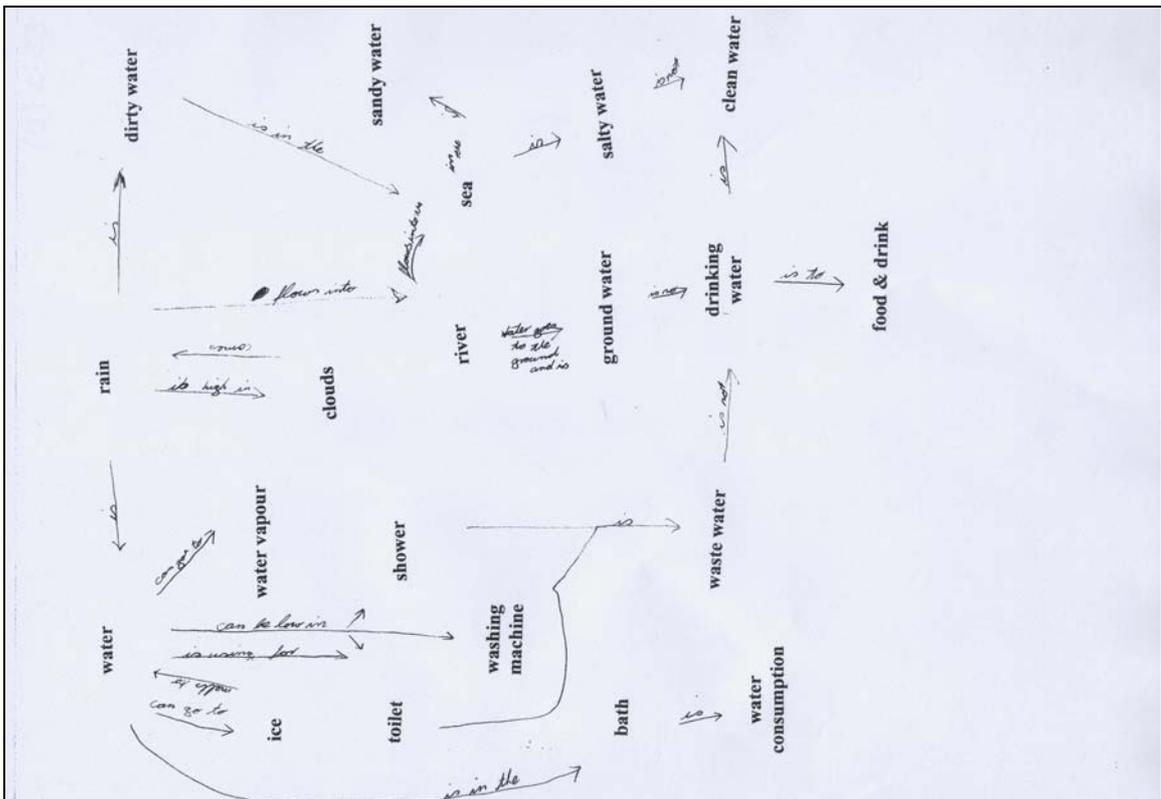








Abb. 39: Beispiel eines Prättests zum Thema Wasser - E5 (digitalisiert)

