

**Entwicklung und Überprüfung eines Strukturmodells
der fachlichen Kommunikationskompetenz
im Biologieunterricht**

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

vorgelegt von
Gesa Kramer

Kiel
Mai 2009

Referent: Prof. Dr. Helmut Prechtl

Korreferent/Korreferentin: Prof. Dr. Claudia Nerdel

Tag der mündlichen Prüfung: 13.07.2009

Zum Druck genehmigt: Kiel, den 23.03.2010

Teile dieser Arbeit wurden bereits veröffentlicht unter:

Schoormans, G. (2005): „Kompetenzbereich fachliche Kommunikation. Ein Aufgabenworkshop für Lehrkräfte des BMBF-Projektes 'Biologie im Kontext'“. Workshop, Auftaktveranstaltung bik, Berlin, 12.11.2005.

Schoormans, G., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2006): „Kommunikation als Schülerkompetenz im Sinne der Bildungsstandards für das Fach Biologie in der Sek I“. Vortrag, Beiratssitzung bik, IPN Kiel, 20.02.2006.

Schoormans, G., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2006): „Kompetenzbereich Kommunikation im BMBF-Projekt ‚Biologie im Kontext‘“. Vortrag, Beiratssitzung bik, IPN Kiel, 06.10.2006.

Schoormans, G. & Nerdel, C. (2006): „Kompetenzbereich fachliche Kommunikation. Ein Argumentationsworkshop für Lehrkräfte des BMBF-Projektes ‚Biologie im Kontext‘“. Workshop, Jahrestagung bik, Bad Hersfeld, 24.11.–25.11.2006.

Schoormans, G., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2006): „Woraus besteht die fachliche Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht?“. Posterpräsentation, Jahrestagung bik, Bad Hersfeld, 24.11.–25.11.2006.

Schoormans, G. & Nerdel, C. (2006): „Biologiebezogene Kommunikationskompetenz in der Sekundarstufe I“. Posterpräsentation, 3. Göttinger Fachtagung des ZeUS, Universität Göttingen, 04.09.–06.09.2006.

Schoormans, G., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2006): „Theoretical conceptions and empirical validation of a model of competency structure for subject related communication in biology education“. Posterpräsentation, ERIDOB London, England, 11.09.–15.09.2006.

Bayrhuber, H., Bögeholz, S., Eggert, S., Elster, D., Grube, C., Hößle, C., Linsner, M., Lücken, M., Mayer, J., Mittelsten Scheid, N., Möller, A., Nerdel, C., Neuhaus, B., Prechtel, H., Sandmann, A., Schmiemann, P., Schoormans, G. (2007): „Biologie im Kontext (bik) – Erste Forschungsergebnisse zu den Kompetenzbereichen Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation & Bewertung sowie zur Evaluation des Projekts“. MNU, 60 (5), 2007.

Schoormans, G., Prechtel, H. & Nerdel, C. (2007): „Theoretische Konzeption und empirische Validierung eines Strukturmodells im Kompetenzbereich Kommunikation“. Vortrag, Internationale Tagung der Fachgruppe Biologiedidaktik im VBIO „Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften“ Essen, 16.09.–20.09.2007.

Schoormans, G., Prechtel, H. & Nerdel, C. (2007): „Theoretische Konzeption und empirische Validierung eines Strukturmodells zur fachbezogenen Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht“. In H. Bayrhuber, F.X. Bogner, D. Graf, H. Gropengießer, M. Hamann, U. Harms et al. (Hrsg.), *Ausbildung und Professionalisierung von Lehrkräften. Abstracts. Internationale Tagung der Fachgruppe Biologiedidaktik im VBIO – Verband Biologie, Biowissenschaften & Biomedizin*; 16.09.–20.09.2007 Essen (S. 36). Kassel: Univ. Kassel.

Prechtel, H., Nerdel, C., Kramer, G. & Nitz, S. (2007): „Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht – ein Strukturmodell“. Vortrag, Vortragsreihe „Naturwissenschaftlicher Unterricht“ der DFG-Forschergruppe „NWU-Naturwissenschaftlicher Unterricht“ an der Universität Duisburg-Essen, Essen, 25.10.2007.

Nerdel, C., Prechtel, H. & Kramer, G. (2007): „Kompetenz Kommunikation“. Posterpräsentation, Beiratssitzung bik, IPN Kiel, 16.03.2007.

Schoormans, G., Prechtel, H. & Nerdel, C. (2007): „Theoretical conceptions and empirical validation of a competency structure model for subject related communication in biology education“. Vortrag, ESERA 2007 in Malmö, Schweden, 21.08.–25.08.2007.

Schoormans, G., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2007): „Theoretical conceptions and empirical validation of a competency structure model for subject related communication in biology education“. In European Science Education Research Association (ESERA) (Ed.), ESERA 2007. European Science Education Research Association International Conference. Abstracts (S. 70). Malmö: ESERA, Malmö Universität.

Kramer, G., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2007): „Kompetenz Kommunikation“. Posterpräsentation, Beiratssitzung bik, IPN Kiel, 26.11.2007.

Kramer, G. (2007): „Schulset Berlin, Kompetenzbereich Kommunikation“, Posterpräsentation, Jahrestagung bik, Bad Hersfeld, 30.11.–01.12.2007.

Nitz, S., Kramer, G., Nerdel, C., Prechtel, H. (2008): „Ein Kompetenzmodell für biologieberogene Kommunikation“. Posterpräsentation, zehnte Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im Verband Deutscher Biologen, 29.02.–02.03.2008, Universität Hannover.

Nitz, S., Kramer, G., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2008). „Ein Kompetenzmodell für biologieberogene Kommunikation“. In T. Riemeier et al. (Hrsg.), Abstractband der zehnten internationalen Frühjahrsschule der Sektion Biologiedidaktik im Verband Deutscher Biologen, (S. 66) Hannover 2008.

Kramer, G., Nitz, S., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2008): „Ein Kompetenzmodell für die fachliche Kommunikation im Biologieunterricht“. Posterpräsentation, Beiratssitzung bik, IPN Kiel, 11.04.2008.

Kramer, G., Nitz, S., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2008): „Ein Kompetenzmodell für die fachliche Kommunikation im Biologieunterricht“. Posterpräsentation, Abschlussveranstaltung bik, Berlin-Erkner, 23.05.–24.05.2008.

Kramer, G. (2008): „Kompetenzbereich Kommunikation – Lehrersset Berlin“, Posterpräsentation, Abschlussveranstaltung bik, Berlin-Erkner, 23.05.–24.05.2008.

Kramer, G., Nitz, S., Nerdel, C., Prechtel, H. (2008): „Influence of biology related communication on knowledge representation“. Vortrag, ERIDOB 2008, Utrecht, Niederlande, 16.09.–20.09.2008.

Kramer, G. (2008): „Kompetenzbereich Kommunikation“, IPN-Blätter (4) 2008, S. 7.

Zusammenfassung

Die Ergebnisse internationaler Schulleistungsstudien zeigen u.a., dass deutsche Schüler¹ deutliche Defizite in der sach- und fachgerechten Benutzung von Sprache im naturwissenschaftlichen Unterricht besitzen. Diese Erkenntnisse weisen auf die Notwendigkeit hin, Fähig- und Fertigkeiten für eine reflektierte Sprachanwendung explizit zu schulen. Um die Diagnose und Förderung der Kommunikationskompetenz jedoch evidenzbasiert zu ermöglichen, wird zunächst ein Kompetenzstrukturmodell benötigt, das die relevanten Strukturen und ihre Zusammenhänge identifiziert. Ziel der vorliegenden Arbeit ist die theoretische Entwicklung und empirische Überprüfung eines Kompetenzstrukturmodells im Bereich Kommunikation.

Gemäß den Vorgaben der KMK-Bildungsstandards stellen das Erschließen und der adressatengerechte Austausch von biologiebezogener Information zentrale Aspekte der Kommunikation im Biologieunterricht dar. Entsprechend wurden in dem Strukturmodell die beiden Dimensionen *Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation* im Dialog unterschieden. Als theoretischer Bezugsrahmen für die Kompetenzstrukturmodellierung wurden Forschungsarbeiten aus der kognitionspsychologisch ausgerichteten Lehr-Lernforschung, der Expertiseforschung, der Forschung zur Experten-Laien-Kommunikation, der Psycholinguistik und der Gesprächsanalyse berücksichtigt. In der weiteren Ausdifferenzierung dieser beiden Dimensionen wurden nach Analyse der oben genannten Literatur für die erstere die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur*, für die letzere die Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* in das Strukturmodell aufgenommen.

Bei der Überprüfung des Modells durch Videographie, Concept Maps und Begleitfragebogen konnten die theoretisch abgeleiteten Modellkomponenten der Kommunikationskompetenz empirisch bestätigt und zugleich um zusätzliche induktive Kategorien erweitert werden.

Zur differenzierten Beschreibung der Kommunikationskompetenz wurden die intra- sowie die interdimensionalen Zusammenhänge analysiert. Die individuellen Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* wiesen deutliche Bezüge zueinander auf, die dialogischen Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* dagegen nur in sehr geringem Maße. Der angenommene Einfluss von *Wissen* und *Wortschatz* auf die *Wissenskommunikation* ließ sich bestätigen. Ebenso konnte der Einfluss der Gesprächssituation in Form der dialogischen Komponente *Argumentationsprozess* auf die Wissenskonstruktion beim Erstellen der Concept Maps in Partnerarbeit empirisch belegt werden. Auch das Interesse und die Beziehung zwischen den Gesprächspartnern hatte z. T. Einfluss auf Wissen und Schülerkommunikation.

Ausgehend von diesen Befunden bedürfen die dialogischen Aspekte der Kommunikationskompetenz einer eigenen Förderung im Biologieunterricht. Die individuellen Aspekte *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* können aufgrund ihres Zusammenhangs auch gemeinsam geschult werden. Der kompetente Umgang mit fachbezogener Sprache erfordert u.a. Fähigkeiten zum reflektierten Einsatz des *Wortschatzes* im Hinblick auf die Semantik und die Wissensvermittlung. Ebenfalls müssen Fähigkeiten geschult werden, um verschiedene *Argumentstrukturen* in der Wissenskommunikation effektiv anwenden zu können.

¹ Vgl. Anmerkung zum Lesen dieser Arbeit auf S. XI

Abstract

The results of international assessments of student performance have revealed German students' deficits in using language appropriate to the context and subject in the science classroom. These findings indicate the necessity to train the students' knowledge and competencies to enable them to achieve more considerate language use. However, to make the diagnosis and support of subject-related communication competence possible in an evidence-based way, a model of the competence structure of biology-related communication is necessary which explains the relevant structures and their relationships. The theoretical derivation and empirical validation of such a model is the objective of this study.

According to the German national educational standards, biology-related communication is made up of two central aspects: the acquisition of biological information and the exchange of this knowledge with others in a manner suitable for the persons being addressed. Correspondingly, this model consists of two main dimensions, the *individual representation of knowledge* and *dialogic knowledge communication*. The theoretical frame of reference for the modeling of competence structures considers research results from educational studies in the area of cognitive psychology, expertise studies, expert-layperson-communication research, psycholinguistics and discourse analysis. Having analyzed the research literature mentioned above, these two dimensions were further differentiated into several sub-competences. The former comprises the components *knowledge*, *lexicon* and *structure of argument*, the latter the components *process of argumentation* and *audience design*.

The testing of this model, using videography, concept maps and questionnaires, was able to empirically validate the theoretically derived model components of communication competence and, at the same time, expand the model by further inductive model variables.

The intra- and interdimensional relationships of the model were analyzed in order to achieve a more elaborate description of the communicative competence. A high degree of dependence was found for the individual components *knowledge*, *lexicon* and *structure of argument*. In contrast, a lower degree of dependence was found for the dialogic components *process of argumentation* and *audience design*. With regard to the interrelations of the model's separate components, a low degree of dependence was found for the dialogic components *process of argumentation* and *audience design*. The hypothesized influence of *knowledge* and *lexicon* on *dialogic knowledge communication* was confirmed. Likewise, the influence of the dialogic component *process of argumentation* on the construction of knowledge during collaborative concept mapping in student dyads could be empirically confirmed. The students' interests and the social relationship of the two collaborating students also had some influence on their knowledge and their communication.

Taking these results as a starting point, the dialogic components of communicative competence need to be supported separately in biology classes. The individual aspects *knowledge*, *lexicon* and *structure of argument* can be trained together, due to their interrelationship. Competent language use appropriate to the context and subject requires, among other things, the ability to reflect on the use of the lexicon with regard to the semantics and the *representation of knowledge*, as well as the ability to use a variety of *structures of argument* in knowledge communication in an effective way.

Inhaltsverzeichnis

I	Einleitung	1
II	Theoretischer Hintergrund	4
II.1	<i>Fachwissenschaftlicher Hintergrund</i>	4
II.1.1	Anatomie und Physiologie	5
II.1.1.1	ZNS	5
II.1.1.2	Auge	14
II.1.1.3	Ohr	19
II.1.2	Beeinträchtigung der neuronalen Prozesse durch psychoaktive Substanzen	19
II.1.2.1	Alkohol	19
II.1.2.2	Cannabis sativa	23
II.1.3	Einfluss der Rauschdrogen Alkohol/ Cannabis sativa im Kontext Straßenverkehr	27
II.2	<i>Fachdidaktische Überlegungen zum Thema Sinnesphysiologie</i>	31
II.3	<i>Bildungspolitischer Hintergrund</i>	33
II.3.1	Bildungsstandards im Fach Biologie	33
II.3.2	Kompetenzbereich Kommunikation	37
II.3.3	Exkurs: Die fachdidaktische Perspektive zur Kommunikation	40
II.3.4	Modellierung von Kompetenzen	41
II.4	<i>Forschungsgrundlagen zur Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz</i>	44
II.4.1	Begriffsklärung	44
II.4.2	Individuelle Wissensrepräsentation	47
II.4.2.1	Kognitionspsychologische Grundlagen	47
II.4.2.2	Modelle des Textverstehens	48
II.4.2.3	Wissen	50
II.4.2.4	Verbalisierte Propositionen	53
II.4.2.4.1	Wortschatz	54
II.4.2.4.2	Argumentation und Argument	57
II.4.3	Wissenskommunikation	62
II.4.3.1	Konstruktion von Wissen als Kommunikationsergebnis	63
II.4.3.2	Argumentationsprozess	65
II.4.3.3	Audience Design	67
II.5	<i>Das Gesamtmodell der Kommunikationskompetenz im Überblick</i>	73
II.6	<i>Zusätzliche Einflussvariablen</i>	76
III	Forschungsfragen und Hypothesen	78
III.1	<i>Validierung der Dimensionen und Komponenten</i>	78
III.2	<i>Zusammenhänge zwischen den Dimensionen</i>	79

III.3	<i>Einfluss der Wissenskommunikation auf die Wissenskonstruktion</i>	80
III.4	<i>Einfluss weiterer Variablen auf Wissenskommunikation und Wissens-konstruktion</i>	81
IV	Material und Methoden	83
IV.1	<i>Konzeption und Anlage der Datenerhebung</i>	83
IV.2	<i>Übersicht über die eingesetzten Erhebungsinstrumente</i>	85
IV.3	<i>Material</i>	86
IV.3.1	Unterrichtsmodule der Einheit „Rauschdrogen im Straßenverkehr“	86
IV.3.2	Skalendokumentation des Begleitfragebogens	89
IV.3.2.1	Vortest	91
IV.3.2.2	Nachtest.....	107
IV.3.3	Concept Map.....	111
IV.4	<i>Erhebungsmethode</i>	114
IV.4.1	Erhebung der Videodaten.....	114
IV.4.2	Aufbereitung der Videodaten.....	117
IV.4.3	Transkription	118
IV.5	<i>Auswertungsmethoden</i>	124
IV.5.1	Graphentheoretische Auswertung	124
IV.5.2	Analyse der Videodaten	127
IV.5.2.1	Qualitative Inhaltsanalyse	127
IV.5.2.2	Entwicklung eines Kategoriensystems	127
IV.5.2.3	Kodiereinheit	131
IV.5.2.4	Analyseeinheit.....	131
IV.5.2.5	Operationalisierung des Kompetenzstrukturmodells	132
IV.5.2.6	Qualitätskontrolle	142
IV.5.2.7	Überblick über die Kodierverfahren	145
IV.5.3	Darstellung der deskriptiven Statistik	147
IV.5.4	Korrelationsanalysen.....	148
IV.5.5	Regressionsanalysen.....	149
V	Ergebnisse	152
V.1	<i>Gesprächsmuster</i>	152
V.2	<i>Validierung der Dimensionen und Komponenten</i>	154
V.3	<i>Deskriptive Statistik des Datenmaterials</i>	163
V.4	<i>Korrelationen als Hinführung zur Konstruktvalidierung</i>	174
V.4.1	Korrelationen der Komponenten Wissen, Wortschatz und Argumentstruktur (Individuelle Wissensrepräsentation)	176

V.4.2	Korrelationen der Komponenten Argumentationsprozess und Audience Design (Wissenskommunikation)	184
V.5	<i>Zusammenhänge zwischen den Dimensionen Individuelle Wissensrepräsentation und Wissenskommunikation</i>	187
V.6	<i>Einfluss der Wissenskommunikation auf die Wissenskonstruktion</i>	207
V.7	<i>Einfluss weiterer Variablen auf Wissenskommunikation und Wissenskonstruktion</i>	209
VI	Diskussion	213
VI.1	<i>Zusammenfassung der Ergebnisse</i>	213
VI.2	<i>Methodische Diskussion</i>	214
VI.2.1	Stichprobe	214
VI.2.2	Videographie.....	215
VI.2.3	Gütekriterien der Videographie	217
VI.2.4	Begleitfragebogen.....	219
VI.2.5	Gesprächsmuster	221
VI.3	<i>Inhaltliche Diskussion</i>	222
VI.3.1	Modellkomponenten.....	222
VI.3.2	Binnenstrukturen der Dimensionen.....	228
VI.3.3	Zusammenhänge zwischen den Dimensionen.....	231
VI.3.4	Einflussvariablen	236
VI.3.5	Fazit Kompetenzstrukturmodell der fachlichen Kommunikation im Biologieunterricht	238
VI.3.6	Gesprächsmuster	239
VII	Ausblick	242
VII.1	<i>Überlegungen zu weiterführenden Forschungsfragen</i>	242
VII.2	<i>Praktische Relevanz für den Unterricht</i>	243
VIII	Literatur	247
IX	Anhang	262
IX.1	<i>Abbildungsverzeichnis</i>	262
IX.2	<i>Tabellenverzeichnis</i>	265
IX.3	<i>Fragebogen</i>	268
IX.3.1	Vortest.....	268
IX.3.2	Nachtest	274
IX.4	<i>Leitfaden für die Erstellung der Concept Maps (Schülermaterial)</i>	275

<i>IX.5 Kodiermanual</i>	276
<i>IX.6 Transkripte</i>	285
<i>IX.7 Korrelationsanalysen</i>	286

Anmerkung zum Lesen der Arbeit

Für die bessere Lesbarkeit des Textes sind die Funktionsbeschreibungen in der vorliegenden Arbeit geschlechtsneutral, d. h. auf die Nennung von weiblicher und männlicher Form wird verzichtet. Durch die geschlechtsneutrale Beschreibung werden jeweils das weibliche und das männliche Geschlecht angesprochen. Anderenfalls wird das Geschlecht ausdrücklich erwähnt.

I Einleitung

Naturwissenschaften prägen nahezu alle gesellschaftlichen Bereiche und bilden heute einen bedeutenden Teil der kulturellen Identität. Naturwissenschaftliche Erkenntnisse finden nicht nur ihre Anwendung auf vielen wichtigen Gebieten wie in der Technik oder der Entwicklung neuer medizinischer Therapieansätze, sondern beeinflussen auch politische Entscheidungen, die das gesellschaftliche Wertesystem berühren. Die Mitglieder einer von Naturwissenschaften geprägten Gesellschaft müssen neben positiven Entwicklungen auch Risiken und Gefahren erkennen und bewerten können. Dazu müssen sie über grundlegendes Wissen aus den naturwissenschaftlichen Fächern verfügen und die Fähigkeit und Bereitschaft haben, sich mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen auseinanderzusetzen und sich darüber auszutauschen.

In diesem Zusammenhang ist die naturwissenschaftliche Grundbildung (Scientific Literacy) zu sehen, die Schülern eine aktive Teilhabe an gesellschaftlicher Kommunikation und Meinungsbildung über Entwicklung und Forschung ermöglicht (Gräber et al., 2002; Prenzel et al., 2007). Für diese aktive Teilhabe müssen Schüler u. a. lernen sach- und fachgerecht zu kommunizieren. Die sach- und fachbezogene Kommunikation dient dem Erwerb von Wissen sowie dem Austausch über dieses Wissen und seine Anwendungen.

Zwischen den dargestellten Ansprüchen des Bildungssystems nach naturwissenschaftlicher Grundbildung sowie gesellschaftlicher Kommunikationsfähigkeit und den tatsächlich erreichten Leistungen deutscher Schüler, die durch internationale Vergleichsuntersuchungen offensichtlich wurden, besteht allerdings eine erhebliche Diskrepanz (Klieme & Steinert, 2004). Als Reaktion auf diese Ergebnisse wurden bildungspolitische Maßnahmen entwickelt wie die Einführung nationaler Bildungsstandards zur Steuerung von Bildungsprozessen mittels bundesweit verbindlicher Ziele (Klieme et al., 2003). Die Überprüfung der Zielerreichung ermöglicht es, die Ergebnisse von Bildungsprozessen zu bilanzieren und im Steuerungsprozess rückzukoppeln.

In der aktuellen Diskussion um Kompetenzvermittlung im Rahmen der Einführung der KMK-Bildungsstandards wurde das Projekt „Biologie im Kontext (bik)“ entwickelt, in dessen Rahmen die vorliegende Arbeit entstanden und durchgeführt worden ist. „Biologie im Kontext“ hat sich zum Ziel gesetzt, durch die Implementation eines an Kontexten orientierten Biologieunterrichts die Kompetenzen von Schülern zu fördern. Bei Kontexten handelt es sich um den jeweiligen thematischen Rahmen, in dem Wissen erworben wird oder zur Anwendung kommt (Muckenfuß, 1995; Demuth et al., 2005). Durch die gewählten Kontexte soll das im Unterricht zu erwerbende Wissen für die Lernenden eine persönliche Relevanz erhalten. Die Ausrichtung des Unterrichts auf Kompetenzförderung orientiert sich an den KMK-Bildungsstandards im Fach Biologie. Dazu war es notwendig zu den vier Kompetenzbereichen der KMK-Bildungsstandards Kompetenzmodelle theoriegeleitet zu entwickeln und empirisch zu überprüfen (Bayrhuber et al., 2007).

Anknüpfend an die eingangs erwähnten Ansprüche des Bildungssystems, Schüler grundlegend naturwissenschaftlich auszubilden, muss Unterricht auch komplexe Inhalte wie sinnesphysiologische und neurowissenschaftliche Themen vermitteln. Solche Themenbereiche sind oftmals geprägt von einem hohen Vernetzungsgrad und einer geringen Anschaulichkeit, was mit einem hohen kognitiven Anforderungsgrad einhergeht. Die Behandlung neurowissenschaftlicher The-

men in der Schule bedeuten eine besondere Herausforderung für Lehrende und Lernende (Seibald, Pechtl & Bayhuber, 2003). Der in der vorliegenden Studie ausgewählte Kontext „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ bietet die Chance, Biologieunterricht nach der Projektkonzeption von „Biologie im Kontexte“ zu gestalten und dabei den Lerngegenstand Sinnes- und Neurophysiologie in einem sinnstiftenden Zusammenhang zu vermitteln (Harms et al., 2004).

Im Zusammenhang mit dem zentralen Anliegen der naturwissenschaftlichen Grundbildung durch den Biologieunterricht, ist eingangs ebenfalls die Bedeutung der Kommunikation herausgestellt worden. Um Sprache verwenden zu können, benötigen Lernende Fähig- und Fertigkeiten zum Einsatz von Fach- und Alltagssprache. Da die fachliche Kommunikation von Schülern häufig Defizite aufweist und Lernende Schwächen im sprachlichen Bereich aufweisen (Prenzel et al., 2004, 2007; Beck & Klieme, 2007), stellt sich die Frage, welche Aspekte der fachbezogenen kommunikativen Fähigkeiten zu schulen sind. Diese Frage steht insbesondere im Zusammenhang mit der Intention Lehrender, die Schüler zum fachsprachlichen Umgang und zu einer lernförderlichen Nutzung von Sprache zu befähigen. Dabei müssen kommunikative Fähigkeiten vor einer Förderung zunächst diagnostiziert werden. An diesem Punkt setzt die vorliegende Arbeit an, indem ein Strukturmodell zur Kommunikationskompetenz postuliert und validiert wird. So wird die Grundlage für eine differenzierte Diagnose der kommunikativen Fähigkeiten geschaffen, durch die Fördermaßnahmen für den Biologieunterricht zielgerichtet abgeleitet werden können.

In Kapitel II wird der Theoretische Hintergrund der vorliegenden Arbeit vorgestellt, zunächst in Bezug auf den fachwissenschaftlichen Hintergrund des zugrundeliegenden Themas im gewählten Kontext „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ (vgl. Kap. II.1). Ebenfalls wird auch näher darauf eingegangen, wie das Thema Sinnes- und Neurophysiologie anhand des gewählten Kontextes in den Unterricht integriert werden kann (vgl. Kap. II.2). In Kap. II.3 dieser Arbeit wird der theoretische Hintergrund beschrieben, der zur Gewinnung des Kompetenzstrukturmodells herangezogen wurde, beginnend mit der Klärung der verwendeten Begrifflichkeiten. Dabei wird einerseits auf den verwendeten Kompetenzbegriff sowie auf die Grundlagen der Modellierung einer Kompetenz eingegangen. Andererseits wird der zentrale Aspekt der Kommunikation aus fachwissenschaftlicher Perspektive eingehend erörtert. Hier wird u. a. die Frage beantwortet, warum in der vorliegenden Arbeit bestimmte Kommunikationsstandards als Grundlage für die Strukturmodellierung herangezogen wurden. Des Weiteren folgen in Kapitel II.4 die Forschungsgrundlagen zur Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz. Insgesamt liefern die Kapitel II.3 und II.4 die theoretische Basis für die Modellierung eines Strukturmodells der Kommunikationskompetenz für das Fach Biologie. Die Ergebnisse der theoretischen Recherche werden in einem Arbeitsmodell zusammengefasst (vgl. Kap. II.5). Im letzten Kapitel des theoretischen Hintergrunds werden weitere Faktoren beschrieben, die möglicherweise einen Einfluss auf die Kommunikationskompetenz haben (vgl. Kap. II.6).

Ausgehend von den theoretischen Ausführungen wird anschließend die empirische Untersuchung zur Validierung des Strukturmodells dargestellt. Sie beginnt mit den aus dem theoretischen Teil abgeleiteten Forschungsfragen und Hypothesen in Kapitel III. Die Vorstellung der empirischen Studie folgt in Kap. IV. Hier werden Untersuchungsdesign, angewandte Materialien und die Erhebungsmethode Videographie sowie die verwendeten Auswertungsmethoden aus-

fürlich erläutert. Die Ergebnisse dieser Studie werden in Zusammenhang mit der Überprüfung der Hypothesen in Kap. V berichtet. Anschließend folgt die Diskussion der empirischen Befunde in Kap. VI. Dabei wird u. a. auch darauf eingegangen, in welcher Weise das Strukturmodell als validiert angesehen werden kann. In Kapitel VII wird in einem Ausblick auf mögliche sich dieser Arbeit anschließende Studien und zukünftige Forschungen zur Kommunikationskompetenz sowie auf die Ableitung zentraler Implikationen für die Unterrichtspraxis eingegangen.

II Theoretischer Hintergrund

Der theoretische Hintergrund gliedert sich insgesamt in sechs Abschnitte. Zunächst wird der fachwissenschaftliche Hintergrund der Sinnes- und Neurophysiologie, der dieser Arbeit die biologische Grundlage verleiht, eingehend beschrieben (vgl. Kap. II.1). Daran anschließend wird der Bezug zum Unterricht unter Berücksichtigung der fachdidaktischen Perspektive hergestellt (vgl. Kap. II.2). Der dritte Teil des theoretischen Hintergrundes beleuchtet die aktuelle bildungspolitische Diskussion zum Thema Kompetenzen (vgl. Kap. II.3). In Kapitel II.4 werden die forschungsrelevanten Grundlagen für die in der vorliegenden Arbeit im Fokus stehende Kommunikationskompetenz differenziert beleuchtet. Zusammenfassend wird in Kapitel II.5 das aus den bisherigen theoretischen Ausführungen hergeleitete Strukturmodell zur Kommunikationskompetenz präsentiert. Im letzten Kapitel des theoretischen Hintergrundes werden empirische Befunde aufgeführt, die auf mögliche Einflussvariablen auf die Kommunikationskompetenz hinweisen (vgl. Kap. II.6).

II.1 Fachwissenschaftlicher Hintergrund

Im Folgenden werden die Inhalte des zugrunde liegenden biologischen Themas Sinnes- und Neurophysiologie dieser Arbeit aus fachwissenschaftlicher Sicht beschrieben. Im Verlauf der Arbeit können auf dieser Basis Entscheidungen im fachwissenschaftlichen korrekten Sinn getroffen werden, indem die vorliegenden fachwissenschaftlichen Ausführungen als Referenznetz für die Bewertung der Schülerleistung im empirischen Teil dieser Studie genutzt werden (vgl. Kap. IV). Die dafür relevanten Begriffe werden aus diesem Grund durch Fettdruck im Text hervorgehoben, da ein spezifischer Erwartungshorizont aufgrund der offen gestalteten Aufgabe nicht erschöpfend formuliert werden kann (vgl. Kap. IV.3.3).

Die Erwartungen an die fachlichen Inhalte der Schülerbeiträge im empirischen Teil der Arbeit orientieren sich an den im Folgenden vorgestellten fachlichen Inhalten und den entsprechenden Fachkonzepten.

Um die fachlichen Inhalte nicht isoliert nebeneinander stehen zu lassen, wurden die Themen der Sinnes- und Neurophysiologie in einen für Schüler relevanten Kontext gestellt, der ihnen einen lebensweltlichen Bezug liefern soll. So wurde auch dem Anspruch aktueller Kompetenzdiskussionen entsprochen, die den Erwerb von Kompetenzen in Zusammenhang mit spezifischen Kontexten sehen (vgl. Kap. II.3.1). Der Kontext *Straßenverkehr* und der *Einfluss von Rauschdrogen* lieferten den aktuellen Kontext, in dem Struktur und Funktion des Sinnesorgans Auge und des Zentralnervensystems vermittelt wurden.

Der fachwissenschaftliche Hintergrund beleuchtet notwendigerweise auch Ausschnitte aus der Pharmakologie und Toxikologie. Dabei wird das Zentralnervensystem, das System Auge, deren Beziehungen zueinander sowie die Beeinflussung dieser Organe durch die spezifischen Rauschdrogen Alkohol und Cannabis sativa dargestellt. (Bayrhuber & Kull, 2005; Campbell & Reece, 2006; Purves et al., 2006; Julien, 1997; Lüllmann, Mohr & Hein, 2006).

Zunächst werden Struktur und Funktion des Zentralnervensystems und des Auges skizziert.² Im Anschluss folgt jeweils der spezifische Einfluss der genannten Rauschdrogen auf die vorgestellten Systeme im Kontext Straßenverkehr.

II.1.1 Anatomie und Physiologie

II.1.1.1 ZNS

Das menschliche Nervensystem besteht aus den zwei Hauptkomponenten, dem Zentralnervensystem (ZNS) und dem peripheren Nervensystem (PNS). **Gehirn** und Rückenmark bilden zusammen das Zentralnervensystem, in dem die Verarbeitung, Speicherung und das Abrufen von Informationen stattfindet. Das ZNS bekommt über die Sinnesorgane externe Informationen übermittelt, die anschließend vom ZNS über ein Neuronennetzwerk, dem peripheren Nervensystem, in die verschiedenen Körpergewebe gebracht werden. Das PNS liegt außerhalb von Gehirn und Rückenmark und ist mit dem ZNS über Spinalnerven und Hirnnerven verbunden. Die folgenden Ausführungen beschränken sich aufgrund der Komplexität des Themas auf das Zentralnervensystem mit seinen funktionellen Subsystemen.

Rückenmark

Das Rückenmark leitet Information zwischen dem Gehirn und den Körperorganen. Ein Querschnitt durch das Rückenmark zeigt einen Zentralbereich aus grauer Substanz in Form eines Schmetterlings, umgeben von weißer Substanz. Beide Substanzen unterscheiden sich strukturell: Die graue Substanz ist reich an neuronalen Zellkörpern (Somata), wohingegen die weiße Substanz Axone enthält, die die Informationen das Rückenmark beidseitig entlang leiten. In regelmäßigen Abständen verlassen Nervenwurzelpaare rechts und links das Rückenmark über so genannte Wirbelkanäle. Die hintere Nervenwurzel wird auch als sensibles Neuron bezeichnet. Sie leitet Impulse aus dem Körper zur grauen Substanz des Rückenmarks. Die vordere Nervenwurzel, das motorische Neuron, leitet Impulse aus dem Rückenmark an die Muskeln des Körpers. Wenige Millimeter nachdem die Nervenwurzeln das Rückenmark verlassen haben, vereinigen sie sich zu den Spinalnerven. Die Spinalnerven treten über das Zwischenwirbelloch in regelmäßigen Abständen aus dem Wirbelkanal aus.

² Des Weiteren wird ein kurzer Überblick über das Sinnesorgan Ohr gegeben, dessen Bestandteile auch in den Erhebungsinstrumenten Raum einnehmen. Erst nach der Konzeption der Erhebungsinstrumente wurde klar, dass dieses Sinnesorgan in den für die Datenerhebung zur Verfügung stehenden Klassen keine weitere Behandlung erfuhr.

Gehirn

Man unterscheidet im menschlichen Gehirn verschiedene Hauptbereiche (vgl. Abbildung 1).

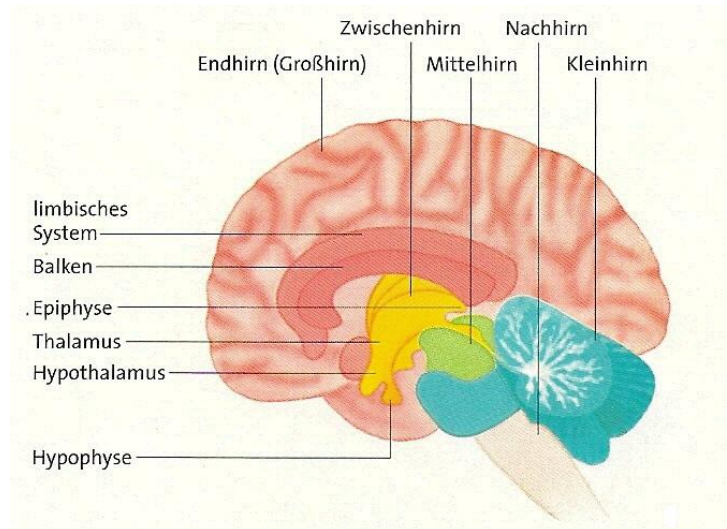


Abbildung 1: Anatomie des menschlichen Gehirns, Hypophyse ist relativ zu groß gezeichnet, sie hat beim Menschen Kirschkernegröße (Bayrhuber & Kull, 2005, S. 235)

Die Großhirnhemisphären bedecken mit der Großhirnrinde, dem cerebralen Cortex, beim Menschen alle Hirnteile mit Ausnahme des Kleinhirns. Der cerebrale Cortex besteht aus grauer Substanz (s.o.) und ist ca. 4 mm dick. Er nähme ausgebreitet eine Fläche von etwa einem Quadratmeter ein. Da der cerebrale Cortex zahlreiche Windungen und Furchen (Gyri und Sulci) aufweist, findet er trotz seiner großen Ausdehnung im beschränkten Volumen des Schädels Raum. Unter dem cerebralen Cortex liegt die weiße Substanz, die aus Axonen besteht, die die Zellkörper in der Großhirnrinde miteinander sowie mit anderen Hirnarealen verbinden.

Die Funktionseinheiten des Gehirns kommen in jeder Hemisphäre vor. Zwischen den beiden Hälften gibt es einen Nervenstrang, das Corpus Callosum, auch Balken genannt, der den Austausch von Informationen zwischen den beiden Hirnhälften regelt. Die Vorstellung, dass linke und rechte Hirnhälfte unterschiedliche Aufgaben haben und getrennt voneinander funktionieren, ist mittlerweile wissenschaftlich widerlegt. Eine Definition von Funktionseinheiten im Gehirn ist allerdings schwierig. Eine erste Orientierung kann über die Einteilung des Gehirns in Hirnlappen erreicht werden: der Temporallappen (empfängt und verarbeitet auditorische Information vom Gehör), der Frontallappen (motorischer Cortex, der Muskeln in bestimmten Körperregionen kontrolliert sowie Assoziationsfunktionen, die mit Planung und vorausschauendem Handeln zu tun haben), der Parietallappen (Berührungs- und Druckinformationen) und der Okzipitallappen (empfängt und verarbeitet visuelle Informationen; vgl. Abbildung 2).

Des Weiteren lassen sich auf dem Cortex so genannte Rindenfelder lokalisieren. Man unterscheidet zwischen primären Feldern und Assoziationsfeldern. Primäre Felder verarbeiten Informationen über Wahrnehmungen (z. B. sehen, riechen, berühren) oder steuern einfache Bewegungen. Zu den primären Feldern zählt z. B. der visuelle Cortex, der im Okzipitallappen liegt und auf dem

II Theoretischer Hintergrund

die Projektionen der Sehbahn münden. Ebenso zählt der auditorische Cortex zu den primären Feldern. Er dient der Verarbeitung akustischer Reize und liegt seitlich im Temporallappen. Assoziationsfelder stimmen verschiedene Funktionen aufeinander ab. Das korrekte Zusammenspiel verschiedener Felder ermöglicht eine Funktion. Assoziative Felder finden sich u.a. im vorderen Teil des Gehirns. Sie bringen z. B. Gedächtnisleistungen und höhere Denkvorgänge hervor.

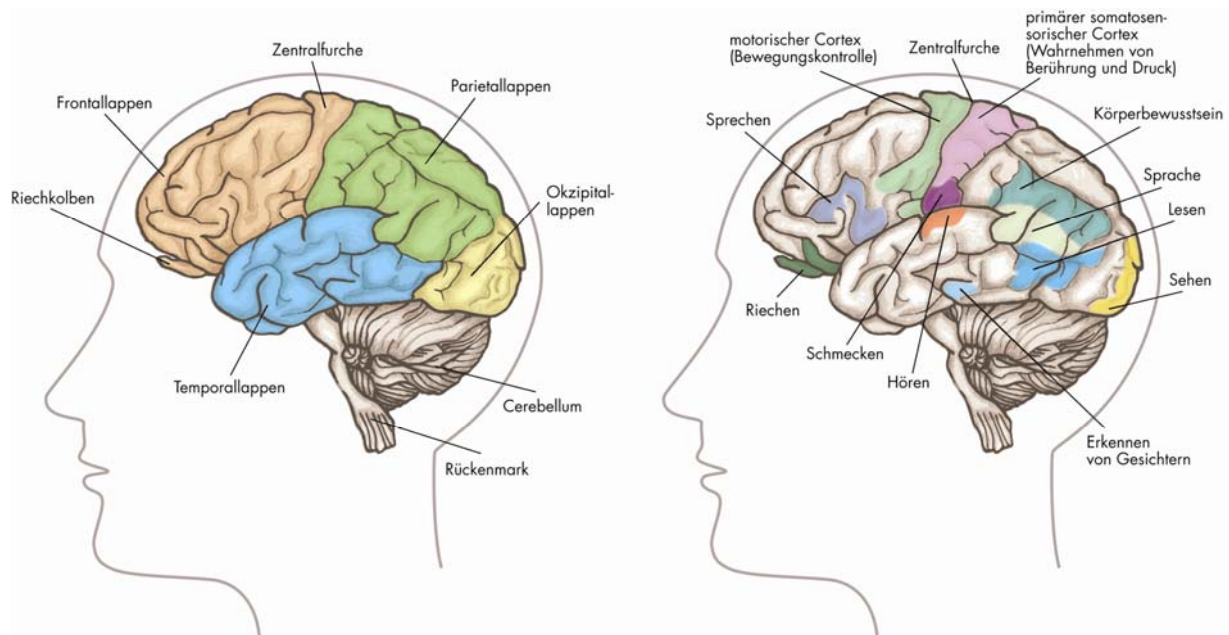


Abbildung 2: Die wichtigsten sensorischen und motorischen Regionen der Großhirnrinde des Menschen

Wie beschrieben repräsentiert die Großhirnrinde verschiedene Körperregionen. Je nachdem wie hoch die Dichte der Mechanorezeptoren und das taktile Diskriminierungsvermögen der jeweiligen Körperregion ist, desto größer ist die Repräsentationsfläche auf der Großhirnrinde. Lippen und Finger sind beispielsweise überproportional groß auf der Großhirnrinde repräsentiert. So entsteht eine verzerrte Abbildung des Körpers auf der Hirnrinde, ein so genannter Homunculus.

Das Kleinhirn lässt sich ebenfalls in zwei Hemisphären unterteilen. Zusätzlich grenzt man weitere Teile ab. Es ist z. B. für Gleichgewicht, Bewegungen und deren Koordination verantwortlich. Außerdem wird dem Kleinhirn auch eine Funktion beim unbewussten Lernen zugeschrieben. Neuere Forschungen lassen darauf schließen, dass es u.a. auch für den Spracherwerb und das soziale Lernen verantwortlich ist.

Zum Zwischenhirn werden vier Bereiche gerechnet: Thalamus, Hypothalamus, Subthalamus und Epithalamus. Der Thalamus ist der Vermittler sensibler und motorischer Signale zum und vom Großhirn. Hier laufen alle Informationen der Sinnesorgane zunächst zusammen. Er besteht hauptsächlich aus grauer Substanz (s.o.). Der Hypothalamus steuert zahlreiche körperliche und psychische Lebensvorgänge (z.B. Aufrechterhalten der Homöostase – Temperatur, Blutdruck, Osmolarität oder Regulation der Nahrungs- und Wasseraufnahme) und wird selbst teils neural

über das vegetative Nervensystem, teils hormonell über den Blutkreislauf gesteuert. Der Hypothalamus ist mit der Hypophyse (Hirnanhangdrüse) über den Hypophysenstiel verbunden. Hypothalamus und Hypophyse sind das zentrale Bindeglied zwischen dem Hormon- und dem Nervensystem. Das Zwischenhirn ist u. a. beteiligt an der Schlaf-Wach-Steuerung.

Der Hirnstamm ist der evolutiv älteste Teil des Gehirns. Er bildet den untersten Gehirnabschnitt und besteht aus auf- und absteigenden Nervenfasern (weiße Substanz) und Ansammlungen von Neuronensomata (graue Substanz). Morphologisch werden dem Hirnstamm das Mittelhirn, die Brücke (Pons) und das verlängerte Rückenmark (Medulla oblongata) zugeordnet. Der Hirnstamm verschaltet und verarbeitet eingehende Sinneseindrücke und ausgehende motorische Informationen und ist zudem für elementare und reflexartige Steuermechanismen zuständig. Sensorische Informationen, die über das Rückenmark hinauf zu ihrem Bestimmungsort im Endhirn geleitet werden, passieren den Hirnstamm. Ein ausgedehntes Neuronennetzwerk – die *Formatio reticularis* – reicht von der Medulla oblongata (verlängertes Rückenmark) bis zum Diencephalon (Zwischenhirn). Von der *Formatio reticularis* verlaufen Projektionen u. a. in den gesamten cerebralen Cortex. Neben der Beteiligung an der Kontrolle zahlreicher Körperfunktionen (u. a. Schmerzempfinden, Gleichgewicht und Koordination) beeinflussen Informationen, die die *Formatio reticularis* passieren, auch den allgemeinen Erregungszustand im Großhirn und damit den Aktivierungs- und Wachheitsgrad. Wegen dieser aktivierenden Funktion des retikulären Hirnstammsystems spricht man auch vom aufsteigenden retikulären aktivierenden System (ARAS).

Im Nachhirn kreuzen sich die Nervenbahnen. Hier werden viele automatisch ablaufende Vorgänge wie Herzschlag, Atmung oder Stoffwechsel gesteuert. Ebenso befinden sich im Nachhirn wichtige Zentren, die z. B. Lidschluss-, Schluck-, Husten- und andere Reflexe auslösen. Das untere Ende des Nachhirns schließt an das Rückenmark an.

Stammesgeschichtlich alte Endhirnstrukturen (Hippocampus, Amygdala und Septum) werden mit Teilen des Zwischenhirns (Hypothalamus) auch als limbisches System zusammengefasst. Das limbische System ist u. a. verantwortlich für elementare physiologische Triebe, angeborenen Verhaltensweisen (Instinkte), Motivation und Emotionen. Dabei wird die Entstehung von Emotionen und Triebverhalten entgegen veralteten Vorstellungen immer als Zusammenspiel mehrere Gehirnteile gesehen und darf nicht dem Limbischen System allein zugesprochen werden. Eine Komponente des limbischen Systems, die Amygdala (Mandelkern) ist am Angstepfinden und dem Angstgedächtnis beteiligt. Ein weiterer Teil des limbischen Systems, der Hippocampus, ist beim Menschen notwendig, um Gedächtnisinhalte aus dem Kurzzeitgedächtnis ins Langzeitgedächtnis zu überführen.

Neuronen: Funktionseinheiten des Gehirns

Das Zentralnervensystem besteht aus **Nervenzellen** (Neuronen)³ und spezialisierten Zellen, die sie unterstützen, die sogenannten Gliazellen (vgl. hierzu auch Kap. II.1.2.1).

³ Ein Nerv ist ein Bündel von Axonen, die Informationen verschiedener Kanäle z.T. zeitgleich weiterleiten können (Parallelverarbeitung von Informationen). Neuronale Afferenzen übermitteln Signale an das ZNS wie die Sehbahn oder die

Gliazellen bilden im ZNS ein von Blutkapillaren und Lymphgefäßen durchzogenes bindegewebsähnliches Stützgewebe (Neuroglia). Sie haben wichtige Funktionen bei allen Transportvorgängen im ZNS sowie der Ernährung und Isolierung der Nervenzellen. Zu den Gliazellen gehören unter anderem die Astrocyten, die ein wichtiger Bestandteil der Blut-Hirn-Schranke sind (s.u.) und die Oligodendrocyten, die eine isolierende Markscheide um die Axone der meisten Zellen des Zentralnervensystems bilden. Im peripheren Nervensystem erfüllen Schwann-Zellen diese Funktion (s.u.).

Neuronen sind darauf spezialisiert, Informationen zu empfangen, zu codieren und an andere (Nerven-) Zellen zu übermitteln. Informationen aus der Umwelt werden von Sinneszellen (als Sinnesrezeptoren spezialisierte Nervenzellen) empfangen und in elektrische Signale umgewandelt, die als elektrische Erregungsmuster weitergeleitet und von nachgeschalteten Neuronen verarbeitet werden. Anschließend übermittelt das Nervensystem diese verarbeiteten Signale an Effektoren wie Muskel- und Drüsenzellen.

Neuronen gleichen sich im Grundaufbau, sind aber dennoch spezifisch an ihre jeweilige Funktion in den unterschiedlichen Körpergeweben angepasst. Sie besitzen einen Zellkörper (Soma), den Zellkern und den größten Teil der Zellorganellen enthält. Dendriten sind Zellfortsätze, die Informationen von anderen Neuronen oder von Sinneszellen an das Soma weiterleiten. Bei den meisten Neuronen ist ein bestimmter Fortsatz – das Axon – deutlich länger als alle anderen. Er leitet den im Soma generierten elektrischen Impuls vom Zellkörper in Richtung Zielzelle (Nervenzelle, Muskelzelle, Drüsenzelle). Die Axonendigungen besitzen an ihrem Ende kleine Anschwellungen, die synaptischen Endigungen, die sehr nah an der Zielzelle liegen. Die Membranen der synaptischen Endigung des Axons und der Dendriten der Zielzellen bilden gemeinsam die Synapse. Die interzelluläre Kommunikation erfolgt durch Nervenimpulse, die erzeugt und weitergeleitet werden. Ein Nervenimpuls, der in einer synaptischen Endigung eintrifft, führt zur vermehrten Ausschüttung von dort gespeicherten Neurotransmittern. Die ausgeschütteten Botenstoffe diffundieren durch den synaptischen Spalt und binden an Rezeptoren auf der Plasmamembran der Zielzelle.

Nervenimpulse erzeugen und weiterleiten

Die elektrische Potenzialdifferenz, die über der Plasmamembran einer Zelle herrscht, ist das Membranpotenzial. Bei einem nicht erregten Neuron wird diese Spannung als Ruhepotenzial bezeichnet, d.h. die Zellinnenseite ist mit einer Spannung von ca. -60 Millivolt gegenüber der Außenseite negativ geladen. Mit Hilfe einer Veränderung dieser elektrischen Potenzialdifferenz können Neuronen auf eingehende Erregungen reagieren und diese übertragen.⁴ Der Grundmechanismus ist dabei das Öffnen und Schließen von Ionenkanälen, was zu Veränderungen in der Polarität der Plasmamembran führt.

Hörbahn; neuronale Efferenzen übermitteln Signale vom ZNS an die Peripherie, bspw. Muskeln und Drüsen im Körper. Zeitgleich empfängt und produziert das ZNS auch hormonelle Informationen.

⁴ Im Vergleich dazu müssen Sinneszellen auf adäquate Reize von außen reagieren (elektrisch, chemisch, mechanisch), die sie in die Form einer Erregung transformieren (vgl. Kap. II.1.1.2).

II Theoretischer Hintergrund

Das Ruhepotenzial wird im Wesentlichen von offenen Kaliumkanälen hervorgerufen. Bei der Depolarisation findet eine Verschiebung des Ruhepotenzials zu einem weniger negativen Membranpotenzial statt, indem Na^+ -Ionen durch einen spannungsgesteuerten Natriumkanal in die Zelle einströmen. Bei der Hyperpolarisation, wenn beispielsweise Cl^- -Ionen durch einen spannungsgesteuerten Chloridkanal in die Zelle einwandern, sinkt das Membranpotenzial unter den Wert des Ruhepotentials.

Ist die Zelle depolarisiert, d.h. das Membranpotenzial ist im Vergleich zum Ruhepotenzial gestiegen, und wird dabei ein bestimmter Schwellenwert erreicht, öffnen sich eine größere Zahl von Natriumkanälen. Das führt zu einer großen, schlagartigen Depolarisation der Zelle, ein Aktionspotenzial entsteht. Durch diesen positiven Rückkopplungseffekt kommt es zu dem typischen „Spike“ beim Aktionspotenzial. Es können allerdings nur dort Aktionspotenziale entstehen, wo sich spannungsgesteuerte Natriumkanäle befinden, am Axonhügel und am Axon. Wird die Membran bis zum Schwellenwert depolarisiert, öffnen sich weitere Na^+ -Kanäle, die Membran wird weiter depolarisiert und es öffnen sich wiederum weitere Na^+ -Kanäle.

Diese überschwellige Depolarisation der Membran, die ein Aktionspotenzial auslöst, wird Erregung genannt - die Zelle, deren Schwellenwert überschritten ist, ist erregt. Ein Aktionspotenzial kehrt über einen Teil der Membran die Spannung schlagartig und schnell um: Es fließt ein bioelektrischer Strom durch die Membran und die Zellinnenseite wird gegenüber der Außenseite positiv geladen.

Die während eines Aktionspotenzials einströmenden Na^+ -Ionen verteilen sich passiv als Ausgleichsströme stromaufwärts und stromabwärts im Axon, da im Zellinnern lediglich negative Ladungen vorliegen (elektrotonische Erregungsleitung). Dadurch werden benachbarte Membranbereiche depolarisiert und bei Erreichen des Schwellenwertes ein Aktionspotenzial generiert (kontinuierliche Erregungsleitung). Das Aktionspotenzial kann allerdings nur stromabwärts durch das Axon wandern, da die stromaufwärts liegenden benachbarten Na^+ -Kanäle kurzfristig inaktiv sind (Refraktärzeit) und das Axon dort nicht erregbar ist (Einbahnstraße).

Aktionspotenziale laufen ohne Signalabschwächung am Axon fort. Trifft ein Aktionspotenzial in einer Membranregion ein, fließt elektrischer Strom in benachbarte Membranregionen und depolarisiert sie. Sobald die Depolarisation hier überschwellig wird, generieren spannungsgesteuerte Kanäle auch in diesen Membranabschnitten ein Aktionspotenzial. Auf diese Weise regeneriert sich ein Aktionspotenzial auf seinem Weg entlang des Axons ständig selbst (Selbstregeneration). Aktionspotenziale dauern höchstens 1–2 Millisekunden und folgen dem Alles-oder-Nichts-Prinzip.

Hilfreich bei der Weiterleitung sind außerdem die Schwann'schen Zellen, die die Axone aufgrund ihres Lipidcharakters isolieren. Die Isolation besteht aus einer Myelinscheide, die in regelmäßigen Abständen durch Lücken, den Ranvier-Schnürringen, unterbrochen ist. Hier liegt die Axonmembran frei. An diesen freien Stellen ist die Membran dicht mit Ionenkanälen besetzt. Die positiven Ladungen, die am Schnürring ins Axon strömen, breiten sich auf der Innenseite der Axonmembran elektrotonisch aus. Wenn dieser Strom am nächsten Schnürring die Membran bis zur Schwelle depolarisiert, wird dort ein Aktionspotenzial ausgelöst. Dieser Strom kann frühestens am nächsten Schnürring wieder die nächsten spannungsgesteuerten Na^+ -Kanäle öffnen und bei Erreichen des Schwellenwertes ein Aktionspotenzial generieren. Die Schwann'schen Zellen

dürfen dabei nur so lang sein, wie die elektrotonische Erregungsleitung unter den Myelinscheiden ausreicht, um am nächsten Schnürring den Schwellenwert zu erreichen. Die Aktionspotenziale entstehen nur noch an den Schnürringen, die myelinisierten Bereiche werden übersprungen. Man spricht hier von der saltatorischen Erregungsleitung (lat. saltare = springen, tanzen).

Kommunikation zwischen Neuronen: Acetylcholin und GABA

Der Mechanismus in der Kommunikation zwischen Neuronen basiert auf den Synapsen zwischen den Neuronen. Diese Kontaktstrukturen von Nervenzellen setzen sich zusammen aus der präsynaptischen Zellmembran des Neurons, das die Erregung weitergibt, und der postsynaptischen Zelle des Neurons, das die Erregung empfängt (vgl. Abbildung 3). Zwischen prä- und postsynaptischem Neuron liegt der synaptische Spalt. Die synaptische Übertragung beginnt mit dem Eintreffen des Aktionspotenzials an der synaptischen Endigung der präsynaptischen Zelle. Na⁺-Kanäle öffnen sich und depolarisieren die präsynaptische Membran, was dazu führt, dass sich spannungsgesteuerten Ca²⁺-Kanäle öffnen. Ca²⁺-Ionen strömen aufgrund des Konzentrationsgefälles in die präsynaptische Zelle und führen dazu, dass die dort mit dem Neurotransmitter Acetylcholin bepackten synaptischen Vesikel mit der präsynaptischen Membran verschmelzen.⁵

Die postsynaptische Membran vieler Nervenzellen im Gehirn enthalten Acetylcholinrezeptoren, bei denen es sich um ligandengesteuerte Ionenkanäle handelt, die normalerweise geschlossen sind. Ligandengesteuert meint in diesem Zusammenhang, dass sich Ionenkanäle sofort nach Bindung eines Transmittermoleküls für einige Millisekunden öffnen. Wenn Acetylcholin an diese Rezeptoren bindet, öffnen sich Na⁺-Kanäle, Na⁺-Ionen wandern in die postsynaptische Zelle und depolarisieren deren Plasmamembran. Diese Depolarisation breitet sich elektrotonisch über die Membran der postsynaptischen Zelle aus. Ist die Depolarisation überschwellig, löst sie am Axonhügel ein Aktionspotenzial aus, das sich entlang der Axonmembran fortsetzt. Das Enzym Acetylcholinesterase baut Acetylcholin in der Synapse ab, wodurch sich die Natriumkanäle wieder schließen und die Erregung des postsynaptischen Neurons abklingt. Acetylcholin und die synaptischen Vesikel werden nach der synaptischen Übertragung wieder recycelt: Die Komponenten werden von der präsynaptischen Zelle zur Resynthese wieder aufgenommen.

Die Plasmamembran der Dendriten und des Zellkörpers eines postsynaptischen Neurons können Rezeptoren für eine Reihe verschiedener Neurotransmitter aufweisen. Ebenso speichern die synaptischen Endigungen von verschiedenen präsynaptischen Neuronen verschiedene Neurotransmitter und setzen sie zu gegebenem Anlass frei. Daher kann ein postsynaptisches Neuron gleichzeitig unterschiedliche chemische Botschaften erhalten.

⁵ An dieser Stelle wird Acetylcholin exemplarisch als Neurotransmitter dargestellt, auch im Hinblick auf die Wirkungsweise der im Anschluss vorgestellten Substanzen Alkohol und Cannabis sativa. Acetylcholin ist ein wichtiger Neurotransmitter der Motoneuronen, der auch im Zentralnervensystem in einigen neuronalen Bahnen des Gehirns eine Rolle spielt. Allerdings macht Acetylcholin nur einen geringen Prozentsatz des Gesamtgehalts an Neurotransmittern im ZNS aus. Die häufigsten Neurotransmitter im ZNS sind einfache Aminosäuren wie GABA (s. u.).