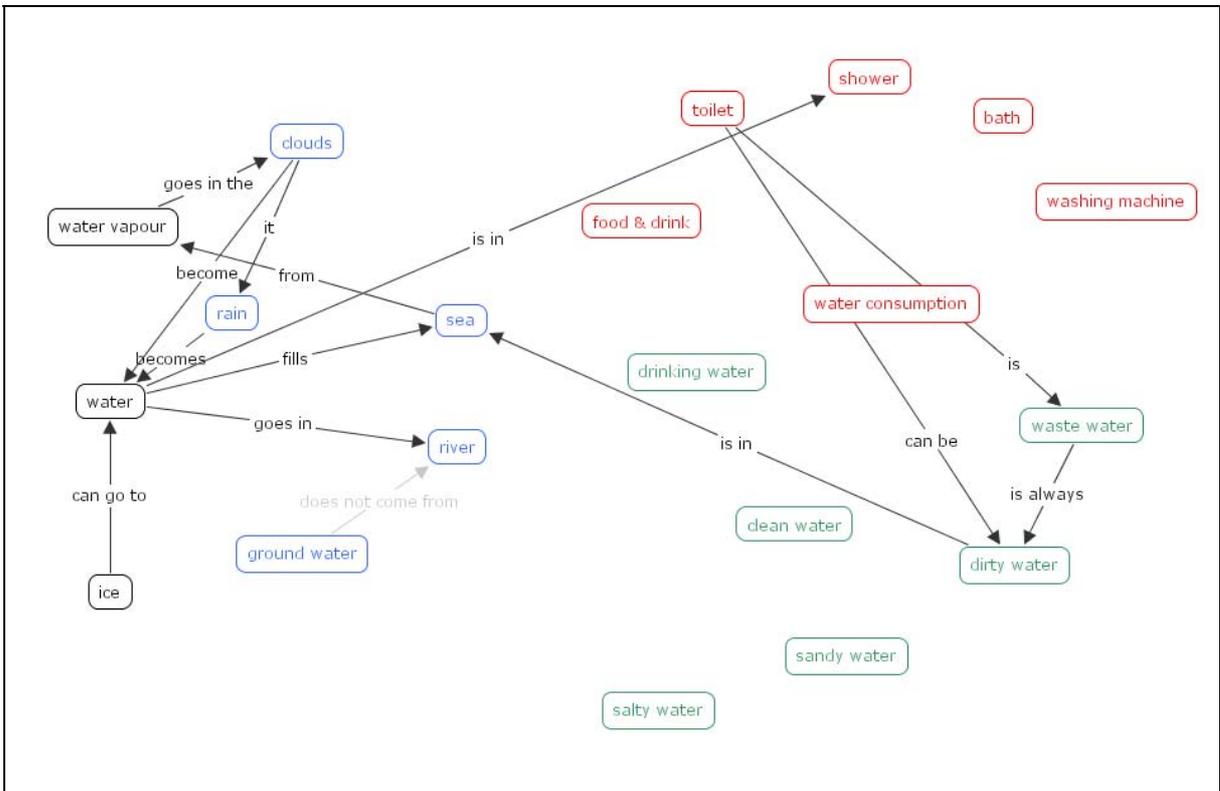


Abb. 40: Beispiel eines Posttests zum Thema Wasser - E5 (digitalisiert)

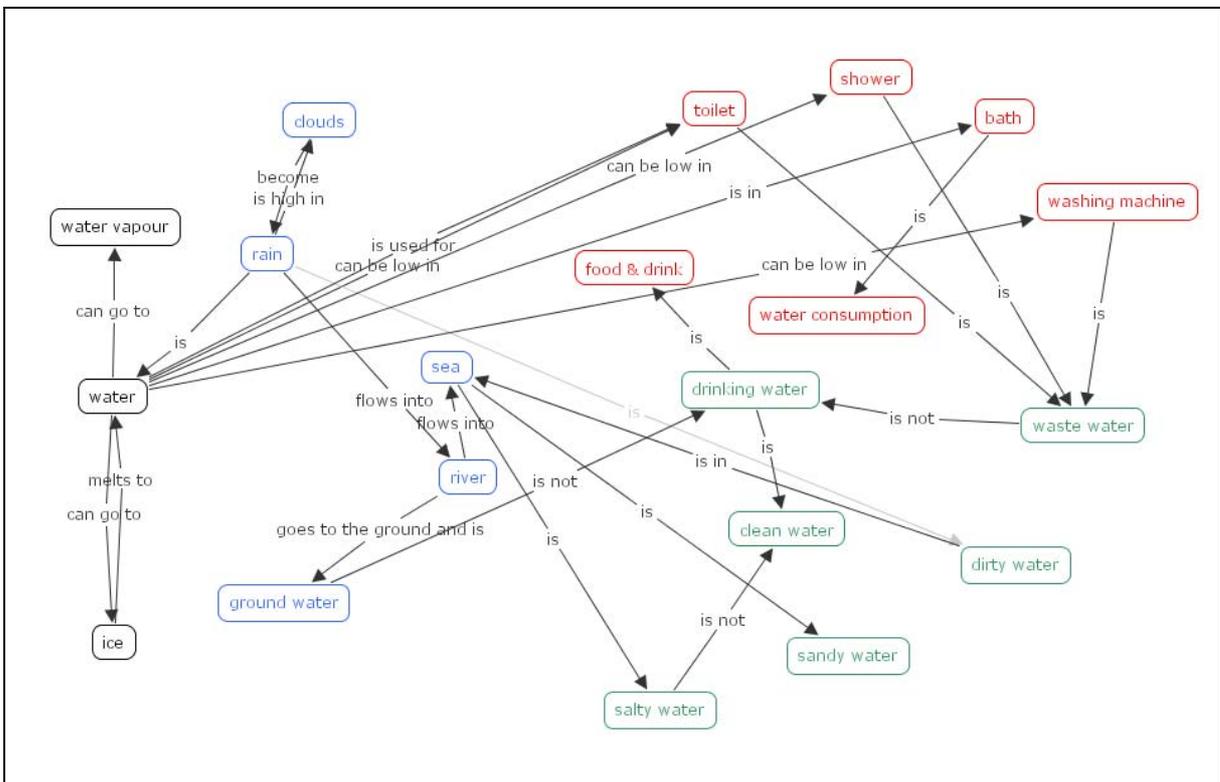




Abb. 43: Beispiel eines Prätests zum Thema Luft - I10 (digitalisiert)