II Theoretischer Hintergrund

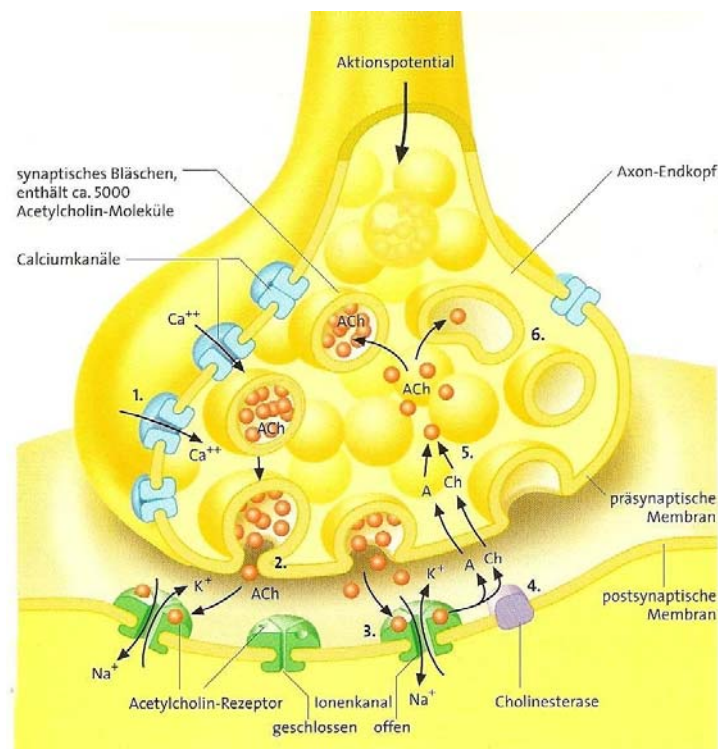


Abbildung 3: Erregungsübertragung hier am Beispiel der motorischen Endplatte einschließlich des Acetylcholinkreislaufs (Bayrhuber & Kull, 2005, S. 207)

Besteht die Antwort des postsynaptischen Neurons auf einen Neurotransmitter in einer Depolarisation, ist die Synapse erregend; reagiert das postsynaptische Neuron mit einer Hyperpolarisation ist die Synapse hemmend (inhibitorisch). Die beiden häufigsten inhibitorisch wirkenden Neurotransmitter bei Vertebraten sind Gamma(γ)-Aminobuttersäure (GABA) und Glycin.⁶ Die postsynaptischen Membranen an inhibitorischen Synapsen, die diese Neurotransmitter binden, tragen ligandengesteuerte Chloridkanalrezeptoren. Wenn diese Kanäle ihren Neurotransmitter binden und sich öffnen, hyperpolarisieren sie die postsynaptische Membran, was zu einer geringeren Erregbarkeit der Neuronenmembran führt. Daher senkt die Freisetzung von Neurotransmittern an einer hemmenden Synapse die Wahrscheinlichkeit, dass in der postsynaptischen Zelle ein Aktionspotential ausgelöst wird.

GABA-Rezeptoren sind Transmembranproteine in Nervenzellen, die den Neurotransmitter γ -Aminobuttersäure spezifisch binden. Diese ligandenaktiven Ionenkanäle, die für Chlorid- und Bikarbonationen durchlässig sind, durchspannen die Zellmembran vier Mal. Der Aufbau von GABA-Rezeptoren unterscheidet sich in der unterschiedlichen Anzahl miteinander gekoppelter Untereinheiten (α -, β -, γ -, δ -, ϵ -, ζ -Untereinheit). Neben der Bindestelle für γ -Aminobuttersäure besitzt der GABA-Rezeptor an den verschiedenen Untereinheiten weitere Bindestellen für phar-

⁶ Im Folgenden werden die GABA-Rezeptoren eingehender dargestellt, weil sie auch im Hinblick auf den Einfluss von Alkohol und seine Wirkungsweise eine zentrale Rolle spielen. Alkohol erzeugt an den GABA-Rezeptoren eine Wirkungsverstärkung (vgl. Kap. II.1.2.1).

makologisch wirksame Substanzen wie Benzodiazepine, Barbiturate und Neurosteroiden (zusammenfassend als Diazepine bezeichnet). Diese Substanzen wirken angstlösend und sedierend und ahmen die Wirkung von GABA nach.

Die meisten GABA-Rezeptoren befinden sich im Gehirn und im Rückenmark und stellen den wichtigsten inhibitorischen Rezeptor des zentralen Nervensystems dar. GABA stellt 30% der Transmittermenge im ZNS dar. Man unterscheidet lokale GABAerge Systeme im Neocortex und im limbischen System. Besondere Funktion hat er in den Basalganglien und dem Kleinhirn, wo er an der motorischen Kontrolle beteiligt ist. Im Thalamus wirkt GABA an der Einleitung und Aufrechterhaltung des Schlafs. Hier ist auch der Hauptangriffsort der pharmakologischen Beeinflussung durch Diazepine (s.o.). Im Rückenmark befinden sich GABA-Rezeptoren auf Motoneuronen. Sie sind an der Reflex-Verschaltung ebenso wie an der Koordination von Bewegungsabläufen beteiligt.

Die Rezeptoren

Man unterscheidet zwei Grundformen von Rezeptoren: ionotrope und metabotrope Rezeptoren. Bei ionotropen Rezeptoren handelt es sich um einen Ionenkanal, der aufgrund der Bindung des Neurotransmitters direkt zu einer Veränderung der Ionenbewegung durch die Membran der postsynaptischen Zelle führt. Metabotrope Rezeptoren sind keine Ionenkanäle, sondern induzieren Veränderungen in der postsynaptischen Zelle, die einen intrazellulären Signalprozess in Gang setzen, der zum Öffnen oder zum Schließen eines Ionenkanals führen kann. Die Antworten postsynaptischer Zellen, die von metabotropen Rezeptoren, z. B. G-Proteinen (vgl. Abbildung 7) vermittelt werden, sind generell langsamer und länger anhaltend als solche, die von ionotropen Rezeptoren induziert werden.

Die Komplexität der Neurotransmission wird dadurch erhöht, dass zu jedem Transmitter verschiedene Rezeptortypen existieren, die erst die genaue Wirkung eines Neurotransmitters festlegen (z. B. erregend oder hemmend). Zudem sind Rezeptoren in den verschiedenen Körpergeweben unterschiedlich verteilt (s.o. GABA-Rezeptor, vgl. Kap. II.1.2.2 CB-Rezeptor). Demnach kann also die Wirkungsweise eines Transmitters in verschiedenen Geweben auch unterschiedlich sein. So hat Acetylcholin beispielsweise zwei Rezeptortypen: Nicotinische Acetylcholinrezeptoren sind ionotrop und werden von Nikotin blockiert, muscarinische Acetylcholinrezeptoren sind metabotrop und werden von dem Pilzgift Muscarin blockiert. Beide Typen findet man im ZNS, wo die nicotinischen Rezeptoren meist erregend sind, muscarinische hingegen meist hemmend. Auch außerhalb des ZNS kann Acetylcholin unterschiedlich wirken. So führt Acetylcholin, das über die nicotinische Rezeptoren der glatten Darmmuskulatur wirkt, zum Beispiel zu einer Depolarisation und verstärkt damit die Darmbewegung. Acetylcholin, das über muscarinische Rezeptoren in der Herzmuskulatur wirkt, führt hingegen zu einer Hyperpolarisation und vermindert somit das Kontraktionsvermögen des Herzens.

Als letztes Beispiel für Neurotransmitter soll auch im Hinblick auf die Wirkung von Alkohol die Wirkungsweise an einem Glutamatrezeptor skizziert werden.⁷ Glutamat, ist ein erregend wirkender Neurotransmitter auf Aminosäurebasis, der eine Reihe von Rezeptoren – ionotrope und metabotrope – binden kann. Eine Aktivierung des speziellen Glutamat NMDA-Rezeptor⁸ führt stets zu einem langsamen Na^+ -Einstrom sowie anschließend zu einem Ca^{2+} -Einstrom in das Neuron und zu einer Depolarisation der Zelle. NMDA-Rezeptoren reagieren langsam auf synaptischen Input und können mit Hilfe der Ca^{2+} -Ionen als sekundären Messengern eine Reihe von langfristigen zellulären Veränderungen auslösen. Voraussetzung für die Aktivierung von NMDA-Rezeptoren ist zudem, dass die Zelle durch die Aktivierung anderer Rezeptoren bereits in gewissem Maße vordepolarisiert wurde, bevor sie ihre Poren öffnet und einen Na^+ -Einstrom erlaubt.

II.1.1.2 Auge

Anatomie

Das menschliche **Auge** ist eine runde flüssigkeitsgefüllte Struktur, die von einer zähen Lederhaut (Sklera) umgeben ist. Im vorderen Bereich des Auges bildet die Sklera eine transparente Hornhaut (Cornea), durch die Licht ins Auge fällt. Hinter der Hornhaut liegt die pigmentierte Iris (Regenbogenhaut), die dem Auge seine Farbe verleiht. Ihre Aufgabe besteht darin, die Lichtmenge zu kontrollieren, die auf die Photorezeptoren im Augenhintergrund fällt. Durch die zentrale, neuronal gesteuerte Öffnung der Iris – die **Pupille** – wird der Lichteinfall reguliert. Bei starkem Lichteinfall zieht sich die Iris zusammen und die Pupille verkleinert sich. Wenn das Licht schwächer wird, erschlafft die Irismuskulatur und die Pupille weitet sich. Hinter der Iris liegt die Linse aus durchsichtigen kristallinen Proteinen (Crystallin), umgeben vom Linsenepithel und der bindegewebigen Linsenkapsel. Durch Veränderung der Linsenform findet die Feinjustierung statt, um Bilder auf die photoempfindliche Retina (Netzhaut) auf der Augenhinterwand zu fokussieren. Die lichtempfindlichste Stelle ist die Fovea centralis (Sehgrube), eine im Zentrum des sogenannten Gelben Flecks (Macula lutea) gelegene Einsenkung, die den Bereich des schärfsten Sehens darstellt. Beim Menschen fällt Licht, das aus dem Zentrum des Sehfeldes stammt, auf die Fovea, wo die Zapfendichte am höchsten ist (s.u.). Dort, wo die Blutgefäße und der Sehnerv im hinteren Augenbereich durch die Netzhaut treten, gibt es keine Photorezeptoren, hier liegt der blinde Fleck, Sehen ist hier nicht möglich.

Die Hornhaut und die Flüssigkeiten im Auge (das zwischen Hornhaut und Linse befindliche Kammerwasser und der zwischen Linse und Retina befindliche Glaskörper) sind hauptverantwortlich für die Fokussierung von Licht auf die Retina. Die Linse ermöglicht die Akkommodation. Erst durch diese ist es möglich, von Objekten im Sehfeld (Gesichtsfeld), die unterschiedlich weit vom Betrachter entfernt sind, jeweils ein scharfes Bild zu erhalten. Die Linse ist aufgrund ihrer Elastizität bestrebt, sich abzurunden; sie ist jedoch über die Linsenkapsel an Bändern (Zonularfasern) aufgehängt, durch deren Zug sie abgeflacht werden kann. Ringmuskeln, die so-

⁷ Alkohol hat eine komplexe Wirkung auf die Signalübertragung: Neben der schon erwähnten Verstärkung der hemmenden GABA-Wirkung, blockiert Alkohol erregende Glutamat-Rezeptoren und setzt Dopamine, Serotonine und Endorphine frei (vgl. Kap. II.1.2.1).

⁸ Diese Rezeptoren werden von der Verbindung N-Methyl-D-Aspartat aktiviert.

genannten Ciliarmuskeln, wirken dem Zug der Zonularfasern entgegen und erlauben der Linse, sich abzurunden. Sind die Ciliarmuskeln entspannt, so stehen die Zonularfasern unter Zug: Die Linse ist abgeflacht und bildet ferne Objekte scharf auf der Netzhaut ab (Fernakkommodation). Kontrahieren sich die Ciliarmuskeln rund um die Linse, erschlaffen die Zonularfasern: Die Linse wird konvex und stellt nahe gelegene Objekte scharf (Nahakkommodation).

Das Netzhautepithel

Die Netzhaut besteht aus insgesamt fünf Zellschichten, die gemeinsam die visuelle Information verarbeiten und ein Signal erzeugen, das über den **Sehnerv** ans Gehirn weitergeleitet wird (vgl. Abbildung 4).

Sinneszellen als Rezeptoren sind das erste Glied der Sinnesorgane und auf einen speziellen, adäquaten **Reiz** (Lichtsignale) ausgelegt, den sie proportional zu der Reizstärke in ein Rezeptorpotenzial transformieren. Hinsichtlich des Auftretens von Aktionspotenzialen unterscheidet man nach physiologischer Definition zwei Arten von Sinneszellen – primäre und sekundäre Sinneszellen – wobei es sich bei den Sinneszellen im Auge (Fotorezeptoren in der Retina) und auch im Ohr (Haarzellen im Innenohr sowie Sinneszellen im Gleichgewichtsorgan) um sekundäre Sinneszellen handelt, die selbst keine Aktionspotenziale generieren, sondern mit weiteren Neuronen, die Aktionspotenziale bilden können, zusammenarbeiten (vgl. Abbildung 4). Diese Neuronen leiten die Aktionspotenziale an das ZNS weiter. Dort werden sie gemäß ihrer adaptierenden Gehirnregion interpretiert: Kommt eine Folge von Aktionspotenzialen im visuellen Cortex an, wird sie als Seheindruck expliziert.

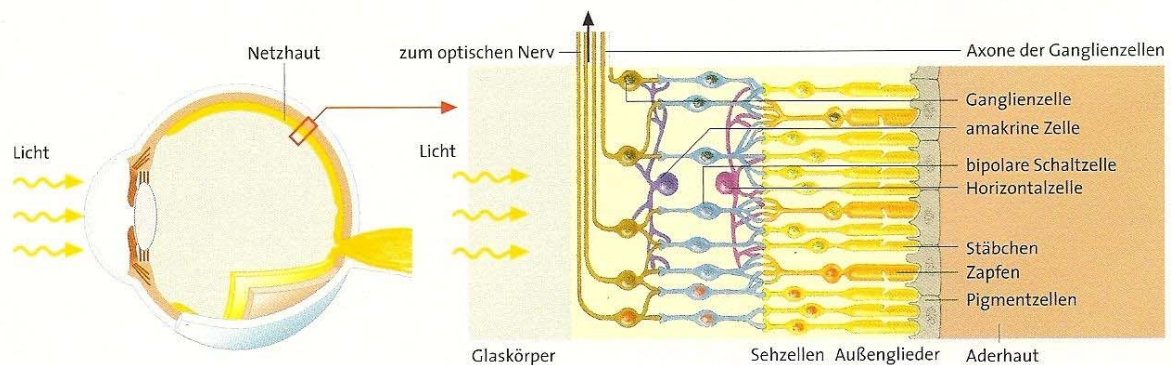


Abbildung 4: Die Netzhaut. Die menschliche Netzhaut weist fünf Neuronenschichten (Ganglienzellen, bipolare Zellen, Horizontal- und amakrine Zellen, Sehzellen, Pigmentzellen) auf, die in einem gemeinsamen Prozess visuelle Information empfangen und verarbeiten. (Bayrhuber & Kull, 2005, S. 218)

Der direkte Informationsfluss in der Retina verläuft vom Fotorezeptor über die Bipolarzelle zur Ganglienzelle (vgl. Abbildung 4). Bemerkenswerterweise liegen die Licht absorbierenden Außenglieder der Fotorezeptoren entwicklungsbedingt auf der vom Lichteinfall abgewandten Seite der Retina (inverses Auge). Licht muss also erst durch alle Schichten retinaler Zellen dringen, bevor es vom Sehpigment Rhodopsin aufgefangen werden kann. Die Außenglieder der retinalen Zellen sind zum Teil in einer pigmentierten Epithelschicht eingebettet. Diese Pigmentschicht absorbiert

die Photonen, die nicht vom Rhodopsin eingefangen worden sind und verhindert eine Rückstreuung von Licht, die die Sehschärfe mindern könnte.

Die Fotorezeptoren werden auf den Lichtreiz hin hyperpolarisiert, generieren aber – wie schon erwähnt – als sekundäre Sinneszellen keine Aktionspotenziale. Die Zellen auf der Vorderseite der Retina, die Ganglienzellen, erzeugen Aktionspotentiale und senden die Informationen an das Gehirn. Ihre Axone bilden den Sehnerv, der zum Gehirn verläuft. Die Zellschichten zwischen den Fotorezeptoren und den Ganglienzellen verarbeiten die Informationen über das Sehfeld.

Aufgrund der Belichtung verändert sich das Membranpotenzial der Fotorezeptoren. Als Folge davon werden auch die Raten verändert, mit denen sie Neurotransmitter an den Synapsen zu den Bipolarzellen freisetzen. Als Antwort auf den fotorezeptorischen Neurotransmitter verändert sich das Membranpotenzial der Bipolarzellen. Dieser Vorgang verändert die Menge Neurotransmitter, die die Bipolarzellen an ihren Synapsen mit den Ganglienzellen freisetzen. Im Zuge dessen bestimmt die freigesetzte Menge der Neurotransmitter aus den Bipolarzellen die Rate, mit der die Ganglienzellen abschließend Aktionspotenziale generieren.

Es existieren zwei weitere Zelltypen, die Horizontalzellen und die Amakrinzellen, die lateral über die Retina kommunizieren. Horizontalzellen bilden Synapsen mit benachbarten Fotorezeptoren. Daher kann Licht, das auf einen Fotorezeptor fällt, die Lichtempfindlichkeit seiner Nachbarn beeinflussen. Dieser laterale Informationsfluss ermöglicht der Retina eine verbesserte Kontrastwahrnehmung zwischen hellen und dunklen Bereichen eines Musters.

Amakrinzellen stellen lokale Verbindungen zwischen Bipolarzellen und Ganglienzellen her. Die Rolle der Amakrinzellen ist noch nicht vollständig geklärt. Morphologisch und funktionell kann man mehr als 20 Typen amakriner Zellen unterscheiden. Sie sind maßgeblich an der Gestaltung der rezeptiven Felder retinaler Ganglienzellen beteiligt. Ein Typ, die sogenannte A2-Amakrinzelle, leitet Signale von Stäbchen-Bipolarzellen an Zapfen-Bipolarzellen weiter und koppelt damit diese beiden Signalpfade. Ein anderer Typ der Amakrinzellen, die so genannte *Starburst*-Zelle, ist am Bewegungssehen beteiligt. Einige amakrine Zelltypen werden bei Beleuchtungsveränderungen an- bzw. abgeschaltet. Wenn sich das Niveau der Hintergrundbeleuchtung ändert, tragen amakrine Zellverbindungen dazu bei, dass Ganglienzellen weiterhin empfindlich für in Aktionspotenziale umgewandelte zeitliche Veränderungen von Lichtreizen bleiben. Daher reagieren die Augen selbst bei starker Veränderung der Hintergrundbeleuchtung sensibel auf minimale raschere Veränderungen in den Lichtmustern, die auf die Netzhaut fallen.

Die Fotorezeptoren

Die menschliche Netzhaut weist rund fünf Millionen Zapfen und etwa 100 Millionen Stäbchen auf, die nicht gleichmäßig über die Netzhaut verteilt sind und sich ebenfalls auch in ihrer Funktion als Fotorezeptoren unterscheiden.

Stäbchen sind höchst lichtempfindlich, weshalb sie für das Sehen bei schwachem Licht geeignet sind (Hell-Dunkel-Sehen, skotopisches Sehen). Unter Tageslichtbedingungen sind sie gesättigt und tragen nicht zum Farbsehen bei.

Zapfen sind weniger lichtempfindlich, deshalb eignen sie sich besser für das Sehen bei viel Licht (photopisches Sehen). Sie sind auf das Farbsehen spezialisiert, bei schwachem Licht können sie nicht aktiviert werden. Aus diesem Grund werden abends und nachts Objekte vom Menschen vorwiegend in Grauschattierungen wahrgenommen. Zapfen sind für die Sehschärfe verantwortlich, obwohl es weniger Zapfen als Stäbchen in der menschlichen Retina gibt. Die Stelle des schärfsten Sehens, die Fovea centralis, enthält ausschließlich Zapfen.⁹

Die menschliche Netzhaut enthält drei Zapfentypen, die jeweils leicht unterschiedliche Opsin-Isomere¹⁰ zeigen. Diese Opsinmoleküle unterscheiden sich in der Lichtwellenlänge, die sie am besten absorbieren. Obwohl bei allen drei Zapfentypen dieselbe 11-cis-Retinal-Gruppe das Licht absorbiert, bestimmen deren molekulare Wechselwirkungen mit Opsin die spektrale Empfindlichkeit des Rhodopsinmoleküls als Ganzes. Opsin-Isomere bewirken, dass die zugehörige Retinal-Gruppe kurzwelliges Licht (violett und blau), Licht mittlerer Wellenlänge (grün) bzw. langwelliges Licht (gelb und rot) optimal absorbieren. Dementsprechend gibt es beim Menschen drei Zapfentypen: B-Zapfen für blaues Licht, G-Zapfen für grünes Licht und R-Zapfen für rotes Licht.

Integration der visuellen Information, Informationsverarbeitung

Die visuelle Wahrnehmung erfolgt über die bereits beschriebene Aufnahme von visuellen Reizen und deren Verarbeitung. Beide Prozesse, Aufnahme und Verarbeitung, tragen zur Extraktion relevanter Informationen, Erkennen von Elementen und deren Interpretation durch Abgleich mit Erinnerungen bei.

Ein wichtiger Aspekt bei der Informationsverarbeitung in der Retina ist die Konvergenz von Information. Zu jeder Ganglienzelle gehört ein wohldefiniertes rezeptives Feld, das aus einer spezifischen Gruppe von Fotorezeptoren besteht. Werden diese Fotorezeptoren mit Licht gereizt, aktiviert dies eine Ganglienzelle und die Informationen zahlreicher Fotorezeptoren werden integriert. Das auf der Netzhaut durch den optischen Apparat projizierte Bild wird also bereits in der Netzhaut analysiert (Helligkeit, Farbe, Kontraste, Bewegung) und bearbeitet (Helligkeitsausgleich, Kontrastverstärkung). Bei der Weiterleitung über Sehnerven und sogenannte Kniehöcker¹¹ bleiben die räumlichen Lagebeziehungen der Rezeptoren in den Lagebeziehungen der Nervenbahnen und Synapsen erhalten. Die retinale Information gelangt schließlich am visuellen Verarbeitungszentrum im Okzipitallappen an. Das Erkennen von einzelnen Elementen und ihrer Be-

⁹ 160000 Photorezeptoren pro Quadratmillimeter

¹⁰ Opsine sind Proteine, die einen Sensor für Lichtquanten (11-cis-Retinal) besitzen. Fällt Licht auf den Sensor-Protein-Komplex mit dem Namen Rhodopsin (Sehpurpur), so ändert sich der Sensor und damit die dreidimensionale Gestalt des Proteins. Diese Strukturänderung des Opsins löst eine Kaskade biochemischer Reaktionen in der Zelle aus.

¹¹ Der Metathalamus (Nachthalamus) ist ein Teil des Zwischenhirns und Bestandteil des Thalamus, der sich an dessen hinteren Abschnitt befindet. Der Metathalamus besteht aus zwei, jeweils paarigen Kniehöckern. Der seitliche Kniehöcker ist ein Kerngebiet, in dem etwa 90 % der Axone des Sehnervs enden. Die Neurone des seitlichen Kniehöckers erhalten jedoch nicht nur Input von der Netzhaut, sondern auch von der Großhirnrinde und dem Thalamus, sowie anderen Neuronen des seitlichen Kniehöckers. All diese Informationen werden hier integriert und gelangen in der Sehstrahlung zum visuellen Cortex. Die übrigen 10 % der Sehnervenfasern laufen am seitlichen Kniehöcker vorbei oder ohne Umschaltung hindurch und enden im Hypothalamus. Diese Informationen dienen nicht dem Sehen, sondern bspw. den reflektorischen Kopf- und Augenbewegungen und dem Pupillenreflex.

II Theoretischer Hintergrund

deutung erfolgt wahrscheinlich durch Vergleich mit bereits gespeicherten Erfahrungen verknüpft mit Körpergefühlen, Emotionen, Gerüchen und Geräuschen.

Die dreidimensionale visuelle Wahrnehmung erfolgt aufgrund des binokularen Sehens überlappender, leicht verschiedener Sehfelder (vgl. Abbildung 5). Die Integration der Informationen von beiden Augen im Gehirn, wird mit dem Verlauf der beiden Sehbahnen erklärt, die sich im Chiasma opticum kreuzen (vgl. Abbildung 5). Axone, aus der Hälfte einer jeden Retina, die der Nase am nächsten liegt, kreuzen im Chiasma opticum auf die gegenüber liegende Seite des Gehirns. Die Axone der anderen Hälfte einer jeden Retina bleiben auf derselben Seite des Gehirns. Als Ergebnis dieser Trennung der Axone im Chiasma opticum wird die gesamte visuelle Information aus dem linken Sehfeld in die rechte Hemisphäre weitergeleitet, die gesamte Information aus dem rechten Sehfeld hingegen in die linke Hemisphäre. Der visuelle Cortex (die Sehrinde) sortiert Sehfeldinformation danach, ob sie vom rechten oder vom linken Auge stammt und ist in Säulen (gelbe und grüne Felder in der Grafik) organisiert (vgl. Abbildung 5). Diese Säulen erhalten Informationen vom rechten (gelbe Anteile in der Grafik) sowie vom linken Auge (grüne Anteile in der Grafik). Binokulare Zellen an den Säulengrenzen empfangen Input vom rechten und vom linken Auge. Aufgrund der besseren Übersicht und Zuordnung zum visuellen Cortex sind rechtes und linkes Auge in der Abbildung 5 zusätzlich mit den Farben gelb und grün versehen.

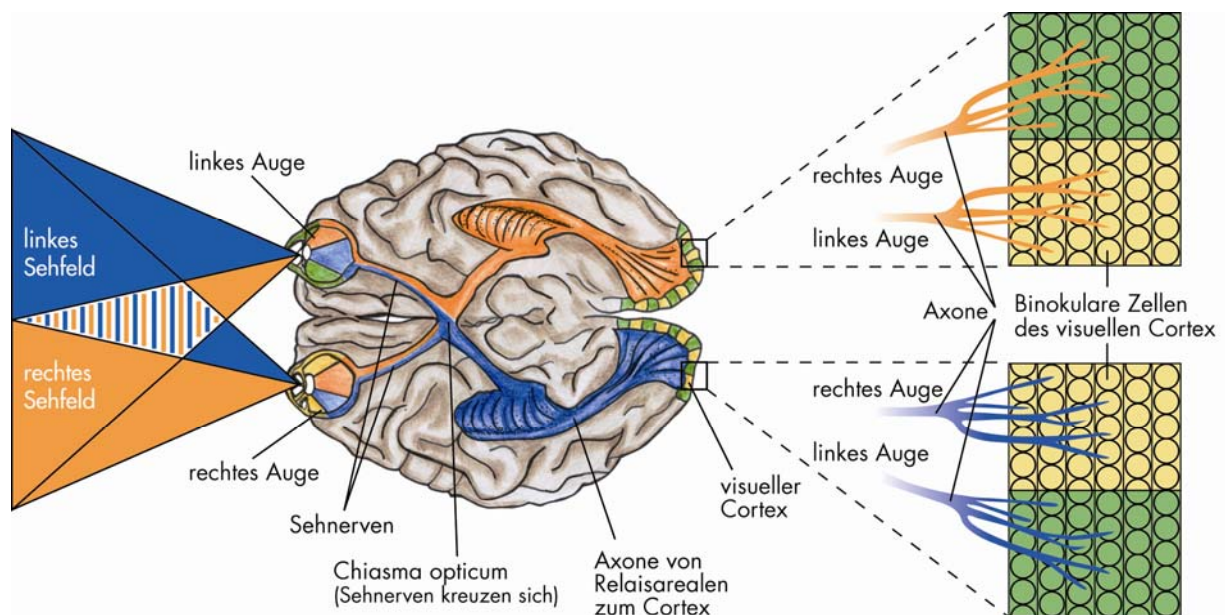


Abbildung 5: Die Anatomie des binokularen Sehens, dargestellt ist das menschliche Gehirn von unten gesehen.

II.1.1.3 Ohr

Das Innenohr enthält zwei wichtige Systeme: das Gleichgewichtssystem und das auditorische System.

Gleichgewichtssystem. Das Vestibularorgan im knöchernen Innenohr sorgt für den Gleichgewichtssinn. Zu diesem System zählen die drei **Bogengänge** sowie im Vestibulum die beiden Vorhofsäckchen (Maculaorgane) Sacculus und Utriculus. Die drei Bogengänge sind dreidimensional zueinander angeordnet, mit Endolymphe gefüllt und mit Sinneshärchen versehen. Bei einer Rotation des Kopfes oder Körpers streicht die träge Masse der Endolymphe an den Härchen vorbei, lenkt sie aus und ruft über diese Auslenkung in den dazugehörigen Nerven Aktionspotenziale aus, die nach der Verarbeitung im Gehirn als Drehung empfunden wird. Sacculus und Utriculus erfassen die lineare Beschleunigung des Körpers im Raum. Sie stehen ebenfalls senkrecht zueinander, sodass der Sacculus auf vertikale und der Utriculus auf horizontale Beschleunigungen anspricht.

Auditorisches System. Die **Gehörschnecke** (Cochlea) liegt ebenfalls im Innenohr und besteht aus einem knöchernen Schneckenkanal mit einer knöchernen Achse und einem im Kanal liegenden, aufgerollten, sich zum Ende verjüngenden Schlauch. Dieser Schlauch besteht aus drei parallelen Gängen, die durch zwei Membranen getrennt sind. Auf einer der beiden Membranen (Basilarmembran) befindet sich das Corti-Organ, hier werden Druckwellen in Aktionspotenziale umgewandelt. Wird die Basilarmembran durch Druckwellen ausgelenkt, werden durch einen speziellen Mechanismus Haarzellen erregt, die Transmitter freisetzen, was Aktionspotenziale in ableitenden sensorischen Neuronen auslöst, deren Axone sich zum **Hörnerv** bündeln.

II.1.2 Beeinträchtigung der neuronalen Prozesse durch psychoaktive Substanzen

Drogen sind psychoaktive oder psychotrope Substanzen, die Veränderungen der Befindlichkeit, des Bewusstseins und des Verhaltens bewirken. Sie werden u.a. auch zur Behandlung neurologischer oder psychischer Erkrankungen eingesetzt. Alkohol und Cannabis sativa besitzen solche psychotropen Wirkungen. Sie werden im Folgenden näher beschrieben, speziell in ihrer Wirkung auf das ZNS und das Auge. Die beiden Rauschdrogen werden aufgrund ihres unterschiedlichen Wirkmechanismus zunächst getrennt voneinander beschrieben. Im Anschluss daran werden in Kap. II.1.3 die für den Kontext Straßenverkehr relevanten Beeinträchtigungen der neuronalen Verarbeitung herausgestellt.

II.1.2.1 Alkohol

Alkohol wird in der Fachsprache als Ethylalkohol oder Ethanol bezeichnet. Ursächlich für den vielfältigen Wirkungsmechanismus ist u.a. die chemische Alkoholstruktur, die aus einer lipophilen Ethylgruppe und einer hydrophilen Hydroxygruppe besteht. Aufgrund dieser Wasser-

und Fettlöslichkeit diffundiert Alkohol leicht durch Biomembranen in alle Körperkompartimente.¹²

Eine Substanz kann erst dann ihre pharmakologische Wirkung entfalten, wenn sie mit den Zellbestandteilen am Wirkort interagiert. Im menschlichen Körper gibt es allerdings eine Reihe von Membranen, die als Barrieren wirken und die Wirkstoffverteilung beeinflussen können (Blutgefäße, Zellmembranen, Blut-Hirn-Schranke, Plazentaschranke). Es ist also ganz entscheidend, welche Eigenschaften der Wirkstoff bezüglich seiner Bindungseigenschaften und Löslichkeiten hat, um diese Barrieren zu überwinden.

Eine besondere Barriere stellen die Gehirnkapillaren dar: Diese als Blut-Hirn-Schranke bezeichnete Grenze besteht aus Kapillarzellen, die nicht wie andere Blutgefäße im Körper Poren aufzeigen, sondern durch dichte Zell-Zell-Verbindungen – so genannte tight junctions – fest und lückenlos miteinander verbunden sind. Auf der Außenseite sind die Blutgefäße von einer lipidreichen Hülle, der Glia-scheide, umgeben. Diese Glia-scheide wird von den Fortsätzen der Astrocyten, spezialisierten Gliazellen, gebildet. Eine Substanz, die ins Gehirn diffundiert, muss also zunächst die Zellen der Kapillarwand passieren und anschließend die Glia-scheide durchdringen. Demnach hängt die Überwindung dieser doppelt gesicherten Barriere von der Lipidlöslichkeit eines Stoffes ab.

Alkohol hat aufgrund seiner Wasser- und Fettlöslichkeit die schon erwähnte Eigenschaft Membranen leicht zu passieren, so auch die Blut-Hirn-Schranke. Zunächst wird Alkohol fast vollständig vom Magen-Darm-Trakt aufgenommen, die Hauptmenge gelangt über den Dünndarm in die Blutbahn.¹³ Nach der Resorption verteilt sich Alkohol gleichmäßig in allen Geweben und Körperflüssigkeiten, so dass sich hier schnell ein Gleichgewicht der Alkoholkonzentration einstellt.

Die Alkoholwirkung auf das zentrale Nervensystem ist insbesondere durch seine Membran schädigende Wirkung bedingt, die auf der Fettlöslichkeit des Alkohols beruht. Hierdurch kommt es zu Veränderungen der Membranfluidität und damit zu einer Störung von nahezu allen membranabhängigen Prozesse. Das zeigt, dass der Wirkungsmechanismus von Alkohol nicht auf eine spezielle Interaktion mit einem bestimmten biochemischen Prozess zurückzuführen ist. Wahrscheinlich spielt eine physikochemisch getriebene Einlagerung von Ethanol in integrale Membranproteine eine wichtige Rolle. Dies betrifft unterschiedliche Membrankomponenten in

¹² Die Zellmembran, bestehend aus einer Phospholipiddoppelschicht, fungiert als eine Art Schranke, die die Diffusion eines Moleküls in Abhängigkeit von seiner Lipidlöslichkeit zulässt: Je lipophiler das Molekül ist, desto besser kann es die lipidreiche Membran durchdringen. Die Geschwindigkeit dieses passiven Transportvorgangs aufgrund des Konzentrationsgefälles zwischen Zellkompartimenten ist abhängig vom Verhältnis der Wasserlöslichkeit (ionisiert, elektrisch geladen) zur Lipidlöslichkeit (nichtionisiert, ungeladen) der Substanz. Die relativen Konzentrationen dieser beiden Formen sind abhängig vom Säuregrad (pH-Wert) der Flüssigkeit, in der sie gelöst sind sowie von der Stoffeigenschaft selbst.

¹³ Die Resorptionsgeschwindigkeit hängt von versch. Faktoren ab: Bei leerem Magen werden 20% des Alkohols sehr schnell hier resorbiert, die restlichen 80% gelangen über den Dünndarm rasch ins Blut. Ein gefüllter Magen führt dagegen zu einer zeitlich verzögernden Aufnahme, da die Magenentleerung entsprechend später erfolgt. Dadurch setzt auch die Alkoholresorption im Dünndarm verzögert ein. In beiden Fällen wird der Alkohol jedoch letztendlich vollständig resorbiert.

II Theoretischer Hintergrund

variablem Ausmaß; besonders empfindlich sind bestimmte Ionenkanäle, die den Wirkungen der Überträgersubstanzen GABA und Glutamat unterliegen (vgl. Kap. II.1.1.1).

Alkohol hat eine komplexe Wirkung auf die Signalübertragung und verursacht auf zellulärer Ebene ausschließlich hemmende Effekte. Dazu tragen zwei unterschiedliche Wirkkomponenten bei:

- Verstärkung der hemmenden GABA-Wirkung: Das Ethanolmolekül bindet auf zellulärer Ebene an einen GABA_A-Rezeptor. Diese Bindung verändert das Rezeptorprotein so, dass GABA besser gebunden werden kann und Chlorid-Ionenkanäle geöffnet werden.
- Blockade der erregenden Glutamat-Rezeptoren: Die Hemmung von NMDA-Rezeptoren durch eine Blockade im Bereich des Ionenkanals (nicht-kompetitiver Antagonismus).

Des Weiteren wirkt Alkohol auf die Freisetzung von Dopaminen, Serotoninen und Endorphinen. Die Zufuhr von Ethanol führt zu einem Anstieg der Endorphine, körpereigenen Opiaten, was u.a. auch ein Absinken der Schmerzempfindlichkeit zur Folge hat. Viel entscheidender ist allerdings die Wirkung auf das Belohnungssystem (Verstärkung von Belohnungsmechanismen) für das Verständnis des menschlichen Verhaltens und der Attraktivität des Stoffes. Demnach wirken Genussdrogen insbesondere auf Hirnmechanismen und Bereiche in den dopaminergen Nervenbahnen des medialen Vorderhirnbündels und erzeugen somit ein subjektives Belohnungsgefühl, das vom Konsumenten als „Kick“, „High-sein“ und Rauschzustand wahrgenommen wird. Das Gefühl des Wohlbefindens, das durch die Einnahme von Drogen hergestellt wird, erfolgt durch die Aktivierung des Belohnungssystems. Gezeigt werden konnte dies für Kokain und Amphetamine, die direkt das Belohnungssystem aktivieren. Opioide und wahrscheinlich auch Alkohol wirken auf einem Umweg auf dieses System ein.

Chronischer Alkoholkonsum hat zur Folge, dass es zu einer Unterdrückung (Downregulation) von Dopamin-Rezeptoren und einer Zunahme (Upregulation) von Glutamat-Rezeptoren kommt sowie zu einem verminderten Serotoninsatz. Bei der Unterbrechung der Alkoholzufuhr entsteht eine Entzugssymptomatik: Glutamat-Rezeptoren werden nicht mehr blockiert und es kommt zu einer Übererregbarkeit. Die Symptomatik der chronischen Alkoholwirkung auf zerebrale Leistungen beruht also auf der dauerhaften Schädigung bestimmter Neurotransmitter-Systeme.

Am Zentralnervensystem wirkt Alkohol ähnlich wie ein Narkosemittel, alle Stadien der Narkose lassen sich auslösen. Bei steigenden Alkoholdosen im Körper zeigen sich allerdings nicht nur sedative, sondern zunächst auch erregende Effekte (z.B. gesteigertes Selbstbewusstsein, Rededrang), was sich durch die Hemmung inhibitorischer Nervenzellen erklären lässt. Letztendlich überwiegen aber die Symptome einer Sedation bis hin zur Narkose.

Der Abbau von Alkohol ist in Bezug auf den Kontext „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ von besonderem Interesse. Alkohol wird linear abgebaut, was zur Berechnung des Blutalkoholwerts (auch zu einem früheren Zeitpunkt z.B. während eines Verkehrsunfalls) von Bedeutung ist. Alkohol wird in der Leber in zwei Schritten abgebaut: 1) Alkohol wird mit Hilfe der

Alkoholdehydrogenase¹⁴ in Acetaldehyd umgewandelt, 2) Acetaldehyd wird unter Beteiligung des Enzyms Aldehyddehydrogenase in Essigsäure umgewandelt, die schlussendlich unter Energiefreisetzung in Kohlendioxid und Wasser abgebaut wird. Die Abbaurate in der Leber beträgt unabhängig von der konsumierten Menge ca. 0,1 g Alkohol pro Kilogramm Körpergewicht in der Stunde. Die Halbwertszeit wird mit abnehmender Konzentration immer kürzer, da pro Zeiteinheit immer die gleiche Menge Alkohol abgebaut wird.

Fünf Prozent des Alkohols werden unverändert abgeatmet. In den Alveolen tritt der Alkohol aus dem Blut in die Atemluft über und Alkohol wird mit der Ausatemluft abgegeben. Auf diesem Phänomen beruhen die Alkoholkontrollen im Straßenverkehr („Pusteröhrchen“). Das Verhältnis zwischen dem Alkoholgehalt in der ausgeatmeten Luft und dem im venösen Blut beträgt 1:2100 (physiologischer Mittelwert), so dass man, wenn man den Alkoholanteil in der Atemluft misst, auf die Konzentration im Blut rückschließen kann.¹⁵

Des Weiteren werden über den sogenannten first-pass-Metabolismus¹⁶ bis zu 15% des konsumierten Alkohols in Magen, Darm und Leber schon abgebaut, noch bevor der Alkohol den peripheren Blutkreislauf erreicht, was die toxische Wirkung erheblich vermindert. Als Erklärung kann die in der Literatur beschriebene Alkoholdehydrogenase der Magen- und Ösophagusschleimhaut herangezogen werden, die als First-Pass-Metabolismus einen Teil des Ethanol bereits abbaut, bevor es in den systemischen Kreislauf gelangen kann.

¹⁴ Männer und Frauen zeigen unterschiedliche Alkoholdehydrogenasewerte, bei Frauen liegt dieser Enzymwert i.d.R. um 50 Prozent niedriger.

¹⁵ Der Bundestag hat 1997 neue, spezielle Atemalkohol-Grenzwerte definiert, da Atemalkoholmessgeräte den Alkoholgehalt in der Atemluft zwar sehr präzise messen können, eine direkte Korrelation zum Blutalkohol, insbesondere kurz nach Trinkende, jedoch nicht eindeutig gegeben ist. Neue Maßeinheit ist mg/l, wobei 0,5 Promille (= mg/g) 0,25 mg/l vom Gesetzgeber gleichgesetzt wurden. Der Umrechnungsfaktor von 1:2000 stellt gegenüber dem physiologischen Mittelwert von 1:2100 eine Begünstigung von fünf Prozent zugunsten der Atemalkoholmessung dar.

¹⁶ Als First-Pass-Effekt wird die Eigenschaft einiger Substanzen bezeichnet, bereits vor oder während ihrer ersten Passage durch die Leber zu einem hohen Anteil durch biochemische Reaktionen abgebaut bzw. deaktiviert zu werden.

II.1.2.2 Cannabis sativa

Cannabis sativa (Hanf) besitzt eine Vielzahl von Wirkstoffen mit komplexen Wirkungen, die als Cannabinoide bezeichnet werden. Die psychoaktiven, berauschenden Wirkungen, die durch Haschisch- oder Marihuanakonsum¹⁷ entstehen, werden durch den psychotropen Inhaltsstoff (-)- Δ^9 -trans-Tetrahydrocannabinol (Δ^9 -THC) ausgelöst.

Drogen wie Marihuana werden entweder in Form kleinster Partikel mit dem Rauch eingeatmet oder oral aufgenommen.¹⁸ Die lipidlöslichen Moleküle gelangen bei der Inhalation sehr schnell über das Lungenepithel, bei oraler Wirkstoffaufnahme über den Magen-Darm-Trakt ins Blut. Mit Hilfe des Blutkreislaufs wird Δ^9 -THC rasch in alle Organe verteilt und sammelt sich besonders in Geweben mit hohem Fettanteil; die Blut-Hirn-Schranke stellt kein Hindernis dar. Δ^9 -THC wird auf diese Weise schnell zu speziellen Cannabinoid-Rezeptoren (CB₁ und CB₂) im Körper transportiert, die an vielen schmerzverarbeitenden Stellen im Gehirn, aber auch auf Immunzellen zu finden sind (vgl. Tabelle 1). CB₁-Rezeptoren scheinen zentral als auch peripher zu liegen, die CB₂-Rezeptoren nur peripher. Bindet Δ^9 -THC an CB₁-Rezeptoren im Gehirn, kommt es zu ausgeprägten Veränderungen der sensorischen Wahrnehmung, was die Beeinflussung des Zeitgefühls, der Motorik und der Gedächtnisleistung erklärt. Die folgende Tabelle 1 gibt einen Überblick über die verschiedenen Wirkungen bei der Bindung von Δ^9 -THC an den jeweiligen Rezeptor in variierendem Gewebe.

¹⁷ Je nach anatomischem Pflanzenteil wird Cannabis in Form unterschiedlichster Bezeichnungen gehandhabt, die aufgrund ihres unterschiedlichen THC-Gehaltes ebenfalls verschieden starke Wirkungen hervorrufen: Marihuana (getrocknete Blätter und harzhaltige weibliche Blüten), Haschisch und Charas (getrocknetes harziges Sekret der weiblichen Blüten zu Platten gepresst), Bhang (getrocknete Blätter und kleine Blütenbestände), Ganja und Sinsemilla (getrocknete Spitzen der weiblichen Pflanzen) (Julien, 1997). Diese unterschiedlichen Drogenformen von Cannabis sativa unterscheiden sich im Δ^9 -THC-Gehalt, wobei Haschisch und Charas mit einem Δ^9 -THC-Gehalt zwischen 14 und sieben Prozent die wirkungsstärkste Anwendungsvariante darstellen.

¹⁸ Inhalierte Drogen werden in der Lunge schnell und nahezu vollständig resorbiert. Minuten nach dem ersten Zug einer Haschischzigarette erreicht die Δ^9 -THC-Konzentration im Blutplasma des Rauchers Höchstwerte und die ersten Effekte treten auf. Die Wirkung einer Zigarette hält selten länger als drei bis vier Stunden. Bei oraler Drogenaufnahme wird Δ^9 -THC verzögert (drei bis 60 Minuten) und unvollständig vom Körper resorbiert und erreicht nur ein Drittel seiner Wirksamkeit.

II Theoretischer Hintergrund

Tabelle 1: Verteilungsmuster von Cannabinoidrezeptoren beim Menschen

Vorkommen	Rezeptor	Wirkung
Basalganglien, Kleinhirn	CB ₁	Steuerung von Bewegungsabläufen
Hirnrinde, bes. Stirnbereich	CB ₁	Hochstimmung nach Drogenkonsum, Veränderung des Zeitgefühls, Störung der Konzentrationsfähigkeit, traumähnlicher Zustand
Hippocampus	CB ₁	Störungen bei Gedächtnisprozessen und bei der Verarbeitung sensorischer Informationen
		Supprimierung; steht im Verdacht, dass Konsumenten anfälliger für Infektionskrankheiten und Krebs sind
Immunzellen (B-Lymphozyten, Monozyten, T-Zellen), Milz, Tonsillen	CB ₂	Milzzellen besitzen proteinbindende Cannabinoidrezeptoren auf ihrer Membran, die nach der Aktivierung durch Δ^9 -THC das intrazelluläre second-messenger-System hemmen und so die Funktion der Milzzellen behindern.
		Entzündungshemmende Wirkung
Unspezifische Bindung... ... im Herz	CB ₁	Begleitwirkungen
... in der Lunge	CB ₁	Tumore der oberen Atemwege und Zunge sowie Verdacht Lungenkrebs zu erzeugen
Endokrine Organe	CB ₁	
Fortpflanzungsorgane	CB ₁	Studien weisen darauf hin, dass Δ^9 -THC sexuelle und reproduktive Funktionen beeinträchtigt.

Zusammenfassend wirkt Δ^9 -THC beim Menschen in erster Linie auf das Herz-Kreislauf-System und das Zentralnervensystem. Häufig erweitern sich die Blutgefäße der Cornea, wodurch die Augen unmittelbar nach dem Rauchen von Cannabis stark gerötet sein können.

Die Aktivierung des CB₁-Rezeptors setzt verschiedene Signalwege in Gang: Es hemmt die Aktivität der Adenylatzyklase und vermindert den Calciumeinstrom.

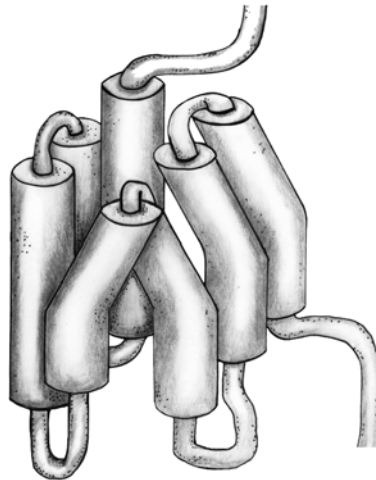


Abbildung 6: Tertiärstruktur des Cannabinoidrezeptors (nach Howlett et al., 1991)

Die CB-Rezeptoren sind G-Protein gekoppelt. Die Gruppe der G-Proteine ähneln sich in der molekularen Struktur stark: Sie besitzen eine Quartärstruktur, in der helicale, hydrophobe Domänen die Membran siebenfach durchlaufen (vgl. Abbildung 6). In ihrem Bindungsareal für Liganden unterscheiden sich die G-Proteine jedoch erheblich. Beispielsweise ist der CB₁-Rezeptor hauptsächlich an der Präsynapse lokalisiert, weshalb angenommen wird, dass die meisten kognitiven und toxischen Effekte von Δ^9 -THC über die präsynaptische Hemmung der Neurotransmission vermittelt wird.

Neben der Forschung an pflanzlichen Cannabinoiden entdeckte man körpereigenen Liganden für Cannabinoidrezeptoren sogenannte Arachidonsäuremetabolite. Diese Entdeckung rechtfertigte die Annahme vom Vorkommen der CB-Rezeptoren im menschlichen Körper. Im Gehirn agieren Endocannabinoide als Signalmoleküle: Sie werden aus postsynaptischen Terminalen sekretiert, diffundieren zur Präsynapse und hemmen hier die Transmitterfreisetzung, ähnlich wie Δ^9 -THC. Endocannabinoide beeinflussen demnach eine Reihe physiologischer Funktionen wie Schmerz und Entzündung.¹⁹

Psychische Abhängigkeit und Halluzinationen werden im Wesentlichen durch das dopaminerge Neurotransmittersystem vermittelt. Der Wirkmechanismus von Δ^9 -THC auf das Belohnungssystem ist noch nicht ausreichend geklärt. Es gibt bislang Ergebnisse, die besagen, dass Δ^9 -THC in synaptische Systeme eingreift und die Dopaminausschüttung in solchen Hirnbereichen verur-

¹⁹ Die Klassifizierung der Cannabinoide in zwei Gruppen a) pflanzliche Cannabinoide (z.B. Δ^9 -THC) und b) endogene Cannabinoide (z.B. Arachidonylethanolamid, das sogenannte Anandamid) wurde um die Gruppe der synthetischen Cannabinoide ergänzt, die mit veränderter pharmakologischer Wirkung in der Medizin neu entwickelt und eingesetzt wurden und werden.

sacht, in denen Gefühle der Belohnung und Befriedigung entstehen (z. B. Basalganglien, Nucleus accumbens, präfrontaler Cortex).

Wirkungsmechanismus – der Weg der Signaltransduktion

Der Wirkungsmechanismus erfolgt auch bei Δ^9 -THC in drei Schritten: Das Signal muss von einem Rezeptorprotein der Zelle aufgenommen werden, diese Information wird in das Zellinnere übertragen und verstärkt, woraufhin die Zelle ihre Aktivität als Reaktion auf das Signal ändert. Diesen Vorgang der Signalverarbeitung von der Aufnahme des Signals bis zur Reaktion der Zelle bezeichnet man als Signalübertragungsweg oder Signaltransduktionsweg.

Die Δ^9 -THC-Moleküle binden an den beschriebenen spezifischen Cannabinoidrezeptor, wodurch eine Reaktionskette in Gang gesetzt wird, die schließlich zur Hemmung des in der Plasmamembran befindlichen Enzyms Adenylatzyklase führt. Adenylatzyklase hat die Aufgabe zyklisches AMP (cAMP) aus ATP herzustellen. cAMP dient dann als sekundärer Botenstoff und übermittelt ein Signal von der Plasmamembran zum Stoffwechselapparat im Zytoplasma.

Im ursprünglichen, ungehemmten Reaktionsweg (vgl. Abbildung 7) katalysiert Adenylatzyklase die Umwandlung von Adenosintriphosphat (ATP) in zyklisches Adenosinmonophosphat (cAMP) als Reaktion auf ein äußeres Signal. Der Effekt des cAMP im weiteren Signaltransduktionsweg besteht in der Regel darin, dass eine als Proteinkinase A bezeichnete Serin/Threonin-Kinase aktiviert wird, die dann je nach Zelltyp verschiedene andere Enzyme phosphoryliert.

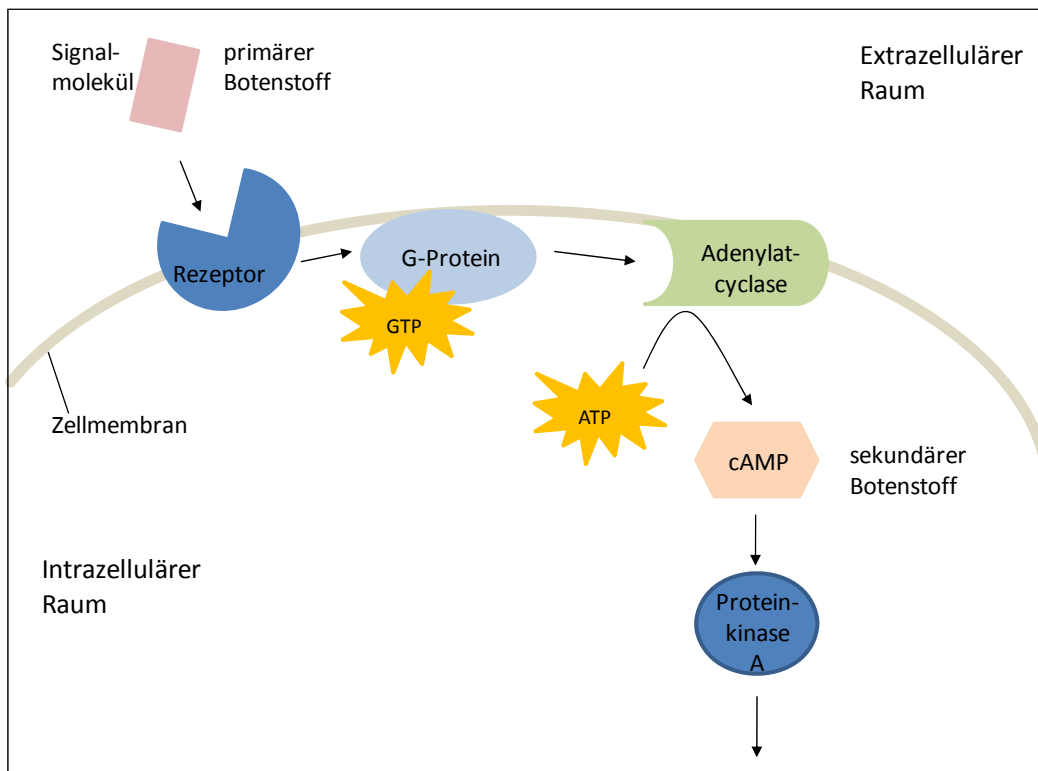


Abbildung 7: Signaltransduktion, cAMP als sekundärer Botenstoff

Ebenfalls existieren G-Protein-gekoppelte Systeme, die sich hemmend auf die Adenylatzyklase auswirken. In diesen Systemen, zu denen auch der Cannabinoidrezeptor gehört, aktiviert das Signalmolekül Δ^9 -THC den Rezeptor, der wiederum ein inhibitorisches G-Protein wirksam werden lässt.

Auch der Abbau von Δ^9 -THC ist in Bezug auf den vorliegenden Kontext Straßenverkehr von Interesse, da bei Kontrollen Nachweismethoden angewandt werden, die u. a. auf den Metaboliten von Δ^9 -THC beruhen. Anders als bei Alkohol dauert der Abbau von Δ^9 -THC deutlich länger als seine Wirkung anhält. Der Nachweis ist deutlich schwieriger als bei Alkohol. Aufgrund seiner hohen Fettlöslichkeit lagert sich Δ^9 -THC leicht in fettstoffreichem Gewebe an. Der menschliche Stoffwechsel metabolisiert Δ^9 -THC vollständig in ein weiteres aktives Produkt (11-Hydroxy-THC), das anschließend zu einer inaktiven Verbindung umgewandelt und schließlich ausgeschieden wird. Dieser Umsatz im Organismus verläuft relativ langsam und liegt zwischen 30 Stunden und vier Tagen (was u. a. dazu beitragen kann, die Wirkung einer weiteren Dosis zu intensivieren und zu verlängern). Ein positiver Drogentest über das Vorhandensein der Stoffwechselprodukte i. a. im Urin kann weder einen Nachweis erbringen, dass die Person zum Zeitpunkt der Urinabgabe unter Δ^9 -THC-Einfluss gestanden hat, noch dass die Person vor kurzem Δ^9 -THC konsumiert hat. In diesem Fall muss der Test mehrfach wiederholt werden.

II.1.3 Einfluss der Rauschdrogen Alkohol/ Cannabis sativa im Kontext Straßenverkehr

Alkohol und Δ^9 -THC wirken über das zentrale Nervensystem an den für die Teilnahme im Straßenverkehr wichtigen Sinnesorganen Auge und Gleichgewichtssinn. Im Folgenden wird zunächst ein Überblick über die charakteristische Wirkungsweise der einzelnen Rauschdrogen gegeben, um anschließend auf die relevanten Symptome im Straßenverkehr näher einzugehen.

Die sedierende Wirkung von Alkohol hat vielseitige Beeinträchtigungen und Dämpfungen komplexer Gesamtleistungen zur Folge. Störungen auf das optische System im Straßenverkehr wirken sich besonders nachteilig aus, da über 90 Prozent der für den Verkehrsteilnehmer wichtigen Informationen visuell aufgenommen werden. Auch Δ^9 -THC wirkt über das Zentralnervensystem auf das visuelle System. Grundlegend bei den Wirkungen der aufgeführten Drogen ist die Störung der Augenmuskelninnervierung. Die zentrale neuronale Kontrolle der Augenbewegungen durch drei Augenmuskelpaare wird über drei Neurone aus dem Hirnstamm gewährleistet. Hier sind vestibulare und motorische Pfade miteinander verschaltet.

Alkoholbedingte kognitive Störungen, Beeinträchtigungen von Gedächtnis und Aufmerksamkeit sowie verlangsamte **Reaktionszeiten** beruhen auf Schädigungen von Acetylcholin freisetzenden Neuronen (vgl. Kap. II.1.2.1). Bereits ab 0,2 Promille sind Sehfähigkeit, Bewegungskoordination und die Leistungen des Innenohrs (Geräuschunterschiede werden vermindert wahrgenommen, gestörter Gleichgewichtssinn) sowie der Geruchssinn beeinträchtigt. Koordinationsstörungen der Muskulatur treten auf, die Feinmotorik ist beeinträchtigt sowie die Augenmuskulatur nicht mehr willkürlich kontrollierbar. Schon bei niedrigen Blutalkoholkonzentrationen (0,5 Promille) steigen die Reaktionszeiten und die Aufmerksamkeitsleistung verringert sich nachweisbar. Besonders wenn verschiedene Aufgaben gleichzeitig geleistet werden müssen, erhöht sich die Fehlerquote

bzw. verlängert sich die Zeit, die zur Lösung der Aufgabe beansprucht wird. Ab 0,8 Promille Blutalkoholkonzentration sind alle Reaktionen erheblich verlangsamt, sie werden abrupt und ungenau. Im Straßenverkehr werden Geschwindigkeiten falsch eingeschätzt und die Risikobereitschaft des Fahrers ist erhöht. Des Weiteren sind die Geschwindigkeit des Sprachflusses und die Assoziationsfähigkeit verlangsamt, was allerdings für das korrekte Verhalten im Straßenverkehr keinen direkten Nachteil bringt.