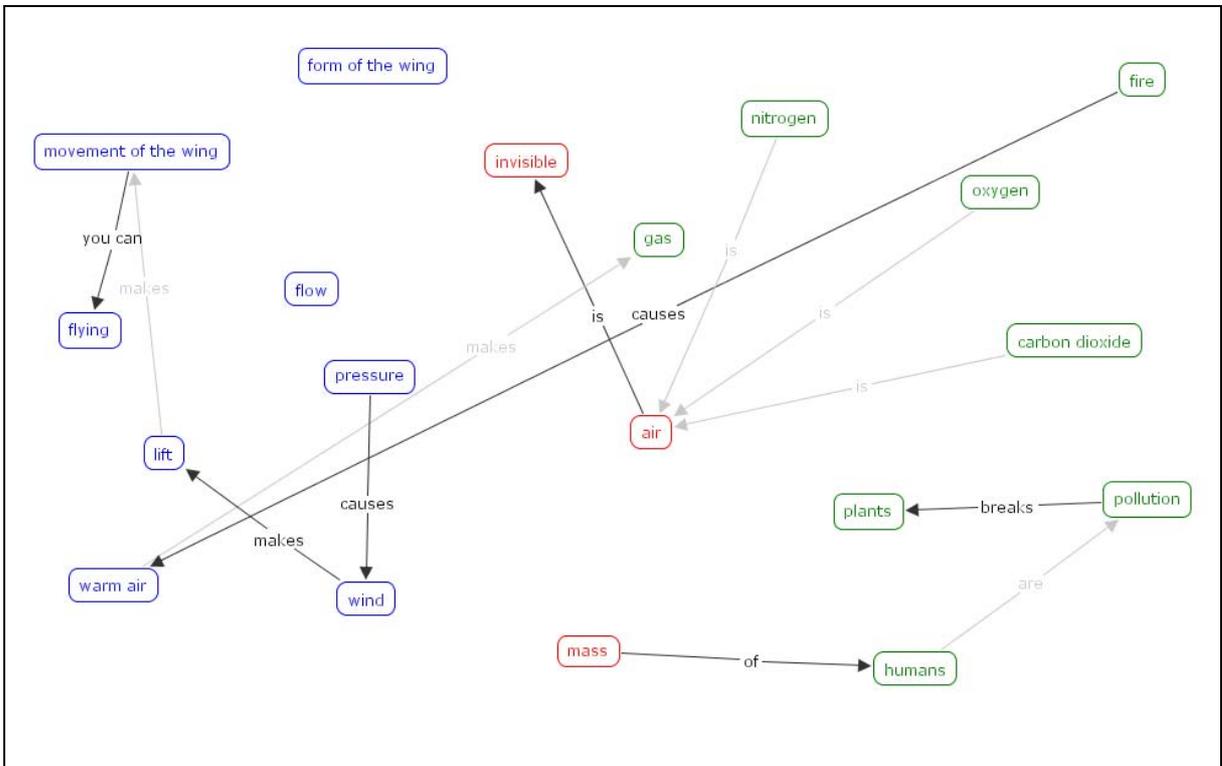
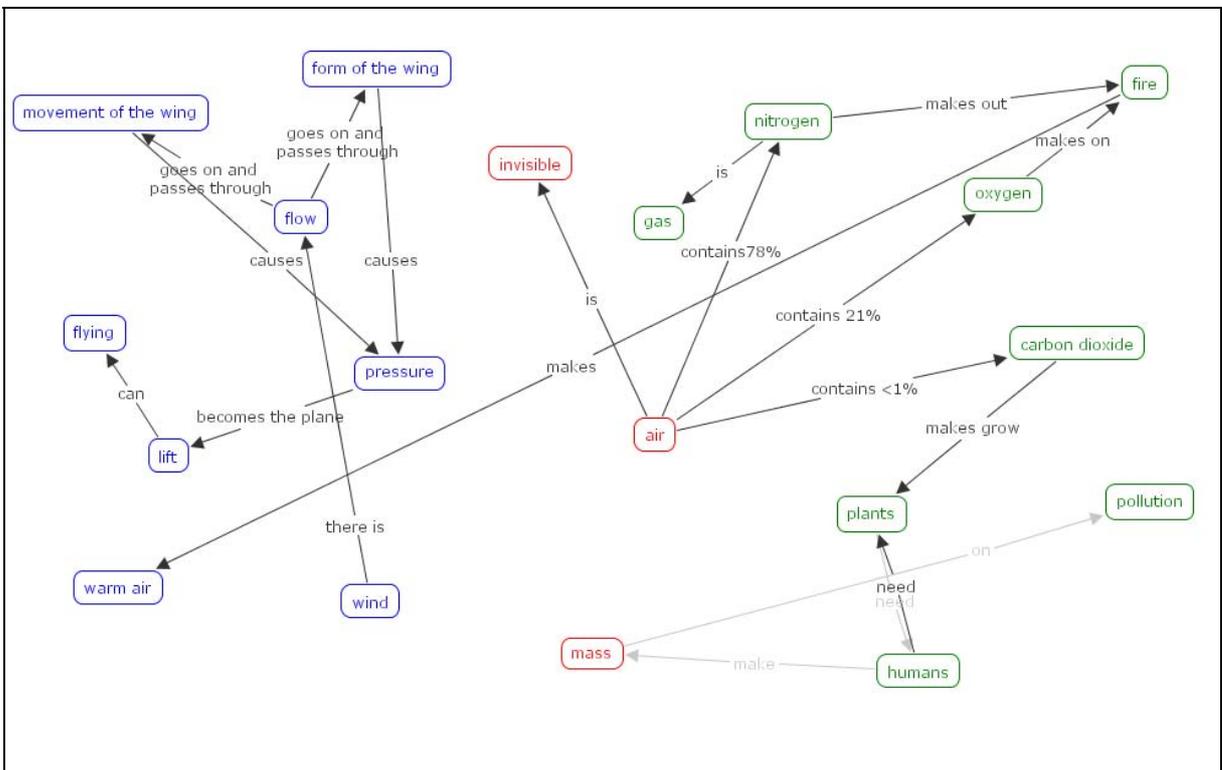


Abb. 44: Beispiel eines Posttests zum Thema Luft - I10 (digitalisiert)





## **Erklärung**

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Dissertation abgesehen von der Beratung durch meinen Betreuer, Herrn Prof. Dr. Reinhard Demuth, nach Inhalt und Form mein eigenes Werk ist. Bei der Anfertigung habe ich keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet.

Ferner erkläre ich, dass ich zuvor noch keinen Promotionsversuch unternommen habe und dass insbesondere diese Arbeit weder vollständig noch in Teilen an anderer Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegt, veröffentlicht oder zur Veröffentlichung eingereicht worden ist.

Kiel, 20. September 2005

## Lebenslauf

Name: Angela Koch, geb. Harder  
Staatsangehörigkeit: deutsch

15. 09. 1968 geboren in Itzehoe, Kreis Steinburg  
als zweites von drei Kindern des Arztes Dr. Hans-Heinrich Harder und  
der Krankenschwester Helga Harder, geb. Ottsen

1975 - 1979 Besuch der Grund- und Hauptschulen I und IV in Heide

1979 - 1984 Besuch der Klassen 5 bis 9 am Gymnasium Heide-Ost

1984 - 1985 Besuch der Klasse 11 an der Community High School District 99, South  
in Downers Grove, Illinois, USA

1985 - 1989 Besuch der Klassen 10 bis 13 am Gymnasium Heide-Ost

27.05.1989 Abitur

1989 - 1992 Studium der Fächer Englisch und Chemie für das höhere Lehramt  
an der Albert-Ludwigs-Universität, Freiburg

1992 - 1993 Tätigkeit als Fremdsprachenassistentin für das Fach Deutsch  
an der Anderson High School in Lerwick, Shetland, UK

1993 - 1997 Studium der Fächer Englisch und Chemie für das höhere Lehramt  
an der Christian-Albrechts-Universität, Kiel

17.02.1997 1. Staatsexamen in den Fächern Englisch und Chemie

09.07.1997 Magisterprüfung nach bestandenem Staatsexamen  
in den Fächern Englisch und Chemie

1998 - 2000 Referendariat am Bernstorff-Gymnasium, Satrup

16.10.1998 Heirat mit Pharmaberater Dr. Thomas Koch

09.12.1999 2. Staatsexamen in den Fächern Englisch und Chemie

20.05.2000 Geburt meiner Tochter Svenja Alice Koch

2000 - 2002 Betreuung meiner Tochter

seit Nov. 2002 Tätigkeit als wissenschaftliche Mitarbeiterin  
in der Abteilung Chemiedidaktik am IPN, Kiel

Kiel, 20. September 2005