Untersuchungen haben gezeigt, dass der Konsum von Cannabis unmittelbar zu Leistungseinbußen in der Wahrnehmung, der Aufmerksamkeit und dem Reaktionsvermögen führt. Besonders in den ersten zwei Stunden nach dem Konsum ist die Fahrtauglichkeit stark eingeschränkt. Auch nach Abklingen der bewusst wahrgenommenen Wirkungen ist nicht ausgeschlossen, dass es noch zu Beeinträchtigungen kommt. Allerdings sind die verhaltensbeeinflussenden Wirkungen von Δ^9 -THC auf den Menschen sehr unterschiedlich und hängen von der Dosis, dem Aufnahmeweg, den äußeren Gegebenheiten, der Erfahrung und Erwartung des Konsumenten sowie von seiner individuellen Empfänglichkeit für die entsprechenden Änderungen zentralnervöser Vorgänge ab (vgl. Kap. II.1.2.2). Ein Großteil der Δ^9 -THC-Wirkungen wird den bereits identifizierten Rezeptoren zugeschrieben, an der Entschlüsselung der komplexen Δ^9 -THC-Wirkung wird noch geforscht.

Nach der Aufnahme von Δ^9 -THC kann es neben einer euphorisierenden Wirkung auch zu einer Einschränkung der kognitiven Leistung kommen, so dass Zeitintervalle und Entfernungen nicht mehr richtig abgeschätzt werden können. Ebenfalls ist die Fähigkeit beeinträchtigt, komplexe Aufgaben zu bewältigen, die Aufmerksamkeit und korrektes Einordnen von Einzelbeobachtungen erfordern. Im Vergleich zu Alkohol ist die gefühlte Nüchternheit wesentlich höher. Die verminderte Fahrtüchtigkeit bleibt mit vier bis acht Stunden erheblich länger bestehen als die subjektiv spürbaren Drogenwirkungen. Als psychische Effekte sind fehlende Motivation, Panikreaktionen, Halluzinationen bis hin zu akuten Psychosen anzuführen.

Objektwahrnehmung

Voraussetzung für die korrekte Objektwahrnehmung ist die gleichzeitige Fixation eines Punktes durch beide Augen.²⁰ Die Augenmuskulatur ist dabei Voraussetzung, dass beide Augen den gleichen Gegenstand abbilden können. Die Bildinformation der Augen liefern unabhängig voneinander je eine Bildinformation an das Gehirn. Dort werden diese Informationen zu einer gemeinsamen Bildinformation verarbeitet und die Entfernungen und die Größe von Objekten kann eingeschätzt werden. Unter Alkohol- oder Δ^9 -THC-Einfluss kontrahieren die Augenmuskeln nicht koordiniert, es kann kein gemeinsamer Punkt fixiert und die Bildinformationen können nicht zu einem dreidimensionalen Bild verrechnet werden. Diese Koordinationsschwierigkeiten sind ZNS-gesteuert. In diesem Zusammenhang wird oft auch das Doppelsehen genannt, das durch die Erschlaffung der Augenmuskulatur unter Drogeneinfluss entsteht. Die Folge ist eine Einbuße der räumlichen Wahrnehmung, die Tiefensehschärfe lässt nach, womit die wichtige Voraussetzung,

²⁰ Die Augenbewegungen lassen sich in drei Klassen einteilen: Augenfolgebewegungen, Fixationsperioden und Sakkaden (siehe auch „Beeinträchtigung des optokinetischen Nystagmus“). Sie treten bei der Änderung der Blickrichtung, des Fixationspunktes sowie bei Änderung der Kopf- und Körperstellung auf.

das richtige Einschätzen von Entfernungen, Abständen und Geschwindigkeiten für das Führen eines Kraftfahrzeugs verloren geht.

Beeinträchtigung des optokinetischen Nystagmus

Das Betrachten eines bewegten Reizmusters oder eines Objektes löst einen natürlichen sogenannten optokinetischen Nystagmus aus. Das klassische Beispiel hierfür ist der Eisenbahnnystagmus. Diese Augenbewegung entsteht dadurch, dass das Auge während einer langsameren Phase versucht, das bewegte Blickziel durch Drehung der Sehachse festzuhalten. Am Ende der langsamen Folgebewegung tritt eine Rückstellsakkade ein mit dem Ziel, ein neues Objekt einzufangen. Alkohol beeinflusst die Geschwindigkeit der Sakkaden²¹. Die Ursache der deutlichen Veränderungen des optokinetischen Nystagmus unter Alkoholeinfluss in Form von verminderten Blickfolgebewegungen ist in einer Störung der *Formatio reticularis* zu sehen. Gerade beim Verfolgen bewegter Objekte ist bekannt, dass unter Alkoholeinfluss die Wahrnehmungsfähigkeit abnimmt. Sowohl die Blickziel- als auch die Blickfolgebewegungen auf neu im Gesichtsfeld auftretende Objekte nehmen unter Alkoholeinfluss ab.

Die Abnahme dieser gerichteten Bewegungen scheint abhängig von der steigenden Blutalkoholkonzentration zu sein und hat ein vermehrtes Auftreten von Suchsakkaden zur Folge. Das sporadische Auftreten von Sakkaden und spontanem Nystagmus unter Alkohol geht mit der Verminderung der Körperkontrolle und Standfestigkeit sowie mit Fehleinschätzungen von Gefahrensituationen bzw. Bedienungsproblemen von Geräten einher.

Tunnelblick

Das binokulare Gesichtsfeld, der Winkel, den beide ruhenden Augen erfassen, beträgt im Normalfall 180 Grad. Das Blickfeld, der Winkel, den die bewegten Augen ohne Kopfdrehung erfassen, sogar 220 Grad. Im Auge entspricht das Gesichtsfeld dem Bereich, der auf der ganzen Netzhaut abgebildet werden kann. Genauso wie die Netzhaut an verschiedenen Stellen unterschiedlich leistungsfähig ist, werden die verschiedenen Bereiche des Gesichtsfeldes unterschiedlich scharf wahrgenommen. Objekte direkt vor dem menschlichen Körper (Auge) werden scharf erkannt, seitliche Objekte werden unscharf wahrgenommen. Der leistungsfähigste Sehbereich innerhalb des Gesichtsfeldes ist der gelbe Fleck, das Zentrum der Netzhaut.

Durch Alkoholeinfluss tritt eine starke ZNS-vermittelte Einschränkung des peripheren Gesichtsfeldes ein. Das heißt, im Vergleich zum nüchternen Zustand wird nur noch ein Bruchteil dessen gesehen, wichtige Informationen gehen verloren. Ähnlich wie bei einem Blick durch den Tunnel werden nur noch Gegenstände in ungefährer Blickrichtung wahrgenommen, seitlich bzw. darüber oder darunter befindliche Objekte nicht mehr. Dieses Phänomen „durch-eine-Röhre-sehen“ wird in der Augenheilkunde Tunnelblick genannt.

²¹ Eine Sakkade ist eine vorprogrammierte ruckartige Augenbewegung mit einer Dauer von 30-100ms. Neben der Rückstellsakkade existiert die Einstellsakkade, die hilft, ein im peripheren Gesichtsfeld auftauchendes Sehziel einzufangen und auf der Fovea centralis der Retina scharf abzubilden.

Blendempfindlichkeit und Sehschärfe durch Pupillenweite

Unter Einfluss von Drogen und Alkohol ist die Steuerung der Pupillengröße durch das zentrale und periphere Nervensystem gestört. Die Fähigkeit zur Adaptation der Pupille an Dämmerung und Dunkelheit wird herabgesetzt. Es kommt zu einer erhöhten Blendempfindlichkeit und zur Verzögerung der Hellanpassung. Bei großer Pupillenweite ist die Irismuskulatur entspannt, ihre Kontraktion und damit die Verengung der Pupille gelingt nur unvollständig oder zumindest verzögert. Zusätzlich zur starken Blendempfindlichkeit ist scharfes Sehen bei geweiteten Pupillen schlechter möglich. Weitung und Verengung der Pupillen laufen stark verlangsamt ab und der Lichteinfall auf die Netzhaut kann nicht mehr im notwendigen Maß korrigiert werden.

Akkommodation und Scharfeinstellung des Auges

Ein herannahendes Auto im Straßenverkehr wird über eine zunehmende Kontraktion des Ziliarmuskels im Fokus gehalten. Dabei entspannen sich die Linsenbänder, was sich in einer zunehmenden Linsenkrümmung mit steigender Brechkraft äußert. Unter Einfluss von Rauschdrogen ist die Ansteuerung des Ziliarmuskels verlangsamt, die ZNS-vermittelte Kontraktion läuft nicht koordiniert ab. Die Folge sind verschwommene Bildeindrücke.

II.2 Fachdidaktische Überlegungen zum Thema Sinnesphysiologie

Neurowissenschaften sind ein interdisziplinär arbeitender, wissenschaftlicher Bereich, der sich aus Unterdisziplinen traditionell getrennter Fachbereiche wie Biologie, Psychologie, Medizin, Informatik und Philosophie zusammensetzt. Ziel dieser Zusammenführung ist, „[...] das Nervensystem auf allen Komplexitätsebenen zu verstehen.“ (Dudel, Menzel & Schmidt, 1996, S. 7).

Der schnell voranschreitende Erkenntnisgewinn, die daraus entstehenden gesellschaftlich relevanten Anwendungsgebiete und die Bildung neuer Fachbereiche im Grenzbereich zwischen traditionell verankerten Disziplinen hat die Neurowissenschaften in den letzten Jahren zu einer Leitdisziplin heranwachsen lassen (Könneker, 2008). So wird beispielsweise die Entdeckung der Spiegelneuronen u.a. als Basis für die menschliche Kommunikation und das Einfühlungsvermögen angesehen. Thematisch strahlt diese Entdeckung also bis in die Geisteswissenschaften aus. Auch die Entdeckung von neu entstehenden Nervenzellen im erwachsenen Gehirn ist gesellschaftlich relevant. Auf diesen Erkenntnissen basierend können bspw. Therapieansätze in der Medizin entwickelt werden, die auch weit in pharmakologische Gebiete ausstrahlen. Durch die Erkenntnisse zur Lernfähigkeit über die gesamte menschliche Lebensspanne können Ergebnisse abgeleitet werden, die die pädagogische Psychologie berühren.

Bisher haben die Ergebnisse der modernen Neurowissenschaften jedoch kaum Einzug in die Schule gehalten. Verschiedene Faktoren wie fehlende Anschaulichkeit, Komplexität der Konzepte und Phänomene sowie ein hoher Vernetzungsgrad stellen erhöhte kognitive Anforderungen an die Lernenden und somit auch für die Lehrenden dar (Sebald et al., 2003, S. 123). Diese Komplexität dürfte dazu führen, dass erforderliche Grundlagen zwar vermittelt werden, eine Vernetzung der Inhalte und somit auch ein tieferes Verständnis jedoch nicht oder nur begrenzt erreicht werden kann.

Zugleich bietet dieses Themengebiet aber auch Chancen zu einer Unterrichtsgestaltung durch fächerübergreifende Elemente und kontextuelle Bezüge zu Alltag und Lebenswelt der Lernenden. Ein Lösungsansatz, wie neurowissenschaftliche Themen sinnvoll in den Unterricht eingebracht werden können, stellt die Vernetzung mit lebensweltlichen Themengebieten dar, wo durch unmittelbare Bezüge zwischen Erfahrung und Lerninhalt hergestellt werden können.

Ansatzpunkte die Neurowissenschaften in den Unterricht zu bringen, bieten die bereits in den Lehrplänen verorteten klassischen neuro- und sinnesphysiologischen Themen. Der neue Berliner Rahmenlehrplan²² vom 1. August 2006 nimmt die nationalen Bildungsstandards der KMK (KMK, 2005a) für das Fach Biologie als Ausgangspunkt für die Neugestaltung des Berliner Rahmenlehrplanes (Senatsverwaltung für Bildung Jugend und Sport Berlin, 2006). Aus diesem Grund findet sich hier die Gliederung der vier Kompetenzbereiche Fachwissen, Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung wieder.

Das ausgewählte sinnes- und neurophysiologische Thema „Visuelles System und seine zentralnervöse Verarbeitung“ stellt ein wichtiges Thema innerhalb der Neurowissenschaften dar. Es bie-

²² Die vorliegende Studie wurde im Bundesland Berlin durchgeführt. Daher wird im Folgenden nur Bezug auf dieses Bundesland genommen.

tet die Möglichkeit die genannten Herausforderungen bei der Behandlung neurowissenschaftlicher Konzepte und Phänomene im Unterricht als vielversprechende Anknüpfungspunkte zu nutzen. Dabei bleibt allerdings die Frage offen, wie die Darstellung der Komplexität dieses Themas, die fehlende Anschaulichkeit sowie der hohe Vernetztheitsgrad gelingen kann, so dass die Schüler zu einem tieferen Verständnis des Themas gelangen können. Aufgrund dieser Überlegungen, einem innovativen Unterricht weitergehend zu entsprechen, wurde dieses Thema in den lebensweltlichen Bezug (Kontext) „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ gestellt.

Thematisch wurde die vorliegende Studie zur Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz im neurowissenschaftlichen Feld verortet, um die Untersuchung nicht isoliert, sondern für die Schüler in das Unterrichtsgeschehen zu integrieren. Ebenfalls muss die tendenziell handlungsorientierte Kompetenz Kommunikation an die inhaltliche Kompetenz Fachwissen angebunden sein. Die Untersuchung zur Kommunikationskompetenz stellt damit den Auftakt für eine von den teilnehmenden Lehrern im Rahmen des BMBF-Projektes *bik* konzipierte Unterrichtseinheit „Einfluss von Rauschdrogen auf ausgewählte Sinnesorgane und das ZNS im Straßenverkehr“ für die neunte und zehnte Klasse dar. Zu verorten ist die Unterrichtseinheit im Berliner Rahmenlehrplan im Bereich P3 „Sinneswahrnehmung – Informationen aus der Umwelt“ im Themenfeld „Bau und Leistungen des menschlichen Körpers II“ sowie im Bereich P4 „Nervensystem und Gehirn – Aufbau und Arbeitsteilung“ ebenfalls im Themenfeld „Bau und Leistungen des menschlichen Körpers II“. Inhaltlich werden für die Gymnasialstufe die Reflexion des eigenen Verhaltens in Bezug auf die Gesunderhaltung der Sinnesorgane am Inhalt Aufbau und Funktion des Auges vorgeschlagen.²³ Experimente zur Sinneswahrnehmung sowie die Wirkung von Belastungen auf ein Sinnesorgan sind mögliche Inhaltskomponenten. Für den Bereich P4 sollen die Schüler des gymnasialen Niveaus das Zusammenspiel zwischen Sinnesorgan, Nervensystem und Muskelbewegung an einem Beispiel erklären können und die Wirkung von Drogen/Medikamenten auf die Informationsübermittlung erschließen. Inhalte und mögliche Kontexte können nach Vorschlag des Rahmenlehrplans an dieser Stelle Reiz, Reaktion, Bau und Funktion der Nervenzelle, Erregungsleitung, Gehirnaufbau sowie die Wirkung von Drogen sein. Die vorliegende Unterrichtseinheit „Einfluss von Rauschdrogen auf ausgewählte Sinnesorgane und das ZNS im Straßenverkehr“ bedient damit sowohl den Berliner Rahmenlehrplan in Bezug auf Inhalte und Kompetenzen als auch die KMK-Bildungsstandards im Fach Biologie.

Die bisherigen Ausführungen zeigen, dass sich das komplexe neurobiologische Thema der visuellen Wahrnehmung sowie deren Beeinflussung durch Rauschdrogen im Kontext Straßenverkehr sinnvoll in den Unterricht einbinden lassen.

²³ Der vorliegende Berliner Rahmenlehrplan weist Standards jeweils für das Ende einer Doppeljahrgangsstufe aus und unterteilt diese in drei Niveaustufen, wobei das jeweils höhere Niveau das darunter liegende voraussetzt: einfacher Standard (Hauptschule und Gesamtschule G/A-Kurse), mittlerer Standard (Realschule und Gesamtschule E-Kurse) und erweiterter Standard (Gymnasium und Gesamtschule F-Kurse). Die Standards verdeutlichen pro Doppeljahrgangsstufe welche Fähigkeiten und Fertigkeiten die Schüler in der jeweiligen Schulform erwerben müssen. Aufgrund der Eigenschaften der vorliegenden Stichprobe werden im Folgenden nur die erweiterten Standards (F-Kurse) näher aufgeführt.

II.3 Bildungspolitischer Hintergrund

Im Folgenden wird zunächst der aktuelle Stand der deutschen Bildungsdiskussion im Allgemeinen und anschließend für den fachdidaktischen Bereich der Biologie dargestellt (vgl. Kap. II.3.1). In Kapitel II.3.2 folgt die Beschreibung des Kompetenzbereichs Kommunikation der nationalen Bildungsstandards im Fach Biologie, der in der vorliegenden Arbeit im Fokus steht. Anschließend wird in einem Exkurs die fachdidaktische Perspektive zum Unterrichtsmedium Kommunikation herausgestellt (vgl. Kap. II.3.3). In Kapitel II.3.4 folgen die theoretischen Grundlagen zur Modellierung von Kompetenzen.

Im Anschluss daran werden in Kapitel II.4 die möglichen heranzuziehenden Forschungsgrundlagen zur Strukturmodellierung der Kompetenz Kommunikation eingehend diskutiert, um daraus den Rahmen sowie die Inhalte eines zu modellierenden Strukturmodells für die Kommunikationskompetenz abzuleiten.

II.3.1 Bildungsstandards im Fach Biologie

Die nationalen Ergebnisse unterschiedlicher Schulleistungstudien wie TIMSS (Third International Mathematics and Science Study, Baumert, 1997), PISA (Program of International Student Assessment, Baumert, Klieme et al., 2001; Prenzel et al., 2004, 2007), IGLU (Internationale Grundschul-Lese-Untersuchung, Bos et al., 2007) und DESI (Deutsch Englisch Schülerleistungen International, Beck & Klieme, 2007) haben in Deutschland zu folgenreichen Veränderungen im schulischen Bildungssystem geführt.²⁴

So wurde beispielsweise als Antwort auf die TIMSS-Studie, deren Ergebnisse deutliche Schwächen im mathematischen und naturwissenschaftlichen Verständnis deutscher Schüler zeigten, das BLK-Programm SINUS (Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts, BLK-Projektgruppe "Innovationen im Bildungswesen", 1997) als Modellversuch generiert. Dieses Programm hatte das Ziel die Qualität des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts zu verbessern sowie langfristig eine mathematisch-naturwissenschaftlichen Bildung zu sichern.

Neben den Ergebnissen der TIMSS-Studie konnte die PISA-Studie u. a. deutlich machen, dass die vorrangige Inputsteuerung in der deutschen Schule allein nicht zu den erwünschten Ergebnissen im Bildungssystem führt. Im Vergleich dazu konnte festgestellt werden, dass Länder mit besseren Ergebnissen i. d. R. Länder mit Outcome-überprüfenden Bildungsstandards sind (Nentwig & Schanze, 2007, S. 357). Der Schritt der folgenden bildungspolitischen Veränderungsmaßnahmen ging auch in Deutschland vom inputorientierten Schulsystem zur Output- bzw. Outcomesteuerung (Klieme et al., 2003; Köller, 2008b). Wahrnehmbar wird diese Steuerung u. a. in der langfristigen Beteiligung an Studien wie PISA, aber auch in der Verabschiedung von nationalen Bildungsstandards²⁵, die zur Steuerung für die anstehende Bildungsreform eingeführt wur-

²⁴ Die Kultusministerkonferenz hat sich im Konstanzer Beschluss 1997 (KMK, 1997) darauf geeinigt das deutsche Schulsystem im Rahmen wissenschaftlicher Untersuchungen international vergleichen zu lassen, u. a. mit dem Ziel gesicherte Befunde über Stärken und Schwächen der Schüler in den zentralen Kompetenzbereichen zu erhalten.

²⁵ Die nationalen Bildungsstandards werden im Folgenden als KMK-Bildungsstandards bezeichnet.

den. Damit sollen auf der einen Seite bestimmte Kompetenzen zu einem festgelegten Zeitpunkt von den Schülern erreicht worden sein. Andererseits nimmt man mit diesen Veränderungsmaßnahmen an, einen Rückschluss auf den Erfolg des Bildungssystems zu erhalten über das erreichte fachliche Kompetenzniveau der Schüler.

Die KMK-Bildungsstandards benennen fachspezifisch „die wesentlichen Ziele pädagogischer Arbeit, ausgedrückt als erwünschte Lernergebnisse bzw. Kompetenzen der Schülerinnen und Schüler“ (Klieme et al., 2003) zu bestimmten Zeitpunkten ihrer Bildungsbiographien. Mit der Fokussierung auf Schülerkompetenzen findet eine klare Abgrenzung von Lehrplänen statt, die in erster Linie Unterrichtsinhalte präzisieren (Input-Orientierung). Die Bildungsstandards sollen dazu beitragen Unterricht nicht an Inhalten, sondern am Kompetenzaufbau zu orientieren (Output-Orientierung). Seit Ende 2004 existieren in vielen Fächern Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss, unter anderem auch für das Unterrichtsfach Biologie. Sie wurden zum Schuljahr 2005/06 verbindlich von den Bundesländern eingeführt.²⁶

Die Kompetenzen der KMK-Bildungsstandards beschreiben Ergebnisse des Lernens, geben aber keine Unterrichtsmethoden oder Strategien vor (KMK, 2005a; Klieme et al., 2003). Damit sie einen Beitrag zur Qualitätsentwicklung leisten können, müssen diese normativen Standards u.a. mit pädagogischen Initiativen zur Schul- und Unterrichtsentwicklung und in diesem Sinne auch mit der Professionalisierung des pädagogischen Personals (z. B. über Fortbildungsmaßnahmen zur Förderung der diagnostischen Kompetenz) gekoppelt werden. Daher schlagen Klieme et al. (2003) als ersten Schritt vor, dass die abstrakten theoretischen KMK-Bildungsstandards mit konkreten Aufgabenstellungen verbunden und so in der Praxis anwendbar gemacht werden. Um diese von Klieme et al. (2003) angesprochene Verbindung zu konkretisieren, sind nach den Autoren sogenannte Kompetenzmodelle nötig. Die KMK-Bildungsstandards dienen dabei als Rahmenmodell für lernpsychologisch und didaktisch begründete Modelle von Schülerkompetenzen (Schecker & Parchmann, 2006). Solche Kompetenzmodelle erfassen und charakterisieren die bei Schülern vorhandenen Fähigkeiten und Fertigkeiten und können somit zur Diagnose und zum Einsatz von Fördermaßnahmen beitragen (Klieme et al., 2003).

Zur Entwicklung von Kompetenzmodellen betonen Klieme & Steinert (2004, S. 133), dass „für die einzelnen Fächer [...] Kompetenzmodelle entwickelt werden [müssen], welche die Leistungserwartungen auf der Basis eines systematisch und fachdidaktisch begründeten Konzepts der Kompetenzstufung und Kompetenzentwicklung formulieren. Empirisch fundiert werden die Kompetenzmodelle dadurch, dass für die angenommenen Kompetenzstufen Test-Aufgaben mit spezifischen Aufgabenanforderungen formuliert, in den Schulen erprobt und skaliert werden“. Klieme & Steinert (2004) betonen die empirische Validierung theoretischer Modelle, auf deren

²⁶ Am 4. Dezember 2003 hat die Kultusministerkonferenz bundesweit geltende nationale Bildungsstandards für die Fächer Mathematik, Deutsch und die erste Fremdsprache für den Mittleren Bildungsabschluss beschlossen. Am 15. Oktober 2004 folgte die Verabschiedung von Bildungsstandards für den Hauptschulabschluss in Mathematik, Deutsch und erster Fremdsprache sowie für den Primarbereich in Deutsch und Mathematik. Am 16. Dezember 2004 folgten nationale Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss neben dem Fach Biologie auch für die Fächer Physik und Chemie.

Grundlage angemessene pädagogisch-didaktische und bildungspolitische Maßnahmen ergriffen werden sollen.

Mit dieser Diskussion um Kompetenzmodellierung in Bezug auf die KMK-Bildungsstandards ist eine Definition der beiden rahmengebenden und damit grundlegenden Begriffe *Kompetenz* und *Standard* notwendig, die im Folgenden für die vorliegende Arbeit geklärt werden.

Kompetenzen und Standards

Neben dem Erwerb von vernetztem, anwendungs- und anschlussfähigem Wissen in unterschiedlich komplexen Situationen und Kontexten greifen die KMK-Bildungsstandards auch den Ansatz zum selbstregulierten Handeln, insbesondere zum selbstständigen Lernen, Problemlösefähigkeiten sowie soziale und kommunikative Fähigkeiten als Bildungs- und Qualifizierungsziele auf. Mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses sollen Schüler über naturwissenschaftliche Kompetenzen im Allgemeinen sowie biologische Kompetenzen im Besonderen verfügen (KMK, 2005a). Diese formulierten Kompetenzen sind vier Kompetenzbereichen zugeordnet, wobei die Kompetenzbereiche Erkenntnisgewinnung, Kommunikation und Bewertung als Handlungsdimension zusammengefasst werden. Ihre Kompetenzen beziehen sich auf die Inhaltsdimension Fachwissen, dessen Kompetenzen in Form der fachspezifischen Basiskonzepte System, Struktur und Funktion sowie Entwicklung abgebildet werden. Inhalts- und handlungsbezogene Kompetenzen sind gemäß den Ausführungen in den KMK-Standardpapieren nur gemeinsam und in Kontexten zu erwerben.

In der Fachliteratur wird der Kompetenzbegriff auf verschiedene Art und Weise definiert. Ebenfalls gibt es keine einheitliche Auffassung darüber, wie sich Kompetenzen vermitteln und messen lassen (Klieme & Hartig, 2007, S. 12; Franke, 2005). Diese Vielfalt verlangt für die Verwendung des Begriffs Kompetenz in der vorliegenden Arbeit eine begründete Präzisierung, um die zu untersuchende Kommunikationskompetenz ausschärfen zu können. Im vorliegenden konkreten Forschungskontext werden Kompetenzen „[...] als kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen [definiert], die sich funktional auf Situationen und Anforderungen in bestimmten Domänen beziehen.“ (Klieme & Leutner, 2006a, S. 879, 2006b, S. 4).

Kompetenzen können also als Kenntnisse, Fertigkeiten und Routinen beschrieben werden, die eine Verbindung zwischen Wissen und Können darstellen (Klieme et al., 2003; Hartig & Klieme, 2006). Sie können durch Erfahrung und Lernen in relevanten Anforderungssituationen erworben und beeinflusst werden (Klieme & Leutner, 2006a; Baumert, Stanat & Demmrich, 2001). Diese Betonung der Kontextspezifität konzentriert den Kompetenzbegriff auf konkrete Anforderungssituationen und grenzt ihn somit auch von bereichsübergreifenden Schlüsselqualifikationen ab (Schecker & Parchmann, 2006). Eine mögliche Begründung wird von den Autoren in den Ergebnissen der Expertiseforschung (Kroß & Lind, 2001) gesehen, nach denen fächerübergreifende Fähigkeiten sehr stark vom betrachteten Gegenstandsbereich abhängen (Schecker & Parchmann, 2006).

In der Psychologie wurde der Kompetenzbegriff als alternativer Begriff zur klassischen Intelligenzforschung eingeführt. Auch hier handelt es sich um eine generalisierte, kontextunabhängige, nur begrenzt erlernbare kognitive Dispositionen (Klieme & Leutner, 2006a; McClelland, 1973;

Hartig & Klieme, 2006). In Abgrenzung dazu betont die Definition des Kompetenzbegriffs nach Klieme & Leutner (2006a) die kognitive Komponente sowie die Kontextspezifität von Kompetenz. Ebenfalls grenzt diese Definition den Begriff vom Konstrukt Intelligenz ab. Intelligenz wird als relativ stabiles Persönlichkeitsmerkmal verstanden, das in nicht spezifizierten Situationen eine verallgemeinerbare Leistungsdisposition darstellt, die zu bedeutsamen Teilen durch biologische Faktoren determiniert ist (Hartig & Klieme, 2006, S. 131).

Im Kompetenzbegriff nach Klieme & Leutner (2006a) werden motivationale und affektive Aspekte ausgeschlossen, so wie sie beispielsweise in der oft zitierten Begriffsdefinition nach Weinert (2001)²⁷ enthalten sind. Obwohl Weinert (2001) in seiner Definition den Kompetenzbegriff mit Hilfe motivationaler und kognitiver Aspekte erklärt, betont er an anderer Stelle, motivationale und kognitive Tendenzen in empirischen Untersuchungen getrennt zu erfassen, weil nur so die kognitiven Voraussetzungen den empirischen Untersuchungen zugänglich gemacht werden können (2001). Dementsprechend stehen beide Definitionen in Bezug zueinander: Der verwendete Kompetenzbegriff nach Klieme & Leutner (2006a) kann als kognitiver Anteil einer Kompetenz nach Weinert verstanden werden. Damit wird an das Kompetenzverständnis der KMK-Bildungsstandards angeknüpft, in denen der Weinert'sche Kompetenzbegriff ebenso unter der relativ starken Berücksichtigung der kognitiven Faktoren verwendet wird (KMK, 2005a).

Aufgrund dieser Ausführungen kann die Kommunikationskompetenz bezogen auf die vorliegende Arbeit folglich als ein Geflecht kontextspezifischer kognitiver Leistungsdispositionen²⁸ verstanden werden, das Schüler in spezifischen Situationen dazu befähigt, die Anforderungen einer fachbezogenen Kommunikationssituation zu bewältigen (Hartig & Klieme, 2006, S. 129). Gemäß dieser Definition ist auch eine gezielte Förderung der Kommunikationskompetenz möglich. Diese Förderung muss in einem weiteren Schritt basierend u. a. auf den Untersuchungsergebnissen der vorliegenden Arbeit entwickelt werden.

Neben den Kompetenzbereichen werden Standards formuliert, die konkret benennen, welche Ziele von den Schülern mit dem Erwerb des Mittleren Schulabschlusses in den vier Kompetenzbereichen zu erreichen sind.²⁹ Köller (2008a, S. 165) definiert die Standards bzw. ihre Erfüllung als gezeigtes Verhalten (die Performanz), das keineswegs mit den angestrebten Kompetenzen gleichgesetzt werden darf. Er grenzt die beiden Begriffe gegeneinander ab, indem er angelehnt an

²⁷ Weinert beschreibt Kompetenzen als „die bei Individuen verfügbaren oder von ihnen erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, bestimmte Probleme zu lösen, sowie die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten, die Problemlösungen in variablen Situationen erfolgreich und verantwortungsvoll nutzen zu können“ (Weinert, 2001; KMK, 2005a, S. 7).

²⁸ Hartig & Klieme (2006, S. 129) gehen davon aus, dass diese Leistungsdispositionen in einem gewissen Maß in ähnlichen Situationen generalisierbar sind.

²⁹ Die KMK-Bildungsstandards wurden zunächst als Mindeststandards empfohlen, das heißt, die Kompetenzmodelle und Operationalisierungen sollen eindeutig beschreiben, welche Leistungen ein Schüler erbringen muss, um die Mindestanforderungen zu erfüllen (Klieme & Hartig, 2007). Man erhoffte sich von der Vereinbarung dieses Minimalniveaus, die Qualitätssicherung des Bildungswesens. Die schwachen Schüler sollten so nicht vernachlässigt werden, da alle Schüler diese Ziele erreichen müssen. Im Endeffekt sind die KMK-Bildungsstandards von den Ländern als Regelstandards deklariert worden, d.h. dass das Konzept der KMK-Bildungsstandards von einer Gauss'schen Normalverteilung der Leistungen ausgeht und somit ein natürlicher Anteil von Risikoschülern in Kauf genommen wird.

den Kompetenzbegriff nach Weinert nicht das Verhalten selbst als Kompetenz versteht, sondern die von den Schülern gezeigten oder erlernbaren kognitiven Fähigkeiten und Fertigkeiten, die für das Problem- bzw. Aufgabenlösen notwendig sind. So werden auch in den KMK-Bildungsstandards beispielsweise für den Kompetenzbereich Kommunikation zehn Standards formuliert, die den Grundtenor *Informationen sach- und fachgerecht erschließen und austauschen* mit zu zeigenden Verhaltensweisen konkretisieren.

Die Beschreibung der Kompetenzen umfasst neben den einzelnen Standards, auf die im Folgenden für den fokussierten Kompetenzbereich Kommunikation eingegangen wird, ebenfalls noch eine allgemeine Darstellung des Kompetenzbereichs.

II.3.2 Kompetenzbereich Kommunikation

In den KMK-Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluss im Fach Biologie wird Kommunikation einleitend als eine gesellschaftliche Basiskompetenz dargestellt, die eine zentrale Voraussetzung für die Teilhabe an verschiedenen Lebensbereichen ist. Als grundlegendes Kulturwerkzeug stellt die Kommunikationskompetenz eine zentrale Bedingung für schulischen und beruflichen Erfolg und für lebenslanges Lernen dar und damit auch für das Erfassen und Vermitteln biologischer Sachverhalte (KMK, 2005a).

In den KMK-Bildungsstandards wird die Kommunikationskompetenz als facettenreiche menschliche Fähigkeit und Fertigkeit beschrieben. Diese ist somit in ihrer Komplexität theoretisch sowie empirisch nur schwer erfassbar. In der aktuellen Diskussion um die Konzeptualisierung einer Kommunikationskompetenz mit spezifischen Teilkomponenten sind deshalb bisher weder einheitliche Definitionen noch Befunde zu finden (Alderson & Banerjee, 2002; North, 2000).

Um sich dem Begriff in der vorliegenden Arbeit dennoch anzunähern, werden die KMK-Bildungsstandards für das Fach Biologie herangezogen, in denen es in den Ausführungen zur Kommunikationskompetenz weiter heißt: „[...] Das Fach Biologie [leistet mit Hilfe der Kommunikationskompetenz] einen unterrichtlichen Beitrag zum Ausbau der Sprachkompetenz.“ (KMK, 2005a, S. 11). Diese Ausführungen der KMK zeigen einen Zusammenhang zwischen der biologischen Kommunikationskompetenz der KMK-Bildungsstandards und einer Sprachkompetenz.

Traditionell ist der Bereich der Sprachkompetenz thematisch dem Fach Deutsch zugeordnet. Dementsprechend finden sich in den KMK-Bildungsstandards des Unterrichtsfaches Deutsch Angaben im Kompetenzbereich Sprechen und Zuhören, gemäß dessen die „[...] Schüler kommunikative Situationen in persönlichen, beruflichen und öffentlichen Zusammenhängen situationsangemessen und adressatengerecht bewältigen sollen. Sie benutzen die Standardsprache. Sie achten auf gelingende Kommunikation und damit auch auf die Wirkung ihres sprachlichen Handelns. Sie verfügen über eine Gesprächskultur, die von aufmerksamem Zuhören und respektvollem Gesprächsverhalten geprägt ist.“ (KMK, 2004b, S. 8) Ebenso wie in den Biologiestandards bleibt auch hier eine konkrete Definition oder gar die Darstellung des Konstruktes Sprachkompetenz beispielsweise anhand von anschaulichen Diagnoseinstrumenten oder spezifischen Fördermethoden offen.

Diese Ausführungen zeigen, dass die Annäherung an den Begriff Kommunikationskompetenz bzw. Sprachkompetenz über die KMK-Bildungsstandards der beiden Fächer Biologie und Deutsch wenig hilfreich ist. Leider zeigt sich auch ein ähnliches Bild beim Blick in die Fachliteratur, in der verschiedene Definitionsansätze zu finden sind. Einerseits findet man sehr allgemeine Definition wie die von Coseriu (1988, S. 1): „Unter Sprachkompetenz [versteht man] das Wissen, das die Sprecher beim Sprechen und bei der Gestaltung des Sprechens anwenden. Wir meinen nicht das Wissen über die ‚Sachen‘, von denen man spricht, sondern das Wissen, das sich auf das Sprechen selbst und auf seine Gestaltung bezieht.“ Auch weitere Sprachkompetenzforscher bleiben in ihren Definitionsversuchen sehr allgemein, wenn sie als Struktur der Sprachkompetenz ein interagierendes Gefüge von Teilkompetenzen verstehen, die durch den Unterricht vermittelt werden sollen (Jude & Klieme, 2007, S. 11). Andererseits zeigt sich bei Betrachtung weiterer Forschungsbereiche wie der Linguistik, Psycholinguistik und Gesprächsforschung ein weites Feld von detaillierten Forschungs- und Modellansätzen.³⁰ Hier sind die theoretischen Modelle zur Sprachkompetenz oft sehr fein differenziert, situationspezifisch und postulieren viele Dimensionen und Facetten, deren empirische Abbildung nicht immer gelingt. Ein kurzer Überblick hierzu ist bei Jude & Klieme (2007, S. 10) zu finden.

Einig sind sich die Experten allerdings darin, dass Kommunikation bezogen auf den Fachunterricht Objekt und Instrument des Lernens zugleich ist (Jude & Klieme, 2007; Eschenhagen, Kattmann & Rodi, 2006, S. 357). Dieser Ansatz entspricht den KMK-Bildungsstandards, die die Formen der Kommunikation einerseits als Lerngegenstand, andererseits als Mittel im Lernprozess postulieren (KMK, 2005a). Sprach- bzw. Kommunikationskompetenz hat hier eindeutig eine Doppelfunktion: Einerseits verweist der Begriff auf Sprachkönnen, indem die fachliche domänenspezifische Sprache korrekt verwendet werden kann, andererseits kann Kommunikationskompetenz auch als Voraussetzung und Instrumentarium zur Aneignung neuen Wissens angesehen werden (KMK, 2005a; Bos et al., 2003)

In den KMK-Bildungsstandards Biologie wurde versucht, die Kommunikationskompetenz so abzubilden, dass verschiedenste Facetten dieses Konstruktes erfasst werden können (KMK, 2005a). Die Schüler sollen zum Kommunizieren Texte und weitere Repräsentationsformen („Informationsträger“) verwenden wie Bilder, Grafiken, Tabellen, fachliche Symbole, Formeln, Gleichungen und Graphen. Darüber hinaus sollen Lernende die praktischen Methoden und Verfahren der Erkenntnisgewinnung als Informationsquellen zielgerichtet nutzen. Medien wie Buch, Zeitschrift,

³⁰ Zur Beschreibung der zwischenmenschlichen Kommunikation gibt es eine Reihe teilweise aufeinander Bezug nehmende Modelle, die an dieser Stelle der Vollständigkeit halber genannt, aber nicht näher erläutert werden, da sie für die vorliegende Arbeit der Strukturmodellierung zu spezifisch ausgerichtet sind. So wurde beispielsweise zur verbesserten technischen Übertragung von Nachrichtensignalen mittels Telefon von Shannon & Weaver (1949) das so genannte Sender-Empfänger-Modell entwickelt, das sich allerdings für die Beschreibung sozialer Kommunikationsprozesse wenig eignet. Das Vier-Seiten-Modell nach Schulz von Thun (1981) nimmt die zwischenmenschliche Kommunikation in den Fokus seiner Betrachtung und kombiniert Watzlawicks (1987) Postulat, dass jede Aussage auch einen Inhalts- und einen Beziehungsaspekt enthält, mit dem Organon-Modell von Bühler (1978), dass jede Äußerung Informationen über den Gesprächsgegenstand, über den Sender sowie einen Appell an den Empfänger enthält. Weitere Kommunikationsmodelle stammen von Jakobson (1960), demzufolge sechs Faktoren und Funktionen an jeder sprachlichen Mitteilung beteiligt sind, und von Lasswell (1948), der eine fünfgliedrige Formel zur Massenkommunikation skizziert.

Film, Internet, Datenverarbeitungsprogramm, Animation, Simulation, Spiel und die Befragung von Experten sollen genutzt werden, um sich eine ausgeprägte Kommunikationskompetenz zunächst anzueignen und anschließend über sie verfügen zu können. Dabei sollen die Schüler den Gehalt der verschiedenen Informationsquellen und Repräsentationsformen aufeinander beziehen, verarbeiten und dazu anschließend mündlich oder schriftlich Stellung nehmen. Diese Fähigkeiten werden nach den KMK-Bildungsstandards Biologie als erweiterte Lese- bzw. Verstehenskompetenz aufgefasst (KMK, 2005a, S. 11).

Neben dem Kommunizieren mittels bestimmter Informationsquellen und Repräsentationsformen wie Texten, Diagrammen, Bildern und Symbolen geht es im Kompetenzbereich Kommunikation im Biologieunterricht auch um den interpersonellen Informationsaustausch ohne Hilfsmittel. Der in den Bildungsstandards im Fach Biologie aufgenommene erste Kommunikationsstandard K₁ („Die Schüler kommunizieren und argumentieren in verschiedenen Sozialformen.“) ist ein grundlegender Standard, mit dem jedoch interessanterweise keine Domänenspezifität verbunden ist.³¹

Kommunikationskompetenz stellt seit der Verabschiedung der KMK-Bildungsstandards nicht nur im Fach Biologie, sondern in allen naturwissenschaftlichen Fächern einen von vier verbindlich vorgeschriebenen Kompetenzbereichen dar (KMK, 2005a). Vergleicht man den Kompetenzbereich Kommunikation in den drei naturwissenschaftlichen Fächern Biologie, Chemie und Physik – die sich im inhaltsorientierten Kompetenzbereich Fachwissen stark unterscheiden – in ihren jeweils einleitenden Kapiteln, wird Kommunikationskompetenz als eine Fähigkeit verstanden, fachbezogene Informationen auf der Basis einer sachgemäßen Verknüpfung von Alltags- und Fachsprache auszutauschen. Für das Fach Biologie wird in den KMK-Bildungsstandards betont, dass die Kommunikation im Biologieunterricht von dem Wechsel zwischen Alltags- und Fachsprache geprägt ist, die beide auf der „Wortsprache“ basieren (KMK, 2005a, S. 11). Schüler erlangen über diesen kognitiven Wechsel von Alltagsvorstellungen und Fachunterricht einschließlich deren Verbalisierungen eine Diskursfähigkeit über biologische Themen mit Gesellschafts- und Alltagsrelevanz.

Zwei weitere Standards, K₅ (Schüler stellen biologische Systeme [...] sachgerecht, situations- und adressatengerecht dar) und K₈ (Schüler erklären biologische Phänomene und setzen Alltagsvorstellungen dazu in Beziehung), lehnen sich ebenfalls an kommunikative Grundstrukturen an, jedoch ist die Form der Kommunikation durch den Gebrauch des Verbes *darstellen* sehr offen gehalten, so dass jedwede Form von *darstellen* in diesen Standard hineininterpretiert werden kann (KMK, 2005a, S. 15). Alle weiteren Kommunikationsstandards stellen, wie schon angedeutet, Repräsentationsformen sowie praktische Methoden und Verfahren der Erkenntnisgewinnung dar

³¹ Die Bildungsstandards für Chemie und Physik lösen das Problem geschickter, indem sie bei der Formulierung eines ähnlichen Standards das Fach mit anführen. So heißt der Kommunikationsstandard K₁ im Fach Physik: „Die Schülerinnen und Schüler tauschen sich über physikalische Erkenntnisse und deren Anwendungen unter angemessener Verwendung der Fachsprache und fachtypischer Darstellungen aus“ (KMK, 2005b). Im Fach Chemie wird der Kommunikationsstandard K₈ wie folgt ausgeführt: „Die Schülerinnen und Schüler argumentieren fachlich korrekt und folgerichtig“ sowie K₉: „Die Schülerinnen und Schüler vertreten ihre Standpunkte zu chemischen Sachverhalten und reflektieren Einwände selbstkritisch“ (KMK, 2005c).

(Mikroskopieren, Modellbildung, Diagramme zeichnen, Schemazeichnungen interpretieren etc.), die die Schüler benötigen, um sich Inhalte des Biologieunterrichts anzueignen und deren Anwendungen und die Kommunikation darüber im Vordergrund steht. Demnach wird in der vorliegenden Arbeit der Fokus auf die Standards K1, K5 und K8 gerichtet.³² Es ist aufgrund der allgemeinen Verwendung des Begriffs Kommunikationskompetenz und den Anforderungen bei der Anwendung in konkreten Situationen notwendig, die Fähigkeit zum fachbezogenen Kommunizieren im unterrichtlichen Kontext eingehender zu beleuchten.

Aufgrund der eingangs beschriebenen Schwierigkeiten bei der Sprachverwendung in konkreten Unterrichtssituationen sowie der Tatsache, dass der Kompetenzbereich Kommunikation in die KMK-Bildungsstandards aufgenommen wurde, erscheint es notwendig, den Umgang mit Sprache auch in den naturwissenschaftlichen Unterrichtsfächern zu schulen. Dies zeigt sich insbesondere auch daran, dass, wie im folgenden Exkurs ausgeführt, der Stellenwert der Sprache explizit auch in fachdidaktischen Überlegungen traditionell verankert ist.

II.3.3 Exkurs: Die fachdidaktische Perspektive zur Kommunikation

Der Kern der Kommunikation, der gesprochene Text, wird aus fachdidaktischer Perspektive explizit als bedeutendes Unterrichtsmedium beschrieben (Eschenhagen et al., 2006, S. 357). „Gesprochene [...] Texte sind die bedeutendsten Unterrichtsmedien, da sie bei fast allen Sozialformen und Methoden eine Rolle spielen. [...] Die in [gesprochenen] Texten verwendete Sprache ist für das Lernen und Lehren von Biologie besonders zu nutzen, wobei die Sprachebene von besonderer Bedeutung ist.“ (Eschenhagen et al., 2006, S. 357) Zwei Aspekte kommen in diesem Zitat zum Ausdruck: Sprache als Lern- und Lehrgegenstand sowie die verwendete Sprachebene, die sich nach Kattmann in Alltagssprache und Fachsprache differenzieren lässt.

Nach Kattmann (2006, S. 357) sollte im Unterricht die Verständigung zwischen Individuen bezüglich eines (Unterrichts-) Gegenstands als wichtigste Sprachfunktion im Mittelpunkt stehen. Der Autor differenziert an dieser Stelle allerdings nicht in Schüler-Schüler-Kommunikation oder Schüler-Lehrer-Kommunikation.

Die spezifische Aufgabe der von Kattmann erwähnten Fachsprache, die sich in wesentlichen Punkten (z. B. der Verwendung von Fachtermini) von der Alltagssprache unterscheidet (Schaefer, 1980, S. 101), besteht in der Objektivierung. Kattmann (2006, S. 357) sieht in dieser Objektivität die Unabhängigkeit von Kontext und Sprecher sowie die eindeutige Semantik der Fachsprache. Diese Eindeutigkeit ist allerdings kritisch zu betrachten und mag im naturwissenschaftlichen Bereich noch relativ zutreffend sein, obwohl es auch hier Ausnahmen gibt (vgl. hierzu u. a. Kap. V.1). Dahingehend sind Fachbegriffe bspw. in der Erziehungswissenschaft, der pädagogischen Psychologie oder auch Germanistik oft mehrfach definiert und bedürfen im Vorfeld der Begriffsverwendung einer Abgrenzung gegenüber weiteren möglichen Definitionen (vgl. hierzu Kap. II.3.4). Beschränkt man die Eindeutigkeit der Fachsprache auf den naturwissenschaftlichen

³² An dieser Stelle sei noch einmal explizit darauf hingewiesen, dass nur die fachbezogene Kommunikation zwischen Schülern in der vorgesehenen Modellierung Berücksichtigung findet. Dies stellt eine Abgrenzung zur Schüler-Lehrer-Kommunikation dar, die in Richtung Experten-Laien-Kommunikation weist. Die Schüler-Schüler-Kommunikation findet zwischen Individuen mit annähernd gleichem Wissensniveau statt.

Bereich, so ist die Sichtweise von Kattmann in Bezug darauf, dass Fachsprache unabhängig vom Kontext ist, fraglich.

Fachsprache ist nicht unabhängig von der Alltagssprache, sondern setzt diese voraus, indem daraus Vorstellungen und Bezeichnungen entnommen werden und im Sinne der Fachaussagen umgedeutet werden (Eschenhagen et al., 2006, S. 358). Sprache, ob Fach- oder Alltagssprache, dient der Verständigung und ist an das Verstehen der Adressaten gebunden.

Bei der Produktion von Sprache ist der Wortschatz eng mit dem bereits vorhandenen Wissen verbunden, da die Einträge im individuellen mentalen Lexikon sowohl nach Wortfeldern³³ wie auch nach Sachgebieten geordnet vorliegen (Aitchison, 1997). Das heißt, ein Sprecher muss das zu produzierende Wort in seinem mentalen Lexikon eingeordnet und semantisch verknüpft haben, wenn er es korrekt in einer Verbalisierung verwenden möchte. Durch Sprache respektive Fachsprache kann Wissen respektive Fachwissen also konzeptuell fassbar und kommunizierbar werden. Das setzt aber voraus, dass Fachwörter in ihrer Bedeutung erkannt und zutreffend verwendet werden können. Voraussetzung hierfür ist, dass die Fachbegriffe zunächst erlernt werden müssen (Eschenhagen et al., 2006, S. 359; in Anlehnung an Gropengießer, 1997, S. 26).

Um diese Fachbegriffe nicht inhaltsleer zu vermitteln, muss der Unterricht sprachlich und inhaltlich an die Erfahrungen und Vorstellungen der Lernenden anknüpfen, das heißt, Begriffe und Sachverhalte müssen sich auf das Vorwissen und die Erfahrung der Lerner beziehen (Eschenhagen et al., 2006, S. 360). Auch der Blick in die Textverstehensforschung bestätigt diese Darstellung: Es wird ersichtlich, dass der Textinhalt in Form einer mentalen Repräsentation aufgebaut wird, dabei wird neues Wissen in vorhandene mentale Strukturen integriert (Schnotz, 1994, S. 215). Dieser Prozess geht einerseits von der jeweiligen Textbasis aus und greift andererseits zugleich auf Vorwissen zurück (vgl. Kap. II.4.2.1).

Dieser Exkurs hat die Stellung der Kommunikation im Biologieunterricht weiter verdeutlicht. Im Folgenden wird dargestellt, wie die Kommunikationskompetenz als eine von vier wichtigen Säulen der KMK-Bildungsstandards näher erfasst werden kann.

II.3.4 Modellierung von Kompetenzen

Trotz eingehender Beschreibung der Kompetenzbereiche sowie Verdeutlichung der Standards anhand von Aufgabenbeispielen sind die Vorgaben in den normativen Bildungsstandards der KMK nicht ausreichend, um Lernprozesse präziser erfassen zu können (Klieme et al., 2003). Die KMK-Bildungsstandards können aber als Rahmenmodell für lernpsychologisch und didaktisch begründete, detaillierte und empirisch belegte fachliche Modelle von Schülerkompetenzen dienen (Schecker & Parchmann, 2006).

³³ Der Begriff Wortfeld geht auf Trier (1931) zurück, der in der linguistischen Diskussion damit eine Gruppe von sinnverwandten Wörtern einer Sprache bezeichnet, deren Bedeutungen sich gegenseitig begrenzen und die lückenlos einen bestimmten begrifflichen Bereich abdecken sollen. Unter Wortfeld versteht man allgemein eine Gruppe von partiell synonymen Wörtern, deren Bedeutungen voneinander abhängen (auch lexikalisches Feld, Bedeutungsfeld, Begriffsfeld, Sinnbezirk genannt).

Neben der Unterscheidung von Kompetenzstrukturmodellen und Kompetenzentwicklungsmodellen lässt sich eine weitere Kategorisierung der Kompetenzmodellierung in normative und deskriptive Kompetenzmodelle vornehmen (Schecker & Parchmann, 2006). In normativen Modellen werden theoretisch begründet Strukturen der Kompetenz formuliert, über die Lernende verfügen sollen, während in deskriptiven Modellen bereits empirisch bestätigte Strukturen und typische Muster der kognitiven Dispositionen wiedergegeben werden (Schecker & Parchmann, 2006). Mittels der empirischen Überprüfung, ob sich die im theoretischen Modell formulierten Aspekte bei den Lernenden nachweisen lassen, kann ein normatives Modell zum deskriptiven Modell werden.

Die Modellierung und Messung einer Kompetenz muss von den allgemeinen Fähigkeits- und Fertigungsbeschreibungen ausgehen. Die Identifikation zentraler Strukturen kann dann in Form einer *Kompetenzstruktur* modelliert werden, um ein *Kompetenzstrukturmodell* zu erhalten. *Kompetenzstrukturmodelle* befassen sich mit der Dimensionalität von Kompetenzen (Hartig & Klieme, 2006, S. 132). Mit Hilfe von *Kompetenzstrukturmodellen* können Aussagen darüber getroffen werden, in wie viele Dimensionen und Teilaspekte sich die Binnenstruktur einer betrachteten kognitiven Leistungsdisposition unterteilen lässt und welche Zusammenhänge zwischen diesen bestehen (Hartig & Klieme, 2006, S. 132). *Kompetenzstrukturmodelle* bilden die Grundlage für eine differenzierte Diagnose von Kompetenzen. Diese differenzierten Fähigkeitsstrukturen, die von Personen zur Bewältigung von Anforderungen in einem bestimmten Bereich benötigt werden, können Grundlage für Bildungspläne oder Fördermaßnahmen sein. Diese können u. a. auf der Basis der empirisch fundierten Diagnostik konkret abgeleitet werden.

Hartig & Klieme (2006, S. 133) sowie Schecker & Parchmann (2006) führen neben den *Kompetenzstrukturmodellen* die *Kompetenzniveaumodelle*³⁴ als weiteren Modelltyp an, der sich auf den weiterführenden Aspekt der verschiedenen Ausprägungen oder Qualitäten einer Kompetenz bezieht (Hartig & Klieme, 2006; Hammann, 2004).³⁵ Hartig & Klieme (2006, S. 133) geben kritisch zu bedenken, dass *Kompetenzniveaumodelle* in der Literatur oft auch als *Kompetenzstufenmodelle* bezeichnet werden. Der Stufenbegriff dient der einfacheren Kommunikation und Veranschaulichung der erfassten quantitativen Leistung und wird im Rahmen von Kompetenzdiagnostik und Assessments allerdings gegenwärtig eher abgelehnt (vgl. u. a. Helmke & Hosenfeld, 2004). In der kognitiven Entwicklungspsychologie sind Entwicklungsstufen dadurch charakterisiert, dass von einer Stufe zur nächsten qualitativ neue Leistungen oder Handlungen erbracht werden

³⁴ *Kompetenzniveaumodelle* befassen sich mit der Frage nach der konkreten inhaltlichen Beschreibung empirisch erfasster Kompetenzen. Es geht u. a. darum, welche spezifischen Anforderungen eine Person mit einer hohen Kompetenz bewältigen kann und welche Anforderungen eine Person mit einer niedrigen Kompetenz gerade noch bewältigt (Hartig & Klieme, 2006, S. 133).

³⁵ In vielen Fällen werden die *Kompetenzniveaus* dabei erst auf der Grundlage einer Datenbasis konstruiert. Dazu werden die Aufgabenschwierigkeiten auf einer kontinuierlichen Kompetenzskala verortet, die nachträglich in Abschnitte unterteilt wird. Die inhaltliche Beschreibung der *Kompetenzniveaus* erfolgt dann für jeden gebildeten Skalenabschnitt. Als Beispiel für ein post-hoc gewonnenes Kompetenzmodell kann das in PISA verwendete Modell genannt werden, das sich an den Arbeiten von Bybee (2002) orientiert (Prenzel et al., 2004, 2007). Auf der anderen Seite existieren theoriegeleitete *Kompetenzniveaumodelle* wie bei VERA (Vergleichsarbeiten in der Grundschule, Helmke & Hosenfeld, 2004) oder DESI (Deutsch-Englisch-Schülerleistungen-International, Beck & Klieme, 2007). Hier wurden die Testaufgaben vor ihrem Einsatz anhand von schwierigkeitsbestimmenden Charakteristika beschrieben (Hartig, 2007).

können, die vorher nicht möglich waren (Helmke & Hosenfeld, 2004). Allerdings ist eine derart strikte Unterteilung in Stufen, die zudem eindeutig qualitative Entwicklungssprünge voraussetzt, für Kompetenzmessungen eher unrealistisch. Für die Modellierung von Kompetenzen lässt sich festhalten, dass vor der Definition von Kompetenzniveaus zunächst die Identifikation der relevanten Strukturen einer Kompetenz, im Rahmen eines Kompetenzstrukturmodells, einen ersten notwendigen Schritt darstellt.

Vor diesem Hintergrund der Kompetenzmodellierung wird in der vorliegenden Arbeit ein normatives Kompetenzstrukturmodell der Kommunikationskompetenz für die kommunikativen Standards K1, K5 und K8 der Bildungsstandards theoretisch hergeleitet und empirisch überprüft: Es werden die Anforderungen der fachbezogenen Kommunikation beschrieben. Hartig & Klieme (2006, S. 131) heben hervor, dass sich die Strukturierung von Kompetenzen an den zu bewältigenden Anforderungen und an den differenziert zu erfassenden Teilaspekten orientiert (Hartig & Klieme, 2006, S. 132). In Anlehnung an Schecker & Parchmann (2006) sowie Hartig & Klieme (2006, S. 132) wird die Kommunikationskompetenz bei der Strukturmodellierung in der vorliegenden Arbeit zunächst in Dimensionen aufgeteilt. Eine Dimension kann sich aus mehreren Komponenten zusammensetzen, die sich wiederum jeweils durch unterschiedliche Aspekte/Indikatoren beschreiben lassen. Lassen sich die theoretisch postulierten Kompetenzstrukturen empirisch nachweisen (vgl. Kap. IV), werden diese Strukturen als validiert angesehen.

II.4 Forschungsgrundlagen zur Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz

Im Folgenden werden die relevanten Forschungsgrundlagen für die im Fokus stehende Kommunikationskompetenz nach den KMK-Bildungsstandards sukzessiv vorgestellt (vgl. Kap. II.4.2, Kap. II.4.3), um anschließend das aus den entsprechenden theoretischen Konstrukten und empirischen Befunden hergeleitete Strukturmodell im Überblick darzustellen (vgl. Kap. II.5).

Der Ansatz der Bildungsstandards im Bereich Kommunikationskompetenz, dass Wissen aus bzw. mit Hilfe verschiedener Quellen erworben werden soll, kann auch auf die in Kap. II.3.2 herausgestellten Kommunikationsstandards K1, K5 und K8 angewandt werden. In diesem Fall sind die Quellen in den Kommunikationspartnern selbst zu sehen, indem sie im Kommunikationsprozess Botschaften senden bzw. empfangen. Vor diesem Hintergrund scheint es in einem Kommunikationsstrukturmodell angebracht, kognitionspsychologische Ansätze der Wissens- und Textverarbeitung³⁶ zu berücksichtigen.

Die in Kap. II.3.2 dargestellten und im vorherigen Abschnitt modifizierten Anforderungen des Wissenserwerbs aus verschiedenen Quellen sowie die Wissenskommunikation beim fachbezogenen Kommunizieren im Biologieunterricht können in zwei Bereiche eingeteilt werden. Lernende müssen erstens in der fachbezogenen Kommunikation ihre individuellen Wissensrepräsentationen veräußern können und zweitens fähig sein, als Teil einer Kommunikationsdyade oder -gruppe zu agieren. In beiden Bereichen ist es erforderlich, Wissen zu externalisieren (Produktion) sowie beim Empfang einer Botschaft (Rezeption) im Kommunikationsprozess diesen Weg umzukehren und externalisiertes Wissen in bestehende individuelle Wissensstrukturen zu integrieren.

Zu diesen Überlegungen werden verschiedene Grundlagen herangezogen wie das Modell der mentalen Repräsentation nach Schnotz (2001b), Vorstellungen zum Textverstehen (van Dijk & Kintsch, 1983), Aspekte der Lesekompetenzforschung (Artelt et al., 2007; McElvany, 2008) sowie das Modell zur Kommunikation nach Clark (1996; 1992; vgl. hierzu auch Bromme, Jucks & Rambow, 2004). Diese Ansätze enthalten Annahmen darüber, wie Texte in einer Kommunikationssituation rezipiert und produziert werden und können damit Ausgangspunkte für die Modellierung der Kommunikationskompetenz liefern. Die theoretischen Konstrukte und empirischen Befunde, die in das theoretische Kompetenzstrukturmodell der vorliegenden Arbeit einfließen werden, werden im Anschluss an die folgende Klärung des Begriffs *Kommunikation* ausführlich vorgestellt.

II.4.1 Begriffsklärung

Der Begriff *Kommunikation* ist in unterschiedlichen Kontexten auf vielfältige Weise besetzt. Aufgrund der Heterogenität der Begriffsverwendung ist es notwendig, ihn für die Verwendung in der vorliegenden Arbeit zu präzisieren.

³⁶ Der Terminus *Text* wird in der Linguistik als Bezeichnung schriftsprachlicher Gebilde ebenso wie für die Benennung mündlicher Äußerungen verwendet (Brinker & Sager, 2001, S. 7). Im Folgenden wird unter Text die gesprochene Form verstanden, außer es wird explizit erwähnt, dass es sich um einen schriftlichen Text handelt.

Kommunikation (lat. *communicare*: teilen, mitteilen, teilnehmen lassen, gemeinsam machen, vereinigen) meint in seiner ursprünglichen Bedeutung eine Sozialhandlung von Lebewesen zum Zwecke der Verständigung, des Umgangs oder Verkehrs und basiert auf der Verwendung von Zeichen in Form von Sprache, Gestik, Schrift oder Bild (Duden, 2007). Diese Definition wird im Folgenden als soziale Kommunikation bezeichnet. Seit der Erfindung verschiedener technischer Geräte wie Telefon oder Computer meint *Kommunikation* auch Verbindung oder Zusammenhang (Duden, 2007). Diese Definition wird auch als technische Kommunikation bezeichnet (Duden, 2007).

Brinker & Sager (2001) führen als weiteren Aspekt der sozialen Kommunikation den „Austausch von Informationen“ an. Damit ist das gegenseitige Mitteilen von Wissen und Erkenntnissen in einer Face-to-Face-Situation³⁷ gemeint, in der die Gesprächspartner sich gegenseitig sehen, ohne dass ein weiteres Medium - wie das Telefon - dazwischen geschaltet ist. Kommunikation ist nach Brinker & Sager (2001) im Kern dialogisch, d.h. es besteht eine Wechselbeziehung zwischen einem Sprecher und einem Hörer. In der vorliegenden Arbeit wird der Begriff *Kommunikation* im Sinne der sozialen Definition inklusive der Erweiterung durch Brinker & Sager (2001) verwendet.

Das Konstrukt³⁸ *Kommunikation* ist zwar nicht direkt wahrnehmbar, wird aber indirekt anhand beobachtbarer Indikatoren durch eine Reihe verschiedenster kommunikationstheoretischer Modelle beschrieben. Dabei wird von vielen Aspekten der beobachteten Erscheinung abstrahiert und eine Darstellung von Funktionen und Beziehungen in den Vordergrund gestellt. Je nachdem, was abstrahiert und welche Funktionen in den Vordergrund gestellt werden, entstehen unterschiedliche Kommunikationsmodelle (vgl. Kap. II.3.2).

Das in dieser Studie grundlegend verwendete Kommunikationsmodell ist das Common-Ground-Modell (vgl. Abbildung 8) nach Clark (1996; vgl. hierzu auch Bromme et al., 2004), mit Hilfe dessen die Dimensionierung des angenommenen Strukturmodells der Kommunikationskompetenz in der vorliegenden Arbeit begründet wird (vgl. Abbildung 9). Aufgrund dieser Rahmgebung wird das Common-Ground-Modell in einem kurzen Überblick skizziert und erst in Kap. II.4.3.3, vgl. Abbildung 16, Seite 67 im Kontext der Wissenskommunikation eingehend beschrieben.

³⁷ Die Face-to-Face-Kommunikation bezeichnet das direkte Gespräch, bei dem mindestens zwei Kommunikationspartner in einem gemeinsamen Wahrnehmungsraum von Angesicht zu Angesicht wechselseitig kommunizieren. Besondere Bedeutung bekommt hierbei die sinnliche Wahrnehmung indirekter Kommunikationskanäle wie Stimmlage, Gestik, Mimik und Haltung (vgl. auch Brinker & Sager, 2001, S. 12).

³⁸ Ein Konstrukt ist ein nicht direkt beobachtbarer Sachverhalt innerhalb einer wissenschaftlichen Theorie (Wild & Krapp, 2001, S. 525). Es ist eine gedankliche Hilfskonstruktion für die Beschreibung von Phänomenen, die der direkten Beobachtung nicht zugänglich sind, sondern nur aus anderen, beobachtbaren Daten erschlossen werden können.

II Theoretischer Hintergrund

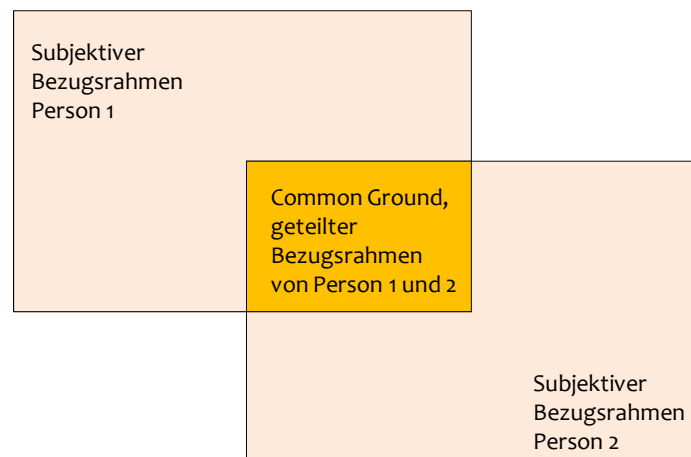


Abbildung 8: Visualisierung des Common-Ground-Modells (Bromme et al., 2004; nach Clark, 1996)

Clark (1996) sowie Bromme (2004) gehen davon aus, dass die an einer Kommunikationssituation beteiligten Gesprächsteilnehmer jeweils individuelle kognitive Bezugsrahmen besitzen, die sowohl aus stabilen Elementen wie Vorwissen, Wortschatz und Einstellungen als auch dynamischen Elementen, z.B. situationsbezogenen Informationen und aktuellen Wahrnehmungen bestehen (vgl. Abbildung 8). Die individuellen Bezugsrahmen müssen für eine erfolgreiche Kommunikation soweit zur Deckung gebracht werden, dass die entstehende Schnittmenge, der geteilte Bezugsrahmen, groß genug ist, um ein Kommunikationsziel zu erreichen (vgl. hierzu auch Kap. II.4.3).

Bezugnehmend auf dieses Modell wird die fachbezogene Kommunikationskompetenz in der vorliegenden Arbeit in zwei Bereiche gegliedert (vgl. Abbildung 9), die *Individuelle Wissensrepräsentation*, im Common-Ground-Modell jeweils die individuellen kognitiven Bezugsrahmen, und die *Wissenskommunikation*, im Common-Ground-Modell die fachbezogene Kommunikation, die u. a. nötig ist, um die beiden individuellen kognitiven Bezugsrahmen zu einer weitestgehend optimalen Deckung zu bringen (Bromme et al., 2004; Clark, 1996).

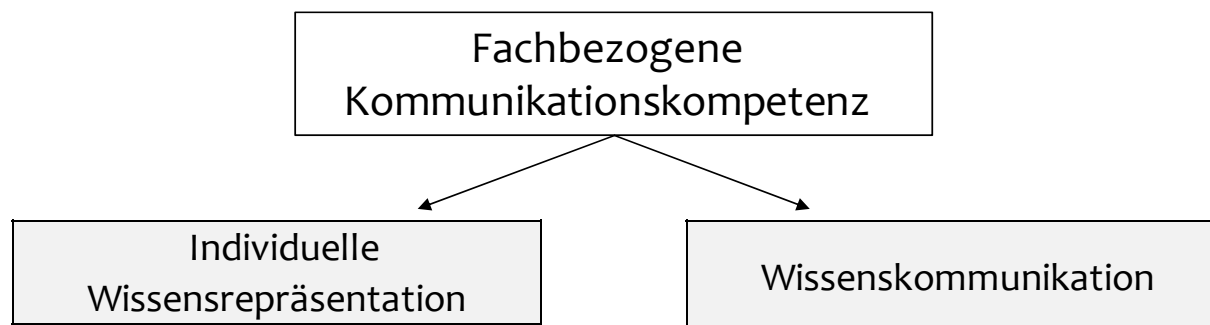


Abbildung 9: Dimensionen des Kompetenzstrukturmodells der fachbezogenen Kommunikation im Biologieunterricht

Ein Blick auf die KMK-Bildungsstandards bestätigt diese vorgenommene Einteilung in zwei Dimensionen: Gemäß den Vorgaben der KMK-Bildungsstandards stellen das Erschließen und der adressatengerechte Austausch von biologiebezogener Information zentrale Aspekte der Kommunikation im Biologieunterricht dar. Entsprechend können also in dem vorzuschlagenden Strukturmodell die beiden Dimensionen *Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation* im Dialog unterschieden werden.

Für eine solche Einteilung in *Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation* sprechen außerdem Befunde zu individuellen Unterschieden in der Fähigkeit zu Kommunizieren. Demnach müsste es individuelle Faktoren geben, von denen es u. a. abhängt, wie erfolgreich ein Individuum kommuniziert. Zur Klärung der Frage, welche individuellen Faktoren Einfluss auf eine erfolgreiche *Wissenskommunikation* haben könnten, werden im folgenden Abschnitt empirische Befunde zur *Individuellen Wissensrepräsentation* dargestellt. Jeweils im Anschluss an die Vorstellung der einzelnen Komponenten erfolgt der schrittweise Aufbau der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* des Kompetenzstrukturmodells.

II.4.2 Individuelle Wissensrepräsentation

Ausgehend von der Fachliteratur werden die für einen erfolgreichen Kommunikationsprozess als zentral diskutierten individuellen Faktoren im Folgenden ausführlich dargestellt. Dazu zählen u. a. der Wortschatz (Aitchison, 1997) sowie das individuelle Wissen (Schnotz, 1994; Kroß & Lind, 2001).

II.4.2.1 Kognitionspsychologische Grundlagen

Vorstellungen zum Textverstehen werden meistens mit dem zentralen Begriff der „Repräsentation“ erklärt. Eine Repräsentation ist ein Zeichen für ein Objekt oder einen Prozess. Man unterscheidet externe Repräsentationen, wie gesprochenen Text, von internen Repräsentationen. Externe Repräsentationen sind Zeichenkombinationen und durch einen bestimmten Kode (z. B. Sprache) und eine Modalität (z. B. akustisch) gekennzeichnet. Bei der Auseinandersetzung mit externen Repräsentationen konstruiert ein Lerner eigene Wissensstrukturen im Arbeits- und Langzeitgedächtnis, die aus internen (mentalen) Repräsentationen bestehen (Schnotz & Bannert, 1999a, S. 221; Schnotz, 2002, S. 67).

Das mentale Modell und die propositionale Repräsentation stellen zwei Formen mentaler Repräsentationen im Langzeitgedächtnis dar, die sich in Folge der Reizmodalitäten ergeben. Beide entstehen nach mehreren kognitiven Verarbeitungsschritten unter Einbezug von Vorwissenstrukturen. Propositionale Repräsentationen sind das Ergebnis von verarbeiteter sprachlicher Information und werden als mentale Gedächtniseinheiten aufgefasst, die in ihrer Struktur gesprochenen Sätzen ähneln. Im Unterschied dazu wird ein mentales Modell als internes Objekt angesehen, das eine dem repräsentierten externen Objekt analoge Struktur, Funktion oder Verhalten zeigt (Schnotz & Bannert, 1999a, S. 221; Schnotz, 1988, S. 308, 2001b; Schnotz & Bannert, 2003; Johnson-Laird, 1983).

Bei der Ausbildung der Repräsentationsformen des Arbeitsgedächtnisses wird von einem Zusammenspiel mit Repräsentationen des Langzeitgedächtnisses ausgegangen. Nach der Schema-

theorie (Barlett, 1932; 1958; Rumelhart, 1980) werden kognitive Schemata als organisierte Wissensselemente ausgebildet oder modifiziert. Diese Schemata werden meistens auf Begriffe, nicht aber auf Handlungen bezogen. Es gibt Schemata für Objekte, Personen und Situationen, aber auch für Relationen zwischen Objekten. Sie zeichnen sich vor allem durch einen gewissen Grad der Abstraktion aus, indem Einzelfälle zu Prototypen werden. So kann ein Schema als Schablone für die Erkennung von Objekten, Situationen etc. dienen, ohne dass genau dieses Objekt, diese Situation bekannt sein muss. Schemata werden in dieser Form beim Wissenserwerb als Instrumente zum Aufbau von propositionalen Repräsentationen und mentalen Modellen genutzt (Schnotz, 1994, S. 86-90; Steiner, 2001, S. 165).

Für handlungsbezogene Wissensselemente hat sich der Begriff Skript durchgesetzt (Schank & Abelson, 1977). Stereotypisierte Situationen werden mit Hilfe eines Skripts, einer Art mentalem Drehbuch, repräsentiert, z. B. den Besuch eines Kinos und den damit verbundenen üblichen Vorgängen wie Eintrittskarte bezahlen, Kinosaal betreten, Film sehen, nach Hause gehen (Schank & Abelson, 1977; Eysenck & Keane, 2000, S. 253).

Mit diesen Ausführungen sind die kognitionspsychologischen Grundlagen umrissen, auf denen die Vorstellungen der Textverstehensforschung beruhen. Im Folgenden werden Modellvorstellungen des Textverstehens beschrieben, deren theoretische Ausführungen insbesondere auch für gesprochene Texte von Bedeutung sind.

II.4.2.2 Modelle des Textverstehens

Das theoretische Situationsmodell von van Dijk & Kintsch (1983) kann auf der Metaebene nutzbringend für die Modellierung der Kommunikationskompetenz sein, da es Annahmen formuliert, wie Texte verarbeitet und verstanden werden können. Van Dijk & Kintsch (1983) begreifen Textverstehen als einen aktiven Verarbeitungsprozess, in dem die Textbedeutung in einem interaktiven Text-Leser Zusammenspiel in mehreren Teilprozessen schrittweise aufgebaut wird. Dabei haben Vorwissen, Annahmen und Ziele des Lesers einen Einfluss auf das Textverstehen. Der Rezipient eines Textes konstruiert durch Dekodierung mentale Repräsentationen, die letztlich zu einer Internalisierung der im Text inhärenten Wissensstruktur führt. In Bezug auf das Kommunizieren kann angenommen werden, dass der Sprecher (Textproduzent) durch die Wahl konventionalisierter, dem Rezipienten bekannter Kodierungsschritte versucht, eine möglichst eindeutige Externalisierung seiner Wissensstruktur in Form eines Textes zu erreichen (Schnotz, 1994; 2001b).

Angelehnt an die Theorie des Textverstehens nach Kintsch & van Dijk (1987) erfolgt die Rekonstruktion durch den Zuhörer schrittweise über drei Ebenen (siehe auch van Dijk & Kintsch, 1983; Kintsch, 1986): Oberflächenrepräsentation, propositionale Repräsentation und situative Repräsentation, die sich vor allem durch den Grad der Kohärenz (lokale und globale Kohärenz) voneinander unterscheiden (van Dijk & Kintsch, 1983, S. 189). Lokale Kohärenz entsteht bei der Textproduktion und Textverarbeitung aus Verknüpfungen zwischen einzelnen Propositionen; globale Kohärenz generiert sich aus Relationen zwischen größeren Textteilen bzw. dem gesamten Text. Kohärenz kann als eine dynamisch zwischen den Kommunikationspartnern „verhandelte“ Größe verstanden werden (Seufert, 2003, S. 23).

Auf der Ebene Oberflächenrepräsentation werden noch keine semantischen Verbindungen zwischen den einzelnen Elementen gebildet, sondern nur sprachlich-syntaktische Details des Textes verarbeitet (Buchstaben, Wörter oder Struktur). So kann auf dieser Ebene ein Text nahezu wörtlich wiedergegeben werden, auch wenn der Rezipient ihn nicht vollständig verstanden hat. Diese nebeneinander stehenden Propositionen schaffen keine Kohärenz (Schnotz, 1994, S. 213; Johnson-Laird, 1983).

Die geschaffene Textbasis wird auf der Ebene der propositionalen Repräsentationen semantisch weiter verarbeitet, indem die Propositionen erkannt werden, die miteinander verknüpft sind. So entsteht ein Relationsgefüge, das als lokale Kohärenz bezeichnet wird. Die propositionale Repräsentation enthält als Textbasis mit lokaler Kohärenz sowohl zentrale als auch periphere Textinformationen (und präsentiert ein sprachnahes Übertragen in eine mentale Repräsentation von Sachverhalten) (Schnotz, 1994, S. 213; Johnson-Laird, 1983).

Auf der Ebene der situativen Repräsentationen wird eine integrierte Wissensstruktur erzeugt, die über die unmittelbar im Text gegebene Information hinausgeht. Ebenso kann Wissen in das Satzverständnis einfließen, ohne dass es im Text explizit erwähnt wird (Schnotz, 1994). Dieses Einbeziehen von Kontext und Weltwissen sowie das daran anschließende Schlussfolgern wird auch als Bildung von Inferenzen bezeichnet (Schnotz, 1988, S. 307).³⁹ Das auf diese Art entstehende Relationsgefüge wird als globale Kohärenz bezeichnet. (Schnotz, 1994, S. 210; Johnson-Laird, 1983). Über das Herstellen von Inferenzen und die globale Kohärenzbildung kann schließlich die situative Repräsentation als übergeordnete mentale Einheit gebildet werden. Diese übergeordnete mentale Repräsentation wird nach van Dijk & Kintsch (1983) auch als Situationsmodell bezeichnet und entspricht der theoretischen Konzeption eines mentalen Modells nach Johnson-Laird (1983).⁴⁰

Wie beschrieben gelten die Prozesse des Inferierens als Voraussetzung für konstruktives Textverstehen (Schnotz, 1994, S. 34). Damit wird deutlich, dass Textverstehen u. a. auch von der individuellen Sozialisation abhängt (Groeben & Hurrelmann, 2002). Ebenso kann als Voraussetzung für die Kommunikationsfähigkeit einer Person ihre individuelle Sozialisation (Haltungen, Einstellungen, Vorwissen) angenommen werden. Demnach wird klar, dass die Kommunikationskompetenz einer Person ein multifaktorielles Fähigkeitskonstrukt ist, das aus mehreren miteinander interagierenden, z.T. automatisierten Teilfähigkeiten besteht. In Bezug auf den Verstehensprozess in einer Kommunikationssituation werden folglich Hörer-Aktivitäten vorausgesetzt, die sich als aktive fortlaufende Konstruktionsprozesse (nicht nur Re-Konstruktionsprozess) erweisen. Ein Text kann also aufgrund eines komplexen Konstruktionsprozesses verstanden werden, indem die durch den Text aktivierten Bedeutungseinheiten mit zusätzlichen Wissens-elementen der globalen Kohärenzbildung verknüpft werden (Heinemann & Viehweger, 1991, S. 74).

³⁹ In diesem Zusammenhang ist auch das Elaborieren zu nennen. Hierunter verstehen Wild & Schiefele das Verknüpfen von altem mit neuem Wissen, wodurch die Wissensstruktur erweitert wird (Wild & Schiefele, 1994b).

⁴⁰ Ein mentales Modell zeichnet sich zusätzlich auch durch die explizite Einbeziehung bildhafter, räumlicher und abstrakter Elemente aus, die an dieser Stelle nicht weiterführend beschrieben werden (Schnotz, 2001b, S. 711).

Bei Berücksichtigung der aufgeführten kognitionspsychologischen Grundlagen sowie den empirischen Befunden aus der Textverstehensforschung wird klar, dass Untersuchungen zur Kommunikationskompetenz auch auf Prozesse der Wissensverarbeitung ausgedehnt werden müssen. Aus diesem Grund wird zunächst im folgenden Kapitel der Begriff Wissen näher beleuchtet, um dann ein zusammenfassendes Fazit aus den beschriebenen Kapiteln II.4.2.1, II.4.2.2 sowie II.4.2.3 für die Modellierung der Kommunikationskompetenz zu ziehen.

II.4.2.3 Wissen

Lernpsychologischen Ansätzen zufolge wird der Wissenserwerb als konstruktiver Lernprozess gesehen, bei dem der Lernende aktiv nach relevanten Informationen sucht, dabei anhand ausgewählter Information versucht, unter Rückgriff auf das Vorwissen seine eigenen Wissensstrukturen so zu konstruieren, dass diese für die Bewältigung künftiger Anforderungen möglichst funktional sind (Sheull, 1986).

Diese konstruktivistische Definition setzt voraus, dass Konstruktionsprozesse für menschliches Erleben und Lernen verantwortlich sind, die unter sinnesphysiologischem, neuronalem, kognitivem und sozialem Einfluss stehen. Im Lernprozess werden individuelle Repräsentationen der Welt generiert, die von dem Lernenden und seinen Erfahrungen abhängen. Neue Konzepte werden dabei in die bereits vorhandene kognitive Struktur des Lerners eingebaut (Vorwissen) und diese schrittweise erweitert („conceptual growth“) oder auch in einer Art Konzeptwechsel verändert (Carey, 1991; Mintzes & Wandersee, 1998; Duit, 2000).

Die Wissensstruktur ist eine entscheidende Grundlage, auf der sich ein Verständnis in einer Domäne entwickelt (Ruiz-Primo, 2000). Mit steigendem domänenspezifischen Wissen werden die einzelnen Wissens Elemente stärker integriert, was zu einem besseren Verständnis in diesem Wissensbereich und einer verbesserten Problemlösefähigkeit führt (Chi, 1984; Friege & Lind, 2003).

Unter dem handlungsorientierten Blickwinkel betrachtet, existiert ein Unterschied zwischen dem Wissen über die Ausführung einer bestimmten Handlung und der Handlung selbst. Polanyi (1966) differenziert das Wissen diesbezüglich in explizites und implizites Wissen. Wissensinhalte sind dann explizit, wenn ein Lerner bewusst über sie verfügt und sie i.d.R. auch sprachlich ausdrücken kann. Demgegenüber zeichnen sich implizite Inhalte dadurch aus, dass sie auf eine solche Weise nicht verfügbar sind. Ein Beispiel für implizites Wissen ist das sprachliche Wissen, da Sprecher nur einen Bruchteil der semantischen, syntaktischen und pragmatischen Regeln einer Sprache angeben können, nach denen sie bspw. spontan Sätze bilden.

Eine weitere Klassifizierung zur Einordnung verschiedener Wissensausprägungen nimmt Arbinger (1997) vor. Er unterscheidet Domänenwissen, strategisches Wissen und metakognitives Wissen.

Domänenwissen umfasst das Wissen über bestimmte Teilaspekte der Realität und wird weiter in deklaratives und prozedurales Wissen unterteilt. Deklaratives Wissen („Wissen, dass...“) umfasst das Wissen einer Person über Begriffe und deren Relationen, Objekte, Fakten und Sachverhalte, Ereignisse und Personen (Arbinger, 1997, S. 83). Es wird in einem propositionalen Format reprä-

sentiert (z.B. als Zweierbeziehung X ist Merkmal von Y) oder als semantisches Netz (Schnotz, 1994). Prozedurales Wissen („Wissen, wie...“) ist handlungsleitendes Wissen; es wird in Form von Algorithmen oder Produktionssystemen repräsentiert („wenn..., dann...“). Solche Produktionssysteme können mehr oder weniger präzise beherrscht werden, sind aber schwer zu explizieren (Arbinger, 1997).

Strategisches Wissen umfasst allgemeine Strukturen, die nicht an bestimmte Wissensdomänen gebunden sind. Hierunter fallen Heuristiken und Problemlösestrategien für Probleme, für die keine allgemeinen Lösungsstrategien bekannt sind.

Metakognitives Wissen ist der verwendete Sammelbegriff für eine Reihe von Phänomenen, Aktivitäten und Erfahrungen, die mit dem Wissen und der Kontrolle eigener kognitiver Funktionen (z.B. Lernen, Gedächtnis, Verstehen, Denken) in Zusammenhang stehen (Hasselhorn, 2001, S. 692). Dieses Wissen bezieht sich nicht unmittelbar auf die Bearbeitung einer Aufgabe oder eines Problems, sondern auf die Strategien, die bei der Problemlösung aktiviert werden.

Fazit: Wissen als Komponente der Dimension Individuelle Wissensrepräsentation

Als wichtige Teile der Individuellen Wissensrepräsentation wurden in den Kap. II.4.2.1, II.4.2.2 und II.4.2.3 Vorstellungen zu impliziten Wissensstrukturen, zum Textverstehen sowie Wissensdefinitionen dargestellt. Diese Ausführungen ergeben für die vorliegende Untersuchung wichtige Anhaltspunkte. Ausgehend von den empirischen Befunden lautet die erste Komponente der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation Wissen* und ist damit angenommener Prädiktor für die fachbezogene Kommunikation (vgl. Abbildung 10, S. 53). Hinter der Komponente *Wissen* verbergen sich vertiefende Aspekte der dargestellten theoretischen Konzeptionen und empirischen Befunde: Da Lernprozesse vorwissensabhängig sind, wird in der vorliegenden Untersuchung das Vorwissen in Form deklarativer domänenspezifischer Wissensstrukturen als wichtiger Bestandteil der *Individuellen Wissensrepräsentation* erhoben (Arbinger, 1997). Strategiewissen und metakognitives Wissen werden in der vorliegenden Untersuchung nicht explizit berücksichtigt, da sie für die fachbezogene Kommunikation im Biologieunterricht unerheblich erscheinen.

Im Bereich der kognitiven Wissensstrukturen dienen Oberflächenrepräsentationen zur Erfassung sprachlich-syntaktischer Details (van Dijk & Kintsch, 1983). Im vorzuschlagenden Modell wird diesem Gesichtspunkt in Form der Indikatoren⁴¹ *Nachfragen* und *Wiederholungen* entsprochen (vgl. hierzu auch Schnotz, 1994). Mit Hilfe dieser beiden Indikatoren wird die erste Ebene des Textverstehens operationalisiert, indem sprachliche Details des Textes verarbeitet und Wörter bzw. die syntaktische Struktur identifiziert werden. Der Indikator *Nachfragen* wird an dieser Stelle zur Signalisierung von Verständigungsproblemen auf sprachlich-syntaktischer Ebene gesehen (Rost-Roth, 2003). Wiederholungsstrategien (Indikator *Wiederholungen*) sollen dem unmittelba-

⁴¹ Die Untersuchung des Konstruktes Wissen ist auf direktem Wege nicht möglich, da es nicht beobachtbar ist. Seine Messung kann nur indirekt über empirisch fassbare Indikatoren erfolgen, die mit dem Konstrukt Wissen in einem formalen Zusammenhang stehen. Das Konstrukt Wissen muss für die empirische Validierung des Modells in Form von konkret beobachtbaren und überprüfbaren Indikatoren operationalisiert werden.

ren Einprägen neuer Informationen dienen (Schiefele & Pekrun, 1996, S. 261) und werden nach Kroß & Lind (2001) als Nennung von Wissens-elementen gesehen.

Für den Aufbau der lokalen Kohärenz, in der verknüpfte Propositionen erkannt werden, stehen die Indikatoren *Definieren* und *Fehlerdiagnose* (Schnotz, 1994; Johnson-Laird, 1983). Der Indikator *Definieren* ist in Anlehnung an Kroß & Lind (2001) eine Sprechäußerung, um Begriffe semantisch zu erschließen und sie in ein Sachgebiet bzw. Wortfeld einordnen zu können. *Fehlerdiagnose* meint im weitesten Sinne das Korrigieren falscher Informationen und dient ebenso der Verknüpfung von Propositionen.

Das domänenspezifische Vorwissen ist nötig, um eine globale Kohärenz bezüglich des Textverstehens aufzubauen und den Prozess des Inferierens leisten zu können. Im Modell wird diesem Aspekt durch *Schlussfolgern* bzw. *grafisches Schlussfolgern* entsprochen. Die Indikatoren *Schlussfolgern* und *grafisches Schlussfolgern* sind angelehnt an die Kategorie „Hinzufügen von Wissen durch Wissenserzeugung mittels logischer Inferenzen“ von Kroß & Lind (2001). Diese Kategorie wurde ursprünglich nach der Taxonomie der Inferenzen beim Textverstehen nach van Dijk & Kintsch (1983) gebildet (vgl. Kap. IV.5.2.5).

Das Modell wird des Weiteren im Bereich *Wissen* um den Indikator *Monitoring* ergänzt (vgl. auch Kap. IV.5.2.5). *Monitoring* meint dabei das Wiedererkennen von Lerninhalten bzw. ihr Anzweifeln. Dieser Indikator wird in Anlehnung an die Arbeiten von Kroß & Lind (2001) in das Modell aufgenommen.

Aus dieser Zusammenfassung ergibt sich in Bezug auf die Strukturierung der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* ein folgendes erstes Bild:

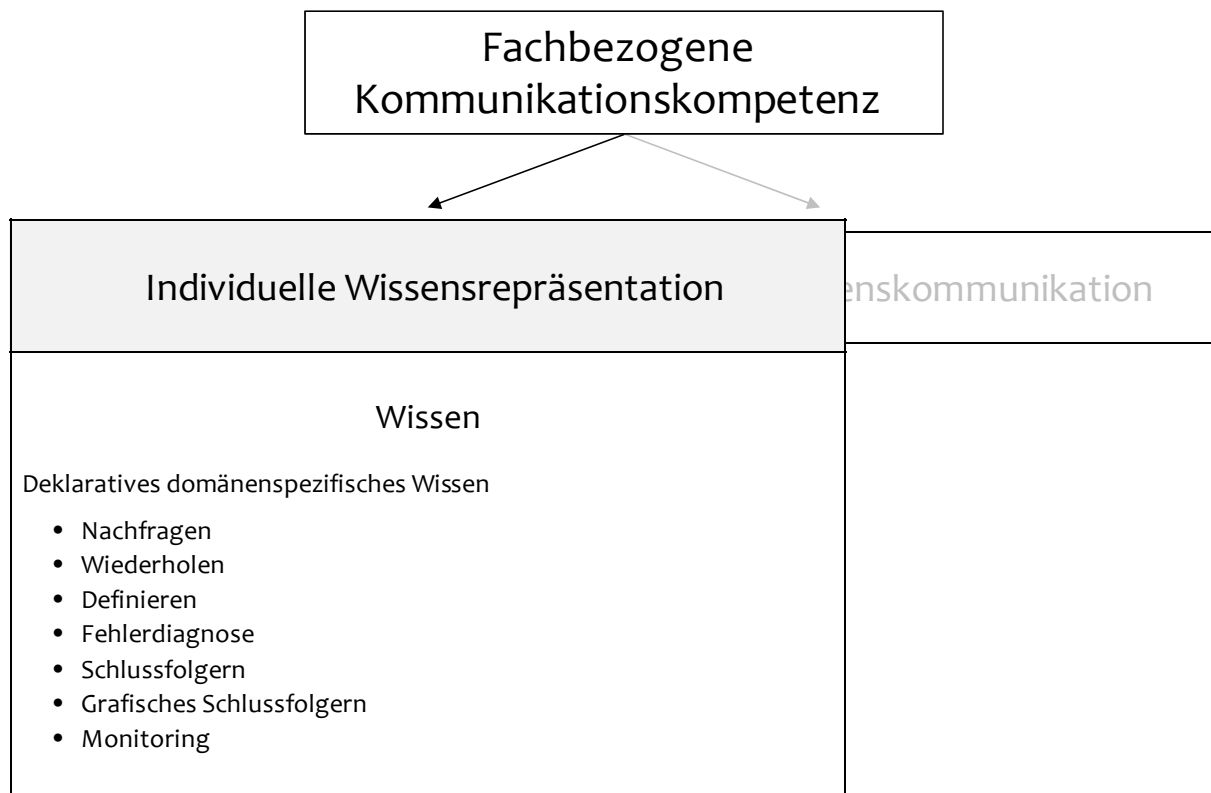


Abbildung 10: Strukturierung der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* mit der Komponente *Wissen* sowie dem Aspekt deklaratives domänenspezifisches Wissen und den dazugehörigen Indikatoren

Nachdem die kognitionspsychologischen Annahmen sowie die Komponente *Wissen* näher beschrieben worden sind und ihre Verortung im Modell dargestellt ist, stellt sich nun die Frage, was nötig ist, um implizite Wissensstrukturen zu externalisieren. Welche individuellen Fähigkeiten sind erforderlich, damit ein Lerner über ein Thema zusammenhängend sprechen und Sachverhalte differenziert darstellen kann?

II.4.2.4 Verbalisierte Propositionen

Aus der Lesekompetenzforschung liegen empirische Befunde vor, dass sich gute Leser durch einen raschen und kontextunabhängigen lexikalischen Zugriff auszeichnen (McElvany, 2008, S. 36; Perfetti, 1985). Dieser Befund legt neben einem schnellen und sicheren Zugriff auf ein mentales Lexikon die Annahme nahe, dass ein im mentalen Lexikon als Teil des Langzeitgedächtnisses gespeicherter umfangreicher Wortschatz zu einem guten allgemeinen Leseverständnis beiträgt sowie zum sinnverstehenden Rezipieren und Produzieren von Wörtern (Artelt et al., 2007; McElvany, 2008, S. 37).

Für die Produktion von schriftlichen Texten muss in der Planung und in der sprachlichen Realisierung Wissen aktiviert werden (Heinemann & Viehweger, 1991, S. 93, 113). Hier sind Entscheidungsprozesse bei der Auswahl und der Anordnung des (verarbeiteten) Faktenwissens in der Textproduktion u.a. eng verknüpft mit der Wortwahl und bestimmten Formulierungsentschei-

dungen sowie bei der adressatgerechten Berücksichtigung der Äußerung. Diese Ausführungen machen deutlich, dass die schriftliche Textproduktion von Planungsphasen begleitet wird. Ebenfalls gibt es in der mündlichen Sprachproduktion solche Planungsphasen, die nötig sind, um mit Hilfe von Wörtern Wissen zu externalisieren. Dabei sind diese Auswahlprozesse in der mündlichen Sprachverwendung spontaner und weniger reflektiert als bei schriftlichen Texten (Herrmann, 2003, S. 314).

Ein Blick auf die Kompetenzbereiche der sprachlichen Schulfächer bestätigt diese Annahme eines internen Wortschatzes. Schaut man sich die KMK-Bildungsstandards für die erste Fremdsprache⁴² an, so wird dort u. a. Wortschatz als zur Verfügung stehendes sprachliches Mittel genannt, als Teil im Bereich funktionale kommunikative Kompetenz (KMK, 2004a). Dabei ist der Wortschatz nicht nur in der ersten Fremdsprache nötig, sondern auch in der fachbezogenen Muttersprache, wie beispielsweise der Berliner Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I des Faches Biologie darlegt (Senatsverwaltung für Bildung Jugend und Sport Berlin, 2006; vgl. hierzu auch Kap. II.3.3). Hier heißt es, dass die Schüler einen hinreichenden domänenspezifischen Wortschatz erwerben sollen, d. h. die Schüler sollen mit diesem Wortschatz eine domänenspezifische Fachsprache ausbilden, verstehen und anwenden können. Des Weiteren wird an dieser Stelle gefordert, dass sie die entsprechende Fachsprache in Alltagssprache umsetzen können.

Vor dem Hintergrund des Themas dieser Arbeit stellt der Verweis auf die Bedeutung des Wortschatzes damit einen wichtigen Aspekt in Zusammenhang mit der Struktur der Kommunikationskompetenz dar.

II.4.2.4.1 Wortschatz

Als Wortschatz (auch Vokabular oder mentales Lexikon) wird die Gesamtheit aller Wörter einer Sprache bezeichnet, die ein einzelner Sprecher kennt oder verwendet (Aitchison, 1997). Man unterscheidet dabei den passiven Wortschatz (nur verstehender, rezeptiver Gebrauch) und den aktiven Wortschatz, Wörter, die vom Individuum produziert werden, um sinnvolle und verständliche Sätze zu formulieren.

Wörter existieren meistens in Wortfeldern semantisch ähnlicher Wörter (Aitchison, 1997; Dornseiff, 2004; Duchàcek, 1973). Diese Themenkomplexe bilden das individuelle mentale Lexikon, das innere Wörterbuch, den Wortspeicher eines Menschen (Aitchison, 1997). Die Semantik der Worte stellt eine notwendige Bedingung für den lexikalischen Zugriff dar: Entscheidend für den erfolgreichen Umgang mit Worten ist dabei ein leicht zugängliches und kontextübergreifendes Wissen über Wortbedeutungen. Damit wird das Auswendiglernen von Definitionen ausgeschlossen und der Fokus auf das bedeutungsvolle Lernen der Worte gerichtet (meaningful learning vs. rote learning, vgl. hierzu Mintzes, Wandersee & Novak, 1997).

⁴² Die Bildungsstandards der ersten Fremdsprache orientieren sich am Europäischen Referenzrahmen GER, der ausführlich beschreibt, was Lernende leisten müssen, „um eine Sprache für kommunikative Zwecke zu benutzen, und welche Kenntnisse und Fertigkeiten sie entwickeln müssen, um in der Lage zu sein, kommunikativ erfolgreich zu handeln“ (Europarat, 2001).

Für den Fall, dass die notwendigen sprachlichen Einträge zu einem Thema vorhanden sind, ragen die gebräuchlichsten Wörter aus diesem Feld hervor und helfen bei der Wortproduktion sowie der prinzipiellen Organisation und Aktivierung dieser Wörter.

Nach Willenberg (2007b) ist ein differenzierter, vernetzter Wortschatz bezüglich eines thematischen Konzepts, das ein Individuum besitzt, in mehreren Ebenen aufgebaut. Die innere Ordnung nutzt hierarchische Kategorisierungen mit Oberbegriffen, die aus Sachfeldern stammen, in denen die Einträge thematisch vorliegen. Aitchison (1997) vergleicht den Einstieg in ein semantisches Feld (Netzwerk) mit Vorwahlnummern, von denen aus die genaueren Adressen zu finden sind. Das heißt nuancierte Wörter, die vergleichsweise selten gebraucht werden, weil die jeweilige Spezifikation rarer ist, sind schwieriger im mentalen Lexikon zu finden und zu verstehen als die allgemeineren Überordnungen. Man kann also schließen, Wörter sind umso leichter verständlich, je gebräuchlicher sie sind und auch die Umkehrung gilt: Je seltener desto schwieriger sind Wörter im Allgemeinen zu verstehen (Schriefers, 1999). Fachwörter, die sowohl genau als auch selten sind, gehören somit zum schwerer verständlichen Teil des Wortschatzes.

Die Bedeutung von Begriffen für das Verständnis fachlicher Konzepte wird auch in den KMK-Bildungsstandards für das Fach Biologie betont (KMK, 2005a, S. 7). Ein enger Zusammenhang zwischen der Expertise in einer Domäne und den verwendeten Fachbegriffen einer Person scheint hierfür eine grundlegende Begründung zu sein (Kroß & Lind, 2001; Bromme & Bündler, 1994). Dabei sind viele Wörter mehrdeutig, d.h. bedeutungsabhängig vom Kontext und nicht immer klar den Kategorien Fachbegriff bzw. Alltagssprachlicher Begriff zuzuordnen (Bromme & Bündler, 1994; Vollmer, 1980, S. 43). Es existieren verschiedene Konzepte, Wörter einzuordnen. Klein (2003, S. 30) schlägt diesbezüglich einen so genannten Fachlichkeitsindex vor, wonach Wörtern ein eher hoher oder ein eher niedriger Fachlichkeitsindex zugeschrieben wird. Demnach stellen die Kategorien Alltagsbegriffe und Fachbegriffe die Extreme der Skala des Fachlichkeitsindizes dar. Ein Wort mit einem hohen Fachlichkeitsindex wird fast ausschließlich von Experten benutzt. Eine weitere Kategorisierung des Wortschatzes liefert Willenberg (2007b, S. 130). Er klassifiziert den Wortschatz in die drei Kategorien Basiswörter, Konkreta und Abstrakta sowie Fach- und Fremdwörter, die anhand der DESI-Aufgaben und ihren Schwierigkeiten empirisch belegt wurden (vgl. hierzu Willenberg, 2007b, S. 134).

Basiswörter sind demnach bekannte Wörter, die jedem zu einem Thema einfallen, die als erste gelernt und am meisten benutzt werden (Rosch, 1975). Sie werden nach Willenberg definiert als die ersten 2000 Einträge im Grundwortschatz von Langenscheidt (1991).

Willenberg postuliert eine gemeinsame Kategorie der Konkreta und Abstrakta. Im Folgenden werden beide Begriffe nacheinander beschrieben: Konkreta sind Wörter, die etwas Wahrnehmbares in Raum und Zeit bezeichnen (Lyons, 1983). Sie beziehen sich i.d.R. auf Sichtbares, dessen Bezeichnung nicht schwer zu erkennen ist und deren Bedeutungsausdehnung klar erscheint (Willenberg, 2007b, S. 132; van der Meer & Klix, 2003). Abstrakta sind Wörter, die etwas Nicht-Wahrnehmbares in Raum und Zeit bezeichnen, wie Moral oder Stil. Definitionen müssen hierzu gesucht und präsent gehalten werden. Die mentalen Anstrengungen steigen an, indem Zeit benötigt wird, um zu prüfen, ob die zu charakterisierende Thematik mit der Wortwahl ausgedrückt wird (Willenberg, 2007b).

Fachwörter bezeichnen einen speziellen, engen Ausschnitt sehr genau. Vermutungen können hier nicht mehr geäußert werden, sondern Definitionen müssen zunächst erlernt und dann erinnert werden (Willenberg, 2007b). Oft sind die Fachwörter dieser Kategorie ebenfalls auch Fremdwörter, weshalb Willenberg diese Kategorie um die Fremdwörter erweitert. Diese Erweiterung stellt allerdings keine zwingende Bedingung für die Kategorie dar (Willenberg, 2007b).

Fazit: Wortschatz als Komponente der Dimension Individuelle Wissensrepräsentation

Sprache ist als Mittel der verbalen Kommunikation über Fachinhalte der zentrale Untersuchungsgegenstand, wobei davon ausgegangen wird, dass anhand der Sprache auf die kognitiven und metakognitiven Aktivitäten der Probanden geschlossen werden kann. Die Ausführungen in Kap. II.4.2.4 und in Kap. II.4.2.4.1 machen deutlich, dass die Komponente *Wortschatz* als relevanter Bestandteil der *Individuellen Wissensrepräsentation* sowie Prädiktor für die fachbezogene Kommunikation mit in die Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz aufgenommen werden muss (vgl. Abbildung 11).

Die Unterscheidung des Wortschatzes in Alltagssprache und Fachsprache ist dabei grundlegend (Willenberg, 2007b; Aitchison, 1997; Klein, 2003). Eine verfeinerte Einteilung liefert Willenberg (2007b), der diese zweigliedrige Grobeinteilung des Wortschatzes in die drei Teile Basiswortschatz, Konkreta und Abstrakta sowie Fach- und Fremdwörter vornimmt.

Aus diesen Ausführungen ergibt sich die vertiefende Einteilung der Komponente *Wortschatz* durch die Aspekte *Basiswortschatz*, *Konkreta+Abstrakta* sowie *Fachwörter*. Dabei wird die Kategorie *Fachwörter* um den spezifizierenden Aspekt *domänenspezifischer* und *domänenunspezifischer Fachwortschatz* bezogen auf das gewählte Thema Sinnes- und Neurophysiologie ergänzt. So können domänenspezifische Wörter zum Thema Sinnes- und Neurophysiologie leichter identifiziert werden, um auf domänenspezifisches Wissen rückzuschließen.

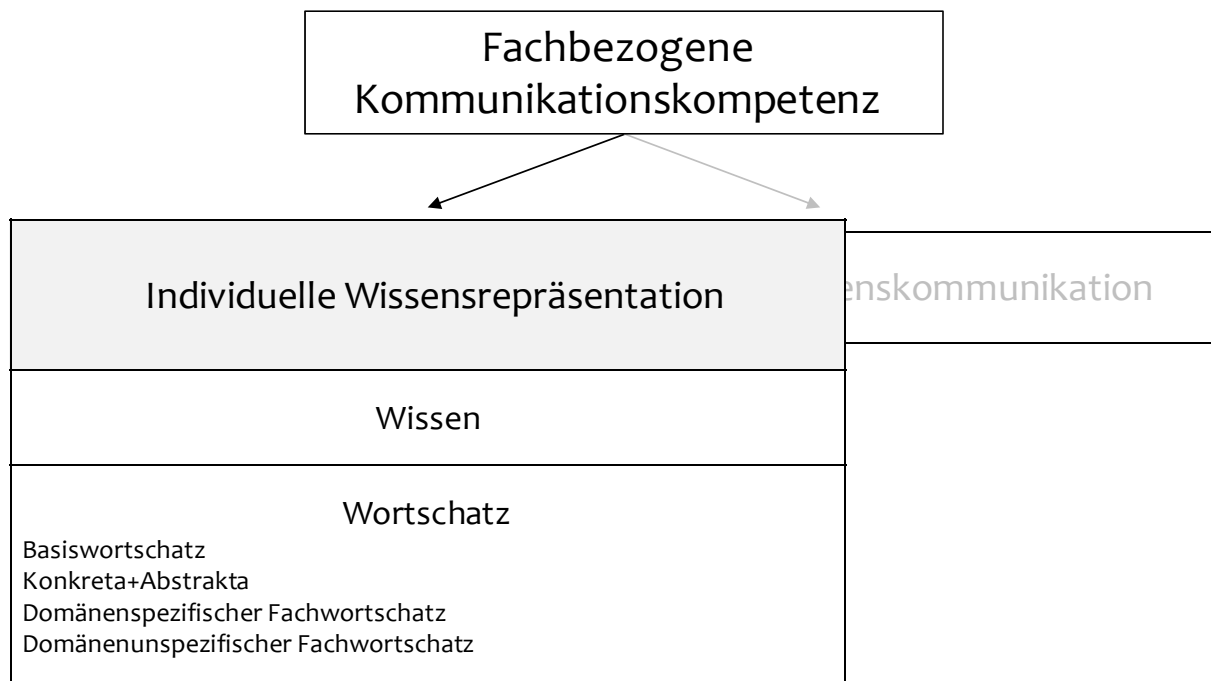


Abbildung 11: Strukturierung der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* mit der Komponente *Wortschatz* sowie den Aspekten *Basiswortschatz*, *Konkreta+Abstrakta*, *domänenspezifischer Fachwortschatz* und *domänenunspezifischer Fachwortschatz*.⁴³

Die vorangegangenen Kapitel II.4.2.1, Kap. II.4.2.2, Kap. II.4.2.3, Kap. II.4.2.4 und Kap. II.4.2.4.1 haben anhand von empirischen Befunden und theoretischen Modellvorstellungen das Konstrukt Wissen und das Konzept Wortschatz als Komponenten der *Individuellen Wissensrepräsentation* für die Konstruktion eines Kompetenzstrukturmodells zur fachbezogenen Kommunikation im Biologieunterricht herausgestellt.

Als letzte Komponente der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* wird die *Argumentstruktur* in das Kompetenzstrukturmodell aufgenommen. Mit Hilfe der verschiedenen Strukturen eines Argumentes kann Wissen in Form von Verbalisierungen, also mit Hilfe des individuellen Wortschatzes, in einer fachbezogenen Kommunikationssituation zur nachhaltigen Überzeugung des Gesprächspartners transportiert werden.

II.4.2.4.2 *Argumentation und Argument*

Der vorliegende Abschnitt befasst sich mit Aspekten zur Argumentation und zum Argument und gliedert sich in zwei Teile: Zunächst wird der Begriff Argumentation definiert und in diesem Sinne gegenüber anderen Definitionen abgegrenzt. Darauf folgend wird geklärt, wie Argumente strukturell analysiert werden können. Basierend auf diesen Ausführungen wird eine Argumentstruktur vorgeschlagen, die in der vorliegenden Arbeit verwendet wird (vgl. auch Kap. II.4.3.2).

⁴³ Die Komponente *Wissen* ist bereits als Bestandteil des Modells eingehend beschrieben worden. Sie ist aus Gründen der Vollständigkeit hier mit aufgeführt und soll an dieser Stelle der besseren Visualisierung dienen. Nach diesem Muster wird auch mit den fortlaufenden Abbildungen des Strukturmodells verfahren.

Begriffsdefinition

Aufgrund der Vielzahl wissenschaftlicher Disziplinen, die sich mit dem Phänomen Argumentieren beschäftigen, ist es wenig überraschend, dass in der nationalen und internationalen Fachliteratur verschiedene Auffassungen darüber herrschen, was zunächst unter dem Begriff Argumentieren zu verstehen ist (vgl. hierzu Osborne, Erduran & Simon, 2004; Kopperschmidt, 2000; Habermas, 1995). In der vorliegenden Arbeit wird Argumentieren als eine kollektive Sprechhandlung von Sprecher und Hörer verstanden (Hofer, 2003, S. 803). Das heißt, dass zwei Individuen in einem Diskurs versuchen, eine kausale Erklärung für ein vorliegendes Phänomen zu finden und zu diesem Zweck Standpunkte entwickeln und austauschen (Groeben, Schreier & Christmann, 1993; Driver, Newton & Osborne, 2000; Voss & Means, 1991). Zentral ist dabei, dass die Gesprächspartner durch kooperative Handlungen ein gemeinsames Verständnis zu einem Thema anstreben.

Beim Argumentieren werden Argumente versprachlicht, deren Analyse wiederum Rückschlüsse auf die kognitive Struktur zulässt über die der Gegenstand im Sprecher mental repräsentiert ist. Diese kognitive Struktur will der Sprecher dem Hörer gegenüber sprachlich ausdrücken, um seinem Standpunkt Nachdruck zu verleihen (Hofer, 2003, S. 804). Das Argument ist dann ein Grund, auf den sich der Sprecher zur Stützung (Proargument) oder Schwächung (Kontraargument) einer Aussage bezieht (Hofer, 2003, S. 804).

Ein Argument besteht immer aus mehreren Sätzen (vgl. Abbildung 12). Argumente sind also Mengen von Sätzen. Argumentationen sind dagegen sprachliche Handlungen, bei deren Vollzug ein Argument oder auch mehrere miteinander verknüpfte Argumente geäußert werden. Argumentieren stellt damit die Tätigkeit dar, Behauptungen zu begründen oder Entscheidungen zu rechtfertigen (Bayer, 1999, S. 16)

Der Produktion von Argumenten geht auf individueller Ebene das Ziehen von Schlussfolgerungen auf der Grundlage von Prämissen und/oder Beobachtungen voraus (Kollar, 2006; Bayer, 1999, S. 15). Argumente repräsentieren den Standpunkt eines Individuums – oder bei der gemeinsamen Konstruktion des Arguments von mindestens zwei kommunizierenden Individuen (Dyade) im Hinblick auf die Erläuterung eines erklärungsbedürftigen Phänomens (hier: aus dem Bereich der Naturwissenschaften). Meistens werden Argumentationsstrategien in der Wissenskommunikation angewendet, die in alltäglichen Argumentationssituationen erworben wurden. Ziel ist hier die Verknüpfung von Prämissen oder Beobachtungen, um bestimmte Ereignisse erklären zu können.

Ergebnisse aus Studien zum forschenden Lernen zeigen, dass über die Argumentkonstruktion und den Prozess des gemeinsamen Austauschs Wissen über den Gegenstand der Diskussion konstruiert werden kann (Kollar, 2006, S. 59). Dies geschah tendenziell dann erfolgreicher, wenn die Lernenden Begründungen für ihre Behauptungen lieferten. Dieser empirische Befund legt den Schluss nahe, dass die Lerner argumentationsrelevantes prozedurales Vorwissen mitbringen sollten, das ihren Sprachhandlungen zugrunde liegt, um wissenskonstruierende Begründungen in ihren Argumentationsprozess zu integrieren (siehe zu Untersuchungen zum Wissen und Handeln auch Mandl & Gerstenmaier, 1998). Diese prozeduralen Strategien der individuellen Gedächtnisstrukturen können nach Schank & Abelson (1977) als kognitionspsychologische Skripts

II Theoretischer Hintergrund

gesehen werden, die das Individuum beim Verstehen und Handeln in spezifischen Situationen anleiten (vgl. Kap. II.4.2.1).

In der vorliegenden Arbeit wird dieser Aspekt als Teil der *Individuellen Wissensrepräsentation* mit in die Kompetenzmodellierung aufgenommen und fortan als *Argumentstruktur* bezeichnet. Sie wird nachfolgend eingehend beschrieben.

Argumentstruktur

Auf der Ebene der Argumentstruktur können Argumente auf ihre formale Vollständigkeit hin analysiert werden. Die Grundform des Arguments besteht aus einer Prämisse und einer Behauptung (Hofer, 2003, S. 804). Zur Beschreibung komplexerer Argumente hat Toulmin (1958; 1996) ein sechsgliedriges Strukturmodell konstruiert. Dieses Toulmin-Schema (vgl. Abbildung 12) ist grundlegend für die Annahmen des zu konstruierenden Kommunikationsmodells und wird dementsprechend näher beschrieben.

Nach dem Toulmin-Schema setzt sich ein Argument aus einer Beobachtung (*data*) und einer Äußerung/Konklusion (*conclusion*) zusammen, für die ein bestimmter Geltungsanspruch etabliert werden soll. Durch eine Schlussregel (*warrant*) wird die Relation zwischen Beobachtung und Äußerung spezifiziert. Diese Schlussregel stützt sich auf Evidenzen verschiedener Art (*backing*). Der Geltungsanspruch kann eventuell modifiziert (*qualifier*) oder eingeschränkt werden (*rebuttal*) (Habermas, 1995, S. 48).

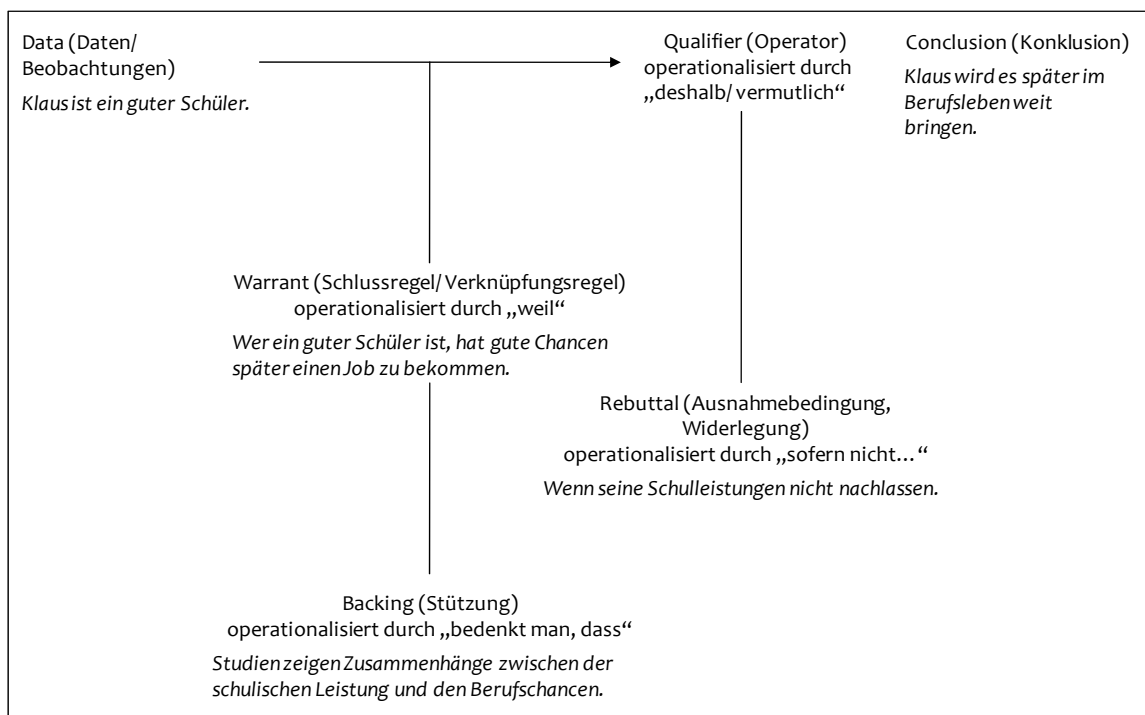


Abbildung 12: Argumentstrukturmodell nach Toulmin (1996, S. 95)

Im gewählten Beispiel folgt auf die Beobachtung *Klaus ist ein guter Schüler* die Konklusion *Klaus wird es später im Berufsleben weit bringen*. Die Konklusion wird durch die allgemein gehaltene

II Theoretischer Hintergrund

Schlussregel ermöglicht, dass *gute Schüler später einen Job bekommen*. Die Schlussregel wird durch die Stützung bekräftigt, dass *Studien den Zusammenhang zwischen der schulischen Leistung und den Berufschancen zeigen*. Um den Geltungsanspruch der Schlussfolgerung zu gewichten, wird die Aussage mit dem Operator *deshalb/wahrscheinlich* modifiziert. Der Schlussregel könnte die Ausnahmebedingung *wenn seine Schulleistungen nicht nachlassen* hinzugefügt werden.

Ein Vergleich zwischen dem strukturierten Toulmin-Schema und der Realität zeigt, dass Diskurse nur selten Argumente mit allen von Toulmin postulierten Komponenten enthalten. Häufig bleiben einzelne Komponenten implizit oder fehlen (Hofer, 2003, S. 805; Resnick et al., 1993). Aufgrund einer gemeinsamen Gesprächssituation werden einzelne Komponenten der Toulmin'schen Argumentstruktur von den Gesprächspartnern als geteiltes Hintergrundwissen behandelt und demnach nicht explizit genannt. Clark (1996) verwendet hierfür den Begriff des *Common Grounds*, der in Kap. II.4.3 im Rahmen der Dimension *Wissenskommunikation* eingehend präzisiert wird.

Neben der Tatsache, dass die einzelnen Toulmin'schen Komponenten in Diskursen häufig implizit oder ungenannt bleiben, existiert ebenfalls das Problem der korrekten Identifikation der einzelnen Komponenten (Hofer, 2003, S. 807). So gehen einige Autoren dazu über, die Einteilung von Schlussregel und Stützung aufzugeben und an Stelle dessen beide Komponenten in einem Begriff Begründungen (engl.: grounds/reasons) zusammenzufassen (Marttunen & Laurinen, 2001, S. 139). Ebenfalls sind Daten und Schlussregeln nicht einfach voneinander zu unterscheiden, wenn beide Komponenten auf beobachteten Sachverhalten beruhen.

Aufgrund der beschriebenen Schwierigkeiten bei der Anwendung des Toulmin-Schemas in der Praxis wird die Argumentstruktur in der vorliegenden Arbeit auf drei Aspekte zentralisiert: Datum, Konklusion und Schlussregel + Stützung. Diese drei Komponenten gelten in der Literatur als die „essentials of argumentation“ (Leitão, 2003, S. 290; Marttunen & Laurinen, 2001, S. 139). In der vorliegenden Arbeit werden die Toulmin'schen Begriffe Datum, Konklusion und Schlussregel + Stützung umbenannt, um so leichter mit ihnen verfahren zu können. Demnach werden Argumente in die Strukturen Beobachtung (Datum), Behauptung (Konklusion) und Begründung (Schlussregel + Stützung) gegliedert (vgl. Abbildung 13).

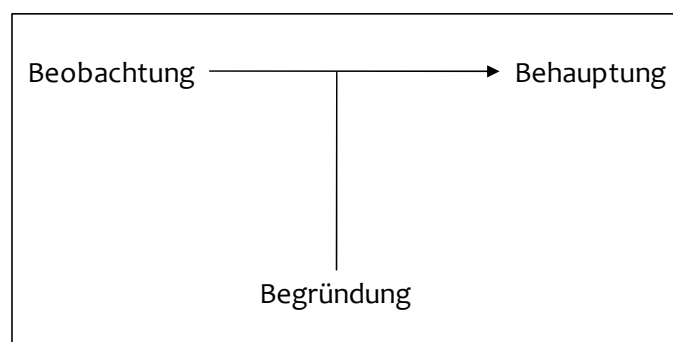


Abbildung 13: Vereinfachte Argumentstruktur

Des Weiteren können sich Argumente – im Idealfall bestehend aus den drei Komponenten Behauptung, Begründung, Beobachtung – über mehrere Sprecherwechsel hinweg entwickeln (Leitão, 2001). Diese gemeinsame Argumentkonstruktion im Diskursprozess von beiden Gesprächspartnern macht eine Zuordnung von Argumenten zu einzelnen Sprechern unmöglich. Aus diesem Grund wurde die Komponente Argumentstruktur im vorzuschlagenden Kommunikationsstrukturmodell weiter in die beiden Aspekte *einzel*n und *vernetzt* unterteilt, um die Qualität der Argumentstruktur näher zu differenzieren.

Fazit: Argumentstruktur als Komponente der Dimension Individuelle Wissensrepräsentation

Als weitere Komponente der *Individuellen Wissensrepräsentation* wird die *Argumentstruktur* im Sinne Leitãos (2000) einbezogen. Sie umfasst die Fähigkeit eines Individuums, seinen Standpunkt mit Hilfe der Aspekte Beobachtung, Behauptung und Begründung zu verbalisieren und so eingehend zu vertreten.

Dabei wird im Kompetenzstrukturmodell auch dem Standpunkt Rechnung getragen, dass Argumente in einer Kommunikationssituation nicht nur von einer Person alleine erzeugt werden können, sondern dass beide Gesprächspartner an der Generierung einer vollständigen *Argumentstruktur* beteiligt sein können (Leitão, 2001).

Die Ausführungen in Kap. II.4.2.4.2 machen deutlich, dass die Komponente *Argumentstruktur* als relevanter Bestandteil der *Individuellen Wissensrepräsentation* sowie als Prädiktor für die fachbezogene Kommunikation mit in die Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz aufgenommen wird (vgl. Abbildung 14).

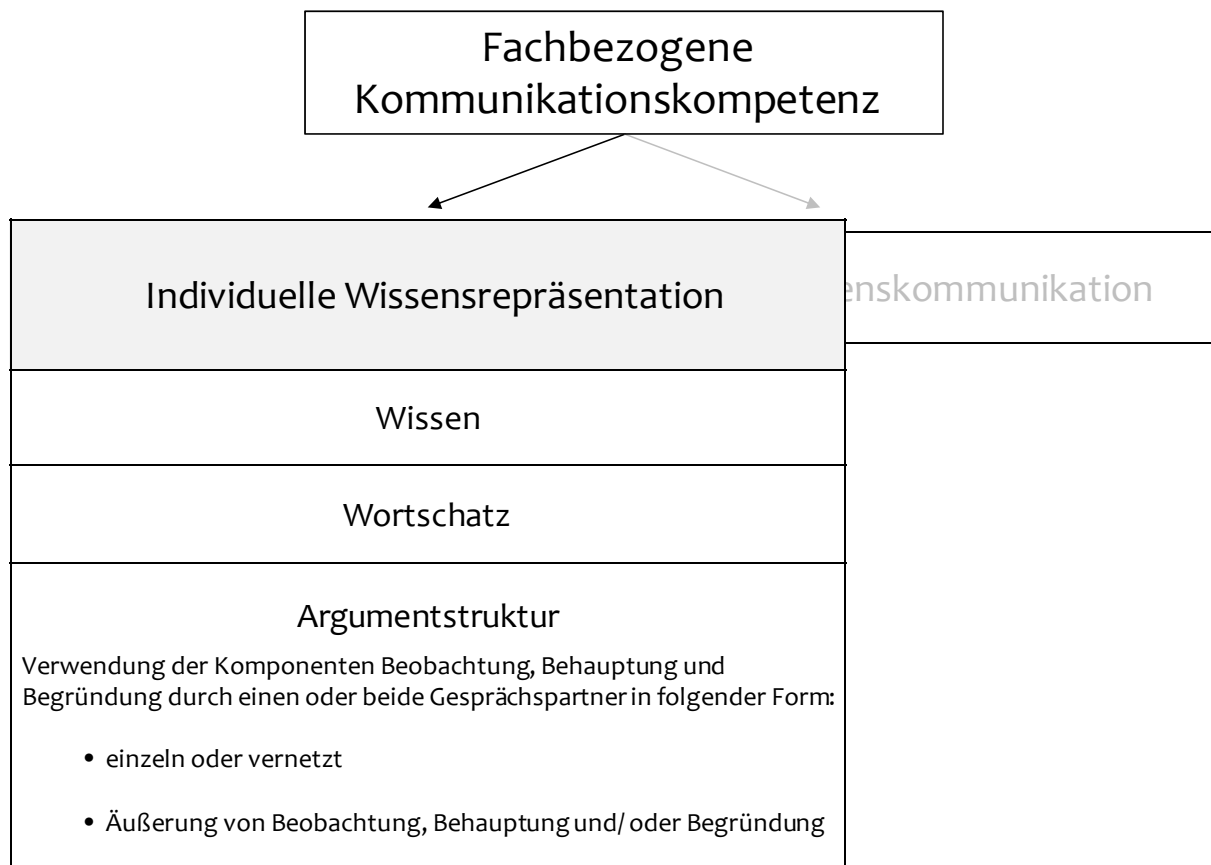


Abbildung 14: Strukturierung der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* mit der Komponente *Argumentstruktur* und den Aspekten *Beobachtung, Behauptung, Begründung* sowie den durch Gliederungspunkte kenntlich gemachten Indikatoren

Nachdem die erste Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* eingehend theoretisch beschrieben und die Modellierung basierend auf den dargestellten theoretischen Konstrukten und empirischen Befunden abgeleitet wurden, folgt nun die Darstellung der zweiten Dimension *Wissenskommunikation*. Auch hier werden zunächst die theoretischen Vorstellungen und empirischen Befunde zu den einzelnen Komponenten präsentiert, um jeweils im Anschluss die Modellierung der Dimension *Wissenskommunikation* schrittweise herzuleiten.

II.4.3 Wissenskommunikation

Im Biologieunterricht geht es um die Vermittlung von Fachwissen, also um die Kommunikation von Wissen oder auch Wissenskommunikation. Im Münchner Wissenmanagement-Modell von Reinmann-Rothmeier et al. (2001) wird die Wissenskommunikation als eine von vier zentralen Wissenmanagement-Prozessen genannt, bei dem der Austausch und die Vermittlung von Informationen und Wissen im Vordergrund stehen (vgl. auch Winkler & Mandl, 2003, S. 7). In dieser Definition wird allerdings der kommunikative Aspekt in Form eines Gesprächs (s.u.) vollkommen unberücksichtigt gelassen. Eine Annäherung an den Begriff der Wissenskommunikation für

den vorliegenden kommunikativen Schwerpunkt erfordert die nähere Bestimmung des Begriffs Kommunikation, wie sie in Kap. II.4.1 schon teilweise vorgenommen wurde.

In Anlehnung an den kommunikationstheoretischen Ansatz von Watzlawick et al. (1987) wird Kommunikation als komplexes, in Wechselwirkung und Abhängigkeiten stehendes System aus Äußerungen der Gesprächspartner betrachtet (Clark, 1996; Fussell & Krauss, 1992; Horton & Keysar, 1996). Diese dialogische (auch zweiseitige, soziale) austauschzentrierte Perspektive steht in Abgrenzung zu monologischen (auch einseitige, individuelle) Perspektiven, in der individuumszentrierte Modelle der Sprachproduktion (z.B. Levelt, 1989; Herrmann & Grabowski, 1994) oder Sprachrezeption (z.B. Marslen-Wilson & Tyler, 1980) im Vordergrund stehen. Diese Autoren trennen Sprachproduktion und Sprachrezeption und betrachten den Menschen in einer Kommunikationssituation nicht als integrierten Sprecher/Hörer (Merten, 1977).

Die Abfolge der dialogisch ausgerichteten Äußerungen weist i.d.R. eine thematische Orientierung auf und wird als Gespräch bezeichnet (Brinker & Sager, 2001, S. 11). Käsermann & Foppa (2003, S. 768) setzen Äußerungen in Bezug zu den vor, während und nach ihnen wirkenden Faktoren (z.B. zustimmendes Nicken oder auch Äußerungen des Gesprächspartners). Diese Faktoren, die in der aktuellen Kommunikationssituation von den Gesprächspartnern ausgehen, nehmen Einfluss darauf, was der Sprecher anstrebt und wie er dazu seine Äußerungen realisiert. Das Gespräch ist demnach ein Text, an dessen Entstehung mindestens zwei Personen beteiligt sind, die wechselseitig die Rollen des Sprechers und des Hörers übernehmen und die sich in direktem Kontakt befinden (Face-to-Face). Prozesse der rezeptiven Sprachverarbeitung und der Sprachproduktion greifen im Gespräch ineinander (Brinker & Sager, 2001, S. 11). Der Informationsfluss verläuft in beide Richtungen und wird daher als bidirektional bezeichnet.

In der vorliegenden Arbeit wurde die Gesprächssituation auf zwei Gesprächsteilnehmer in einer kollaborativen Lernsituation begrenzt.⁴⁴ Nach empirischen Befunden zu urteilen ist die Kommunikation bezüglich zu bearbeitender Aufgaben in einer Dyade (gr.: *dýas* = Zweiheit) maximal und kognitiver Overload kann im Vergleich zu größeren Gruppen vermieden werden (van Boxtel, van der Linden & Kanselaar, 2000; Weinberger, Fischer & Mandl, 2002).⁴⁵

II.4.3.1 Konstruktion von Wissen als Kommunikationsergebnis

Der Nutzen des kollaborativen Lernens wird in der gemeinsamen Wissenskonstruktion gesehen, also dem Austausch bzw. der Aushandlung unterschiedlicher Standpunkte zu einem Thema, aufgrund derer eine gemeinsame Lösung erarbeitet werden soll. Über die aktive Aushandlung verschiedener Perspektiven kann mehrperspektivisches Wissen erworben werden, das auf weitere

⁴⁴ In der Fachliteratur wird in diesem Zusammenhang oft auch das kooperative Lernen genannt. Die beiden Begriffe lassen sich im Vergleich zur o.g. Definition des kollaborativen Lernens wie folgt voneinander abgrenzen: Kooperatives Lernen meint das individuelle Bearbeiten von Teilaufgaben, deren Ergebnisse sich zu einem Gesamtergebnis zusammenführen lassen (Bloh & Lehmann, 2002). Kollaboratives Lernen meint die Erarbeitung einer gemeinsamen Aufgabe. Die Begriffe Kooperation und Kollaboration werden traditionell beim computerunterstützten Lernen verwendet.

⁴⁵ Die Schülerdyaden arbeiten in der vorliegenden Untersuchung in einer kollaborativen Lernsituation miteinander, d. h. sie erarbeiteten gemeinsam eine Lösung eines gestellten Problems (Dillenbourg, 1999), um schließlich ein gemeinsames Verständnis für die Thematik zu entwickeln.

Kontexte angewandt werden kann. Allerdings sind die Forschungsergebnisse auf diesem Gebiet nicht einheitlich.

Verschiedene Studien geben Anlass anzunehmen, dass über die *Wissenskommunikation* eine Wissenskonstruktion stattfinden kann. Nach Tergan (1989) wird erfolgreiches Lernen und der Erwerb praktisch anwendbaren Wissens gefördert, wenn Denken und Wissen verbalisiert und damit implizites, nicht verbalisierbares Wissen einer Person explizit gemacht wird, d.h. das individuelle Wissen in Worte gefasst wird und somit Grundlage einer weiteren kognitiven Verarbeitung ist. Winkler & Mandl (2003) verstehen unter Wissenskommunikation Prozesse wie das Verteilen von Information und Wissen, die Vermittlung und die Ko-Konstruktion von Wissen sowie die wissensbasierte Kooperation (Winkler & Mandl, 2003, S. 7).

Auch van Boxtel et al. (2000) betont den Vorteil der kollaborativen Lernsituation gegenüber Einzelarbeit und zeigt, wie zwei Lerner während der gemeinsamen Aufgabebearbeitung im gemeinsamen Prozess der Bedeutungsaushandlung (*negotiation of meaning*) fachlich angemessenes Wissen konstruieren (van Boxtel et al., 2000; Dillenbourg, 1999; Renkl, 1997). Sampson & Clark (2008) fanden in ihrer Studie zum kollaborativen Lernen heraus, dass Schüler in Gruppen Argumente eher und vollständiger im oben gemeinten Sinn produzierten als Schüler, die alleine arbeiteten. Die Autoren schließen aus den Ergebnissen ihrer Studie, dass entsprechend der kollaborativen Argumentationsaktivität auch der individuelle Wissenserwerb zunimmt.

Dennoch ist es problematisch, in einer Wissenskommunikationssituation von Wissenskonstruktion zu sprechen, da der Wissenszuwachs der Gesprächspartner am Ende der Wissenskommunikation quantitativ und qualitativ stark voneinander abweichen kann. Renkl et al. (1995) fanden heraus, dass nicht jeder Lernpartner von der Kooperation profitiert, da es vorkommen kann, dass kaum neues Wissen erworben oder dieses nicht adäquat angewandt wird. Ebenfalls wurde beobachtet, dass nur ein sehr geringer Teil des in der Kooperation erworbenen Wissens geteiltes Wissen ist, d.h. Wissensinhalte, über die beide Kommunikationspartner nach der Kooperation verfügen. Coleman (1988) erfasst diesbezüglich uneffektive Verhaltensweisen kooperativ Lernender, die zu keiner Wissenskonstruktion führen: keine Erklärungen oder Rechtfertigungen von Äußerungen, kein Aushandeln verschiedener Perspektiven, Ignoranz der Ideen des Lernpartners, Entscheidungen durch Teilnehmer mit höchstem Sozialstatus.

Es muss also beachtet werden, dass für eine adäquate gemeinsame Wissenskonstruktion die Interaktion und Kommunikation der Lernenden so abläuft, dass die als positiv erachteten Verhaltensweisen kollaborativ Lernender gefördert und uneffektive Verhaltensweisen reduziert werden.

Im Zusammenhang mit Wissenskommunikationssituationen, in denen kollaboratives Lernen stattfindet, sind frühere Ergebnisse der Autorin zu sehen (Kramer et al., 2008) zu sehen. Wissen kann in einer partnerschaftlichen Kommunikationssituation scheinbar besser abgerufen und strukturiert werden als in Einzelarbeit. Dieser Wissensabruf und die bessere Strukturierung des Wissens sind situationsgebunden und nicht beständig (Kramer et al., 2008). Weinberger et al. (2005) geben indirekte Hinweise zur gemeinsamen Wissenskonstruktion über die Wissenskommunikation, indem sie zeigen, dass sich diskursiv-kommunikative und individuell-kognitive Prozesse wechselseitig beeinflussen und dass individuell-kognitive Prozesse eng mit dem individuellen Wissenserwerb zusammenhängen. Im Hinblick auf den individuellen Wissenserwerb haben

Osborne, Erduran & Simon (2004) die zentrale Bedeutung gemeinsamen Argumentierens herausgestellt. Argumentieren stellt hiernach einen zentralen Prozess innerhalb der gemeinsamen Wissenskonstruktion beim kooperativen Lernen dar.

Diese Überlegungen zur Wissenskonstruktion in einer kollaborativen Lernsituation werden für die Modellkonstruktion zusammenfassend mit dem folgenden Kapitel II.4.3.2 zum Argumentationsprozess dargestellt.

II.4.3.2 Argumentationsprozess

Werden im Dialog Argumente ausgetauscht, um ein naturwissenschaftliches Phänomen oder einen Sachverhalt zu erklären, müssen in einer kollaborativen Lernsituation Argumente von beiden Gesprächspartnern produziert und diskutiert werden. Dieser Prozess des Argumentierens – im Folgenden Argumentationsprozess – lässt sich ähnlich des klassischen Dreischritts einer Gesprächssituation beschreiben.

Der Verlauf eines Dialogs lässt sich nach Foppa (1984) in drei Schritte unterteilen: Interpretandum, Interpretation und Qualifikation, wobei sich Sprecher A und B abwechseln. Das Interpretandum ist eine Äußerung, die dem Gesprächspartner zur Interpretation angeboten wird. Der Gesprächspartner interpretiert diese Äußerung entsprechend und reagiert mit einem Interpretationsangebot, das ausdrückt, was er verstanden hat. Der erste Sprecher teilt über die Qualifikation dem Gesprächspartner mit, ob er diese tatsächlich verstanden hat (vgl. zum Dreischritt auch Deppermann & Hartung, 2003; Fritz & Hundsnurscher, 1994).

Die Aufgabe eines Sprechers in einer fachbezogenen Kommunikationssituation besteht darin, Argumente für seinen Standpunkt vorzubringen und seine Beiträge mit denen des Gesprächspartners zu koordinieren. Hofer (2003, S. 809) teilt den zeitlichen Ablauf eines argumentativen Gesprächs in vier Phasen ein: Initiierung, Eröffnung, Argumentation und Abschluss (vgl. auch Becker-Mrotzek & Vogt, 2001, S. 97). Zentral ist in diesem theoretischen Ablaufmodell die Argumentation, in der die allgemeine Form des ‚adjacency pairs‘ auftritt: aufeinander folgende Äußerungen wie Frage-Antwort, Argument-Gegenargument, Gegenargument-Akzeptieren (Hofer, 2003, S. 809). Leitão (2000) fasst in ihrem Modell zusammen bzw. erweitert das adjacency pair zu drei Argumenttypen: Argumente, Gegenargumente und Erwiderungen auf Gegenargumente. Hiernach beginnt ein Diskurs mit einem Argument, in dem der Sprecher seinen Standpunkt zu einem Thema äußert. Anschließend drückt der Gesprächspartner in einem Gegenargument seine Gegenposition aus. Den Abschluss dieses argumentativen Dreischritts bilden die Erwiderungen auf die Gegenargumente. Leitão (2000) nennt diese dritte Argumentform auch integrative Argumente.

Als Voraussetzungen für das Auftreten eines Argumentationsprozesses nennen de Vries et al. (2002) das Vorhandensein...

- a) ... eines streitbaren Themas;
- b) ... von Wissensstrukturen bezüglich des Themas;
- c) ... einer sozialen Situation, in deren Kontext die Argumentation möglich ist.

In der vorliegenden Arbeit wurde diesen Notwendigkeiten wie folgt entsprochen: Das ausgewählte Thema⁴⁶ besitzt keine definierte richtige Lösung, so dass die Probanden aufgefordert werden, sich mit dem Problem diskursiv-argumentativ auseinander zu setzen. Der Bezug zur Lebenswelt der Schüler und damit zu ihrem Vorwissen, d.h. einem bestimmten Wissensstand, war unmittelbar gegeben. Durch die Sozialform der Partnerarbeit⁴⁷ war der Kontext für eine gemeinsame Diskussion geschaffen, in der sich Argumentationsprozesse entwickeln konnten.

Fazit: Argumentationsprozess als Komponente der Dimension Wissenskommunikation

Im Sinne einer kollaborativen Lernsituation kann Wissen in einem Argumentationsprozesses konstruiert werden (Osborne et al., 2004; Weinberger et al., 2005). Vor diesem Hintergrund wird in der vorliegenden Arbeit Bezug auf die Argumentsequenzen nach Leitão (2000) genommen und im Kompetenzstrukturmodell als *Argumentationsprozess* bezeichnet. Diese erste Komponente der Dimension *Wissenskommunikation* enthält den Aspekt der Verknüpfung der verschiedenen Argumenttypen *Argument*, *Gegenargument* und *integratives Argument* (Leitão, 2000).

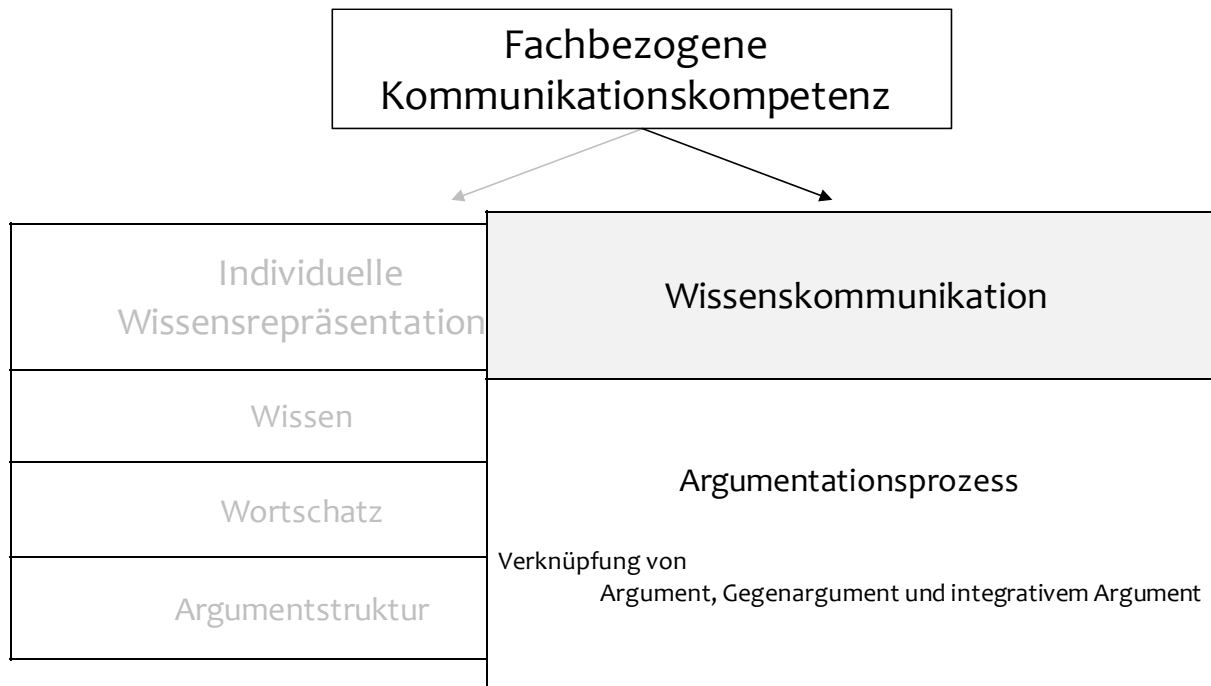


Abbildung 15: Strukturierung der Dimension *Wissenskommunikation* mit der Komponente *Argumentationsprozess* und den Aspekten *Argument*, *Gegenargument* und *integratives Argument*

Während des Argumentationsprozesses müssen beide Gesprächspartner in einer Situation der Wissenskommunikation Teile ihrer impliziten Wissensrepräsentationen externalisieren. Im Gespräch geben beide Partner Rückmeldungen, so dass jeder Gesprächspartner anhand der Äuße-

⁴⁶ Das Thema der geplanten Unterrichtseinheit war „Rauschdrogen im Straßenverkehr. Einfluss von Alkohol und Drogen auf ausgewählte Sinnesorgane“ (vgl. Kap. IV.3.1)

⁴⁷ Gemeinsame Konstruktion einer partnerschaftlichen Concept Map (vgl. Kap. IV.3.3)

rungen des Gegenübers dessen Wissen einschätzen kann und die Verbalisierungen des eigenen Wissens dem Wissen des Gegenübers anpassen kann. Clark (1996) prägte den Begriff Audience Design für die sprachliche Abstimmung an das Wissen des Gegenübers.

II.4.3.3 Audience Design

In der Wissenskommunikation muss das implizite Wissen dem Gesprächspartner expliziert werden (Bromme & Jucks, 2001). Zur Beschreibung dieses fachbezogenen Kommunikationsprozesses wird das psycholinguistische Kommunikationsmodell nach Clark herangezogen (1996; vgl. auch Clark & Brennan, 1991, vgl. Abbildung 16).

Für das Erreichen eines Kommunikationsziels werden die individuellen Bezugsrahmen der Gesprächspartner möglichst optimal zur Deckung gebracht. So entsteht ein domänenspezifischer gemeinsamer Bezugsrahmen, der Common Ground, als Kommunikationsgrundlage (Clark, 1996). Das Kommunikationsergebnis steht mit weiteren für die *Wissenskommunikation* bedeutsamen Aspekten in Zusammenhang: korrektes Abschätzen des individuellen Bezugsrahmens des Gegenübers (Antizipation) und sprachliche Anpassung der eigenen Verbalisierungen an das vermutete Wissen des Gesprächspartners (Adaptation) (Bromme & Rambow, 2001; Bromme et al., 2004; Clark, 1996). Des Weiteren wird der Prozess des Groundings genannt, durch den sich die Gesprächsteilnehmer ihr wechselseitiges Verständnis versichern (Clark & Brennan, 1991).

In den folgenden Abschnitten werden diese zentralen Begriffe detailliert beschrieben und vor dem Hintergrund der vorliegenden Studie präzisiert, inwiefern sie als Komponenten in das Kompetenzstrukturmodell einfließen können.

Common Ground

Das Common-Ground-Modell (vgl. Abbildung 16) nach Clark (vgl. hierzu Bromme, Jucks & Rambow, 2003; Bromme et al., 2004) geht davon aus, dass die an einer Kommunikationssituation beteiligten Gesprächspartner (P₁ und P₂) jeweils individuelle kognitive Bezugsrahmen besitzen (subjektiver Bezugsrahmen P₁ und subjektiver Bezugsrahmen P₂), die für eine erfolgreiche Kommunikation soweit zur Deckung gebracht werden müssen, dass die entstehende Schnittmenge (geteilter Bezugsrahmen), der sogenannte Common Ground, groß genug ist ein Kommunikationsziel zu erreichen. Diese gemeinsame Kommunikationsaktivität erfordert Abstimmungen zur Koordination des Inhalts und des Prozesses wie Sprecherwechsel, Einigkeit über die Bedeutung von Wörtern und Sätzen, Perspektivenwechsel, gemeinsame Annahmen über den Kommunikationsgegenstand sowie einen Bezug zum Kontext (Clark, 1992; Bromme et al., 2003; Clark & Brennan, 1991; Markova, Graumann & Foppa, 1995). Sind die Wissensdivergenzen zweier Personen wie im Experten-Laien-Paradigma sehr groß und der Common Ground folglich gering, ist der Aufwand zum Erreichen eines gemeinsamen Verständnisses in Form des geteilten Bezugsrahmens erhöht (z.B. Bromme & Jucks, 2001).

mend der Meinung sind, dass ein für die Situation ausreichendes gemeinsames Verständnis hergestellt wurde, ist das Grounding Criterion erreicht. Mit jedem Gesprächsbeitrag, für den das Grounding Criterion erreicht wird, erfährt der gemeinsame Wissenshintergrund der Gesprächspartner eine Erweiterung.

Groundingprozesse können anhand des Contributions-Modell von Clark & Schaefer (1989) analysiert werden. Die Gesprächsbeiträge werden hiernach in zwei Phasen eingeteilt: In der Präsentationsphase macht Person 1 eine Äußerung und nimmt an, dass Person 2 ihm signalisieren wird, dass diese Äußerung von ihm verstanden wurde. Person 2 äußert sein Verstehen in der Akzeptanzphase und nimmt damit an, dass Person 1 sein Verstehen zur Kenntnis genommen hat und im Folgenden von einem gemeinsamen Verständnis ausgehen wird. Zu Beginn einer Kommunikationssituation ist der Common Ground also noch klein und erweitert sich im Verlauf des Gesprächs zunehmend. Formen dieser Evidenzen sind verbale und nonverbale Zeichen, wie Nicken, Kopfschütteln, Rezeptionssignale (hm, aha etc.), das Einbringen von neuen relevanten Informationen (relevant next turn) sowie das Anzeigen kontinuierlicher Aufmerksamkeit z.B. in Form von Blickkontakt (Clark & Brennan, 1991).

Eine weitere Annahme des Modells von Clark & Brennan (1996) ist, dass Gesprächspartner versuchen, mit minimalem Aufwand den Common Ground zu etablieren und zu erweitern, d.h. so informativ wie nötig und so kurz wie möglich. Dieses Prinzip des least collaborative effort (Clark & Wilkes-Gibbs, 1986) impliziert z.B. auch eine Korrektur der eigenen Aussage, statt abzuwarten, bis der Gesprächspartner sein Missverstehen ausdrückt und anschließend seinerseits eine Korrektur vornimmt.

Eine weitere Implikation ist, dass Gesprächspartner versuchen, ihre Nachrichten am Wissensstand des Kommunikationspartners auszurichten, von dem bspw. bekannt ist, dass er einer bestimmten Gruppe angehört und so bestimmte Informationen als geteilt vorausgesetzt werden können (community membership heuristic). Weitere Heuristiken, die zum Anpassen einer Nachricht führen können, sind nach Clark & Marshall (1981) die gemeinsame Wahrnehmung beider Gesprächspartner von physischen Objekten (physical copresence heuristic) sowie das als bekannt vorausgesetzte Gesagte in der Kommunikationssituation (linguistic copresence heuristic).

Der Groundingprozess wird durch den Konversationszweck sowie das Kommunikationsmedium mitbestimmt. Abhängig vom Zweck der Konversation (z.B. Erzählung, wortgetreue Wiedergabe, Buchstabieren) werden unterschiedliche Techniken verwendet (z.B. Gesten, Beschreibungen). Ebenfalls müssen die Grounding-Techniken auch an das jeweilige Kommunikationsmedium (Face-to-Face, Telefon, Videokonferenz, Email, Chat etc.) angepasst werden. Nach dem Prinzip des „least collaborative effort“ unterscheiden sich die Grounding-Kosten (Formulierungen, Verzögerungen und Kosten durch Sprecherwechsel) bezüglich der unterschiedlichen Kommunikationsmedien, die sich durch Synchronizität oder mögliche nonverbale Kommunikation klassifizieren lassen (Clark & Brennan, 1991).

Antizipation – Adaptation

Clark & Carlson (1982) prägten den Begriff Audience Design für die sprachliche Abstimmung an das Wissen des Gegenübers. Dabei antizipiert der Sprecher den Wissensstand des Gesprächspart-

ners, um darauf aufbauend seine Botschaft sprachlich zu adaptieren (vgl. auch Sacks & Schegloff, 1979). Der explizite Austausch über den gemeinsamen Bezugsrahmen ist meistens begrenzt, weshalb implizite Antizipationen der Gesprächspartner über die Perspektive des anderen von erheblicher Bedeutung für den Erfolg der Kommunikation sind. Die Antizipation stellt demnach eine wesentliche Voraussetzung für die Kommunikation und Interaktion dar (vgl. Abbildung 16, Seite 68) (Bromme & Rambow, 2001, S. 543). Dabei ist das Konstrukt Perspektive einer Person multidimensional und umfasst u.a. Aspekte ihres Wissens, ihrer Wahrnehmungsgewohnheiten und ihrer Einstellungen (Bromme & Rambow, 2001).

Sozialpsychologische Studien konnten darüber hinaus zeigen, dass das Abschätzen von Dingen nicht nur durch den Gesprächspartner und seinen dazu beitragenden Evidenzen geschieht, sondern auch stark am eigenen Wissen orientiert ist (Nickerson, 2001; Fussell & Krauss, 1992; Nickerson, 1999). Dabei wird der Umfang des Wissens des Gegenübers überschätzt, wenn der Schätzende diesen Sachverhalt kennt und umgekehrt wird das Wissen des Gegenübers unterschätzt, wenn der Schätzende diesen Sachverhalt nicht kennt (Bromme & Rambow, 2001, S. 545). Die Fähigkeit einer Person die Perspektive des Gesprächspartner zu übernehmen enthält demnach Aspekte des eigenen Wissens, der eigenen Wahrnehmungsgewohnheiten, Einstellungen etc. sowie die Evidenzen, die der Partner im Verlauf des Gesprächs ausdrückt (Bromme & Rambow, 2001, S. 545).

Für die allgemeine Personenwahrnehmung in einer Kommunikationssituation kann z.T. das Anker-Adjustierungs-Modell (vgl. Abbildung 17) von Nickerson (2001; 1999) zu Hilfe genommen werden (Strack, 2004, S. 68; Fussell & Krauss, 1992; Nickerson, 1999, 2001; Clark, 1996).

II Theoretischer Hintergrund

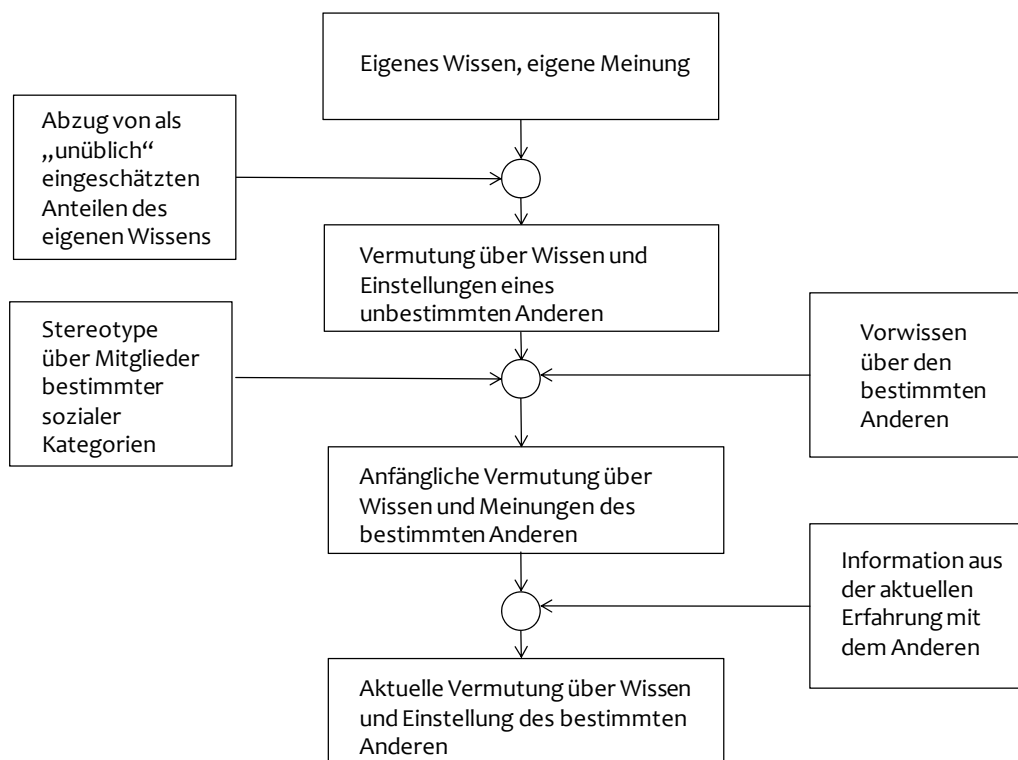


Abbildung 17: Anker-Adjustierungs-Heuristik für die Vermutung von Wissen, Einstellungen und Meinungen bei Anderen (Nickerson, 2001, S. 169)

Dabei kommen die im Modell dargestellten Komponenten abhängig von der Bekanntheit des Gegenübers mehr oder weniger zum Tragen. Im Falle der Bekanntheit des Gegenübers (ein bestimmter Anderer) formt der Einschätzende mittels seines Vorwissens über den Gesprächspartner sowie seine stereotypen Vorstellungen über Mitglieder bestimmter sozialer Kategorien, denen der Gesprächspartner angehören könnte, seine anfänglichen Vermutungen über Wissen und Meinungen des bestimmten Anderen. Informationen, die aus aktuell gemachten Erfahrungen mit dem bestimmten Anderen entstehen, aktualisieren die anfänglichen Vermutungen über Wissen und Einstellungen des Gesprächspartners.

Es ist unbestritten, dass die Fähigkeit zur Antizipation für eine erfolgreiche Verständigung erforderlich ist, dennoch ist nicht ausreichend geklärt, wie eng Antizipation und Adaptation zusammenhängen (Bromme & Rambow, 2001, S. 547). Empirische Befunde aus der psycholinguistischen Forschung zeigen, dass die Antizipation über den Gesprächspartner für die Adaptation dann weniger bedeutsam ist, wenn die Gesprächspartner unmittelbar rückmelden können (Nickerson, 1999).

Die Messung von Antizipation und Adaptation der Gesprächspartner in einer Kommunikationssituation anhand gezeigter Verhaltensweisen ist problematisch, da sich diese Konstrukte zunächst einer direkten Beobachtbarkeit entziehen. Argyle (1972, S. 187) äußert sich zur Messbarkeit der Antizipation von Wissen, Einstellungen und Sichtweisen des Gegenübers eher kritisch: „Es gibt keine Möglichkeit festzustellen, ob jemand sich bei einer bestimmten Gelegenheit tatsächlich in die Rolle des anderen versetzt [...]“. Ebenso wenig lassen sich Indikatoren klar einer

der beiden Variablen zuordnen, da die Übergänge fließend und nicht trennscharf sind. Für die vorliegende Untersuchung ist es demnach notwendig, zunächst Indikatoren zu identifizieren, die diese empirisch nicht direkt erkennbaren Sachverhalte operationalisieren, um anschließend das dahinter liegende Konstrukt zu erschließen. In der vorliegenden Arbeit werden die beiden Sprachhandlungen *Paraphrasieren* und *Wiederholen* als Indikatoren für Adaptation und Antizipation betrachtet. *Paraphrasieren* (gr.: *para* = dazu, neben und *frasein* = reden, sagen) ist als eine erklärende, verdeutlichende Umschreibung eines Sachverhalts oder Textes mit anderen Worten zu verstehen. Die Kommunikationstechnik *Paraphrasieren* ist eine Wiederholung desselben Sachverhalts mit anderen Worten und kann als Indikator für die sprachliche Anpassung an das vermutete Wissen des Gesprächspartners gesehen werden.

Fazit: Audience Design als Komponente der Dimension Wissenskommunikation

Die in Kap. II.4.3 dargestellten theoretischen Konstrukte und empirischen Befunde beschreiben die zweite Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation* des Kompetenzstrukturmodells Kommunikation. Um den Common Ground möglichst optimal für den vorliegenden Kommunikationszweck auszuweiten, versuchen die Gesprächspartner über den Prozess des Groundings Gewissheit darüber zu erlangen, inwiefern das Gegenüber die eigenen Ausführungen verstanden hat (Clark, 1996; Bromme et al., 2003; Fussell & Krauss, 1992). Dafür nutzen sie Evidenzen im Groundingprozess, die teilweise direkt beobachtbar sind wie *Rezeptionssignale*, *Zustimmungen* oder *Ablehnungen*. Darüber hinaus versuchen die Gesprächspartner mit Hilfe von Antizipation und Adaptation ihre Sprechintention möglichst optimal dem Gegenüber zu präsentieren (Clark, 1996). Mit Hilfe der Indikatoren *Paraphrasieren* und *Wiederholen* wird versucht, die beiden Prozesse zu erfassen.

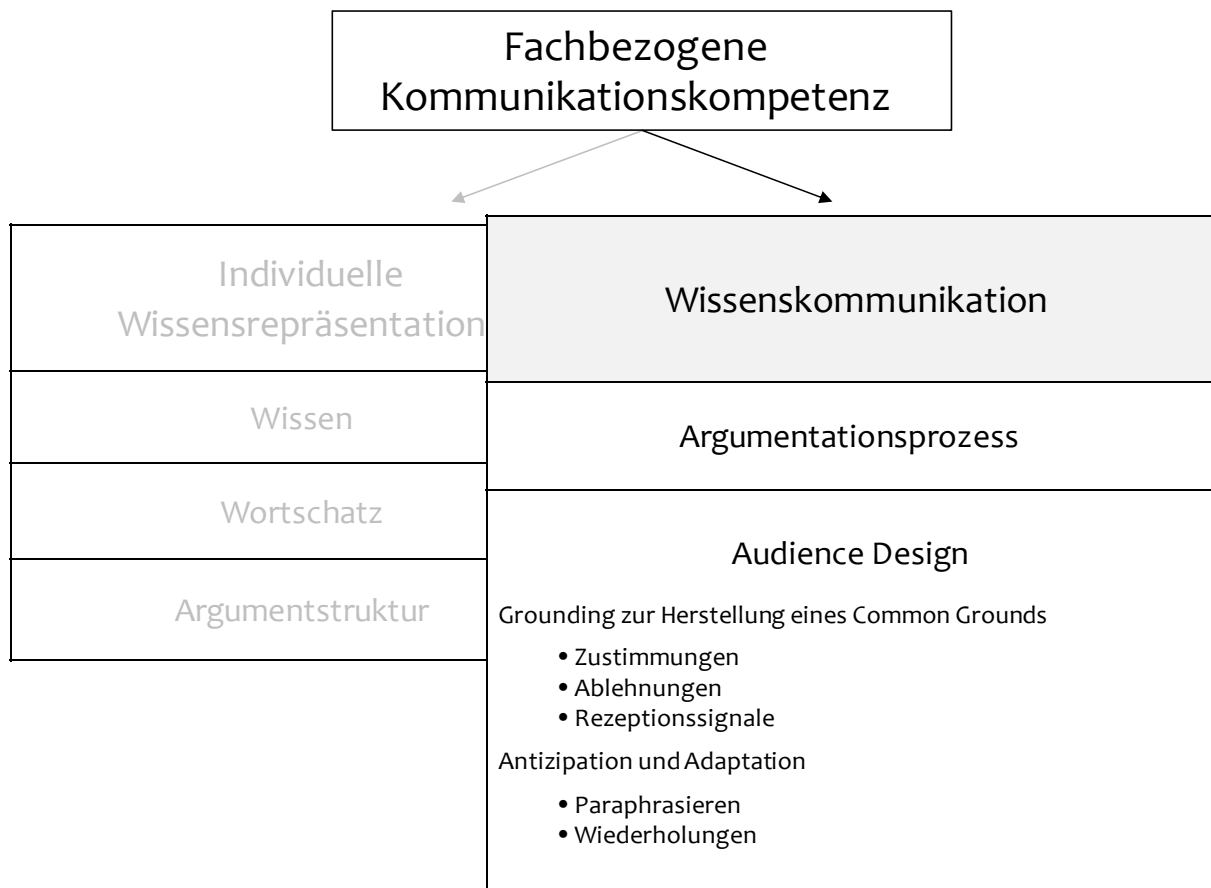


Abbildung 18: Strukturierung der Dimension Wissenskommunikation mit der Komponente Audience Design und den Aspekten Common Ground, Antizipation und Adaptation sowie die durch Gliederungspunkte kenntlich gemachten Indikatoren

II.5 Das Gesamtmodell der Kommunikationskompetenz im Überblick

Kommunikationskompetenz ist ein komplexer Gegenstand. Wie in Kap. II.3.2 und Kap. II.4.1 beschrieben, lassen sich die kommunikativen Anforderungen in einer bestimmten Situation nur durch ein Geflecht verschiedenster personeller Fähigkeiten bewältigen. Fachliche Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht lässt sich demnach nicht nur als eindimensionales Konstrukt abbilden, sondern muss durch mehrere Dimensionen mit verschiedenen Komponenten beschrieben werden; ferner müssen deren Zusammenhänge weiter untersucht werden.

Zur Beschreibung der Kommunikationskompetenz im Sinne der KMK-Bildungsstandards fehlt in der Literatur ein einheitliches theoretisches Konstrukt. Um die Struktur der Kommunikationskompetenz dennoch erfassen zu können und im Anschluss daran potenzielle Einflussmöglichkeiten zu bestimmen, wurde auf einzelne theoretische Konstrukte und Konzepte zurückgegriffen.

Bezugnehmend auf die Befunde aus verschiedenen wissenschaftlichen Disziplinen wurde die Struktur der fachbezogenen Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht in die beiden

Dimensionen *Individuelle Wissensrepräsentationen* und *Wissenskommunikation* geteilt. Darauf aufbauend ist diese Einteilung rahmengebend für die Erstellung des Kompetenzstrukturmodells Kommunikation der vorliegenden Arbeit.

Die Dimensionen *Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation* wurden in den vorangegangenen Kapiteln II.4.2 und II.4.3 mit Hilfe von theoretischen Modellen und empirischen Befunden eingehend beschrieben. Vor dem Hintergrund der theoretischen Modellierung (vgl. Kap. II.3.4) wurden diese Dimensionen weiter in einzelne Komponenten ausdifferenziert und schrittweise in die Modellierung mit aufgenommen. So wurden die Resultate der Konzepte Wortschatz und Argumentation, die in anderen fachdidaktischen Disziplinen unter anderem der Deutschdidaktik beschrieben worden sind, zusammengetragen und im Entwicklungsprozess des Kommunikationsstrukturmodells berücksichtigt. Ebenfalls sind Befunde der Textverstehensforschung, kognitionspsychologische und psycholinguistische Forschungsergebnisse in die vorliegende Modellierung eingeflossen.

Aus diesen Darlegungen ergibt sich der Strukturierungsvorschlag der Kommunikationskompetenz: Die Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* mit den Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* sowie die Dimension *Wissenskommunikation* mit den Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* (vgl. Abbildung 19).

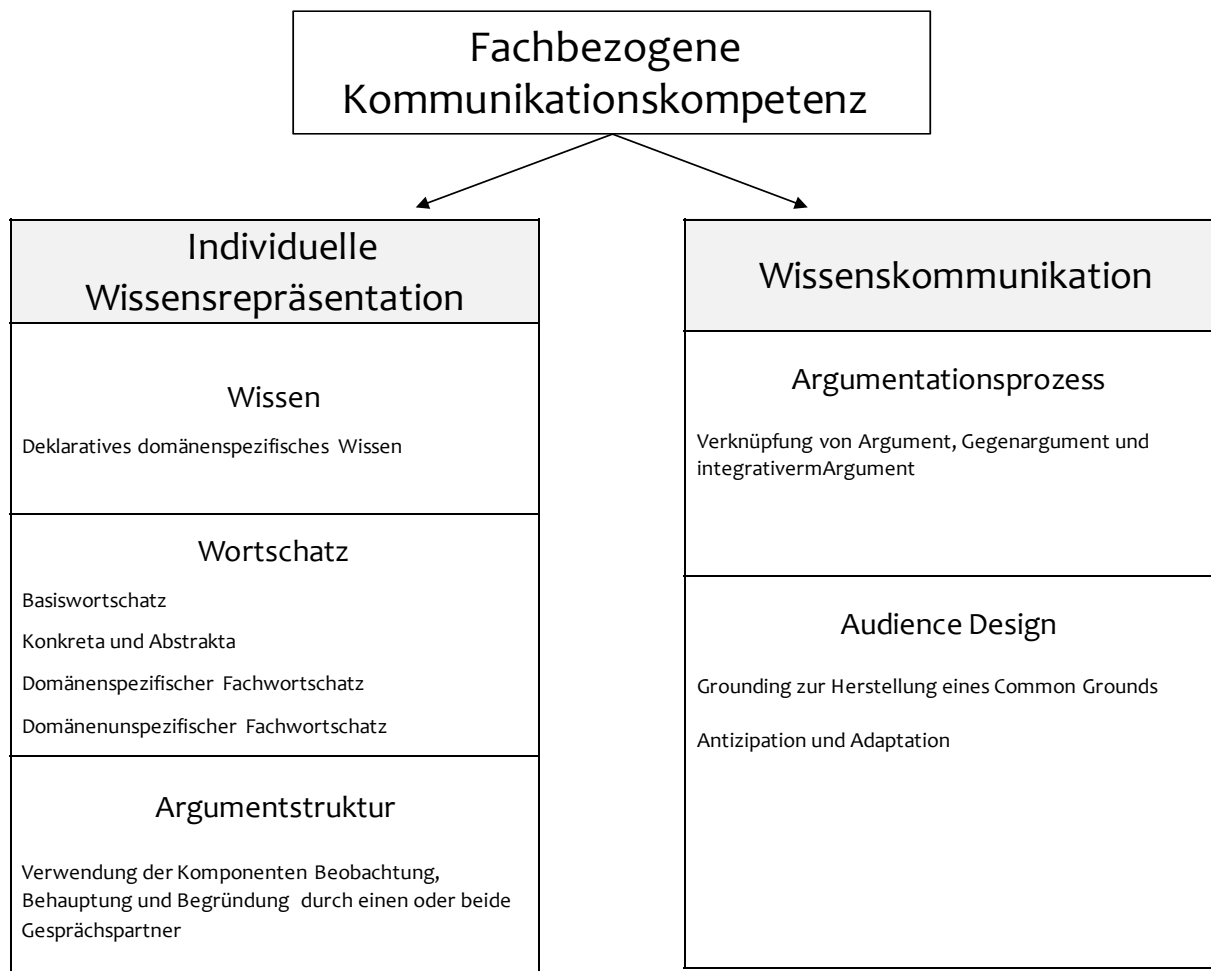


Abbildung 19: Strukturmodell der fachbezogenen Kommunikationskompetenz

II.6 Zusätzliche Einflussvariablen

Im Folgenden werden empirische Befunde angeführt, die auf verschiedene Einflussfaktoren beim Kommunizieren hinweisen. Dabei wird auf das Konstrukt Interesse eingegangen sowie auf die weiteren Faktoren Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation.

Interesse

Empirische Befunde aus dem Bereich der Gesprächsanalyse zeigen, dass das im Langzeitgedächtnis gespeicherte Wissen - z.B. in Form von propositionalen Repräsentationen oder einzelnen Ausdrücken - im Gespräch aktiviert wird, vorausgesetzt Aufmerksamkeit, Interesse und Motivation ermöglichen diese Aktivierung (Brinker & Sager, 2001).

Interesse ist ein mehrdimensionales Konstrukt, das nach Krapp (1998b), auf einer Person-Gegenstands-Konzeption basiert. Krapp (1998a) unterscheidet zwei Interessenszustände: Person-Gegenstands-Beziehung und Person-Gegenstands-Bezug.

Die Person-Gegenstands-Beziehung repräsentiert die zeit- und situationspezifische Beziehung zwischen Person und Interessensgegenstand (Prenzel, Krapp & Schiefele, 1986, S. 166). Sie stellt in einer konkreten Situation eine aktuelle Beziehung zwischen Person und Gegenstand her (Krapp, 1992, S. 307). Diese Beziehung wird nach Krapp (1992) als „situationales Interesse“ bezeichnet.

Während eine Person-Gegenstands-Beziehung situational bedingt ist, ist ein Person-Gegenstands-Bezug langfristig in der Persönlichkeitsstruktur verankert. Durch eine wiederholte Person-Gegenstands-Auseinandersetzung kann zwischen der Person und dem Interessensgegenstand (Prenzel et al., 1986) ein zeit- und situationsübergreifender Bezug entstehen, der somit über einen längeren Zeitraum anhält (Krapp, 1992, S. 317). Krapp (1992) verwendet hierfür den Begriff „individuelles Interesse“.

In Untersuchungen zum Textverstehen wurde festgestellt, dass Interesse zu einem tiefergehenden Lernen und Verstehen führt, d.h. zum Aufbau einer situativen Repräsentation im Sinne einer integrierten Wissensstruktur, die über die im Text gegebene Information hinaus geht (vgl. Kap. II.4.2.2) (Wild & Schiefele, 1994a; Schiefele, 1991a; Schiefele & Krapp, 1996). Interesse an bestimmten Textthemen führt zu einem tiefergehenden verständnisorientierteren Lernen, das darin begründet zu sein scheint, dass die mit Interesse einhergehenden Lernstrategien wie Organisation und Elaboration weit greifende Auswirkung auf die Wissensstruktur haben und so einen Einfluss auf die mentalen Repräsentationsebenen haben (Schiefele, 1991b).

Nach diesen Ausführungen müssen die Untersuchung des individuellen sowie des situationalen Interesses als erklärende Faktoren für den Umgang der Gesprächsteilnehmer in einer Kommunikationssituation näher analysiert werden.

Gesprächspartnerbeziehung

In der Darstellung der empirischen Befunde in Kapitel II.4.3 wurde eingehend das Konstrukt Audience Design thematisiert, in dessen Zusammenhang der Faktor Gesprächspartnerbeziehung steht. Demnach müsste die Intensität der Beziehung der beiden Gesprächspartner zueinander einen Einfluss auf die Adaptation und Antizipation in einer Kommunikationssituation haben. Je

besser sich die beiden Gesprächspartner kennen, desto größer müsste der geteilte Bezugsrahmen von Gesprächsbeginn an sein und desto weniger Groundingprozesse müssten die beiden Kommunikationsteilnehmer durchführen. Ebenso ist es denkbar, dass die Groundingprozesse bei einem befreundeten Kommunikationspaar auf eine Art und Weise ablaufen, die nur der Dyade selbst zugänglich und für Außenstehende nicht nachvollziehbar sind. Die dargestellten Ausführungen zu den Befunden des Audience Design legen nahe, die Gesprächspartnerbeziehung der Lerner in einer Kommunikationssituation als erklärenden Faktor zu berücksichtigen.

Gesprächssozialisation

Der Zusammenhang zwischen der Kommunikation bzw. der Sprache in der Familie und den schulischen Leistungen von Kindern wurde wiederholt untersucht (McElvany, 2008, S. 73). Ullrich & Kreppner (1997, S. 330) fanden signifikante Zusammenhänge zwischen Schulnoten und spezifischen Kommunikationsmustern in den Familien: Kinder mit guten Schulnoten verhandeln häufiger in Diskussionen mit ihren Eltern als Kinder mit schlechten Noten. Dabei gibt es in der verbalen Interaktion unübersehbare familiäre Unterschiede. Die Autoren geben an, dass ein höheres Ausmaß an Interesse und emotionaler Beteiligung der Eltern in familiären Kommunikationssituationen es Schülern offenbar ermöglicht, Familiendiskussionen aktiv zu steuern, ohne fürchten zu müssen Zuwendung zu verlieren. Ebenfalls hat die elterliche Kommunikation eine Vorbildwirkung auf die Kommunikationsform der Kinder (Fend, 2003, S. 285). Als ungünstig erweist sich z. B. wenn die eigene Meinung vorgetragen wird und der Gesprächspartner diese ignoriert oder nur am Rande einbezieht.

Ebenfalls belegen Hinweise aus der Lesekompetenzforschung, dass Lesekompetenz durch Unterricht, Individuum und soziales Umfeld multipel determiniert wird und ein Ergebnis eines komplexen Zusammenspiels der verschiedenen Einflussfaktoren ist (Pekrun, 2002; Helmke & Weirner, 1997). Dabei kommt den Einflussmöglichkeiten der Familie und der Peer-Group als wichtige außerschulische Erfahrungsräume eine wesentliche Rolle zu. Metaanalysen kommen zu dem Schluss, dass die familiären Merkmale einen vergleichbaren oder höheren Beitrag zur Erklärung von Unterschieden in schulischen Leistungen und der intellektuellen Entwicklung leisten als schulische Merkmale (Pekrun, 2002).

Daher muss auch dieser Faktor bei der Erfassung der Kommunikationskompetenz berücksichtigt werden.

III Forschungsfragen und Hypothesen

Ziel der vorliegenden Forschungsarbeit ist die Entwicklung und empirische Validierung eines Kompetenzstrukturmodells für die fachbezogene Kommunikation im Biologieunterricht, um Anhaltspunkte für die Diagnose möglicher Dimensionen und Komponenten im unterrichtlichen Kontext zu bekommen, durch die gezielte Förderungsmaßnahmen für den Biologieunterricht abgeleitet werden können. Demnach lautet die übergeordnete Fragestellung: Woraus besteht die Kommunikationskompetenz von Schülern im Biologieunterricht der Sekundarstufe I?

Im Folgenden wird aus dieser übergeordneten Fragestellung und dem aufgestellten Kompetenzstrukturmodell das Vorgehen zur empirischen Überprüfung der Modellstruktur abgeleitet, das sich in vier Abschnitte einteilen lässt, die jeweils durch eine Forschungsfrage eingeleitet werden:

- 1) Validierung der postulierten Dimensionen (*Individuelle Wissensrepräsentation und Wissenskommunikation*) sowie ihrer Komponenten;
- 2) Analyse der Zusammenhänge zwischen den Dimensionen zur differenzierteren Beschreibung des Modells;
- 3) Einfluss der Dimension *Wissenskommunikation* auf die Wissenskonstruktion (vgl. Kap. II.4.3.1);
- 4) Weitere Einflussvariablen auf die Dimension *Wissenskommunikation* sowie die Wissenskonstruktion.

III.1 Validierung der Dimensionen und Komponenten

Entsprechend den theoretischen Ausführungen in Kap. II.4 bezieht sich dieser Abschnitt einschließlich der ersten Forschungsfrage auf die empirische Überprüfung der im Kompetenzmodell formulierten Dimensionen und Komponenten. Basierend auf dem Common-Ground-Modell (Bromme et al., 2003; Clark, 1996) und den Überlegungen zu den KMK-Bildungsstandards, Kompetenzbereich Kommunikation (KMK, 2005a) wurde die Kommunikationskompetenz in zwei Dimensionen eingeteilt: *Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation*. Diesen beiden Dimensionen wurden in weiteren Schritten nach Sichtung kognitionspsychologischer, psycholinguistischer und gesprächsanalytischer Fachliteratur verschiedene Komponenten zugeordnet.

1) Die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* wurden theoretisch abgeleitet und der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* begründet zugeordnet.

- Die Komponente *Wissen* beschreibt die individuellen deklarativen domänenspezifischen Vorwissensstrukturen, die durch verschiedene Verbalisierungsstrategien der Gesprächspartner identifiziert werden können (vgl. Kap. II.4.2.3).
- Die Komponente *Wortschatz* bezieht sich auf den Umfang sowie die Struktur des individuellen Wortschatzes, also die Gesamtheit aller Wörter der (deutschen) Sprache, die ein einzelner Sprecher kennt oder verwendet (vgl. Kap. II.4.2.4.1).
- Die Komponente *Argumentstruktur* veranschaulicht die Qualität eines Arguments, mit dem ein Sprecher versucht seine Sichtweise dem Gesprächspartner überzeugend zu vermitteln (vgl. Kap. II.4.2.4.2).

2) Ebenfalls wurde so mit den theoriebezogenen Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* verfahren, die der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* zugeschrieben wurden.

- Die Komponente *Argumentationsprozess* beschreibt den Grad der Vernetzung beider Gesprächspartner anhand ihrer geäußerten Argumente in der Kommunikationssituation (vgl. Kap. II.4.3.2).
- Unter der Komponente *Audience Design* wird der Prozess verstanden, über den die Gesprächspartner sich gegenseitig signalisieren, inwiefern sie die Äußerung des Gegenübers verstanden haben (vgl. Kap. II.4.3.3).

Die Frage ist, ob sich diese angenommenen Dimensionen und Komponenten in der Empirie bestätigen lassen. Demnach lautet die erste Forschungsfrage:

F 1) Lassen sich die theoretisch abgeleiteten Dimensionen und Komponenten der Kommunikationskompetenz empirisch bestätigen?

In einem ersten Schritt wird überprüft, ob sich die über Indikatoren identifizierbaren theoretisch abgeleiteten Komponenten in den Schülerdialogen identifizieren lassen. Hierzu lautet die Hypothese:

H 1.1) Die theoretisch abgeleiteten Komponenten der Kommunikationskompetenz lassen sich empirisch bestätigen.

Die Forschungsfrage 1 wird im Folgenden durch zwei weitere Hypothesen ausdifferenziert, um den Aufbau des Strukturmodells mit seinen charakterisierenden Komponenten eingehender zu validieren. Demnach wird in einem zweiten Schritt die Struktur des postulierten Kompetenzmodells überprüft, inwiefern die zugewiesenen Komponenten wirklich ihren Dimensionen angehören. Im Hinblick darauf ergeben sich folgende Hypothesen:

H 1.2) Die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* lassen sich als Komponenten der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* empirisch bestätigen.

H 1.3) Die Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* lassen sich als Komponenten der Dimension *Wissenskommunikation* empirisch bestätigen.

III.2 Zusammenhänge zwischen den Dimensionen

Entsprechend den theoretischen Ausführungen bezieht sich dieser zweite Abschnitt auf die Zusammenhänge der im Kompetenzmodell formulierten Strukturen (vgl. Kap. II.4.2 sowie Kap. II.4.3). Zur detaillierten Beschreibung des Kompetenzstrukturmodells ist nicht nur die empirische Identifikation dieser theoretisch abgeleiteten Strukturen in Form bestimmter Dimensionen und Komponenten wichtig, sondern auch inwieweit diese miteinander verknüpft sind. Es stellt sich also die Frage, ob und inwiefern die einzelnen Komponenten zusammenhängen. Die Richtung der angenommenen Zusammenhänge ergibt sich aus den theoretischen Hintergründen, die zur Modellentwicklung herangezogen wurden (vgl. Kap. II.4.2 sowie Kap. II.4.3). Die Verbalisierungen des Wissens erfolgt u. a. auf der Grundlage der propositionalen Repräsentationen und des Ausdrucksvermögens einer Person (Schnotz, 1988; Aitchison, 1997; Willenberg,

2007a; Kroß & Lind, 2001). Demnach ist die Wissenskommunikation abhängig von der Individuellen Wissensrepräsentation. Aus diesen Gründen wird zunächst von einer einseitigen Wirkung der Dimension *Individuellen Wissensrepräsentation* auf die Dimension *Wissenskommunikation* ausgegangen. Hierfür ergibt sich die Fragestellung 2:

F 2) Inwieweit wirkt sich die Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* auf die Dimension *Wissenskommunikation* aus?

Die korrespondierende Hypothese H 2 lautet:

H 2) Die Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Dimension *Wissenskommunikation*.

Die diesbezüglichen, nach den Komponenten des Strukturmodells differenzierten Hypothesen lauten:

Wissen

H 2.1 Die Komponente *Wissen* der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Komponente *Argumentationsprozess* der Dimension *Wissenskommunikation*.

H 2.2 Die Komponente *Wissen* der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation*.

Wortschatz

H 2.3 Die Komponente *Wortschatz* der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Komponente *Argumentationsprozess* der Dimension *Wissenskommunikation*.

H 2.4 Die Komponente *Wortschatz* der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation*.

Argumentstruktur

H 2.5 Die Komponente *Argumentstruktur* der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Komponente *Argumentationsprozess* der Dimension *Wissenskommunikation*.

H 2.6 Die Komponente *Argumentstruktur* der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation*.

III.3 Einfluss der Wissenskommunikation auf die Wissenskonstruktion

An die Überprüfung der strukturellen Komponenten der Kommunikationskompetenz schließen sich verschiedenen Forschungsfragen an, über die eine differenziertere Beschreibung der Modellstruktur angestrebt wird. So stellt sich bspw. die Frage, ob Lernende in kollaborativen Diskurssituationen über den Prozess der Wissenskommunikation Wissen gemeinsam konstruieren (vgl. Kap. II.4.3.1). Weiterführend muss gefragt werden, ob sie durch diesen Prozess auch individuelles Wissen erwerben. Kann man entsprechend aus der kollaborativen Diskurssituation über die gemeinsame Wissenskonstruktion auch auf den individuellen Wissenserwerb rückschließen? In der Literatur gibt es zahlreiche Hinweise, dass kooperative Lernprozesse zu einer Verbesse-

rung der Lernleistungen führen können (van Boxtel et al., 2000; Bloh & Lehmann, 2002; Sampson & Clark, 2009). In der vorliegenden Arbeit wird der Zusammenhang zwischen der *Wissenskommunikation* und der Wissenskonstruktion auf die Auswirkungen der *Wissenskommunikation* auf eine mögliche Wissenskonstruktion eingegrenzt und näher betrachtet (vgl. Kap. II.4.3.1).⁴⁹ Es ergibt sich folgende Forschungsfrage:

F 3) Inwieweit wirkt sich die Dimension *Wissenskommunikation* auf die Wissenskonstruktion aus?

Die diesbezüglichen Hypothesen lauten:

H 3.1) Die Komponente *Argumentationsprozess* der Dimension *Wissenskommunikation* hat einen Einfluss auf die Wissenskonstruktion.

H 3.2) Die Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation* hat einen Einfluss auf die Wissenskonstruktion.

III.4 Einfluss weiterer Variablen auf Wissenskommunikation und Wissenskonstruktion

Dieser vierte Abschnitt bezieht sich auf Hinweise, die in Kap. II.6 dargestellt wurden und als mögliche Einflussvariablen der Kommunikationskompetenz in Betracht kommen. Dabei handelt es sich erstens um das Interesse, das, ist es nicht vorhanden, eine Art Barriere darstellen kann, wenn es um die Aktivierung von propositionalen Repräsentationen oder auch bestimmter Ausdrücke aus dem Wortschatz in einer Kommunikationssituation geht (Brinker & Sager, 2001).

Als zweite von drei Einflussvariablen wurde die Gesprächspartnerbeziehung angeführt, die, je intensiver sich zwei Gesprächspartner kennen, einen Einfluss auf die *Wissenskommunikation*, speziell auf die Komponente *Audience Design*, haben müsste (Bromme et al., 2003; Clark, 1996).

Der letzte angesprochene Einflussfaktor ist die Gesprächssozialisation, die ebenfalls in Kap. II.6 beschrieben wurde. Die Art der Sprachnutzung im außerschulischen Umfeld scheint einen erheblichen Einfluss auf die individuelle Kommunikationsfähigkeit zu haben (Ullrich & Kreppner, 1997; Pekrun, 2002).

Unter Berücksichtigung der Annahmen in Abschnitt 3 dieses Kapitels sowie den eben im Überblick wiederholten Ausführungen ergibt sich die zusammenfassende Forschungsfrage 4: Zeigen sich Zusammenhänge zwischen den genannten Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der Dimension *Wissenskommunikation* bzw. der Wissenskonstruktion in der Diskurssituation?

Die korrespondierenden Hypothesen lauten:

⁴⁹ Die Wissenskonstruktion wird in Bezug auf die Concept Maps mit Hilfe der beschreibenden Maße Komplexität, Vernetztheit und Umfang operationalisiert (vgl. Kap. V.6 sowie Kap. V.7).

III Forschungsfragen und Hypothesen

H 4.1) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der Dimension *Wissenskommunikation*, Komponente *Argumentationsprozess*.

H 4.2) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der Dimension *Wissenskommunikation*, Komponente *Audience Design*.

H 4.3) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der Wissenskonstruktion.

IV Material und Methoden

Im Folgenden werden Material und Methoden vorgestellt, die in der vorliegenden Studie verwendet wurden. Jude & Klieme (2007) betonen, dass der Kompetenzerwerb sowie die Kompetenzmessung besonders im Sprachlernbereich mehrdimensional ist (vgl. auch Dörnyei, 2003). Demnach müssen unterschiedliche Testverfahren und Erhebungsinstrumente gemeinsam eingesetzt werden, um die beschriebenen unterschiedlichen rezeptiven, produktiven und wissensbasierten Facetten abzubilden (Kunnan, 1999). Wie dieser Notwendigkeit in der vorliegenden Studie entsprochen wurde, wird im Folgenden schrittweise in fünf Kapiteln vorgestellt. Zunächst wird die Anlage der Gesamtstudie mit dem Einsatz ihrer unterschiedlichen Instrumente skizziert (vgl. Kap. IV.1). Es folgt eine Übersicht über die eingesetzten Erhebungsinstrumente (vgl. Kap. IV.2), um anschließend detailliert den Material- (vgl. Kap. IV.3) und Methodeneinsatz (vgl. Kap. IV.4) sowie die Auswertungsmethoden (vgl. Kap. IV.5, S. 124) zu beschreiben.

IV.1 Konzeption und Anlage der Datenerhebung

Die Datenerhebung dieser Studie wurde einmalig durchgeführt, um mit Hilfe dieser erhobenen Daten die postulierte Modellstruktur empirisch zu überprüfen. Diese Datenerhebung lag vor der Durchführung einer Unterrichtseinheit (vgl. Kap. IV.3.1, Abbildung 20). Die Schüler bearbeiteten während der Untersuchung einen Fragebogen (Vortest, im Folgenden mit VT bezeichnet) und nahmen darauf folgend an einer Concept Map-Partneraufgabe teil, die videographiert wurde. Anschließend folgte ein weiterer Fragebogen (Nachtest, im Folgenden mit NT bezeichnet). Die Bearbeitungsdauer von Fragebogen (VT+NT) und Concept Map-Partneraufgabe entsprach jeweils einer Doppelschulstunde (90 Minuten). Anschließend folgte eine sechswöchige Unterrichtseinheit zum Thema Sinnesphysiologie.

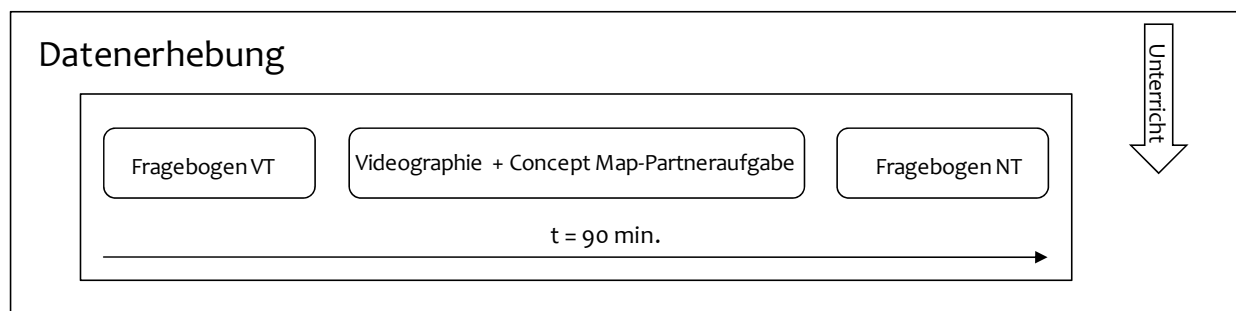


Abbildung 20: Übersicht zur Konzeption der Datenerhebung, die verschiedenen Erhebungen lagen direkt hintereinander, d. h. der Erhebungszeitraum wurde nicht unterbrochen, VT = Vortest, NT = Nachtest, t = zeitlicher Rahmen

Die Stichprobe umfasste 60 Schüler, die aus fünf Berliner Gymnasialklassen und einem FE-Kurs⁵⁰ (Gymnasialkurs) einer Gesamtschulklasse ausgewählt wurden. Die Stichprobenziehung ergab

⁵⁰ Die Berliner Gesamtschule bietet bestimmte Kurse nach dem FEGA-Prinzip an, d. h. dass in diesen Fächern leistungsdifferenziert unterrichtet wird, um den unterschiedlichen Anforderungen der einzelnen Schüler gerecht zu werden. GA-Kurse bilden den Fundamentaltbereich (grundlegende Fähigkeiten, Fertigkeiten und Kenntnisse), Niveau-

sich einerseits durch Einwilligung der Schüler und ihrer Einverständniserklärung und ihren Erziehungsberechtigten zur Datenerhebung mittels Videographie, andererseits traf der unterrichtende Lehrer bei mehr als 10 Probanden in einer Klasse eine Auswahl.

Die Probanden füllten jeweils einen Begleitfragebogen aus ($N_{FB} = 60$) und wurden anschließend für die Videographie zu Dyaden zusammengefasst, so dass jeweils fünf Schülerpaare pro Klasse an der Videographie teilgenommen haben ($N_{Video} = 30$). Aufgrund der Kombination unterschiedlicher Erhebungsinstrumente (Begleitfragebogendaten, Concept Maps und Videographie) mit verschiedenen Analyseebenen (Dyaden und Individuen) wurde die vorliegende Stichprobe auf Dyadenniveau gebracht, indem das arithmetische Mittel aus den beiden individuellen Begleitfragebogendaten der jeweiligen Dyade gebildet wurde.

Diese Gesamtstichprobe ($N_{Gesamt} = 60$) setzte sich aus 33 Schülerinnen (55%) und 27 Schülern (45%) zusammen. Das Geschlechterverhältnis entsprach damit der normalen Geschlechterverteilung an Gymnasien.

Die Schüler besuchten Klasse acht (Schnellläuferklasse)⁵¹ bis zehn. Das Alter der Schüler lag zwischen 12 und 17 Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 14,1 Jahren, wobei die Mehrzahl der Schüler (60%) zwischen 14 und 15 Jahren alt war.

Tabelle 2: Übersicht Stichprobe

	Anzahl der Schülerpaare	Anzahl der Schüler	Altersdurchschnitt	Anteil Mädchen	Anteil Jungen
Datenerhebung	30	60	14,1 Jahre	55% (33)	45% (27)

Im Rahmen der demographischen Datenerhebung wurden die Schüler gefragt, in welcher Sprache sie zu Hause kommunizierten, um Rückschlüsse auf ihre Sprachsozialisation zu bekommen. Vier Schüler gaben an, dass ein Elternteil mit ihnen nicht auf deutsch kommuniziert, drei Schüler redeten zuhause mit beiden Elternteilen nicht in der deutschen Sprache. Ein Schüler machte diesbezüglich keine Angaben.

stufe I; FE-Kurse stellen den Erweiterungsbereich dar (über den Grundlehrstoff hinaus eine Erweiterung mit dem Ziel der selbständigen und vertiefenden Arbeit), Niveaustufe II. Darüber hinaus gibt es F-Kurse für besonders leistungsstarke Schüler sowie A-Kurse für leistungsschwache Schüler.

⁵¹ Schnellläuferklassen wurden in Berlin u. a. deshalb eingerichtet, um das Konzept der Hochbegabtenförderung umzusetzen. Schüler dieser Schnellläuferklassen werden bereits in der 5. Klasse statt regulär nach der 6. Klasse in das Berliner Gymnasium aufgenommen und überspringen zusätzlich eine Klassenstufe. Der Stoff der fehlenden Klassenstufe wird vor-, bzw. nachgearbeitet, so dass die Schüler am Ende der Klasse 10 die Rahmenplanziele der regulären Bildungsgänge erreichen, womit die Schnellläufer-Laufbahn abgeschlossen ist.

IV.2 Übersicht über die eingesetzten Erhebungsinstrumente

In der vorliegenden Studie wurde versucht, das Konstrukt Kommunikationskompetenz mittels der Erhebungsinstrumente Begleitfragebogen, Concept Maps und Videographie zu erfassen. Die nachfolgende Tabelle (vgl. Tabelle 3) gibt zunächst eine Übersicht über das eingesetzte Material (Begleitfragebogen und Concept Maps) sowie die Erhebungsmethode (Videographie) und ordnet die jeweils gemessenen Konstrukte zu. Die differenzierte Beschreibung der drei eingesetzten Erhebungsinstrumente erfolgt in den Kapiteln IV.3.2, IV.3.3 und IV.4.

Tabelle 3: Überblick über die Erhebungsinstrumente und ihre erfassten Konstrukte; VT=Vortest; NT=Nachtest; KFT_R=Kognitiver Fähigkeitstest; CM-Partner=Concept Map Partneraufgabe

Erhebungsinstrument	Gemessenes Konstrukt	Anzahl der Items	
Fragebogen (VT)	Demographische Angaben	8	
	Vorwissen Sinnes- und Neurophysiologie	16	
	Vorwissen Unterrichtseinheit	4	
	Wortschatz 1a (Willenberg)	5	
	Wortschatz 1b (KFT_R)	6	
	Selbsteinschätzung	Wortschatz 2	5
		Verbalisierungsfähigkeit	4
Kommunikationsfähigkeit		4	
Videographie + CM-Partner	Domänenspezifisches deklaratives Wissen	/	
	Wortschatz	/	
	Argumentstruktur	/	
	Argumentationsprozess	/	
	Audience Design	/	
	Wissenskonstruktion (CM-Partner)	/	
Fragebogen (NT)	Kontrollvariablen	Individuelles Interesse	3
		Situationales Interesse	3
		Gesprächssozialisation	4
		Gesprächspartnerbeziehung	3

IV.3 Material

Das vorliegende Kapitel gliedert sich in drei Teile und beschreibt detailliert das in der Studie verwendete Material. Im ersten Teil wird die sich an die Datenerhebung anschließende Unterrichtseinheit skizziert, um einen groben Eindruck der Situation zu vermitteln, in deren Vorfeld die Datenerhebung stattgefunden hat (vgl. IV.3.1). Anschließend folgt die Beschreibung des Begleiterhebungsinstruments Fragebogen (vgl. Kap. IV.3.2), mit dessen Items ausgewählte Variablen in Anlehnung an den theoretischen Hintergrund erhoben werden (vgl. Kap. IV.2). Im dritten Teil wird die Erhebungsmethode Concept Map dargestellt, die eingesetzt wurde, um die Kommunikationssituation anzuregen und um die gemeinsamen Wissenskonstrukte der Dyaden zu analysieren (vgl. Kap. IV.3.3).

IV.3.1 Unterrichtsmodule der Einheit „Rauschdrogen im Straßenverkehr“

Die Konzeption der vorliegenden modularen Unterrichtseinheit basiert auf dem Konzept des BMBF-Projekts „Biologie im Kontext“ und stützt sich demnach auf die Bildungsstandards im Fach Biologie (KMK, 2005a) sowie auf den Berliner Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I, Jahrgangsstufe 7–10, Gesamtschule/Gymnasium, Fach Biologie (Senatsverwaltung für Bildung Jugend und Sport Berlin, 2006). Der Fokus bei der Konzeption lag auf dem Bereich der Kommunikationskompetenz. Diese auch zu den Handlungsdimensionen zählende Kompetenz kann nicht inhaltsfrei vermittelt werden, weshalb in der Unterrichtseinheit auch der Kompetenzbereich Fachwissen (inhaltliche Dimension) und z. T. auch der Kompetenzbereich Erkenntnisgewinnung berücksichtigt wurden. Die Unterrichtseinheit, in der es in den zur Datenerhebung zur Verfügung stehenden Klassen um die Vermittlung des Sinnesorgans Auge und das Zentralnervensystems (ZNS) ging, stand in dem Kontext „Rauschdrogen im Straßenverkehr“.⁵²

Kontext

Der Kontext liefert die thematische Grundlage für den konkreten Unterricht, d. h. dass biologische Fakten nicht allein Unterrichtsgegenstand sind, sondern diese Fachinhalte notwendige Bausteine darstellen zur Erarbeitung eines Kontextthemas. Der Kontext ist ein übergeordneter Themenbereich, der aus der Lebenswelt der Lernenden stammt, persönliche und/oder gesellschaftliche Relevanz besitzt und eine alltägliche Fragestellung impliziter Komplexität aufweist (weitere Ausführungen des Kontextbegriffs z. B. Parchmann et al., 2001; Nentwig et al., 2005).

Die Kontextorientierung leitet sich aus Erkenntnissen der Lehr-Lern-Forschung ab, die Lernen nicht als eine Übertragung von Inhalten, sondern entsprechend einem konstruktivistischen Grundverständnis als einen aktiven und individuellen Konstruktionsprozess des einzelnen Lernenden versteht (Terhart, 1999; Duit, 1995; Dubs, 1995). Das situierte Lernen beschreibt das erworbene Wissen immer gebunden an den Kontext, in dem gelernt wird. Durch Anwenden der Wissensbestände in verschiedenen Bereichen kann das ursprünglich kontextgebundene Wissen gelöst und übertragen werden.

⁵² Ebenfalls wurde für die Unterrichtseinheit ein Modul Ohr entworfen, das an dieser Stelle aber nur der Vollständigkeit halber erwähnt werden soll (vgl. die vorliegenden Unterrichtsmaterialien der bik-Aufgaben-CD, bik-Lehrersetz-Berlin, 2008).

Der vorliegende Kontext „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ eignet sich nach der beschriebenen Definition, um der geplanten Unterrichtseinheit eine didaktische Struktur zu verleihen. Im Folgenden werden die einzelnen Unterrichtsmodulare der Unterrichtseinheit „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ kurz dargestellt. Für einen detaillierten Überblick sowie zur Einsicht des vollständigen Materials sei an dieser Stelle auf die bik-Unterrichtseinheit „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ des bik-Sets Berlin (2008) verwiesen.

Auge

Im Modul „Sehfähigkeit und deren Beeinflussung durch Alkohol und Drogen“ sollen die Schüler in Kleingruppen an Stationen Wissen über die Funktion des Auges und seine Beeinflussung durch Alkohol und Drogen sammeln (Tünnermann, Stein & Buntrock, 2008). Jeder Schüler erhält einen Laufzettel in Form eines Flyers als verbindendes Element zwischen den Stationen, das den Bezug zwischen den normalen Augenfunktionen und der jeweiligen Auswirkung durch Alkohol und Drogen herstellt. Die Schüler sollen dadurch die Auswirkungen von Alkohol und Drogen auf die normalen Sehfunktionen erkennen und die Folgen interpretieren.

Das Modul ist für ca. sechs Schulstunden konzipiert, in denen zunächst die Anatomie des Auges (zeitlicher Rahmen: zwei bis drei Schulstunden) als Wissensvoraussetzungen für die darauf folgende Arbeit an Stationen behandelt wird. Grundlegende Sozialform ist hier die Partner- oder Gruppenarbeit um den kommunikativen Aspekt zu betonen. Mit Hilfe eines Zeitungsartikels soll der Kontext „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ hergestellt werden. Dieser Alltagsbezug soll die Schüler zur Problemfindung und Entwicklung von Fragestellungen führen.

In der folgenden Stationenarbeit (zeitlicher Rahmen: zwei bis drei Unterrichtsstunden) wird die interindividuelle Schülerkommunikation methodisch gefordert. An vier Stationen wird der Einfluss von Alkohol und Drogen auf die Sehfähigkeit unter der besonderen Berücksichtigung des Kontextes Straßenverkehr vermittelt:

- 1) Objektgröße und Objektentfernung
- 2) Blendeffekt – Sehschärfe durch Pupillenweite
- 3) Sichtwinkel – Tunnelblick
- 4) Sehschärfe durch Linsenkrümmung und Funktion des Ziliarmuskels

Zum Abschluss des Moduls soll das in der Stationenarbeit neu erworbene Wissen in einem „Ratgeber für Gleichaltrige“ zusammengefasst und vernetzt werden (zeitlicher Rahmen: eine Unterrichtsstunde). Ebenfalls wird der zu Beginn des Moduls einführende Zeitungsartikel vervollständigt, so dass hier alle Informationen über die Beeinflussung der Sehfähigkeit durch Alkohol und Drogen zusammenfassend enthalten sind.

Nervensystem

Das Modul „Nervensystem und dessen Beeinflussung durch Alkohol und Drogen“ (Winterhalter, Wolke-Scheuermann & Großmann, 2008) ist für ca. sieben Unterrichtsstunden konzipiert und besteht aus vier Teilen:

- Erregungsübertragung zwischen zwei Nervenzellen (zeitlicher Rahmen: zwei Unterrichtsstunden)

- Anatomie und Funktion des Gehirns (zeitlicher Rahmen: zwei Unterrichtsstunden)
- Wirkung von Alkohol im Gehirn (zeitlicher Rahmen: eine Unterrichtsstunde)
- Wirkung von Cannabis im Gehirn (zeitlicher Rahmen: zwei Unterrichtsstunden)

Der Einstieg ins Thema „Erregungsleitung im ZNS“ wird zu Beginn des Nervensystem-Moduls mit Hilfe eines Demonstrationsexperimentes gefunden, um anschließend die Erregungsübertragung zwischen Nervenzellen mit einem interaktiven Lernprogramm zu vermitteln.

In den folgenden Unterrichtsstunden werden Anatomie und Funktion des Gehirns erarbeitet, wobei hier die Methode der arbeitsteiligen Gruppenarbeit im Mittelpunkt steht. Die Schüler müssen während der Erarbeitung in Gruppen sowie bei der Ergebnispräsentation in verschiedenen Sozialformen kommunizieren und argumentieren.

Die beiden vertiefenden Unterrichtsmodulteile „Wirkungen von Alkohol im Gehirn“ und „Wirkung von Cannabis im Gehirn“ werden in den Kontext Straßenverkehr gestellt.

IV.3.2 Skalendokumentation des Begleitfragebogens

Die begleitenden Fragebogen dienten der subjektiven Einschätzungen in Bezug auf verschiedene Kontrollvariablen (u. a. Wissen, Wortschatz, Verbalisierungsfähigkeit, Kommunikationsfähigkeit) sowie der Erfassung der Konstrukte Interesse, Gesprächssozialisation und Gesprächspartnerbeziehung, die insgesamt mittels Videographie in dieser Form nicht erhoben werden konnten. In Bezug auf die Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* konnte die Qualität dieser Konstrukte erhoben werden, indem die fachlich korrekten Schülerantworten gemessen wurden. Im Vergleich dazu wurden in den Videoanalysen nur die Häufigkeiten der vorkommenden Variablen gemessen (vgl. Kap. IV.4 und Kap. VI.2.4).

Im Folgenden wird Stellung zu den angewandten Qualitätskriterien genommen. Anschließend werden die Skalen des Vor- und Nachtests mit ihren zugehörigen Items beschrieben (vgl. Kap. IV.3.2.1 sowie Kap. IV.3.2.2).

Itemanalyse

Die Qualität eines Test oder Fragebogens ist abhängig von der Art und der Zusammensetzung der Items, aus denen er besteht. Die Itemanalyse ist deswegen ein zentrales Instrument der Testkonstruktion und Testbewertung, in deren Verlauf die psychometrischen Itemeigenschaften als Kennwerte bestimmt und anhand vorgegebener Qualitätsstandards beurteilt werden (Bortz & Döring, 2006, S. 217). Als Kennwerte dienen Itemschwierigkeit, Trennschärfe und die Reliabilität der Gesamtskala (Cronbachs Alpha). Sie werden im Folgenden kurz dargestellt, um dann in der Skalendokumentation jeweils mit angegeben zu werden.

Schwierigkeitsindex

Items besitzen unterschiedliche Lösungs- bzw. Zustimmungsraten, die als Itemschwierigkeiten quantifizierbar sind (Bortz & Döring, 2006, S. 218). Die Itemschwierigkeit wird durch einen Index gekennzeichnet, der dem Anteil derjenigen Personen entspricht, die das Item richtig lösen oder bejahen (Bortz & Döring, 2006, S. 218). Der Schwierigkeitsindex ist bei schwierig zu beantwortenden Fragen niedrig und bei leicht zu beantwortenden Fragen hoch. Items mit niedrigen oder hohen Schwierigkeitsindexen gelten als unbrauchbar. In der Regel werden Items aus der Skala selektiert, die einen Schwierigkeitsindex unter .20 oder über .80 besitzen (Bortz & Döring, 2006, S. 219).

Trennschärfekoeffizient

Der Trennschärfe eines Items ist zu entnehmen, wie gut das gesamte Testergebnis aufgrund der Beantwortung eines einzelnen Items vorhersagbar ist (Bortz & Döring, 2006, S. 219). Eine hohe Trennschärfe bedeutet also, dass das Item zwischen den Probanden im Sinne des Gesamttests zu differenzieren vermag, d. h. Probanden mit hoher Merkmalsausprägung lösen ein Item „richtig“, Probanden mit niedriger dagegen nicht.

Der Trennschärfekoeffizient gilt als wichtiges Kriterium zur Beurteilung der Brauchbarkeit eines Items. Er ist definiert als der Korrelationskoeffizient zwischen der Aufgabenantwort und dem Gesamtskalenwert (Bühl, 2008, S. 501). Der Gesamtskalenwert wird dabei als Summe aller Items berechnet, wobei auf die richtige Itempolung geachtet werden muss.

Grundsätzlich sind möglichst hohe Trennschärfen erstrebenswert. Weise (1975, S. 219, zitiert nach Bortz & Döring, 2006, S. 220) schlägt bei einem korrelationstypischen Wertebereich von -1 bis $+1$ Werte zwischen $.30$ und $.50$ als mittelmäßig, Werte größer $.50$ als hoch vor.

Die Trennschärfe eines Items hängt von seiner Schwierigkeit ab: Je extremer die Schwierigkeit, desto geringer die Trennschärfe. Bei sehr leichten und sehr schweren Items nimmt die Trennschärfe ab. Items mit mittleren Schwierigkeiten besitzen die höchsten Trennschärfen (Bortz & Döring, 2006, S. 220).

Reliabilitätskoeffizient

Der Reliabilitätskoeffizient ist ein wichtiger Kennwert zur Beurteilung des Gesamttests. Er ist das Maß der Genauigkeit, mit der ein Merkmal durch den Test erfasst wird. Der Maßwert Cronbachs Alpha liegt zwischen 0 und 1 . Ein guter Test sollte nach Bortz & Döring (2006, S. 199) eine Reliabilität von über $.80$ aufweisen, Reliabilitäten über $.90$ gelten als hoch. Lienert & Raatz (1994, S. 14) weisen darauf hin, dass zum Gruppenvergleich hinsichtlich eines Merkmals eine Reliabilität zwischen $.50$ und $.70$ als ausreichend beurteilt werden kann. Auch Bortz & Döring (2006, S. 198) geben Hinweise über die Verwendung von Cronbachs Alpha. Hier sollte nach Meinung der Autoren im Zusammenhang mit Wissenstests Cronbachs Alpha nicht zu streng bewertet werden, da Wissenstests aufgrund der unterschiedlichen Inhalte einzelner Fragen als heterogen einzustufen sind, wobei Cronbachs Alpha die Reliabilität dann unterschätzt (Bortz & Döring, 2006, S. 198).

Skalenbildung

In der Regel werden einzelne Items zu sogenannten Skalen zusammengefasst, um übergeordnete Konstrukte zu erfassen, die selbst nicht direkt messbar sind und durch die einzelnen Items operationalisiert werden. In der vorliegenden Studie sind die Items so formuliert worden, dass sie möglichst umfassend Merkmale oder Bedingungen der Kommunikationskompetenz abbilden. Die Analysen haben überwiegend einen explorativen Charakter, indem die Bildung von Skalen auch als ein Ergebnis der Analyse betrachtet werden kann (Backhaus et al., 2003). Die Skalenbildung für die vorliegende Arbeit wird ungeachtet ihres teilweisen „Ergebnischarakters“ im Methodenteil beschrieben.

IV.3.2.1 Vortest

Mit dem Vortest wurden Personendaten, das themenspezifische Vorwissen der Probanden sowie ihr allgemeiner Wortschatz erhoben. Des Weiteren enthielt der Vortest Selbsteinschätzungsitems zum Wortschatz, zur Sprachbeherrschung und zur Kommunikationsfähigkeit.

Die Skalen wurden in einem ersten Schritt nach der klassischen Testtheorie mit dem Programm SPSS 15.0 berechnet. Aufgeführt sind i. d. R. sowohl die deskriptiven Werte auf der Item-Ebene als auch auf der Skalenebene. Die Angaben zu den Items beinhalten Mittelwerte (M), Standardabweichung (SD) und Trennschärfe (r_{it}). Die tabellarischen Darstellungen beinhalten nur die in die Skala mit aufgenommenen Items. Auf Skalenebene wird die Reliabilität (Cronbachs Alpha), der Mittelwert (M), die Standardabweichung (SD) sowie die für die Berechnungen zugrunde liegenden Stichprobengröße (N) angegeben. Für eine detaillierte Darstellung der einzelnen Items des Vor- und Nachtest wird an dieser Stelle auf den Anhang verwiesen (vgl. Kap. IX.3).

Personendaten

Die Probanden wurden zur Anonymisierung der Fragebogen aus datenschutzrechtlichen Gründen angewiesen, ein persönliches Kennzeichen bestehend aus den Initialen der Vornamen des Vaters und der Mutter sowie dem Geburtstag der Mutter (vierstellig, TTMM) zu erstellen.

Der Fragebogen erfasste neben den demografischen Angaben (Alter, Geschlecht) auch die Zugehörigkeit zur Schule, um eine Zuordnung der Personen zu den weiteren Erhebungsinstrumenten zu erleichtern. Auch wurde erfragt, ob die Probanden im Elternhaus in deutscher oder anderer Sprache kommunizierten. Ebenfalls wurde nach dem Lieblingsfach und der Biologienote des letzten Halbjahres gefragt, um eine breitere Einschätzung des individuellen Interesses sowie des individuellen Leistungsstandes zu erhalten.

Vorwissen

Die Konzeption der Wissensitems basiert auf den theoretischen Überlegungen und Vorarbeiten von Kramer et al. (2005) sowie Nerdel (2003). Der vorliegende Begleitfragebogen wurde an die Lerninhalte sowie die Lerngruppe angepasst.

Der Wissensbegriff der vorliegenden Arbeit ist domänenspezifisch definiert und besteht aus dem Aspekt Faktenkenntnis. Faktenkenntnis besteht aus dem Erinnern von z.B. Fachtermini und Definitionen. Zusätzlich kann der Grad an Faktenwissen als guter Prädiktor für die Problemlösekompetenz⁵³ herangezogen werden (Friege & Lind, 2003, S. 70-71).

Im Vortest wurde das domänenspezifische Vorwissen der Schüler abgefragt. Der Vorwissenstest enthielt Items zum Wissen im Bereich Sinnes- und Neurophysiologie sowie Items, die einen expliziten Bezug zum Kontext und so zu den Inhalten der Unterrichtseinheit aufwiesen. In den Begleitfragebogen wurde auf eine Erhebung des Verständnisses verzichtet, da davon ausgegangen

⁵³ Problemlösen stellt die Fähigkeit dar, in einer gegebenen Situation konzeptuelles Verständnis anzuwenden, um Vorhersagen zu treffen, Fehler zu beheben oder eine Umgestaltung zu planen, weshalb Problemlösen auch als Anwendungsfall für konzeptuelles Verständnis gesehen werden kann (Leutner et al., 2004). Konzeptuelles Verständnis beschreibt das anwendbare Wissen über Zusammenhänge, Phänomene und Ereignisse sowie Veränderungen.

wird, dass das Thema Sinnes- und Neurophysiologie unbekannt war und somit an dieser Stelle ein Verständnis eher unwahrscheinlich ist.

Vorwissen zur Sinnes- und Neurophysiologie

Der vorliegende Vorwissenstest bestand ursprünglich aus 18 Items, die konstruiert wurden, um das themenspezifische Vorwissen zu erheben, die das Faktenwissen im Umfeld des Themas abfragen (vgl. Kap. IX.3). Es wurden folgende Items konstruiert:

- Kenntnis des Grundbauplans und der Strukturen des menschlichen Auges (Bildbeschriftung, 12 Items)
- Anatomie des Auges (1 Item, Single-Choice)
- Kenntnisse über den Sehvorgang und die daran beteiligten Organe (1 Item, offen)
- Beteiligte Strukturen an der Auslösung von Signalübertragungen (1 Single-Choice Item)
- Kenntnisse über das ZNS und seine Teile (3 Items, davon 2 offene Items, 1 Single-Choice Item)

Zwölf Items mussten über die richtige Zuordnung von vorgegebenen Begriffen zu einer Abbildung beantwortet werden. Die Auswertung erfolgte über eine Punktevergabe für jede richtige Zuordnung. Drei Items sind in Form von Single-Choice-Fragen formuliert und bieten jeweils vier Antwortvorgaben an, von denen nur eine richtig ist. Die offenen Items wurden nach folgendem Bewertungssystem codiert: Werden richtige Strukturen genannt, wird ein Punkt vergeben, wobei der Begriff korrekt im fachwissenschaftlichen Sinn sein muss (vgl. Kap. II).

Die Skalenanalyse hat eine Aufteilung der gesamten Vorwissensskala in die beiden Wissensgebiete Auge und ZNS ergeben, die nachfolgend dargestellt sind. Die Darstellung enthält nur noch die in die Skala aufgenommenen Items.⁵⁴

Im Folgenden werden zunächst die verwendeten Items und ihre Kennwerte dargestellt. Dabei werden in einem ersten Schritt der Testabschnitt genannt sowie die dazugehörigen Variablenamen und die Anzahl der Variablen. Nachfolgend werden diesbezüglich die Datenquelle, der Variablenlabel, das Item und seine Antwortkategorien präsentiert. Wurden alle zu einem Testteil gehörigen Items dargestellt, folgt hierzu jeweils die Skalenbildung.

Vorwissenstest Sinnesphysiologie Auge

Variablenname	Vorw_1a_VT, Vorw_1b_VT, Vorw_1c_VT, Vorw_1d_VT, Vorw_1e_VT, Vorw_1f_VT, Vorw_1g_VT, Vorw_1h_VT, Vorw_1i_VT, Vorw_1j_VT, Vorw_1k_VT, Vorw_1l_VT, Vorw_2_VT
Anzahl der Variablen	13 (vgl. Fußnote 54)

⁵⁴ Der Vollständigkeit halber sind alle in der Studie eingesetzten Items im Anhang aufgeführt (vgl. Kap. IX.3).

IV Material und Methoden

Datenquelle	Kramer – neu – (In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)
Variablenlabel	Vorw_1a_VT, Vorw_1b_VT, Vorw_1c_VT, Vorw_1d_VT, Vorw_1e_VT, Vorw_1f_VT, Vorw_1g_VT, Vorw_1h_VT, Vorw_1i_VT, Vorw_1j_VT, Vorw_1k_VT, Vorw_1l_VT: Ordne den unten stehenden Begriffen jeweils den korrekten Buchstaben aus der Abbildung zu und schreibe den Buchstaben unter den richtigen Begriff.
Kategorien	0 falsch 1 richtig
Datenquelle	Kramer – neu – (In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)
Variablenlabel	Vorw_2_VT: Die Pupille des menschlichen Auges ist dunkel, weil...
Kategorien	1 A (falsch = 0) 2 B (falsch = 0) 3 C (richtig = 1) 4 D (falsch = 0)

Tabelle 4: Tabellarische Übersicht zur Skala Vorwissen Sinnes- und Neurophysiologie, Teil Auge

Variablen	Item	r_{it}	M	SD	Antwortformat
Vorw_1a_VT	Vorwissen Auge, Hornhaut/ Cornea	.214	.53	.50	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_1b_VT	Vorwissen Auge, Lederhaut	.503	.27	.45	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_1c_VT	Vorwissen Auge, Aderhaut	.528	.24	.43	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_1d_VT	Vorwissen Auge, Netzhaut/ Retina	.316	.31	.46	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_1e_VT	Vorwissen Auge, Linse	.425	.81	.39	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_1f_VT	Vorwissen Auge, Glaskörper	.606	.53	.50	Zuordnung Begriff-Bild

IV Material und Methoden

Vorw_ig_VT	Vorwissen Auge, vordere Augenkammer	.471	.63	.49	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_ih_VT	Vorwissen Auge, Linsenbänder	.688	.61	.49	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_ii_VT	Vorwissen Auge, Ziliarmuskel	.577	.44	.50	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_ij_VT	Vorwissen Auge, Blinder Fleck	.626	.41	.50	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_ik_VT	Vorwissen Auge, Gelber Fleck	.638	.41	.50	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_il_VT	Vorwissen Auge, Regenbogenhaut	.462	.24	.43	Zuordnung Begriff-Bild
Vorw_2_VT1	Vorwissen Auge, Augenhintergrund	.093	.22	.42	Single-Choice

Cronbachs Alpha = .830 ($M = .43$; $SD = .27$; $N = 59$)

Die Schwierigkeitsindizes der 13 Items lagen zwischen .22 und .81. Ein Item blieb unterhalb des empfohlenen Minimalwertes von .20 und fiel aus diesen Gründen aus der Skala heraus (vgl. Fußnote 54). Der Test war inhaltlich homogen, da er den Wissensbereich Auge abfragte und erreichte eine befriedigende Reliabilität, Cronbachs Alpha = .830 ($M = .43$; $SD = .27$; $N = 59$).

Vorwissenstest Sinnes- und Neurophysiologie ZNS

Variablenname Vorw_4_VT, Vorw_5_VT, Vorw_6_VT

Anzahl der Variablen 3 (vgl. Fußnote 54)

Datenquelle Kramer – neu –
(In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)

Variablenlabel Vorw_4_VT:
Welche Aufgabe haben Transmitter im Körper? Sie ...

Kategorien 1 A (falsch = 0)
2 B (falsch = 0)
3 C (richtig = 1)
4 D (falsch = 0)

Datenquelle Kramer – neu –
(In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)

IV Material und Methoden

Variablenlabel	Vorw_5_VT: Limbisches System, Großhirn, Hypothalamus und Brücke sind Teile des menschlichen Gehirns! Kennst du weitere Teile?
Kategorien	0 falsch 1 richtig
Datenquelle	Kramer – neu – (In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)
Variablenlabel	Vorw_6_VT: Welcher Teil des Zentralen Nervensystems liegt nicht im Kopf?
Kategorien	0 falsch 1 richtig

Tabelle 5: Tabellarische Übersicht zur Skala Vorwissen Sinnes- und Neurophysiologie, Teil ZNS

Variablen	Item	r_{it}	M	SD	Antwortformat
Vorw_4_VT	Vorwissen ZNS, Sie leiten Informationen von Nervenzelle zu Nervenzelle weiter.	.138	.19	.39	Single-Choice
Vorw_5_VT	Vorwissen ZNS, Kleinhirn, Hypophyse, Zwischenhirn, Hirnstamm (Stammhirn), Nachhirn, Mittelhirn, Medulla Oblongata	.121	.32	.47	Halboffen
Vorw_6_VT	Vorwissen ZNS, Rückenmark	.234	.14	.35	Halboffen

Cronbachs Alpha = .286 ($M = .21$; $SD = .26$; $N = 59$)

Die Analyse der ursprünglichen vier Items zeigte, dass die Aufgaben zu schwer für die Probanden waren. Die Schwierigkeitsindizes lagen zwischen .17 und .32. Ein Item (Schwierigkeitsindex .12) blieb weit unterhalb des empfohlenen Minimalwertes von .20 und fiel aus diesen Gründen aus der Skala heraus. Da Skalen mindestens aus drei Items bestehen sollen, wurden alle weiteren Items in die Skala mit aufgenommen. Der Test war inhaltlich homogen, da er den Wissensbereich ZNS abfragte, erreichte aber keine zufriedenstellende Reliabilität (Cronbachs Alpha = .286). Ebenfalls ist die Trennschärfe der Items nicht befriedigend $r_i = .121$; .138; .234.

Vorwissen zum Kontext der geplanten Unterrichtseinheit

Diese ursprünglichen sechs Items beziehen sich auf Vorwissensinhalte, die explizit in Zusammenhang mit dem gewählten Kontext und der geplanten Unterrichtseinheit „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ stehen. Zu den folgenden Themen wurden Items im Single-Choice-Format konstruiert:

- funktionelle Einheiten des Auges (4 Items)
 - Funktion des gelben Flecks
 - Funktion und Mechanismus der Iris
 - Mechanismus der Lichtanpassung
 - Funktionsweise des Ziliarmuskels
- Kenntnis des Grundbauplans und der Strukturen eines Neurons (1 Item)
- Erregungsweiterleitung zwischen Neuronen (1 Item)

Vorwissenstest Unterrichtseinheit

Variablenname	Fakt_1_VT, Fakt_2_VT, Fakt_3_VT, Fakt_4_VT
Anzahl der Variablen	4 (vgl. Fußnote 54)
Datenquelle	Kramer – neu – (In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)
Variablenlabel	Fakt_1_VT: Die Iris des Auges...
Kategorien	1 A (richtig = 1) 2 B (falsch = 0) 3 C (falsch = 0) 4 D (falsch = 0)
Datenquelle	Kramer – neu – (In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)
Variablenlabel	Fakt_2_VT: Wie nennt man die Stelle des schärfsten Sehens?
Kategorien	1 A (falsch = 0) 2 B (richtig = 1) 3 C (falsch = 0) 4 D (falsch = 0)
Datenquelle	Kramer – neu –

IV Material und Methoden

	(In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)
Variablenlabel	Fakt_3_VT: Es gibt im Auge einen Mechanismus für die Anpassung an verschiedene Lichtstärken. Kreuze die richtige Antwort an!
Kategorien	1 A (richtig = 1) 2 B (falsch = 0) 3 C (falsch = 0) 4 D (falsch = 0)
Datenquelle	Kramer – neu – (In Anlehnung an Kramer, 2005; Nerdel, 2003)
Variablenlabel	Fakt_4_VT: Welcher der folgenden Stoffe ist nicht unmittelbar an der Erregungsweiterleitung von Nervenzelle zu Nervenzelle beteiligt?
Kategorien	1 A (falsch = 0) 2 B (falsch = 0) 3 C (falsch = 0) 4 D (richtig = 1)

Tabelle 6: Tabellarische Übersicht zur Skala Vorwissen zum Kontext und zur geplanten Unterrichtseinheit

Variablen	Item	r_{it}	M	SD	Antwortformat
Fakt_1_VT	... vergrößert und verkleinert die Lichteinfallöffnung am Auge.	.295	.59	.50	Single-Choice
Fakt_2_VT	Gelber Fleck	.219	.56	.50	Single-Choice
Fakt_3_VT	Die Regenbogenhaut verkleinert die Lichteinlassöffnung bei Helligkeit.	.286	.12	.33	Single-Choice
Fakt_4_VT	Adrenalin	.242	.20	.41	Single-Choice

Cronbachs Alpha = .416 ($M = .25$; $SD = .23$; $N = 59$)

Aufgrund des mangelnden Vorwissens zum vorliegenden Thema der Unterrichtseinheit war zu erwarten, dass die Items geringe Schwierigkeitsindizes zeigten. Diese geringen Antwortwahrscheinlichkeiten hatten einen Einfluss auf die Reliabilität des Vorwissenstests zum Kontext und zur geplanten Unterrichtseinheit (Cronbachs Alpha = .416).

Die Itemanalyse ergab, dass zwei Items aus dem Test entfernt werden mussten: das Item Fakt_5_VT erwies sich als zu schwer (Schwierigkeitsindex .09) und nicht trennscharf ($r_{it} = .192$). Ebenfalls wurde das Item Fakt_6_VT ausgeschlossen, da es zu schwer (Schwierigkeitsindex .19) und nicht trennscharf ($r_{it} = -.095$) war. Demnach besteht die Skala Vorwissen (Fakt_VT) aus vier Items, die einen Cronbachs Alpha von .416 aufweisen ($M = .25$; $SD = .23$; $N = 59$).

Das begleitende Testinstrument Fragebogen hatte vermutlich aufgrund der verschiedenen Skalen eine für die Probanden belastende Gesamttestlänge (vgl. Kap. VI.2.4). Aus diesem Grund wurde bei der Testkonstruktion darauf geachtet, dass in den einzelnen Bereichen nicht zu viele Items eingesetzt wurden. Das hatte allerdings den Nachteil, dass bei der Analyse der Spielraum zur Itemelimination begrenzt war.

Verbales Wissen

Die vorliegende Skala zum verbalen Wissen besteht aus insgesamt zwölf Items, die biologische und nicht biologische Wörter abfragen. Die Skala ist in zwei Teile gegliedert, deren Items aus unterschiedlichen bestehenden Skalen entnommen wurden und im Folgenden mit 1a und 1b bezeichnet werden.

Wortschatz 1a

Die vorliegenden fünf Items wurden aus dem Wortschatztest von Willenberg (2007b) entnommen. Mit ihnen wurde die aktive Verfügbarkeit von Worten aus den nach Willenberg (2007b, S. 136-138) beschriebenen Kompetenzniveaus Basiswortschatz, Konkreta+Abstrakta sowie Fachwörter erhoben (vgl. Kap. IX.3). Zwei Aufgaben bestanden aus einem Satz, in dem ein Wort fehlte. Die Probanden sollten nun aus ihrem individuellen Wortschatz ein passendes Verb auswählen, dass den Satz richtig vervollständigte. Die drei restlichen Items waren Teil einer Bildbeschriftung, bei der drei Gegenstände mit korrekten Begriffen bezeichnet werden sollten.

Wortschatz 1a

Variablenname	WS_1_VT, WS_2_VT, WS_3_VT, WS_4_VT, WS_5_VT,
Anzahl der Variablen	5

Datenquelle	Wortschatz nach Willenberg (Willenberg, 2007b)
Variablenlabel	WS_1_VT: Finde jeweils einen genaueren Ausdruck für das durchgestrichene Verb „sagen“ und schreibe es jeweils in die Lücken! Hanna sagte zu Frank: „ Mit dir gehe ich nicht mehr zum Konzert. Denn du hast mich vor meiner besten Freundin schlecht gemacht.“ Frank sagte ____: „Das stimmt überhaupt nicht. Sie ist über dich hergezogen.“
Kategorien	o falsch

	1 andere, aber richtige Bezeichnung 2 richtige Bezeichnung
Datenquelle	Wortschatz nach Willenberg (Willenberg, 2007b)
Variablenlabel	WS_2_VT: Finde jeweils einen genaueren Ausdruck für das durchgestrichene Verb „sagen“ und schreibe es jeweils in die Lücken! Hanna sagte zu Frank: „ Mit dir gehe ich nicht mehr zum Konzert. Denn du hast mich vor meiner besten Freundin schlecht gemacht.“ Hanna sagte ____ daraufhin: „Meine beste Freundin würde das niemals tun.“
Kategorien	0 falsch 1 andere, aber richtige Bezeichnung 2 richtige Bezeichnung
Datenquelle	Wortschatz nach Willenberg (Willenberg, 2007b)
Variablenlabel	WS_3_VT: Gib dem Bild einen Titel!
Kategorien	0 falsch 1 andere, aber richtige Bezeichnung 2 richtige Bezeichnung
Datenquelle	Wortschatz nach Willenberg (Willenberg, 2007b)
Variablenlabel	WS_4_VT, WS_5_VT: Bezeichne die beiden nummerierten Gegenstände mit korrekten Begriffen!
Kategorien	0 falsch 1 andere, aber richtige Bezeichnung 2 richtige Bezeichnung

IV Material und Methoden

Tabelle 7: Tabellarische Übersicht zur Skala Wortschatz 1a

Variablen	Item	r_{it}	M	SD	Antwortformat
WS_1_VT	Wortschatz nach Willenberg: erwiderte	.070	.15	.49	Ergänzung
WS_2_VT	Wortschatz nach Willenberg: entgegnete	.358	.97	.26	Ergänzung
WS_3_VT	Wortschatz nach Willenberg: Trödelmarktstand, Marktstand	.190	.03	.45	Bildbeschriftung
WS_4_VT	Wortschatz nach Willenberg: Grammophon	.403	.31	.68	Bildbeschriftung
WS_5_VT	Wortschatz nach Willenberg: Ofen	.300	.73	.67	Bildbeschriftung

Cronbachs Alpha = .458 ($M = 6.19$; $SD = 1.49$; $N = 59$)

Die aus den fünf Items gebildete Summenskala weist einen Cronbachs Alpha von .458 auf. Hier liegt ein Wortschatztest mit heterogenem Wissensanteil vor, der nach Berücksichtigung der von Bortz & Döring (2006) sowie Lienert & Raatz (1994) beschriebenen Ausführungen dennoch in die Berechnungen mit aufgenommen wird.

Wortschatz 1b

Die ursprünglich sieben Items des Fragebogens Wortschatz 1b wurden aus dem Kognitiven Fähigkeitstest (KFT_R) für 4.-12. Klassen aus dem verbalen Teil entnommen (Heller & Perleth, 2000). Die Items im Single-Choice-Format fragten passiv Wortfelder sowie Wortbedeutungen ab (vgl. Kap. IX.3).

Drei Items aus dem Bereich Wortschatz des KFT_R waren wie folgt aufgebaut: Es wurde jeweils ein Begriff vorgegeben und aus fünf vorgegebenen Antwortmöglichkeiten sollte diejenige ausgewählt werden, die zu diesem Begriffswortfeld am ehesten passt (Oberbegriff oder Synonym). Vier Items aus dem KFT_R Bereich Wortklassifikation fragten nach Bedeutungen vorgegebener Begriffe: Aus einer Gruppe von vier Antwortmöglichkeiten musste die jeweilige Wortbedeutung herausgefunden werden.

Wortschatz 1b

Variablenname	WS_6a_VT, WS_6b_VT, WS_7a_VT, WS_7b_VT, WS_7c_VT, WS_7d_VT,
Anzahl der Variablen	6 (vgl. Fußnote 54)

Datenquelle

Wortschatz nach KFT_R (Heller & Perleth, 2000)

Variablenlabel

WS_6a_VT:

Kreuze das passende Wort an, das aus einer Reihe von fünf Wörtern am ehesten zu dem fettgedruckten Wort passt.

Kategorien	<p>schwer</p> <p>1 A (falsch = 0)</p> <p>2 B (richtig = 1)</p> <p>3 C (falsch = 0)</p> <p>4 D (falsch = 0)</p> <p>5 E (falsch = 0)</p>
Datenquelle	Wortschatz nach KFT_R (Heller & Perleth, 2000)
Variablenlabel	WS_6b_VT: Kreuze das passende Wort an, das aus einer Reihe von fünf Wörtern am ehesten zu dem fettgedruckten Wort passt.
Kategorien	<p>Detail</p> <p>1 A (falsch = 0)</p> <p>2 B (falsch = 0)</p> <p>3 C (richtig = 1)</p> <p>4 D (falsch = 0)</p> <p>5 E (falsch = 0)</p>
Datenquelle	Wortschatz nach KFT_R (Heller & Perleth, 2000)
Variablenlabel	WS_7a_VT: Welche Bedeutung haben folgende Worte? Kreuze an!
Kategorien	<p>zoomen</p> <p>1 A (richtig = 1)</p> <p>2 B (falsch = 0)</p> <p>3 C (falsch = 0)</p> <p>4 D (falsch = 0)</p>
Datenquelle	Wortschatz nach KFT_R (Heller & Perleth, 2000)
Variablenlabel	WS_7b_VT: Welche Bedeutung haben folgende Worte? Kreuze an!
Kategorien	<p>Boom</p> <p>1 A (falsch = 0)</p> <p>2 B (richtig = 1)</p> <p>3 C (falsch = 0)</p> <p>4 D (falsch = 0)</p>
Datenquelle	Wortschatz nach KFT_R (Heller & Perleth, 2000)

IV Material und Methoden

Variablenlabel	WS_7c_VT: Welche Bedeutung haben folgende Worte? Kreuze an! Akkommodation
Kategorien	1 A (richtig = 1) 2 B (falsch = 0) 3 C (falsch = 0) 4 D (falsch = 0)
Datenquelle	Wortschatz nach KFT_R (Heller & Perleth, 2000)
Variablenlabel	WS_7d_VT: Welche Bedeutung haben folgende Worte? Kreuze an! Trommelfell
Kategorien	1 A (falsch = 0) 2 B (falsch = 0) 3 C (falsch = 0) 4 D (richtig = 1)

Tabelle 8: Tabellarische Übersicht zur Skala Wortschatz 1b

Variable	Item	r_{it}	M	SD
WS_6a_VT	Welches Wort passt am ehesten zum Wort „schwer“?	.020	.83	.39
WS_6b_VT	Welches Wort passt am ehesten zum Wort „Detail“?	-.391	.96	.21
WS_7a_VT	Welche Bedeutung hat das Wort „zoomen“?	-.073	.70	.47
WS_7b_VT	Welche Bedeutung hat das Wort „Boom“?	.066	.48	.51
WS_7c_VT	Welche Bedeutung hat das Wort „Akkomodation“?	.066	.48	.51
WS_7d_VT	Welche Bedeutung hat das Wort „Trommelfell“?	.165	.43	.51

Cronbachs Alpha = .016 ($M = 3.53$, $SD = 1.12$; $N = 23$)

Die Itemanalyse ergab einen Cronbachs Alpha von .016. Dieser Wert ist für die Verwendung von Teilen einer bestehenden Skala aus dem KFT_R mehr als überraschend. Ein Item (WS_6c_VT) war zu leicht, da es von allen Schülern richtig beantwortet wurde. Es wurde demnach aus der Skala entfernt. Deutlich wird sofort, dass dieser Wortschatztest anscheinend zu schwer für die Schüler war, da nur 23 Probanden diesen Teil überhaupt bearbeitet haben. Ebenfalls ist anzunehmen, dass die vorliegende Skala ein multivariablen Konstrukt abbildet und unterschiedliche Aspekte des verbalen Wissens misst, was durch eine Faktorenanalyse bestätigt wurde. Aus Gründen der besseren Nachvollziehbarkeit wird die Skala in Form einer Summenskala dargestellt, in der die Anzahl der richtigen Antworten in absoluten Zahlen angegeben ist. In der Diskussion in

Kap. VI.2.4 muss eingehend erörtert werden, warum diese Items eines anerkannten Testinstruments eine Skala bilden, die mit Cronbachs Alpha=.016 nicht zu verwenden ist.

Selbsteinschätzungen

Unter Selbstkonzept werden die aus einem entsprechenden deklarativen Wissen hervorgehende Einschätzung der eigenen Leistungsfähigkeit verstanden (Helmke, 1992, S. 20). Im Folgenden werden die Items zur Selbsteinschätzung zu den Skalen Wortschatz, Verbalisierungsfähigkeit und Kommunikationsfähigkeit dargestellt.

Wortschatz 2

Die Skala Wortschatz 2 beinhaltet Selbsteinschätzungsitems bezüglich des eigenen Wortschatzes. Sie enthält ein vierstufiges Antwortformat in Form einer Likert-Skala.

Datenquelle	Selbsteinschätzung Wortschatz 2			
Variablenlabel	Wortsch_1,	Wortsch_2_rec,	Wortsch_3,	Wortsch_4, Wortsch_5_rec
Anzahl der Variablen	5			
Kategorien	0 trifft nicht zu 1 trifft etwas zu 2 trifft ziemlich zu 3 trifft völlig zu			

Tabelle 9: Tabellarische Übersicht zur Skala Selbsteinschätzung Wortschatz 2

Variablen	Item	r_{it}	M	SD
Wortsch_1	Ich lerne gerne neue Begriffe und integriere sie in meinen Wortschatz.	.479	1.81	.90
Wortsch_2_rec ⁵⁵	Mir macht es große Schwierigkeiten mich genau und richtig auszudrücken.	.373	2.43	.90
Wortsch_3	Ich habe einen großen Wortschatz.	.628	2.09	.75
Wortsch_4	Mir fallen für Wörter oft gleichbedeutende andere Bezeichnungen ein.	.693	1.77	.73
Wortsch_5_rec	Mir fällt es schwer, in einem Gespräch einen Inhalt erneut, aber mit anderen Worten zu erklären.	.452	2.32	.78

Cronbachs Alpha = .748 ($M = 2.08$; $SD = .58$; $N = 47$)

⁵⁵ „rec“ bedeutet, dass das Item für die Auswertung recodiert wurde und im Originalfragebogen negativ formuliert gewesen ist.

Die vorliegende Skala weist eine akzeptable Reliabilität auf und wird in die Datenauswertung mit aufgenommen.

Verbalisierungsfähigkeit und Sprachbeherrschung

Die Items der Skala Verbalisierungsfähigkeit/ Ausdrucksfähigkeit sind dem Individual Difference Questionnaire (IDQ) von Paivio und Harshman (1983) entnommen. Sie fragten die verbalen Fähigkeiten in Form des guten sprachlichen Ausdrucks ab. Das Antwortformat der Skala VerbAusdr liegt in Form einer vierstufigen Likert-Skala vor.

Datenquelle	Individual Difference Questionnaire (IDQ) (Paivio & Harshman, 1983)		
Variablenlabel	VerbAusdr_1, VerbAusdr_4	VerbAusdr_2_rec,	VerbAusdr_3_rec,
Anzahl der Variablen	4		
Kategorien	0 trifft nicht zu 1 trifft etwas zu 2 trifft ziemlich zu 3 trifft völlig zu		

Tabelle 10: Tabellarische Übersicht zur Selbsteinschätzung der Verbalisierungsfähigkeit/ Ausdrucksfähigkeit

Variablen	Item	<i>r</i> _{it}	<i>M</i>	<i>SD</i>
VerbAusdr_1	Ich kann mich sprachlich klar und verständlich ausdrücken.	.431	2.34	.64
VerbAusdr_2_rec	Ich habe oft Ideen, die ich nur mit Schwierigkeiten ausdrücken kann.	.520	2.17	.87
VerbAusdr_3_rec	Ich habe häufig Schwierigkeiten, anderen Leuten Dinge mit Worten zu erklären.	.536	2.49	.62
VerbAusdr_4	Ich kann meine Gedanken gut in Worte fassen	.692	2.06	.79

Cronbachs Alpha = .742 (*M* = 2.27; *SD* = .55; *N* = 47)

Die Skala weist mit eine akzeptable Reliabilität auf und wird in die Datenauswertung mit aufgenommen.

Kommunikationsfähigkeit

Die Selbsteinschätzung der eigenen Kommunikationsfähigkeit sollten mit Hilfe der folgenden Items abgebildet werden. Das Antwortformat liegt in Form einer vierstufigen Likert-Skala vor.

IV Material und Methoden

Datenquelle	Kramer – neu
Variablenlabel	Kom_1, Kom_2, Kom_3, Kom_4
Anzahl der Variablen	4
Kategorien	0 trifft nicht zu 1 trifft etwas zu 2 trifft ziemlich zu 3 trifft völlig zu

Tabelle 11: Tabellarische Übersicht zur Selbsteinschätzung der Kommunikationsfähigkeit

Variablenlabel	Item	r_{it}	M	SD	N
Kom_1	Ich gehe in Diskussionen fast immer auf die Redebeiträge meines Gesprächspartners ein.	.172	1.70	.81	51
Kom_2	Ich höre meinem Gesprächspartner aufmerksam zu.	.265	2.24	.79	51
Kom_3	Mir ist es wichtig meine Meinung in Diskussionen darzustellen.	.161	2.15	.87	51
Kom_4	Wenn ich jemandem etwas erkläre, versuche ich mir vorher vorzustellen, was er zu einem Thema schon weiß.	.187	1.43	.91	50

Cronbachs Alpha = .362

Die vorliegende Skala wird aufgrund ihrer schlechten Reliabilität lediglich in Form von einzelnen Items verwendet. Inhaltlich werden hier unterschiedliche Konzepte abgebildet, die sich nicht in einer Skala messen lassen. Aus diesem Grund sind nur die einzelnen Items dargestellt.

IV.3.2.2 Nachtest

Mit dem Nachtest wurden das Interesse, die subjektive Einschätzung der Gesprächspartnerbeziehung und der Gesprächssozialisation erhoben.

Interesse

Es wurden zwei Skalen – individuelles und situationales Interesse – von Urhahne (2002) zur Erhebung des Interesses eingesetzt. Beide Formen des Interesses wurden im selben Test erhoben, da die Studie nicht in einem Pre-Posttest-Design konzipiert war (vgl. Kap. IV.1). Üblicherweise wird das individuelle Interesse als stabiles Persönlichkeitsmerkmal vor der Unterrichtseinheit, das situationale Interesse als induzierte Variable nach der Unterrichtseinheit erhoben.

Beide Skalen besitzen ein vierstufiges Antwortformat in Form einer Likert-Skala.

Individuelles Interesse

Das individuelle Interesse an Naturwissenschaften und dem Fach Biologie wurde mit Hilfe von drei Items operationalisiert, die die Vorliebe sowie die Art der Beschäftigung für diese Domäne erfragten.

Datenquelle	Urhahne (2002)
Variablenlabel	IndInt_1, IndInt_2, IndInt_3,
Anzahl der Variablen	3
Kategorien	0 trifft nicht zu 1 trifft etwas zu 2 trifft ziemlich zu 3 trifft völlig zu

Tabelle 12: Tabellarische Übersicht zum individuellen Interesse

Variablen	Item	r_{it}	M	SD
IndInt_1	Ich lese privat gerne über naturwissenschaftliche Themen.	.391	0.67	.84
IndInt_2	Ich spreche gerne mit Freunden über naturwissenschaftliche Themen.	.574	0.65	.93
IndInt_3	Ich finde Biologieunterricht interessant.	.377	1.75	.91

Cronbachs Alpha = .633 ($M = 1.02$; $SD = .68$; $N = 51$)

Die Skala wies einen zufriedenstellenden Cronbachs Alpha auf und wurde in die Berechnungen der Daten mit aufgenommen.

Situationales Interesse

Das situationale Interesse wurde in der vorliegenden Arbeit in der Form verwendet, dass die Schüler angeben konnten, ob sie Interesse am Thema der kommenden Unterrichtseinheit „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ hatten. Das situationale Interesse wurde mit Hilfe von drei Items operationalisiert, die die Vorliebe zum Thema erfragten.

Datenquelle	Urhahne (2002)
Variablenlabel	SitInt_1, SitInt_2, SitInt_3_rec,
Anzahl der Variablen	3
Kategorien	0 trifft nicht zu 1 trifft etwas zu 2 trifft ziemlich zu 3 trifft völlig zu

Tabelle 13: Tabellarische Übersicht zum situationalen Interesse

Variablen	Item	r_{it}	M	SD
SitInt_1	Ich finde das Thema „Sinnesorgane – Nervensystem – Drogen“ sehr interessant.	.851	1.54	.92
SitInt_2	Das Thema macht mir viel Spaß.	.784	1.29	.85
SitInt_3_rec	Ich finde das Thema langweilig.	.757	2.02	.96

Cronbachs Alpha = .896 ($M = 1.59$; $SD = .84$; $N = 51$)

Die Skala wies eine gute Reliabilität auf (Cronbachs Alpha = .896) und wurde in die Berechnungen der Daten mit aufgenommen.

Gesprächspartnerbeziehung

Das Abschätzen des Wissens des Gesprächspartners spielt eine wichtige Rolle in der Kommunikationssituation (Bromme et al., 2004; Clark, 1992; Horton & Keysar, 1996, vgl. Kap.II.4.3.3). Über die Beziehung zum Gesprächspartner können Rückschlüsse gezogen werden, wie viel der Sprecher über den Wissensstand seines Gesprächspartners weiß. Das Antwortformat der vier Items lag in Form einer vierstufigen Likert-Skala vor.

Datenquelle	Kramer – neu
Variablenlabel	GP_Bez_1, GP_Bez_2, GP_Bez_3, GP_Bez_4_rec
Anzahl der Variablen	4
Kategorien	0 trifft nicht zu 1 trifft etwas zu 2 trifft ziemlich zu 3 trifft völlig zu

Variablen	Item	r_{it}	M	SD
GP_Bez_1	Ich bin mit meinem Gesprächspartner, mit dem ich beim Filmen zusammengearbeitet habe, befreundet.	.706	2.26	1.01
GP_Bez_2	Ich habe mit meinem Gesprächspartner schon oft zusammengearbeitet.	.867	2.00	1.17
GP_Bez_3	Ich sitze im Unterricht in der Regel neben meinem Film-Gesprächspartner.	.643	1.34	1.22
GP_Bez_4_rec	Ich mag meinen Film-Gesprächspartner nicht.	.314	2.68	.84

Cronbachs Alpha=.805 (M=2.08; SD=.85; N=51)

Die Skala Gesprächspartnerbeziehung mit einer Reliabilität von Cronbachs Alpha=.805 wurde in die Berechnungen mit aufgenommen.

Gesprächssozialisation

Der Zusammenhang zwischen Kommunikation bzw. Sprache in der Familie, im sozialen Umfeld und den kommunikativen Leistungen von Schülern wurde in Kap.II.6 beschrieben (Ullrich & Kreppner, 1997). Die Items zur Gesprächssozialisation sollen einen Hinweis über die Verwendung von Sprache im außerschulischen Kontext geben. Die drei Items besaßen ein vierstufiges Antwortformat in Form einer Likert-Skala.

Datenquelle	Kramer – neu
Variablenlabel	Gespräch_K_1, Gespräch_K_2, Gespräch_K_3
Anzahl der Variablen	3
Kategorien	0 trifft nicht zu 1 trifft etwas zu 2 trifft ziemlich zu 3 trifft völlig zu

Tabelle 14: Tabellarische Übersicht zur Gesprächssozialisation

Variablen	Item	r_{it}	M	SD
Gespräch_K_1	Ich diskutiere sehr gerne mit anderen.	.213	2.20	.87
Gespräch_K_2	Bei uns zu Hause wird viel miteinander geredet.	.464	2.12	.98
Gespräch_K_3	Ich treffe mich mit Freunden, um mich mit ihnen zu unterhalten.	.236	2.02	.96

Cronbachs Alpha = .478 ($M = 2.11$; $SD = .66$; $N = 41$)

Trotz der niedrigen Reliabilität wurde die vorliegende Skala für die weitere Berechnung der Daten mit aufgenommen.

IV.3.3 Concept Map

Concept Maps gelten als externale Abbildungen bzw. Repräsentationen von Wissensstrukturen, Faktenwissen sowie Fehlkonzepten (Novak, 1990; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996; Mintzes et al., 1997; Stracke, 2004). Grundlegend dafür ist die semantische Gedächtnistheorie, die davon ausgeht, dass Wissen netzwerkartig in Begriffen und Verbindungen gespeichert wird (vgl. Kap. II.4.2.3, Kap. II.4.2.4, Kap. II.4.2.4.1). Beim Lernen werden neue Verbindungen zwischen bereits vorhandenen Begriffen und Verbindungen geknüpft sowie neue Begriffe und Verbindungen integriert (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996).

Der Einsatz von Concept Maps hat in der vorliegenden Arbeit drei methodische Intentionen: Das Erstellen einer gemeinsamen Concept Map (im Folgenden auch als partnerschaftliche Concept Map bezeichnet) durch zwei Schüler macht Wissensstrukturen sichtbar, regt die kommunikative Aushandlung von Wissen an und überwacht den Prozess der Wissenskommunikation. Konkret dienen die partnerschaftlichen Concept Maps einerseits zur Erfassung von für richtig befundenen gemeinsamen Wissensstrukturen, die durch das Schülerpaar in der Wissenskommunikation ausgehandelt und schriftlich fixiert worden sind. Andererseits waren die partnerschaftlichen Concept Maps Basis der Wissenskommunikation für die Methode der Videographie: Die Schüler waren durch die Vorgabe und Verarbeitung der Begriffe thematisch gebunden. Durch diese kontrollierte Kommunikationssituation waren die Concept Maps der Dyaden miteinander vergleichbar.

In der Fachliteratur finden sich verschiedene Bezeichnungen für einzelne Bestandteile von Concept Maps. Aus diesem Grund werden die Bestandteile für die vorliegende Arbeit im Folgenden definiert (vgl. auch Abbildung 21). Die jeweiligen Bezeichnungen in Klammern werden synonym verwendet.

Eine Concept Map (Begriffsnetz, CM) ist ein Graph, der aus Knoten (Begriffen, Konzepten) und Verbindungspfeilen zwischen diesen Knoten besteht. Dabei beschreibt bzw. erklärt die Beschriftung der Pfeile (Proposition) zusammen mit der Pfeilrichtung die Beziehung zwischen den zwei Knoten. Zwei Knoten, die mit einem beschrifteten Pfeil verbunden sind, werden als Kante (Relation) bezeichnet.

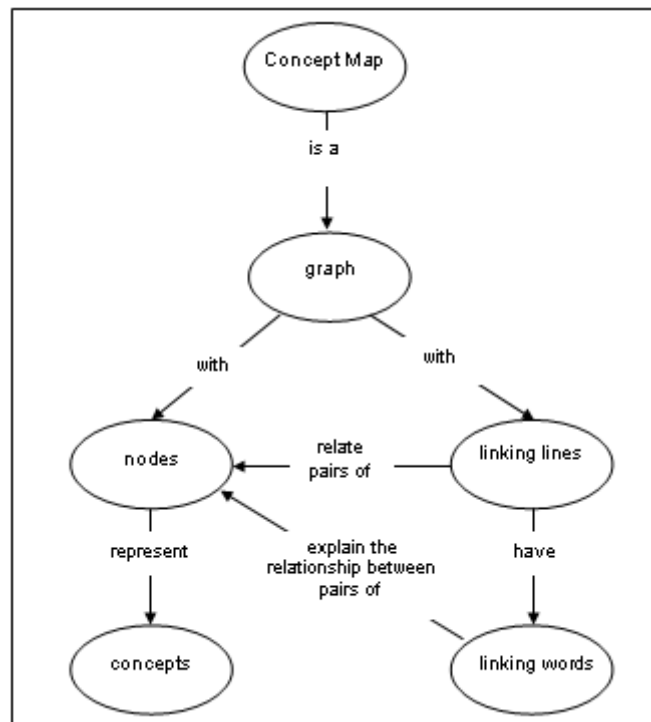


Abbildung 21: Concept Map des Begriffs Concept Map (Ruiz-Primo, 2000)

Der Einsatz von Concept Maps als Wissensdiagnoseinstrument erfordert eine Testkonstruktion nach folgenden Gesichtspunkten (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996): Es muss sich um eine Aufgabe handeln, deren Ergebnis einen Nachweis über die Wissensstruktur des Bearbeiters in einem Wissensbereich liefert. Das Antwortformat muss entsprechend zur Aufgabe und dem darzustellenden Inhalt passen. Das Bewertungsformat muss eine genaue und konsistente Bewertung ermöglichen. Diesen Notwendigkeiten wurde in der vorliegenden Konstruktion des Erhebungsinstrumentes Concept Map entsprochen; sie werden im Folgenden beschrieben.

Die Schüler wurden vor der Datenerhebung in die Methode des Concept Mappings eingeführt. Vor laufender Kamera (vgl. Kap. IV.4.1, S. 114) wurden die Schüler zur Konstruktion einer Concept Map wie folgt aufgefordert: „Stellt Euer Wissen zum Thema Sinnes- und Neurophysiologie durch die Konstruktion eines Begriffsnetzes dar.“ Zusätzlich erhielten die Schüler einen Begleitbogen zum Nachlesen, auf dem die bereits mündlich erteilten Arbeitsanweisungen und Regeln zum Vorgehen beim Concept Mapping noch einmal aufgelistet waren (vgl. Kap. IX.4).

Den Schülern wurden folgende zwölf zu verwendende Begriffe zur Verfügung gestellt: Auge, Sehnerv, Pupille, Ohr, Bogengänge, Hörnerv, Gehirn, Reaktionszeit, Alkohol/Drogen, Nervenzellen, Sinneszellen, Reiz. Die Begriffe waren auf selbstklebende Karten gedruckt, die den Schülern in einem Briefumschlag zusammen mit einem weißen DIN-A3-Blatt ausgehändigt wurden. Die Schüler mussten nicht alle Begriffe verwenden, durften allerdings keine neuen Begriffe hinzufügen. So sollte gewährleistet werden, dass die Wissenskommunikation thematisch konstant und somit vergleichbar blieb.

Die Schüler waren zum freien Mappen aufgefordert, d.h. ihnen war keine Orientierung zur Anordnung der Begriffe vorgegeben. Für das Ziehen und Beschriften der Relationen wurden den Schülern zwei verschieden farbige Stifte ausgehändigt. Sie wurden aufgefordert sich für eine Farbe jeweils zu entscheiden und ihre selbst getätigten Äußerungen in „ihrer“ Farbe zu schreiben, um im Nachhinein nachvollziehen zu können, welche Aussage von welchem Schüler getätigt wurde. Die Testleiter wiesen eingehend darauf hin, dass die Schüler in der Wissenskommunikation klar und verständlich sprechen sollten, um nutzbares empirisches Videodatenmaterial zu erhalten. Auf dieser Basis konnte dann die theoretisch angenommene Modellstruktur der Kommunikationskompetenz validiert werden. Das Concept Mapping der einzelnen Dyaden wurde jeweils videographiert. Diese Erhebungsmethode wird im folgenden Kapitel (vgl. Kap.IV.4) umfassend dargestellt.

IV.4 Erhebungsmethode

Vor dem Hintergrund des Untersuchungsfeldes der vorliegenden Arbeit erschien die Videographie einer Kommunikationssituation von zwei Schülern auf der Grundlage der Erstellung einer gemeinschaftlichen Concept Map sinnvoll. Diese Erhebungsmethode versprach detaillierte Einblicke in die fachliche Kommunikation zwischen Schülern im Biologieunterricht sowie entscheidende Rückschlüsse über verschiedene Aspekte für die Modellstrukturierung der Kommunikationskompetenz. Anhand der videographierten Kommunikationssituation sollte eine Überprüfung des aufgestellten Strukturmodells ermöglicht werden, um Schlussfolgerungen für Erweiterungen oder Einschränkungen des Modells zu ziehen.

Im Folgenden werden Erhebung (vgl. Kap. IV.4.1) und Aufbereitung (vgl. Kap. IV.4.2) der Videodaten detailliert beschrieben. Die Transkription wird aufgrund des umfangreichen Transkriptionsmanuals in Kapitel IV.4.3 gesondert beschrieben, u. a. auch, um dem Objektivitätsanspruch zu entsprechen.

IV.4.1 Erhebung der Videodaten

Seit Mitte der 1980er Jahre wurden videobasierte Beobachtungsverfahren erstmals in der empirischen fachdidaktischen Forschung eingesetzt (Fischer & Neumann, 2006). Spätestens seit den ersten TIMSS Videostudien der 1990er Jahre sind videobasierte Beobachtungsverfahren im Unterricht etablierte Erhebungsinstrumente und fester Bestandteil empirischer Unterrichtsforschung (Hiebert et al., 2003; Hugener, Pauli & Reusser, 2006; Seidel et al., 2003; von Aufschnaiter & Welzel, 2001).

Die videobasierte Unterrichtsanalyse wird in der vorliegenden Arbeit als „[...] empirische Methode zur systematischen, intersubjektiv nachvollziehbaren Beschreibung inhaltlicher und formaler Merkmale von Mitteilungen; meist mit dem Ziel einer darauf gestützten interpretativen Inferenz“ betrachtet (Früh, 2007, S. 27). Sie stellt, insbesondere in Kombination mit weiteren Erhebungsinstrumenten – hier Concept Maps und Begleitfragebogen – eine viel versprechende Methode dar, um prozessorientierte Daten zu analysieren, da diese wiederholt beobachtet und aus verschiedenen Blickwinkeln analysiert werden können. Hitzler & Messmer (2008) sehen in diesen „natürlichen“ Methoden, die sich mit weitestmöglich von dem Forscher unbeeinflussten Daten beschäftigen, bessere Verfahren der Datenerhebung, um die Wirklichkeit der an der Interaktion Beteiligten empirisch zu rekonstruieren, ohne die Wirklichkeit des Interpretationsvorgangs vorzeitig mit einwirken zu lassen. Hierzu gehören in erster Linie gesprächsanalytische Verfahren, deren Gegenstand die natürlich verlaufende Kommunikation ist (Hitzler & Messmer, 2008).

Im Folgenden wird beschrieben, wie die Datenerhebung der vorliegenden Studie durchgeführt wurde. Dabei meint Datenerhebung zunächst nur das Aufzeichnen der Schülerdialoge im Feld. Vor diesem Hintergrund werden die einzelnen Arbeitsschritte bis zur vollständigen Videoaufnahme auf einem Speichermedium – das Ende der Datenerhebung – chronologisch dargestellt.

Datenschutz

Die Aufnahme von Probanden auf Videobänder erforderte im Vorfeld der Datenerhebung eine besondere Beachtung des Datenschutzes. Die teilnehmenden Schüler sowie ihre Erziehungsbe-

rechtigten gaben eine Einverständniserklärung mit Filmerlaubnis ab, in der sie sich auch damit einverstanden erklärten, ihre Daten für wissenschaftliche Zwecke zur Verfügung zu stellen. Ebenfalls gab der Datenschutzbeauftragte des Bundeslandes Berlin für diese Studie seine Einwilligung, in den schulischen Gebäuden Filmaufnahmen durchführen zu dürfen.

Kameraskript

Die vorliegenden Videodaten sollen wissenschaftlich ausgewertet werden, weshalb gewährleistet sein muss, dass diese Erhebungsmethode anhand gemeinsamen, standardisierten und an theoretischen Gesichtspunkten orientierten Bedingungen erfolgt (Hall, 2000). Die dafür erforderlichen Prozesse wurden im Kameraskript beschrieben und mit den Kamerapersonen im Vorfeld der Erhebung trainiert (vgl. Tabelle 15).

Die Erhebungen in den Klassenräumen wurden von zwei geschulten Personen durchgeführt, die für die Überprüfung des Materials, den Auf- und Abbau der Videosituation (Aufstellen der Kamera, Bereitstellung von je fünf ein-Tisch-zwei-Stuhl-Kombinationen, Verlegung von Kabeln, Austeilen des Aufgabenmaterials) Beschriftung der Datenträger, das Filmen sowie für das Austeilen der nachgeordneten Fragebogen verantwortlich waren und für Schülerfragen während der Erhebung zur Verfügung standen.

Folgendes Kameraskript – angelehnt an Hugener et al. (2006) – wurde für die Videoaufnahmen der vorliegenden Studie verwendet:

Tabelle 15: Kameraskript nach Hugener et al. (2006)

Nr.	Regel
1	Kameraposition statisch: Aufnahme Schülerpaar (Halbfigur: Oberkörper bis zur Taille, unter Einbeziehung der angewinkelten Arme mit den Händen) und Tisch
2	Kamera geführt auf Stativ
3	Ausschließliche Dokumentation der Schüleraktivitäten inklusive der Aufgabe
4	Ton: Kameramikrofon
5	Keine Kameraschwenks, Zooms oder andere Ausschnittveränderungen nach Beginn der Aufnahme
6	Fenster im Rücken oder seitlich der Kamera, Gegenlicht vermeiden
7	Einzelne Kamerapositionen möglichst weitläufig voneinander platzieren

Die Kameraposition

Im Folgenden wird die Position der Kamera skizziert und ihre Funktion noch einmal anhand der Partnerarbeitsphase erläutert. Die Kamera lieferte aus der frontalen Perspektive einen Überblick über die Interaktionen der Schülerdyade (vgl. Abbildung 22). Dazu zählten nicht nur die verbale Kommunikation oder das zwischenmenschliche Handeln, sondern auch die aktuelle Beziehung zwischen Text und Bild beim Concept Mapping. Aus diesem Grund wurden sowohl die Gesichter der Schüler gefilmt, um die Äußerungen möglichst genau erfassen zu können, als auch die Concept Map, um im Nachhinein eventuelle Unklarheiten bezüglich der Vorgehensweise der Schüler über das Filmmaterial rekonstruieren zu können.

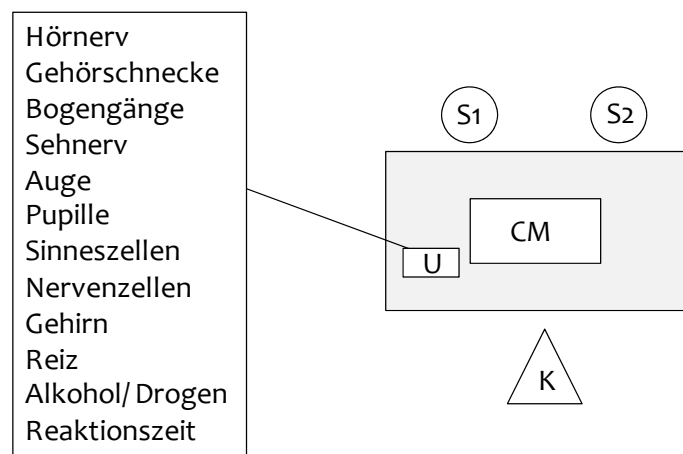


Abbildung 22: Fixierte partnerzentrierte Kamera während der Schülerarbeitsphase dargestellt aus der Vogelperspektive, S1: Schüler 1, S2: Schüler 2, CM: Concept Map, K: Kamera mit Standmikrophon, U: Umschlag

Während der gesamten Arbeitsphase der Schüler blieb die Kamera in dieser Position stehen, sie wurde nicht bewegt und die maximale Weitwinklereinstellung nicht verändert. Die Kamera wurde zur Wand ausgerichtet, damit die im gleichen Raum stattfindende Konversation weiterer Schülerpaare keinen oder nur einen minimalen Einfluss auf die Tonspur der Nachbarvideographien hatte.

Technische Ausrüstung

Die Videos wurden mit digitalen Handycams vom Typ Sony DCR_DVD-403E aufgenommen. Dabei wurden die Kameras mit einem Weitwinkelkonverter ausgestattet, der vor das Objektiv geschaltet, den Bildwinkel des Objektes vergrößert (Wide Conversion lens x0,7 VCL-HG0730X), um beide Gesprächspartner sowie die auf dem Tisch liegende Concept Map erfassen zu können. Für die Kameras sind wiederbeschreibbare doppelseitige Mini-DVDs in einer Länge von 60 Minuten und einer Speicherkapazität von 2,8 GB eingesetzt worden. Insgesamt standen zeitgleich fünf Kameras zur Aufnahme im Klassenraum bereit. Die Kameras wurden mit Strom durch Netzkabel gespeist. Zu den einzelnen Kameras gehört je ein stabiles Dreibein-Stativ (hama, Typ Gamma 74 00004274), das ausgezogen eine Länge von 160 cm erreichte. Die Kameramikrophone (Sony Gun Zoom Microphone ECM-HGZ1) waren entsprechend der Kameraaufstellung auf die Schülerpaare

gerichtet und befanden sich i.d.R. oberhalb der Köpfe der Gesprächspartner. Dieses Zoom-Mikrofon mit Richtcharakteristik entsprach der Einstellungsrichtung der Videokamera.

IV.4.2 Aufbereitung der Videodaten

Die Videoaufnahmen sind Rohdaten, die über mehrere Umwandlungsschritte in eine Datenbasis überführt werden müssen, um im Endeffekt statistische Verfahren anwenden zu können. Der wichtigste Prozess ist dabei, dass die Informationen aus dem ursprünglichen Datenmaterial nicht verloren gehen, verfälscht werden und nur minimalen begründeten Veränderungen unterzogen werden. Abbildung 23 zeigt die einzelnen Schritte der Datenaufbereitung im Überblick.

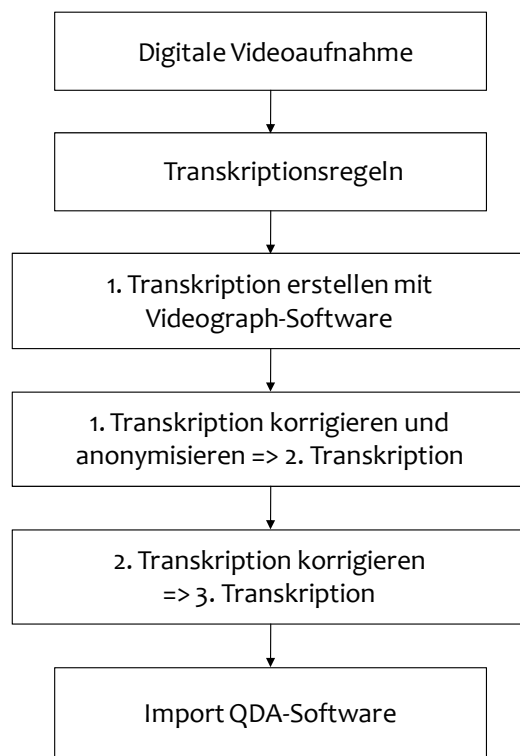


Abbildung 23: Chronologischer Ablauf der Transkription

Zunächst wurden die Videobänder mit Hilfe eines Transformationsprozesses in MPEG2-Dateien umgewandelt, gespeichert und gesichert. Anschließend folgte mit Hilfe von Transkriptionsregeln die Transkription der Videos mit der Software Videograph 4.1.4 (Rimmele, 2008), die auf dieses MPEG2-Format zugreifen kann. Die vorliegenden Ersttranskripte wurden in zwei weiteren Durchgängen korrigiert und anonymisiert. Die Kodierungen der nun als Transkripte der dritten Transkription vorliegenden Videos erfolgte mit der Software MAXqda2007 (Kuckartz, 2007). Die daraus resultierenden Daten wurden anschließend in das Statistikprogramm SPSS 15 überführt.

Je nach Transformationsprozess spricht man von Rohdaten (Videobänder), Primärdaten (MPEG2-Dateien), Sekundärdaten (transkribierte Videos), Tertiärdaten (kodierte Videos) oder Quatärdaten (Daten für Statistikprogramm) (Brinker & Sager, 2001, S. 34-35). Die Umwandlung der Primärdaten in Sekundärdaten ist der erste Schritt im Datenaufbereitungsprozess, in dem In-

formationen zwangsläufig verloren gehen, weil sie für den Forschungsprozess nicht relevant sind und dementsprechend bewusst ausgeblendet werden. Diese Umwandlung der Daten muss aus den genannten Gründen detailliert dokumentiert werden, um Ergebnisse intersubjektiv überprüfbar zu machen und so dem wissenschaftlichen Anspruch gerecht zu werden. Aus diesem Grund wird im folgenden Abschnitt die in der vorliegenden Arbeit angewandte Transkription des Datenmaterials eingehend beschrieben.

IV.4.3 Transkription

Wird gesprochene Sprache in eine schriftliche Fassung gebracht, spricht man von Transkription (lat.: trans-scribere = umschreiben) (Mayring, 2007). Die audio-visuellen Daten der Videobeobachtungen wurden für die Auswertung und Dokumentation in eine schriftliche Form gebracht, wobei Ton-Bild-Daten (Primärdaten) in Textdaten (Sekundärdaten) umgewandelt wurden. Ziel bei der Transkription war die Herstellung eines dauerhaft verfügbaren Protokolls, das mit Hilfe geeigneter Notationszeichen den Gesprächsverlauf so aufbereitet, dass es für die Auswertung und Interpretation brauchbar war (Kowal & O'Connell, 2003).

Während des Transformationsprozesses findet eine erste Reduktion und Interpretation der Daten durch den Transkribierenden statt, da die Wahl des Transkriptionssystems die spätere Auswertung der Daten beeinflusst (Morse & Richards, 2002). Bei der Übertragung von gesprochener Sprache in die schriftliche Form kommt es in der Regel – je nach Ziel und Zweck der Analyse – zwangsläufig zu Informationsverlusten. Um diese Verluste für den eigenen Untersuchungsaspekt so gering wie möglich zu halten, wird ein Transkriptionssystem geschrieben, das genau festlegt, wie die gesprochene Sprache verschriftlicht werden soll. Aus diesem Grund bezeichnen auch manche Autoren die Transkription als erste Phase der Datenanalyse (Rubin & Rubin, 2005).

Mayring (2002) unterscheidet zwischen drei Techniken der wörtlichen Transkription:

- Verwendung des internationalen phonetischen Alphabets⁵⁶,
- Verwendung der literarischen Umschrift, bei der auch Dialektfärbungen im gebräuchlichen Alphabet wiedergegeben werden,
- Übertragung in die normale Standardsprache.

Neben den Regelwerken zum internationalen phonetischen Alphabet existieren eine Reihe Transkriptionssysteme zur Übertragung des audio-visuellen Materials in die Standardsprache. Diese Transkriptionssysteme unterscheiden sich vor allem dadurch, ob und wie verschiedene Diskursmerkmale bei der Übertragung berücksichtigt werden: Sprachliche Tönungen und Betonungen, Lautstärke, Dehnungen, Sprechpausen und ihre Länge, Überlappungen zwischen den Äußerungen verschiedener Sprecher, Dialektfärbungen, Gestik, Mimik und paraverbale Äuße-

⁵⁶ Diese Variante wird in den Sozialwissenschaften nur in Ausnahmefällen praktiziert. Die meisten auf den Diskurs ausgerichteten standardisierten Transkriptionssysteme sind sehr detailgenaue Aufzeichnungssysteme mit verschiedenen Zielsetzungen wie HIAT (Halb-Interpretative ArbeitsTranskription, Ehlich & Rehbein, 1976; 1979a; 1979b), DIDA (Diskurs-Datenbank, Institut für Deutsche Sprache in Mannheim), GAT (Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem, Selting et al., 1998), CHAT (Codes for Human Analysis of Transcripts, MacWhinney, 2000) und KA (Amerikanische Konversationsanalyse).⁵⁶

rungen wie Lachen, Hüsteln, Stöhnen, nicht vollständig ausgesprochen Worte, unverständliche bzw. nicht genau verständliche Äußerungen (vgl. u.a. Kuckartz, 2007; Kallmeyer & Schütze, 1976).

Bei der Generierung eines Transkriptionsregelwerks für die vorliegende Arbeit muss demnach die Fragestellung der Studie im Fokus stehen. Auch die computerunterstützte Auswertung der vorliegenden Kommunikationsdaten engt die Auswahl eines geeigneten Transkriptionssystems ein.⁵⁷ Dennoch wird ein festes Regelsystem benötigt, das eine klare Nachvollziehbarkeit bei der Erstellung des schriftlichen Datenmaterials und eine einheitliche Gestaltung garantiert, auch weil in diesen Auswertungsprozess mehrere Personen involviert sind.

Um den wissenschaftlichen Anforderung zu entsprechen, wird diesbezüglich ein für die Zielsetzung der Studie kompatibles spezifisches Transkriptionssystem generiert (vgl. Mayring, 2002).⁵⁸ Das folgende Transkriptionsmanual ist angelehnt an die in diesem Bereich etablierten Transkriptionssysteme (u.a. Kuckartz, 2007; Kallmeyer & Schütze, 1976) und ist mit Hilfe von spezifischen Leitfragen nach Dittmar (2004), die Notwendigkeiten des Transkriptionsmanuals hinterfragen, modifiziert worden.⁵⁹

Transkriptionsregeln

Das vorliegende Transkriptionsregelwerk beinhaltet die wortgetreue Verschriftlichung des gesamten Diskurstextes in Standardsprache mit den geläufigen Regeln zur Orthografie und Zeichensetzung. Parasprachliche Informationen werden dabei in einfacher und geläufiger Form wiedergegeben, wenn sie für das Verständnis des Diskurszusammenhangs wichtig sind. Das Transkriptionssystem entspricht demnach der von Flick (1995, S. 193) ausgesprochenen Empfehlung „[...] nur so viel und so genau zu transkribieren, wie die Fragestellung [es] erfordert“.

Tabelle 16: Transkriptionsmanual; angewandte Transkriptionsregeln in der vorliegenden Arbeit (in Anlehnung an Kallmeyer & Schütze, 1976; Kuckartz, 2007)

Regel/ Konvention	Erklärung	Ankerbeispiel
Time-sampling-Verfahren	10-Sek.-Transkribiereinheit	
Sprecher-Codes	Beschreibung anhand charakteristischer Merkmale	S ₁ = Junge mit blauem Pullover, S ₂ = Junge mit rotem Pullover L = Lehrer

⁵⁷ Bestimmte Transkriptionsregeln können beispielsweise von den Suchfunktionen des anzuwendenden Textanalyseprogramms MAXqda2007 nicht erfasst werden: Ein gedehnt gesprochenes Wort wird z.B. mit Leerzeichen zwischen den Buchstaben geschrieben „G E D E H N T“. Dieses Wort kann in der auf die Transkription folgenden Kodierung durch die Software MAXqda2007 nicht als Wort, sondern nur als einzelne Buchstaben identifiziert werden.

⁵⁸ Dialektfärbungen in transkribierten Texten sind weitaus schwieriger zu lesen. Mit Blick auf die Analyse der Daten werden diese in normales Schriftdeutsch übertragen.

⁵⁹ Zur Darstellung der Leitfragen selbst sei auf Dittmar (2004) verwiesen.

IV Material und Methoden

Anonymität	Angaben, die Rückschlüsse auf eine im Dialog befindliche Person erlauben, werden anonymisiert: Statt des Namens XXX schreiben.	Mensch, XXX, nicht schon wieder!
Sprecher-Zeile	Jeder Sprechakt einer Person muss fortlaufend ohne „Enter/Return-Zeichen“ geschrieben sein.	S1: Mir ist langweilig. Und ich habe keine Lust mehr. S2: Mir geht es ähnlich. Immer diese anstrengenden Concept Maps. S1: ...
Sprecherwechsel kennzeichnen	Absätze werden durch zuvor festgelegte Sprecher-Kürzel eingeleitet, somit gekennzeichnet und durch Drücken der Enter-Taste deutlich gemacht.	S1: ... S2: ... S1: ... S2: ...
Leerzeilen	Leerzeilen müssen vermieden werden.	/
Akustisches Nicht-verstehen	Nichtverstandenes durch den Transkribierer wird mittels drei Fragezeichen in runden Klammern gekennzeichnet.	(???)
Umgangssprache	Sprachsequenzen in Mundart werden in Standard-sprache/Schriftdeutsch übersetzt; Keine Lautsprache oder Zusammenfassungen, keine Dialekte	„Ick weeiß nich.“ wird transkribiert in „Ich weiß nicht.“
Orthografisch korrekt transkribieren.	Anwendung der neuen deutschen Rechtschreibung und Zeichensetzung, Grammatikalische Fehler werden verbessert	/
Alle Äußerungen transkribieren	Grundsätzlich alle Äußerungen – auch wenn sie nicht zum Thema passen – transkribieren.	Ich war gestern im Kino.
Backchannels	Zustimmung oder Ablehnung in eckigen Klammern hinter den Backchannel schreiben.	Mhm [ja]. Hm-m [nein].
Discourse Markers	Einleitende Worte oder Verstärkungen des Gesagten werden in den fortlaufenden Text integriert.	Also,, oder?
Hesitation Indicators	Partikel werden zwischen zwei Bindestriche gesetzt und ebenfalls in das Transkript aufgenommen.	S1: Ich gehe davon aus – ähm – dass du das nun verstanden hast.
Bedeutungsvolle nonverbale Merkmale	Nonverbale Merkmale des Probanden wie Zustimmung, durch Nicken, Kopfschütteln etc. anstelle einer verneinenden Aussage, die für die Zuordnung der Äußerung von Bedeutung sind, werden in eckigen Klammern aufgeführt.	Der ganze Mist ist für mich echt ... [S1 rauft sich die Haare]
Bedeutungsleere nonverbale Merkmale	Nonverbale Merkmal des Probanden, die für die Zuordnung der Äußerung nicht von Bedeutung sind, werden gestrichen.	Gähnen, Husten, Lachen
Verhaltensbeschreibungen	Beschreibungen des Verhaltens, die für die klare Zuordnung einen Anhaltspunkt liefern, werden in eckigen Klammern geschrieben.	Meinst du so? [S1 fügt Begriff 1 neben Begriff 2]

IV Material und Methoden

Wiederholungen	Wiederholungen von Wörtern oder Satzteilen werden gestrichen, wenn sie den Inhalt der Äußerungen nicht verändern. Stattdessen werden drei Punkte in eckigen Klammern gesetzt.	Ich habe [...] dann die Aussage vorhin nicht verstanden.
Lesen der Anleitung oder des Aufgeschriebenen	Gelesener Text wird nicht transkribiert, wenn er für die Zuordnung keine Bedeutung hat. Stattdessen wird das Verhalten beschrieben.	Si liest den Text vor.
Pausen im Gespräch ⁶⁰	Sprechpausen mit Auslassungszeichen kennzeichnen.	Äh... ich dachte... ähm... dass ich dir... Moment mal... Das ist doch so:
Unvollständige Sätze 1	Nicht vollendete Sätze durch Punkte kennzeichnen.	Ich glaube aber, dass...
Unvollständige Sätze 2	Nicht vollendete Sätze im nächsten Turn weiterführen und durch Punkte kenntlich machen. Ende mit... kennzeichnen und im neuen Turn weitergeführte Sätze mit ... beginnen!	Si: Ich habe mich gefragt, ob... Si: ... ach, egal!

Durchführung der Transkription

Die Videodaten wurden mit Hilfe der Software Videograph 4.1.4 (Rimmele, 2008) transkribiert. Mit dem Videograph 4.1.4 kann eine Multimedia-Datei, hier eine filmische Aufzeichnung von Schülergesprächen, abgespielt und gleichzeitig auf demselben Bildschirm der gehörte Text im Transkriptfenster aufgeschrieben werden (vgl. Abbildung 24).

⁶⁰ Kurze Sprachpausen zwischen 250 und 2000 ms sind insbesondere bedeutsam im Rahmen kognitiver Prozesse bei natürlicher, flüssiger Sprachproduktion in Gesprächen. Butterworth (1980) führt einen Zusammenhang zwischen Sprechpausen und darauf folgenden größeren lexikalischen Einheiten an. Gespräche bestehen zu mehr als einem Drittel aus kurzen Sprachpausen (Butterworth, 1980). Währenddessen ist das Gehirn nicht inaktiv, sondern es wird angenommen, dass während dieser Hesitationen, seltene Wörter aus dem semantischen Lexikon hervorgeholt, der Inhalt und die syntaktische Struktur von Sätzen geplant und präverbal Sprachfehler erkannt und vor der Artikulation korrigiert werden (Butterworth, 1980; Goldman-Eisler, 1968). Pausen trennen sprachliche Einheiten voneinander, signalisieren die Denktätigkeit des Sprechers und gliedern sprachliche Interaktionen. Jedoch sind unterschiedlich lange Pausen nicht eindeutig zu interpretieren, ob die Pause der Wortauswahl dient oder der richtigen Wortreihenfolge. Pausen können still sein oder eine Lautäußerung enthalten („äh“).

IV Material und Methoden

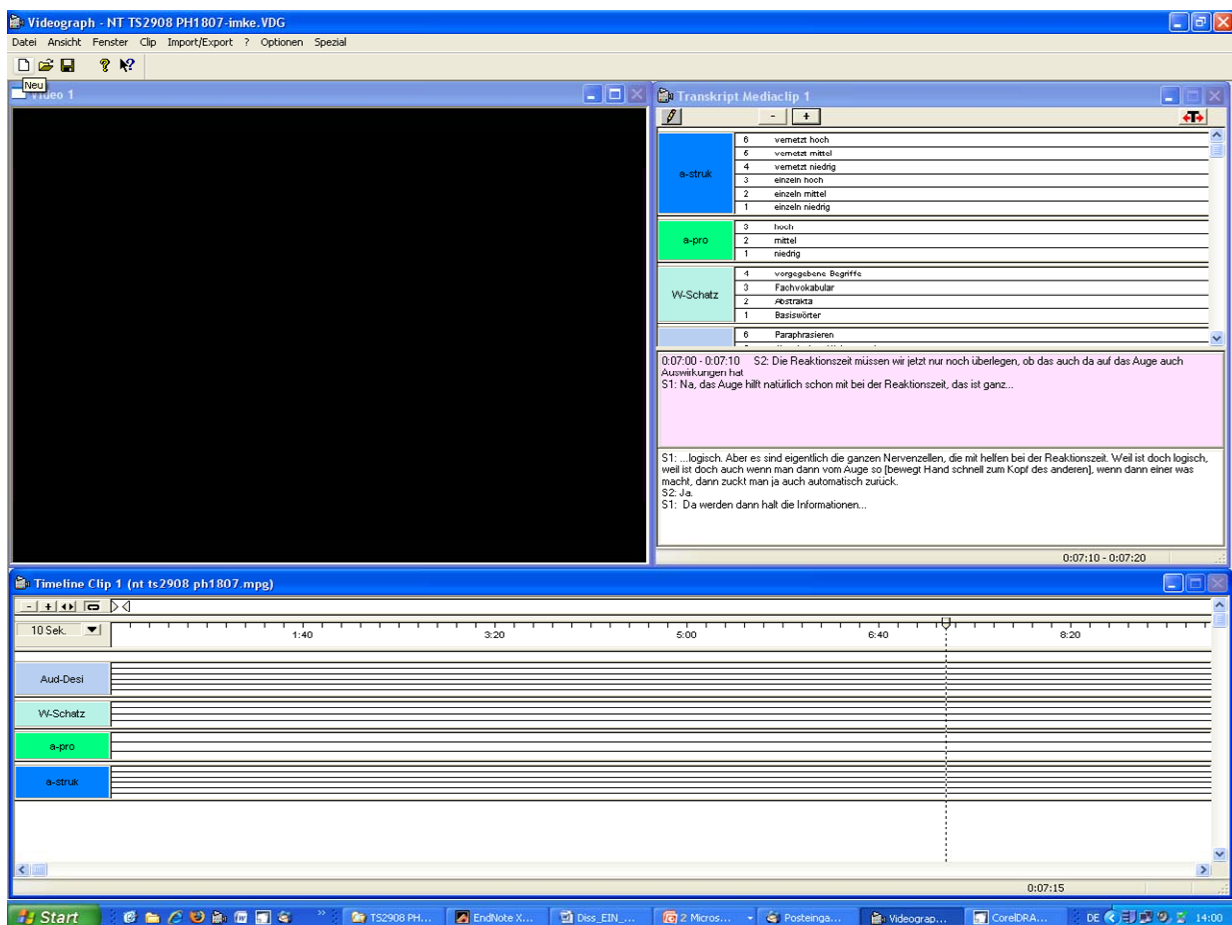


Abbildung 24: Screenshot des Videographen mit Videofenster, in dem die Schülerdyaden zu sehen sind (links oben, aus Datenschutzrechtlichen Gründen geschwärzt), Transkriptfenster (rechts oben) und Kodierleiste (unter Video- und Transkriptfenster liegend) (Rimmele, 2008)

Für die Transkription wurden im vorliegenden Fall konstante Zeitintervalle von 10 Sekunden eingestellt (timesampling-Verfahren). Sequenzen können beliebig oft angehört werden (loop-Funktion), so dass schwer Verständliches durch erneutes Anhören ggf. identifiziert werden kann. Der Videograph 4.1.4 enthält weitere wichtige Funktionen, die den Prozess des Transkribierens erheblich vereinfachen wie Zeitmarken, verschiebbare Sprungmarke, Tastaturkürzel, Einfügen von Textbausteinen mittels Tastenkombination.⁶¹ Die Transkriptionsdauer eines Videos lag in der vorliegenden Arbeit je nach Qualität der Aufnahme und der Tippgeschwindigkeit des Transkribierers zwischen dem sechs- bis zehnfachen der eigentlichen Videolänge.

Nachdem das Primärtranskript erstellt wurde, wurde in einem zweiten Schritt gesprochener und geschriebener Text kontrollierend miteinander abgeglichen und unklare Stellen ggf. aufgeklärt. In einem dritten Schritt wurde das Sekundärtranskript orthografisch korrigiert und anonymisiert, sofern dies noch nicht geschehen war. Anschließend wurde das Transkript einschließlich

⁶¹ Für die eingehende Beschreibung der Transkription mit dem Videographen wird an dieser Stelle auf die Hilfefunktion der Software (Rimmele, 2008) verwiesen.

Zeitmarken in eine externe Datei exportiert, so dass es für weitere Programme nutzbar war. Im vorliegenden Fall wurden die Transkripte in das Computerprogramm zur qualitativen Inhaltsanalyse MAXqda2007 (Kuckartz, 2007) eingelesen.

IV.5 Auswertungsmethoden

Dieses Kapitel stellt die angewandten statistischen Auswertungsmethoden dar und ist in fünf Abschnitte gegliedert. In Abschnitt eins wird die graphentheoretische Auswertung der Concept Maps beschrieben (vgl. Kap. IV.5.1). Anschließend folgt die Darstellung der Vorgehensweise zur Analyse der Videodaten (vgl. Kap. IV.5.2). Der dritte Abschnitt befasst sich mit der für die deskriptive Statistik verwendete Darstellungsform Boxplot (vgl. Kap. IV.5.3). Im vierten und fünften Abschnitt werden die für diese Arbeit zentralen statistischen Analysemethoden Korrelation und Regression dargestellt (vgl. Kap. IV.5.3 sowie Kap. IV.5.5).

Die statistischen Verfahren sind bezüglich Voraussetzungen, Gütekriterien etc. in der einschlägigen Literatur detailliert beschrieben (Bortz & Döring, 2006; Bühl, 2008; Backhaus et al., 2003). Aus diesem Grund wird an dieser Stelle lediglich auf die Fachliteratur verwiesen. Die statistischen Auswertungen der vorliegenden Arbeit erfolgten mit dem Statistikprogramm SPSS in der Version 15 für Windows.

Stichprobengröße

In der vorliegenden Studie ergab sich das Problem der Kombination der Stichprobendaten im Hinblick auf die Erhebungsebene: Die Daten aus der Videographie wurden auf Dyadenebene erhoben, die Daten aus dem Begleitfragebogen liegen auf Ebene der Individuen vor. Aus diesem Grund wurden die auf Dyadenebene vorliegenden Daten mit den gemittelten Daten der beiden Dyadenmitglieder kombiniert. Dabei kann es allerdings aufgrund der unterschiedlichen Fragebogendaten der beiden Gesprächspartner passieren, dass es zum Informationsverlust kommt. Diesem Verfahren wird in der vorliegenden Arbeit dennoch entsprochen, wenn Berechnungen in kombinatorischer Art mit den unterschiedlichen Erhebungsinstrumenten durchgeführt werden (vgl. Kap. V.2 und Kap. V.5).

Zur Verwendung der Daten aus den Videos war es nötig diese zu normieren, um so feststellen zu können, wie viel Anteile ein Gesprächspartner am Gesamtdiskurs hatte. So wurde zunächst aus den ordinalen Daten relative Häufigkeiten generiert, um mit diesen metrischen Daten die entsprechenden Analysemethoden mit ihren zugehörigen Rechenschritten anwenden zu können.

IV.5.1 Graphentheoretische Auswertung

Die Auswertung der CM erfolgte graphentheoretisch, ausgehend von den CM der Dyaden, die in der Videosituation entstanden sind. Dafür wurde die von den Schülern angefertigte Original-CM mit dem fachwissenschaftlichen Hintergrund abgeglichen und die CM auf diese Weise bewertet. Das graphentheoretische Auswertungsverfahren wird im Folgenden vorgestellt.

Die graphentheoretische Auswertung geht zurück auf Bewertungsmaße von Ossimitz (2000), Friege & Lind (2003) sowie Yin et al. (2005). In Kapitel IV.3.3 werden die verwendeten Graphenmaße zur Bewertung der partnerschaftlichen CMs kurz dargestellt (vgl. hierzu auch Kramer et al., 2008)

IV Material und Methoden

Tabelle 17: Graphenmaße und ihre Beschreibung sowie die Variablenbezeichnung der im Vortest (VT) partnerschaftlich (_p_) angefertigten Concept Maps.

Graphenmaß	Beschreibung	Variablenbezeichnung + Skalenniveau
KNO	Anzahl der verwendeten Begriffe	VT_p_KNO
KAN	Anzahl der verwertbaren ⁶² Kanten (KAN, Relation), wobei eine Kante = zwei Knoten (Begriffe), die durch einen unbeschrifteten Pfeil (KAN) oder beschrifteten Pfeil (KAN_be) verbunden sind. Es wurde zwischen fachwissenschaftlich korrekt beschrifteten Kanten (KAN_be_k) und fachwissenschaftlich falsch beschrifteten Kanten (KAN_be_f) unterschieden.	VT_p_KAN bzw. VT_p-KAN_be_k bzw. VT_p_KAN_be_f
KPX 1	Komplexitätsindex 1: Quotient aus der Anzahl an Kanten und der Anzahl an Knoten: $KPX_1 = KAN / KNO$	VT_p_KPX1 <i>metrisch</i>
KPX 2	Komplexitätsindex 2: Quotient aus der Anzahl an beschrifteter Kanten und der Anzahl an Knoten: $KPX_2 = KAN_be / KNO$	VT_p_KPX2 <i>metrisch</i>
KPX 3	Komplexitätsindex 3: Quotient aus der Anzahl an fachwissenschaftlich richtigen Kanten und der Anzahl an Knoten: $KPX_3 = KAN_be_k / KNO$	VT_p_KPX3 <i>metrisch</i>
Struktur	Strukturtyp der CM nach Yin et al. (2005), siehe unten	VT_p_St <i>nominal</i>
Struktur_zus.	Strukturtyp der CM zusammengefasst, siehe unten	VT_p_St_r <i>ordinal</i>
Umfang	Umfang ist die Summe der Knoten und korrekt beschrifteten Kanten (Ossimitz, 2000): $U = KNO + KAN_be_k$	VT_p_U <i>ordinal</i>
Net 1	Vernetztheit 1: Quotient aus zweimal der Anzahl der Kanten und der Anzahl der Knoten (verändert nach Ossimitz, 2000): $Net_1 = 2 * KAN / KNO$	VT_p_Net1 <i>metrisch</i>
Net 2	Vernetztheit 2: Quotient aus zweimal der Anzahl der beschrifteten Kanten und der Anzahl der Knoten (verändert nach Ossimitz, 2000): $Net_2 = 2 * KAN_be / KNO$	VT_p_Net2 <i>metrisch</i>
Net 3	Vernetztheit 3: Quotient aus zweimal der Anzahl der korrekt beschrifteten Kanten und der Anzahl der Knoten (verändert nach Ossimitz, 2000): $Net_3 = 2 * KAN_be_k / KNO$	VT_p_Net3 <i>metrisch</i>

Die Graphenmaße *Struktur* sowie *Struktur_zus.* werden nach Yin et al. (2005) definiert (vgl. Abbildung 25). Dabei werden folgende Strukturtypen von CM unterschieden:

⁶² Verwertbare Verbindungen sind alle diejenigen Verbindungen, die eindeutig als gerichteter Pfeil identifiziert werden können (d.h. Doppelpfeile und Verbindungen ohne Pfeilspitze werden **nicht** mitgezählt).

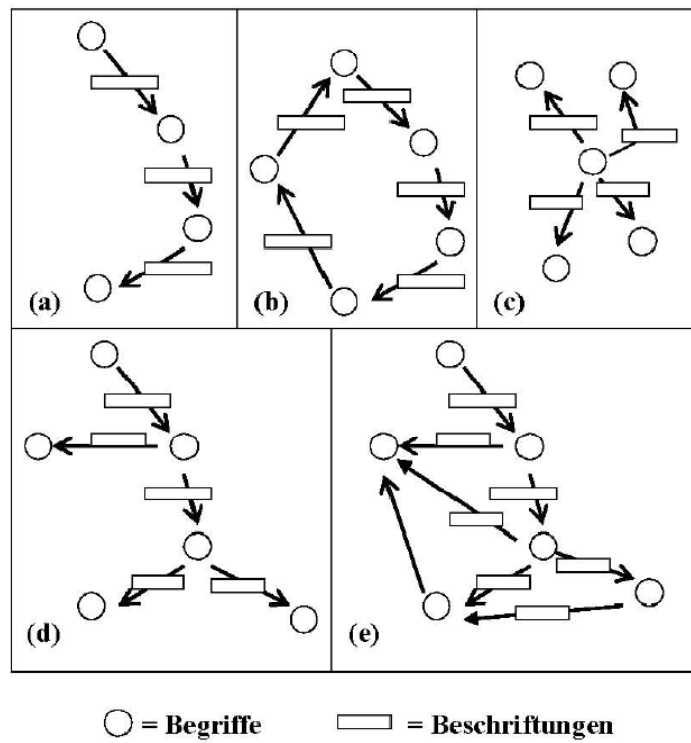


Abbildung 25: Strukturtypen nach Yin et al. (2005), (a) Lineare Verbindung, (b) Kreisstruktur, (c) Sternstruktur, (d) Baumstruktur, (e) Netzstruktur

Die Strukturen wurden so umcodiert, dass sich eine Ordinalskala mit folgenden Codierungen ergab (*Struktur_zus.*):

- 1 = nicht eindeutig („Begriffe nicht verbunden“, „Begriffe nicht eindeutig zusammen“)
- 2 = niedrige Vernetzung (Lineare Verbindung)
- 3 = mittlere Vernetzung (Stern-, Baum-, Kreisstruktur)
- 4 = hohe Vernetzung (Netzstruktur)

IV.5.2 Analyse der Videodaten

Nachdem die Videodaten in Form von Textdateien vorlagen, begann die eigentliche Analyse des Materials. Dafür wurde die qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2007) angewandt, die nachfolgend kurz dargestellt wird. Für eine eingehende Beschreibung der Methode wird an dieser Stelle auf die Fachliteratur verwiesen.

IV.5.2.1 Qualitative Inhaltsanalyse

Die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2007) stellt Verfahrensweisen zur systematischen, theorie- und regelgeleiteten Analyse von fixierter Kommunikation dar. Sie orientiert sich an dem Vorgehen der in den Kommunikationswissenschaften entwickelten quantitativen Inhaltsanalyse und überträgt sie auf qualitativ-interpretative Auswertungsschritte. In Abgrenzung zur Inhaltsanalyse ist hier die freie Interpretation auf der Grundlage intersubjektiven Verstehens nicht möglich (Mayring, 2007).

Der Grundgedanke bei der Qualitativen Inhaltsanalyse nach Mayring (2007) ist die Nutzung der Inhaltsanalyse und das Vermeiden einer voreiligen Quantifizierung, wobei eine Quantifizierung der Analyse nicht grundlegend ausgeschlossen wird. Für die Analyse werden systematisch Analyseeinheiten definiert, das Material schrittweise nach einem bestimmten Ablaufmodell durchgearbeitet und an Gütekriterien gemessen (vgl. Kap. IV.5.2.6). Dabei ist ein spezifisch formuliertes Kategoriensystem das zentrale Analyseinstrument (vgl. Kap. IV.5.2.5). So können Inhalte (z. B. Themen, Gedankengänge, Textinterpretationen), aber auch formale Aspekte des Materials analysiert werden (Mayring, 2007). Das Kategoriensystem ist einerseits Theorie geleitet, andererseits wird es induktiv ausdifferenziert, so dass relevante Faktoren für den Untersuchungsgegenstand in den Daten aufgedeckt werden. So ist eine Klassifizierung des Materials möglich (Mayring, 2007).

Folgende Definition nach Mayring (2007) konkretisiert die Qualitative Inhaltsanalyse als „Klassifikation, Festlegung der Konturen eines Untersuchungsgegenstandes in seinem Kontext, Abgrenzung gegen andere Objekte und die allgemeine Charakterisierung seiner inneren Beschaffenheit“ (S. 26). Ergänzend richtet sich die Auswertung der vorliegenden Arbeit auch nach den Vorgehensweisen der quantitativen Inhaltsanalyse, an der sich – wie oben beschrieben – die qualitative Inhaltsanalyse orientiert.

Demnach geschieht in der vorliegenden Arbeit die Auswertung der Videodaten wie folgt: Zunächst wird das Kategoriensystem deduktiv hergeleitet und anschließend induktiv erweitert, um die so umfassend gesammelten Daten zur Kommunikationskompetenz quantitativ auszuwerten.

IV.5.2.2 Entwicklung eines Kategoriensystems

Für die Analyse fachlicher Kommunikation durch Videobeobachtungen ist eine standardisierte und systematische Vorgehensweise in Anlehnung an die Qualitative Inhaltsanalyse nach Mayring (2007) notwendig, die durch ein festgelegtes Kategoriensystem mit Kodiermanual sichergestellt wird. Dabei sind Kategorien „formale und inhaltliche Kriterien, die an das Untersuchungsmaterial angelegt werden bzw. ein theoretisches Konstrukt, das zur Beantwortung der Forschungsfrage

gemessen werden muss“ (Rössler, 2005, S. 244). Diese Kriterien werden als „Summe aller Kategorien“ in einem Kategoriensystem zusammengefasst, das „[...] spezifiziert, anhand welcher Kriterien die relevanten Kodiereinheiten gemessen werden sollten“ (Rössler, 2005, S. 244). Nach Kuckartz et al. (2007) kann ein Kategoriensystem aus Ober- und Untereinheiten aufgebaut sein.

Zur vollständigen Erfassung des Gegenstandsbereiches erfolgt die Kategorienbildung in der vorliegenden Arbeit als Mischform sowohl theorie- (deduktiv) als auch empiriegeleitet (induktiv). Diese Vorgehensweise muss dabei drei Kriterien erfüllen: Sie muss auf das Datenmaterial anwendbar sein, sich sinnvoll an den Forschungsfragen der Studie orientieren und ergiebig sein im Hinblick auf das Ziel der Fragestellung.

Weitere Autoren geben an, bei der Entwicklung eines Kategoriensystem nicht zu feingliedrig und umfangreich zu werden, damit in den einzelnen Kategorien ausreichend viele Textstellen zu finden sind und vor allem die Auswertung nicht zu aufwändig wird (Kuckartz, 2007). Früh (2007) gibt für die Entwicklung des Kategoriensystems folgende Anweisungen: Die Kategorien sollten präzise, exklusiv bzw. trennscharf und vollständig sein im Hinblick auf den Bedeutungsgehalt, den sie auf der Objektebene anzeigen sollen (vgl. Abbildung 26a). Der im Fokus stehende Bedeutungsgehalt sollte repräsentiert werden und nicht darüber hinaus gehende Bereiche (vgl. Abbildung 26b). Des Weiteren sollten die Kategorien den Bedeutungsgehalt vollständig abdecken, d.h. keine Äußerungen unberücksichtigt lassen, die inhaltlich in diese Kategorie gehören (vgl. Abbildung 26c). Ebenfalls müssen die Kategorien trennscharf sein, sodass nicht mehrere Zuordnungen zu unterschiedlichen Kategorien durchgeführt werden können (vgl. Abbildung 26d).

Abbildung 26: Bezug der Kategorien zum theoretischen Konstrukt nach Früh (2007, S. 89)

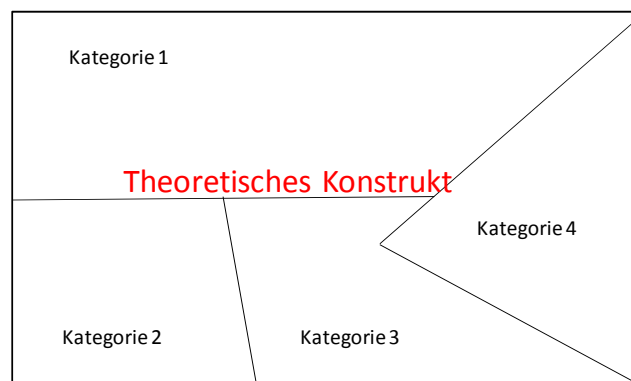


Abbildung 26a: Optimaler Bezug: vollständig, exklusiv, trennscharf

IV Material und Methoden

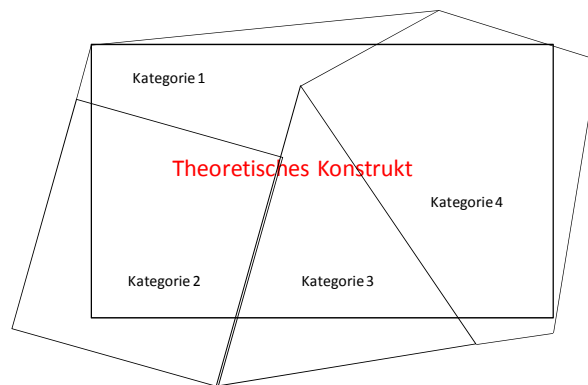


Abbildung 26b: Suboptimaler Bezug: vollständig, trennscharf, nicht exklusiv

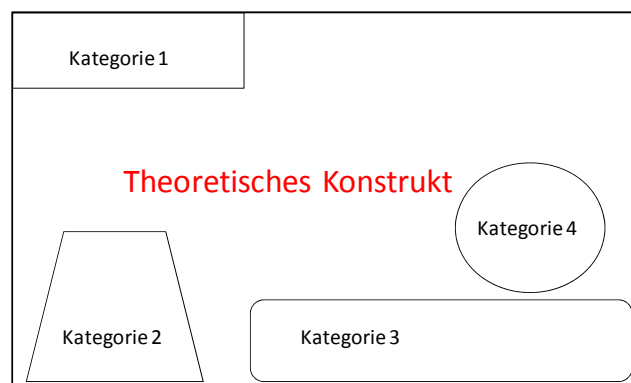


Abbildung 26c: Suboptimaler Bezug: trennscharf, exklusiv, nicht vollständig

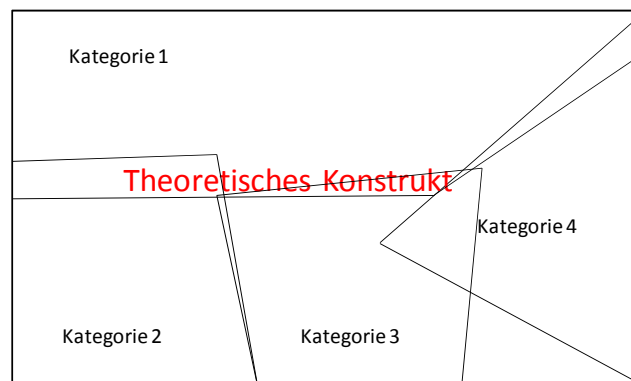


Abbildung 26d: Suboptimaler Bezug: exklusiv, vollständig, nicht trennscharf

Die Entwicklung des Kategoriensystems (vgl. Abbildung 27) vollzog sich in einem zyklischen Prozess in Anlehnung an Bos & Tarnai (1999) sowie Jacobs et al. (1999).

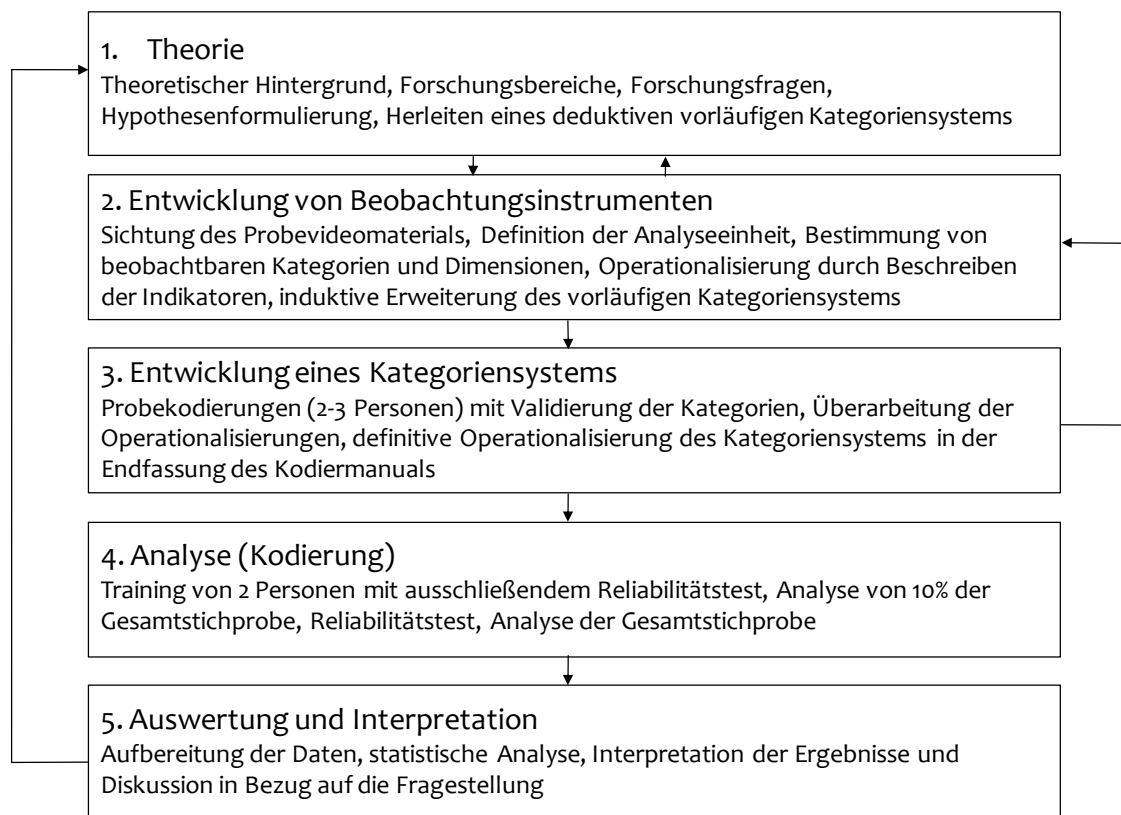


Abbildung 27: Verfahren zur Entwicklung von Kategoriensystemen für die Analyse von Videodaten, angelehnt an Bos & Tarnai (1999) und Jacobs et al. (1999)

Die Untersuchung der fachlichen Kommunikation zwischen Schülern erfolgte in der vorliegenden Arbeit entsprechend der theoretisch postulierten Konstrukte durch deduktive Kategorisierungen des *Wissens*, des *Wortschatzes*, der *Argumentstruktur*, des *Argumentationsprozesses* und des *Audience Designs* (vgl. Kap. II.5 und Kap. IV.5.2.5). Für die Analyse der Äußerungen wurde ein Kategoriensystem bestehend aus fünf Teilsystemen entwickelt, die als hoch- und/oder niedriginferent zu bezeichnen sind (vgl. Kap. IV.5.2.7). Dieses Kategoriensystem wird durch das induktive Hinzufügen weiterer Kategorien und/oder durch Differenzierung von bereits vorhandenen Kategorien erweitert und optimiert (vgl. Kap. V.2).

Im Zuge der Operationalisierung wurden die einzelnen Kategorien exakt definiert (Genauigkeitskriterium), mit Indikatoren versehen, durch Ankerbeispiele näher erläutert und voneinander abgegrenzt. Im Endeffekt entstand so ein Kategoriensystem mit disjunkten Kategorien, die sich gegenseitig ausschließen (Exklusivitätskriterium) (Wirtz & Caspar, 2002; Greve & Wentura, 2002; Rössler, 2005, S. 87; Früh, 2007, S. 86). Diese Trennschärfe des Kategoriensystems garantiert, dass während des Kodierens jeder Kodiereinheit genau ein Kategorienwert zugeordnet wird und Mehrfachnennungen innerhalb einer Kategorie nicht möglich sind. Als drittes Kriterium müssen die Kategorien qualitativer Merkmale das Exhaustivitätskriterium erfüllen, d.h. die Kategorien

sollten das Merkmal erschöpfend beschreiben (keine Restsammelkategorien). Ebenso gelten Nichtkodierungen des Materials nach Wirtz und Caspar (2002) als Verstoß beim Anwenden des zentralen Analyseinstruments Kategoriensystem.

Als Handreichung zum Kodieren einer vorliegenden Textbasis wird ein Kodiermanual verfasst, das das Kategoriensystem tabellarisch abbildet und so übersichtlich festlegt, welche Aspekte der fachlichen Kommunikation welchen Kategorien zuzuordnen sind (vgl. Kap. IX.5). Es wird darauf geachtet, dass subjektive Interpretationen und Deutungen durch die Vorgabe aussagekräftiger Ankerbeispiele so weit wie möglich ausgeschlossen sind. Das Kategoriensystem wurde daraufhin anhand von eigens nur dafür verwendeten Probevideos aus dem Pool der Gesamtstichprobe des vorliegenden Videomaterials getestet und optimiert.

IV.5.2.3 Kodiereinheit

Der Textteil, der unter eine Kategorie fällt, wird als Kodiereinheit bezeichnet (Mayring, 2007). Sie ist die Bezugsgröße der Kodierungen im Text, auf die die einzelnen Kategorien anzuwenden sind (Früh, 2007, S. 95). Früh (2007) definiert Kodiereinheiten entweder auf formal-syntaktischer (Satz, Wort) oder inhaltlich-semantischer (Segmente) Ebene. Beide Formen tauchen im vorliegenden multivariablen Kategoriensystem auf und werden zu jeder beschriebenen Kategorie spezifisch genannt (vgl. Kap. IX.5).

In der vorliegenden Arbeit müssen für die Kategorien *Argumentstruktur* und *Argumentationsprozess* zunächst relevante Textsegmente als Kodiereinheiten identifiziert werden, denen anschließend diese Kategorien zugeordnet werden können. Im vorliegenden Fall wurden die Transkripte jeweils in verschiedene Abschnitte (Segmente) unterteilt. Die kleinste Einheit war dabei immer der Dreischritt aus „Aktion des Gesprächspartners 1 – Reaktion des Gesprächspartners 2 – Synthese von Gesprächspartner 1 oder 2“ (vgl. Kap. II.4.3.2), wobei auch Handlungen der Gesprächspartner wie „schriftliches Fixieren der gefundenen Relationen“ (entspricht dem *graf. schlussfolgern*), „nonverbales nicken“ (entspricht einer *Zustimmung*) als Sprechakt gewertet wurden, wenn sie als Reaktion des vorher Gesagten angesehen werden konnten. Demnach konnten Segmentierungen aus diesem Grund auch nur aus einer verbalen Äußerung bestehen. Kann kein thematisch zusammenhängender Dreischritt segmentiert werden, fließen diese Äußerungen in das darauf folgende Segment mit ein.

IV.5.2.4 Analyseeinheit

Die Analyseeinheit ist die Größe, über die in der Studie eine Aussage getroffen werden soll und die oft auch als „Fall“ bezeichnet wird (Früh, 2007, S. 95). Analyseeinheit der vorliegenden Studie ist die Dyade. Individuell erhobene Daten, die beispielsweise aus den Begleitfragebogen stammen, wurden gemittelt und der Dyade zugeteilt (vgl. Kap. IV.5).

IV.5.2.5 Operationalisierung des Kompetenzstrukturmodells

Im Folgenden wird die deduktive Herleitung der einzelnen Kategorien des Kompetenzstrukturmodells differenziert dargestellt. In diesem Zusammenhang wird auch auf das Kodiermanual im Anhang verwiesen, in dem das Kategoriensystem differenziert dargestellt ist (vgl. Kap. IX.5). Dazu werden – dort, wo es sinnvoll erscheint – zur Veranschaulichung der Indikatoren auch Ankerbeispiele aus dem Videodatenmaterial genannt. Anderenfalls wird auf das Kodiermanual im Anhang verwiesen.

Komponente Wissen

Gemäß den Ausführungen in Kap. II.4.2.3 ist die Komponente *Wissen* mehrfach untergliedert.

Zunächst erfolgte die Operationalisierung der Oberflächenrepräsentationen zur Erfassung sprachlich-syntaktischer Details (van Dijk & Kintsch, 1983) mittels der Indikatoren *Nachfragen* und *Wiederholen* (vgl. hierzu auch Schnotz, 1994). Mit Hilfe dieser beiden Indikatoren wird die erste Ebene des Textverstehens operationalisiert, indem sprachliche Details des Textes verarbeitet und Wörter bzw. die syntaktische Struktur identifiziert werden. Der Indikator *Nachfragen* wird an dieser Stelle zur Signalisierung von Verständigungsproblemen auf sprachlich-syntaktischer Ebene gesehen (Rost-Roth, 2003). Wiederholungsstrategien (Indikator *Wiederholen*) sollen dem unmittelbaren Einprägen neuer Informationen dienen (Schiefele & Pekrun, 1996, S. 261) und werden nach Kroß & Lind (Kroß & Lind, 2001) als Nennung von Wissens-elementen gesehen. Nach Schiefele & Pekrun (1996, S. 261) sind Wiederholungsstrategien insbesondere im Zusammenhang mit Selektions- und Erwerbszeitpunkten von Wissen bedeutend und zählen zu den kognitiven Lernstrategien. Diese Kategorie umfasst Aktivitäten, mit denen neuer Lernstoff auf unterschiedliche Art und Weise wiederholt wird.

- *Nachfragen*: Die Gesprächspartner fragen nach und greifen auf die Wissensquelle des Gesprächspartners zurück. Ankerbeispiel: S2: „Was verstehst du denn unter Gehörschnecke?“ (DA2202 EA3103, Z. 187).
- *Wiederholen* der Begriffe: Die Gesprächspartner nennen die vorgegebenen Begriffe Sinneszellen, Nervenzellen, Reiz, Reaktionszeit, Auge, Sehnerv, Pupille, Ohr, Bogengänge, Hörnerv, Gehirn, Alkohol/Drogen. Ankerbeispiel: S2: „Das habe ich doch eben schon gesagt, das sind Bogengänge.“ (EE0206 WG1902, z. 112).

Als weitere Abbildung der Wissenskomponente wurde die lokale Kohärenz operationalisiert (vgl. Kap. II.4.2.2). Für den Aufbau der lokalen Kohärenz, in der verknüpfte Propositionen erkannt werden, stehen die Indikatoren *Definieren* und *Fehlerdiagnose* (Schnotz, 1994; Johnson-Laird, 1983). Der Indikator *Definieren* ist in Anlehnung an Kroß & Lind (Kroß & Lind, 2001) eine Sprechäußerung, um Begriffe semantisch zu erschließen und sie in ein Sachgebiet bzw. Wortfeld einordnen zu können. *Fehlerdiagnose* meint im weitesten Sinne das Korrigieren falscher Informationen und dient ebenso der Verknüpfung von Propositionen.

- *Definieren*: Die Versuchsperson kennt den Begriff nicht bzw. kennt den Begriff, erinnert die Definition jedoch nicht und versucht die Definition zu rekonstruieren. Ankerbeispiel: S1: „Na, Reiz ist aber alles, also Reiz ist ja auch wenn man also...wenn man was sieht oder so, ist ja auch ein Reiz oder so, wenn man was hört.“ (DA2202 EA3103, Z. 140-142).

- *Fehlerdiagnose*: Zurücknahme von Bedeutungen, Verstärken von Bedeutungen, Korrigieren falscher Informationen, Überschreiben alter Informationen mit neuen Erkenntnissen. Ankerbeispiel: S₂: „Hier man kann keine Entfernungen einschätzen.“ S₁: „Ja, durch den Tunnelblick, aber...“ S₂: „Nein das ist kein Tunnelblick.“ (DM2709 RD2907, Z. 467-470).

Die letzte Ebene der Komponente *Wissen* stellen die situativen Repräsentationen (auch als Situationsmodell bezeichnet) dar.

Die Abbildung der situativen Repräsentation (Situationsmodells) erfolgt mit Hilfe von Indikatoren, die an die Taxonomie der Inferenzen beim Textverstehen nach Kintsch (1996) angelehnt sind (vgl. auch Kroß & Lind, 2001). Inferenzen sind definiert als Veränderungen der explizit dargebotenen Textinformation unter Rückgriff auf das Vorwissen. In der vorliegenden Arbeit werden unter Textinformation die Äußerungen des Gesprächspartners verstanden. Schmalhofer (1996) spricht von „verstehensorientiertem Lernen“, dessen Ziel der Aufbau einer angemessenen Textrepräsentation ist. Verstehensorientiertes Lernen umfasst Lernstatements zum Aufbau einer Textbasis als auch eines Situationsmodells, eines tieferen Verständnisses der dem Text zugrunde liegenden Prinzipien und Konzepte (Kintsch, 1988). Die Indikatoren *Schlussfolgern* und *grafisches Schlussfolgern* sind angelehnt an die Kategorien von Kroß & Lind (2001). (vgl. Kap. IV.5.2.5 und Kap. IX.5).

- *Schlussfolgern*: Wissenserzeugung, Hinzufügen von Wissen durch logische Inferenzen; Ankerbeispiel: S₁: „Aber wenn du betrunken bist, dann schwankst du doch immer. Also du hast doch extreme Gleichgewichtsstörungen.“ (DCo803 MU2812, Z. 278).
- *Grafisches Schlussfolgern*: Verbindung zwischen Wissen und grafischer Anordnung, mit dem Ziel ein Situationsmodell zu konstruieren. Inferenzen, die explizit dem Beschreiben der Zusammenhänge und dem Aufbau der Concept Map dienen. Versuchspersonen suchen nach Beziehungen zwischen vorkommenden Begriffen in der Concept Map. Ankerbeispiel: S₂: „[...] Dann ist ja eher diese Reihenfolge, dass dann Pupille, Auge und dann der Sehnerv, der das leitet.“ (DM2709 RD2907, Z. 141-143).

Ein weiterer Indikator, der Hinweise auf Wissensstrukturen liefert, ist das *Monitoring*. Dabei wird unter negativem *Monitoring* das Äußern von Verständnisschwierigkeiten, Überforderung bzw. Unverständnis verstanden, unter positiven *Monitoring* z.B. Äußerungen von Verständnis (Renkl, 1997). Negatives *Monitoring* wird auch als Indikator für mangelndes Vorwissen gesehen, weshalb dieser Indikator in der Komponente verortet wird (Kroß & Lind, 2001, S. 15).

- *Monitoring*: Zweifel oder Wiedererkennen von Lerninhalten; Inhaltlich Interessantes oder Neues wird kommentiert. Referenzquellen werden genannt oder der Bezug zur Lebenswelt, zum Fach, zum Unterricht hergestellt. Ankerbeispiel: S₁: „Aber trotzdem haben wir doch gerade gelernt, dass der Sehnerv das zum Gehirn leitet.“ (DA2202 EA3103, Z. 376)

Für die vorliegende Kategorie *Wissen* wird der Satz als Kodiereinheit gewertet.

Komponente Wortschatz

Die Indikatoren zur Komponente *Wortschatz* orientieren sich an den Arbeiten von Willenberg (2007b), die im Rahmen von DESI entstanden sind. In der vorliegenden Arbeit existieren vier In-

diktoren, um die Komponente *Wortschatz* zu erfassen: *Basiswörter*, *Konkreta+Abstrakta*, *domänenunspezifischer Fachwortschatz*, *domänenspezifischer Fachwortschatz*. Die nachfolgende Darstellung erfolgt ohne Ankerbeispiele unter Verweis auf das Kodiermanual (vgl. Kap. IX.5).

- *Basiswörter*: In dieser Kategorie werden die Wörter kodiert, die zu den ersten 2000 Einträgen im Grundwortschatz von Langenscheidt (2006) zählen. *Basiswörter* sind bekannte Wörter, die i. d. R. als erste gelernt und am meisten benutzt werden (Rosch, 1975).
- *Konkreta+Abstrakta*: Inhaltlich bezeichnet die Kategorie *Konkreta+Abstrakta* diejenigen Wörter, die außerhalb des Basiswortschatzes liegen, aber im vermuteten Sprachgebrauch von Jugendlichen dieses Alters vorkommen (Willenberg, 2007b).
- *Domänenunspezifischer Fachwortschatz*: Fachwörter, die zwar im Biologieunterricht vorkommen, aber nicht Teil der spezifischen Unterrichtseinheit zum Thema Sinnes- und Neurophysiologie sind. Diese Kategorie enthält die Fachwörter des Glossars des Lehrbuchs *Natura 7/8* sowie *9/10* (Laschitza & Machander, 2007; Freese & Machander, 2006).
- *Domänenspezifischer Fachwortschatz*: Wörter, die in der Unterrichtseinheit als Fachkonzept vermittelt werden sollen und auch in der Concept Map Aufgabe vorkommen, wurden aufgelistet und mit der Sprachproduktion abgeglichen.

Für die Kategorie *Wortschatz* wird der individuelle Wortbeitrag der Gesprächspartner während der Kommunikationssituation als Kodiereinheit festgelegt. Auf der Beobachtungsebene werden die beschriebenen Indikatoren entsprechend kodiert, wenn sich die geäußerten Wörter zuordnen lassen.

Komponente Argumentstruktur

Unter *Argumentstruktur* wird in der vorliegenden Arbeit die Qualität der einzelnen Argumente verstanden. Konkret betrifft das die Frage, aus welchen Strukturen ein geäußertes Argument gemäß den Ausführungen von Leitão (2000) besteht (vgl. Abbildung 29 sowie Kap. II.4.2.4.2).

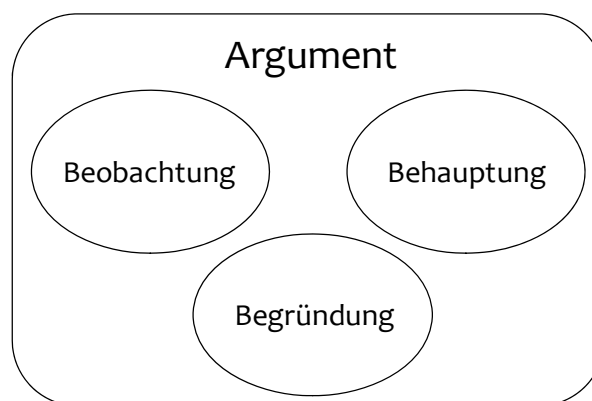


Abbildung 29: Qualität des Argumentes mit den Strukturen Beobachtung, Behauptung und Begründung

Je vollständiger die Strukturen des Argumentes sind, desto höher wurde seine Strukturqualität eingeschätzt. Nach Leitão (2000) können Argumente aus einer Beobachtung einer Behauptung, und einer Begründung oder nur einer bzw. zwei dieser drei Strukturen bestehen (vgl. Abbildung 30, Abbildung 31 und Abbildung 32). Nach dem Grad der Vollständigkeit des jeweiligen Argu-

menten wurden die Kategorien *hoch*, *mittel*, *niedrig* vergeben (s.u.). Hofer (2003) und Resnick et al. (1993) weisen darauf hin, dass Argumentstrukturen auch implizit bleiben können. In diesem Fall wurde von den Kodierern eine Einschätzung gegeben, aus wie vielen Aspekten das Argument bestand.

Im Folgenden werden die einzelnen Indikatoren zur *Argumentstruktur* beschrieben und zum besseren Verständnis grafisch skizziert. Die nachfolgende Darstellung erfolgt ohne Ankerbeispiele unter Verweis auf das Kodiermanual, da die nachfolgenden Kategorien *niedrig*, *mittel*, *hoch* mit den Kategorien *einzel*n, *vernetzt* gekoppelt wurden (vgl. Kap. IX.5).

- Der Kodierfall *Argumentstruktur niedrig* tritt ein, wenn nur eine der drei Strukturen in der zugrunde gelegten Kodiereinheit Segment vorliegt (s.u.). Ebenfalls kann diese *Argumentstruktur* mehrfach durch einen oder beide Gesprächspartner geäußert werden, bspw. um zuvor genannte Behauptungen zu bekräftigen. Im Fall der *Argumentstruktur niedrig* wird in der vorliegenden Arbeit der Sichtweise nach Osborne et al. (2004) entsprochen: Hier werden claim-only-Argumente angeführt, die häufig in Schülerdiskussionen auftauchen und die vollständigeren Argumentformen gegenüber gestellt werden können (vgl. Abbildung 30).

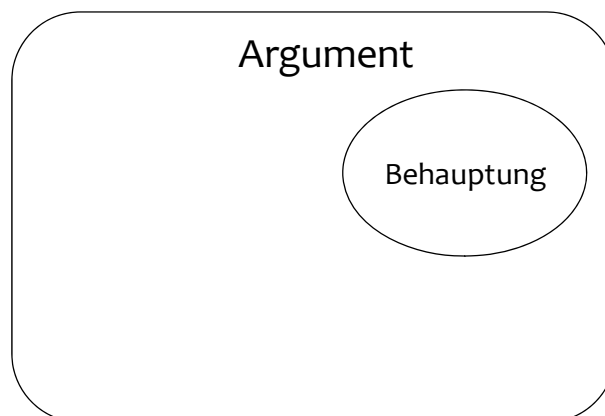


Abbildung 30: Kodierfall *Argumentstruktur niedrig*

- Unter der Kategorie *Argumentstruktur mittel* wurde das Zugrundeliegen von zwei Komponenten eines Argumentes festgelegt. Dabei handelt es sich um die implizite oder explizite Behauptung und eine unterstützende Beobachtung bzw. Begründung (vgl. Abbildung 31).

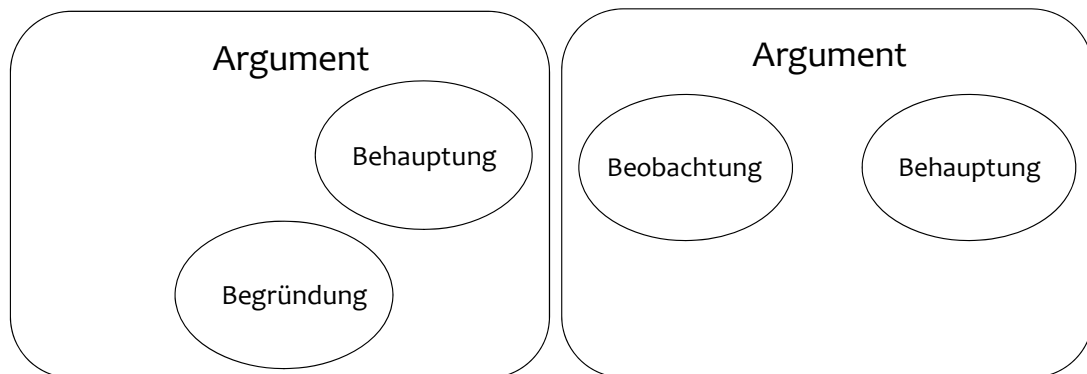


Abbildung 31: Kodierfall *Argumentstruktur mittel*

- In die Kategorie *Argumentstruktur hoch* fallen alle Äußerungen, die sich in die drei Strukturen Beobachtung, Behauptung und Begründung gliedern lassen (vgl. Abbildung 32).

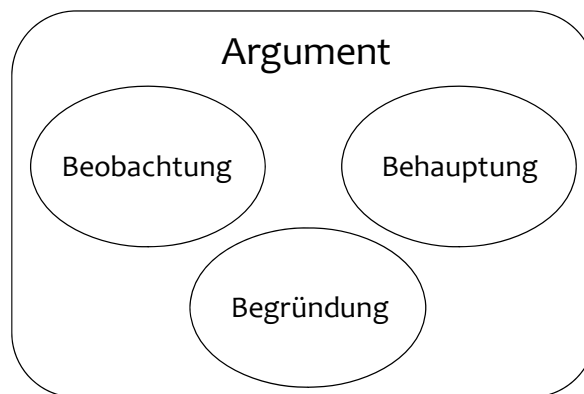


Abbildung 32: Kodierfall *Argumentstruktur hoch*

Des Weiteren können sich Argumente – im Idealfall bestehend aus den drei Strukturen Beobachtung, Behauptung und Begründung – über mehrere Sprecherwechsel hinweg entwickeln (Leitão, 2001). Diese gemeinsame Argumentkonstruktion im Diskursprozess von beiden Gesprächspartnern macht eine Zuordnung von Argumenten zu einzelnen Sprechern unmöglich. Aus diesem Grund wurde die Komponente *Argumentstruktur* weiter unterteilt, um die Qualität näher zu differenzieren:

- *Argumentstruktur einzeln*: Alle einzelnen qualitativen Strukturen der Argumente - Beobachtung, Behauptung und Begründung - werden nur von einer Person, bspw. Gesprächsperson 1 (GP1), produziert. Gesprächsperson 2 (GP2) nimmt am Gespräch teil, indem sie sich im Sinne des Audience Design verhält, zustimmende oder ablehnende Äußerungen macht, aber keine eigenen Beobachtung, Behauptungen oder Begründungen zum Gespräch beisteuert (vgl. Abbildung 33).

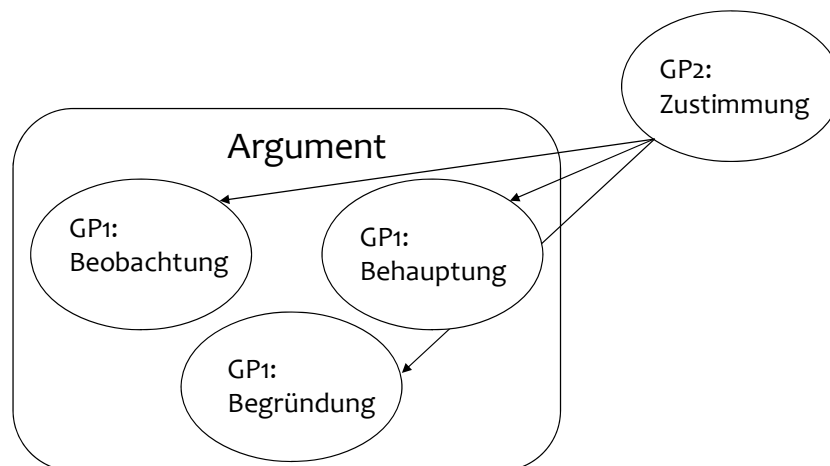


Abbildung 33: Kodierfall *Argumentstruktur einzeln*, GP1 = Gesprächsperson 1; GP2 = Gesprächsperson 2

- Die Kategorie *Argumentstruktur vernetzt* liegt vor, wenn die Gesprächsteilnehmer GP1 und GP2 die drei Strukturen eines Argumentes gemeinsam produzieren. Beobachtung, Behauptung und Begründung werden von beiden Gesprächsteilnehmern ergänzend formuliert. Dabei wird es als irrelevant betrachtet, welche Struktur des Argumentes jeweils von welchem Gesprächsteilnehmer geäußert wird.

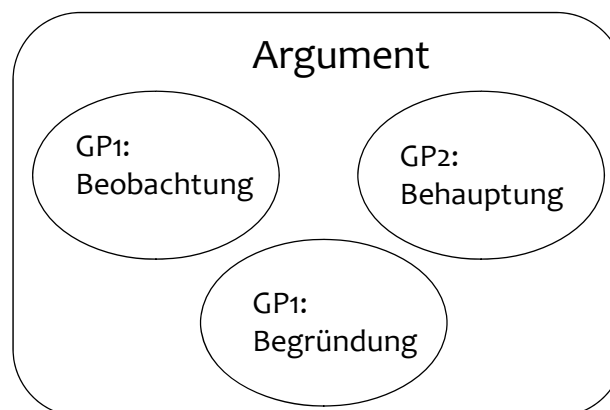


Abbildung 34: Kodierfall *Argumentstruktur vernetzt*, GP1 = Gesprächsperson 1; GP2 = Gesprächsperson 2

Nach den obigen Ausführungen sind Sätze oder Sprecherwechsel als Kodiereinheit für die Kategorie *Argumentstruktur* ungeeignet, da sich Argumente über mehrere Sprecherwechsel hinweg entwickeln. Aus diesem Grund wird in dieser Kategorie das Segment (vgl. Kap.IV.5.2.3) als Kodiereinheit zugrunde gelegt.

Komponente Argumentationsprozess

Der in Kap.II.4.3.2 beschriebene *Argumentationsprozess* liefert drei Argumentationstypen, die im Folgenden grundlegend für die Kategorisierung sind. Zunächst wird ein idealer vollständiger Argumentationsprozess im Gespräch skizziert. Im Anschluss daran werden die einzelnen Katego-

rien näher erläutert. Für die Beschreibung der Kategorien der Komponente *Argumentationsprozess* werden auch die vorherigen Kategorien der Komponente *Argumentstruktur* genutzt.

Eine neue Argumentation stellt den Beginn eines neuen Argumentationsprozesses dar und beinhaltet ein Argument mit einem thematischen Neuigkeitswert. Dabei besteht das Argument im Idealfall aus den drei Strukturen Beobachtung, Behauptung und Begründung (s. o.).

Eine Gegenargumentation ist eine verbale Reaktion mit einem Gegenargument, das in Bezug zu einem zuvor geäußerten Argument steht. Das Gegenargument muss mit demselben Thema oder derselben Idee des vorherigen Arguments verknüpft sein. Nach Leitão (2000) und Kollar (2006) werden verschiedene inhaltliche Formate als Gegenargumente gewertet: allgemeine Kritik, Zweifeläußerungen, Infrage stellen verschiedener Argumentstrukturen. Meistens findet zwischen neuem Argument und Gegenargument ein Sprecherwechsel statt.

Die integrative Argumentation wird kodiert, wenn ein integratives Argument ein zuvor geäußertes Argument und Gegenargument zueinander in Beziehung setzt. Der Bezug zum zuvor geäußerten Gegenargument und damit indirekt auch zum davor geäußerten neuen Argument muss erkennbar sein.

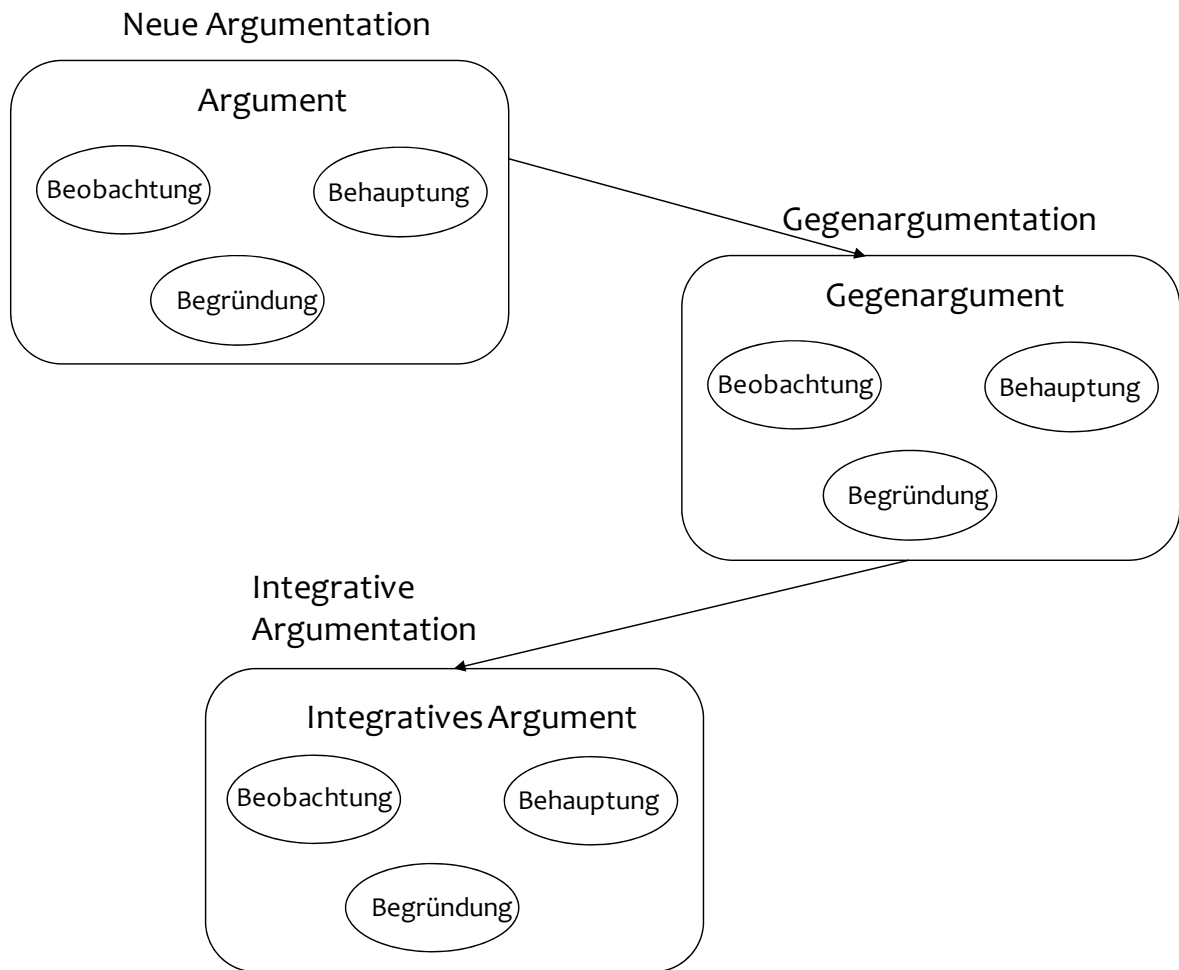


Abbildung 35: Schematische Darstellung des Argumentationsprozesses

Aufgrund der beschriebenen Argumentationsprozesse wird die Kategorie wie folgt operationalisiert:

- Der Kodierfall *Argumentationsprozess niedrig* besteht lediglich aus einem Argument. Ankerbeispiel: S1: „Oder ist Bogengänge das hier? Ich glaub, das ist das Außenohr. Das muss irgendwie so drin sein.“ (RB0503 HN2208, Z. 484).
- Der Kodierfall *Argumentationsprozess mittel* tritt ein, wenn neues Argument und Gegenargument im Gesprächsabschnitt identifiziert werden können. Ankerbeispiel: S1: „Oder ist Bogengänge das hier? Ich glaub, das ist das Außenohr. Das muss irgendwie so drin sein.“ S2: „Nein, ich glaub nicht, das ist irgendwie so drin, dass es das so weiterleitet oder so.“ (RB0503 HN2208, Z. 484-485).
- Der dritte Kodierfall *Argumentationsprozess hoch* wird kodiert, wenn neues Argument, Gegenargument und integratives Argument in der zu untersuchenden Sequenz auftreten. Ankerbeispiel: S1: „Oder ist Bogengänge das hier? Ich glaub, das ist das Außenohr. Das muss irgendwie so drin sein.“ S2: „Nein, ich glaub nicht, das ist irgendwie so drin, dass es

Für die Kategorie *Argumentationsprozess* wird das Segment als Kodiereinheit genutzt (vgl. Kap. IV.5.2.3).

Komponente Audience Design

Nach Clark (1996) macht jeder Gesprächspartner zu Beginn einer Kommunikation Annahmen über das Wissen seines Gegenübers. Diese Antizipation hat einen Einfluss auf das Gespräch, indem die eigene Aussage an die Perspektive des Zuhörers angepasst wird (Adaptation, vgl. Kap. II.4.3.3).

Es gibt nach Clark (1991) über den Prozess des Groundings Möglichkeiten, Nichtverständnis des Gesprächspartners zu erkennen und darauf zu reagieren. Er nennt diesbezüglich u. a. verbale Zustimmung/Ablehnung und Aufmerksamkeitssignale (im Folgenden als Rezeptionssignale bezeichnet).

- *Zustimmungen*: Äußert der Gesprächspartner Zustimmung, kann der Sprecher daraus ableiten, in wie weit er verstanden wurde. Ankerbeispiel: S1: „Aber können wir ja schon mal das da hinlegen.“ S2: „Ja.“ (EE0206 WG1902, Z. 39-40).
- *Ablehnungen*: Wenn der Gesprächspartner Unverständnis oder Verständnis äußert, kann der Sprecher daraus ableiten, in wie weit er nicht verstanden wurde. Ebenfalls können Ablehnungen auch Verständnisäußerungen enthalten. Ankerbeispiel: S1: „[...] Vom Auge geht es ins Gehirn.“ S2: „Nein“ (GB0804 RS3004, Z. 228-230).
- *Rezeptionssignale*: Feedbacksignale wie „Hmm“, „Aha“ zeigen direkte Interaktion der beiden Gesprächspartner an. Ankerbeispiel: S1: „Wie in diesem komischen Test.“ S2: „Mhm.“ S1: „[...]“ (PR2305 BM0210, Z. 41-48).

Neben diesen Groundingprozessen, die in einer Kommunikationssituation durch die Gesprächspartner angewendet werden, wurden des Weiteren die Aspekte Antizipation und Adaptation operationalisiert. Da es beim Beobachten von Gesprächen in einer gesprächsexternen Rolle nahezu nicht möglich ist, den Prozess der Antizipation von dem Prozess der Adaptation trennscharf zu identifizieren, wurden die beiden Aspekte im vorliegenden Fall zusammen durch die Indikatoren *Paraphrasieren* und *Wiederholungen* operationalisiert (vgl. hierzu auch Kap. II.4.3.3).

- *Paraphrasieren*: Diese Wiederholung des Inhalts mit anderen Worten kann als sprachliche Anpassung an das vermutete Wissen des Gesprächspartners gesehen werden. Beispielweise können Fachbegriffe zum besseren Verständnis des Gesprächspartners in Alltagssprache umformuliert werden (Adaptation). Der Gesprächspartner passt seine Erklärungen nach einer Antizipation des Wissens des Anderen an diese Vermutung an. Ankerbeispiel: S1: „Ja, der Sehnerv, der funktioniert sozusagen nicht mehr so richtig.“ S2: „Wie?“ S1: „Der ist eingeschränkt.“ (EE0206 WG1902, Z. 353-354).
- *Wiederholungen*: Wortgetreue Wiederholungen des eben Gesagten können ein Anhaltspunkt sein, den Gesprächspartner vom Inhalt überzeugen zu wollen oder auch um über Inhalte erneut nachzudenken und Zeit zu gewinnen. Ebenfalls werden *Wiederholungen* kodiert, wenn der Schreibprozess durch die Versuchspersonen verbal begleitet wird und

die Schreibprozesse kommentiert werden. Ankerbeispiel: S2: „Ähm, dann machen wir einfach ähm, wird negativ beeinflusst.“ S1: „Hä?“ S2: „Ja, wird negativ beeinflusst.“ (EE0206 WG1902).

Die jeweilige Äußerung der Gesprächspersonen ist die zugrunde liegende Kodiereinheit der Kategorie *Audience Design*. Dabei muss diese Kategorie nicht zwingend kodiert werden, da nicht jede Äußerung der Gesprächspartner eine Äußerung im Sinne des Audience Designs ist.

IV.5.2.6 Qualitätskontrolle

Bisher wurde erläutert, wie das inhaltsanalytische Instrument zur Analyse der fachlichen Kommunikationsstrukturkompetenz mittels Indikatorenmessung im Biologieunterricht entwickelt wurde. Inwiefern das nach wissenschaftlichen Kriterien entwickelte diagnostische Verfahren, im vorliegenden Fall das Kategoriensystem, zur Messung der Konstrukte geeignet ist und Antworten auf die Forschungsfragen geben kann, wird mit Hilfe der Qualitätskriterien Reliabilität, Validität und Objektivität beantwortet (Brosius & Koschel, 2001, S. 69; Rössler, 2005, S. 183; Früh, 2007, S. 188). Alle drei Kriterien werden nachfolgend für die vorliegende Studie beschrieben.

Reliabilität

Die Reliabilität des Messinstruments kennzeichnet den Grad der Genauigkeit, mit dem das geprüfte Merkmal gemessen wird (Bortz & Döring, 2006, S. 196). Sie betrifft also die Präzision und unmissverständliche Beschreibung des methodischen Instrumentariums sowie dessen korrekte Anwendung (Früh, 2007, S. 120). Kriterium für diese Verlässlichkeit ist die Reproduzierbarkeit inhaltsanalytischer Ergebnisse. Wird von verschiedenen Kodierern dasselbe Textmaterial kodiert und kommen dabei jeweils dieselben Ergebnisse zustande (Intercoder-Reliabilität), dann ist die Inhaltsanalyse verlässlich (Früh, 2007, S. 120). Nach Früh (2007) sichern Reliabilitätsprüfungen zu Beginn und während des Kodierprozesses die Qualität des Vorgehens ab.

Ein weiterer Typ der Reliabilitätsmessung ist neben der Intercoder-Reliabilität, die Intracoder-Reliabilität (Wie gut stimmen die Kodierungen zu Beginn und am Ende der Feldphase überein?) (Früh, 2007, S. 188; Rössler, 2005, S. 185). In Bezug auf die vorliegende Arbeit ist die Intracoder-Reliabilität notwendig, da aufgrund der Datenmenge die Gefahr besteht, dass sich das Entscheidungsverhalten des Kodierers während der Kodierphase z.B. durch Lern- oder Gewöhnungseffekte ändert (Lauf, 2001, S. 58). Im Ergebnisteil werden die Inter- und die Intracoder-Reliabilitäten eingehend dokumentiert und interpretiert (vgl. Kap. V.2).

Mit Hilfe der Beobachterübereinstimmung in Form eines Reliabilitätskoeffizienten wird die Reliabilität der Kodierungen überprüft. Die Kodierer dürfen sich nicht gegenseitig beeinflussen und die Beurteilung einer bestimmten Person darf keinen Einfluss auf die Beurteilung einer anderen Person haben (Wirtz & Caspar, 2002). Dabei müssen die Personen unabhängig voneinander zu gleichen Aussagen kommen (Bortz & Döring, 2006, S. 327). Zur Berechnung des Reliabilitätskoeffizienten gibt es in der Fachliteratur eine Reihe von Methoden, die auf unterschiedliche Art und Weise die verschiedenen Charakteristika der jeweiligen Untersuchungsanlage berücksichtigen.⁶³

Laut Fachliteratur ist ein Maß zu wählen, das erstens die einfache (paarweise) Übereinstimmung ermittelt und zweitens ein Maß gewählt wird, dass die zufällige Übereinstimmung berücksichtigt (Lauf, 2001, S. 60). In der vorliegenden Arbeit wurde dementsprechend der Koeffizient Kappa (κ) nach Cohen (1960) gewählt. Cohen (1960) bestimmt die zufällige Übereinstimmung zweier Kodierentscheidungen aus der Wahrscheinlichkeit, mit der jeder Kodierer jeweils eine bestimmte

⁶³ Zu ihnen werden u.a. Cohens Kappa, Craig, Funkhouser & Parker, Holsti, Kendalls Konkordanz-Koeffizient, Krippendorfs Alpha etc. gezählt; eine Übersicht über die Koeffizienten ist bei Merten (1983) zu finden.

Kategorie wählt. Der Kappa-Koeffizient gibt den Grad der Übereinstimmung zwischen den Beurteilern an (Bühl, 2008, S. 276). Er basiert auf der prozentualen Übereinstimmung und hat gegenüber dieser den Vorteil, dass er das Verhältnis der beobachteten zu der bei Zufall erwarteten Übereinstimmung berücksichtigt: κ liefert somit eine standardisierte Maßzahl zwischen -1 und $+1$ für das Ausmaß, in dem die tatsächlich beobachtete Übereinstimmung positiv von der Zufallserwartung abweicht. Dabei wird die Koeffizientenausprägung nicht erhöht, wenn unter Umständen überzufällig häufig bestimmte Inkongruenzen zwischen Kodierern auftreten (Wirtz & Caspar, 2002, S. 56). Die Berechnung der Beurteilerübereinstimmung mit Hilfe des Kappa-Koeffizienten erfolgt nach Wirtz & Caspar (2002, S. 56):

$$\kappa = \frac{P - P_e}{1 - P_e}$$

Dabei gelten folgende Definitionen:

P = Relativer Anteil der Fälle, in denen die Beurteiler identische Urteile abgegeben haben; beobachtete prozentuale Übereinstimmung ($P\check{U}_{\text{beobachtet}}$)/100%

P_e = Relativer Anteil der Übereinstimmungen bei zufälligem Beurteilerverhalten; erwartete prozentuale Übereinstimmung ($P\check{U}_{\text{erwartet}}$)/100%

Für die Klassifizierung der Übereinstimmungswerte geben verschiedene Autoren unterschiedliche Werte an und weisen darauf hin, dass die Güte der Werte vor dem Hintergrund des Schwierigkeitsgrades der jeweiligen Kategorie betrachtet werden muss (Rössler, 2005, S. 192; Wirtz & Caspar, 2002, S. 59).

Als akzeptable Werte für die Reliabilität gibt Merten (1983) für syntaktische Variablen einen Wert über .80 für semantische Variablen .70 und für pragmatische Variablen .60 an. Bei Mayring (2007) gelten Reliabilitäten ab .70 als ausreichend. Rössler (2005, S. 192) bewertet Koeffizienten ab .75 als erfolgreiche Übereinstimmung. Nach Fleiss und Cohen (1973) zeichnen Werte zwischen .60 und .70 gute Reliabilitäten aus, Werte ab .75 gelten nach den Autoren als sehr gute Indikatoren (Fleiss & Cohen, 1973; Wirtz & Caspar, 2002, S. 59). Die Bewertung des Reliabilitätskoeffizienten richtet sich in der vorliegenden Studie nach den letztgenannten Autoren (vgl. Kap. V.2).

Für den Reliabilitätstest muss aufgrund der umfangreichen Datenlage eine möglichst repräsentative Stichprobe gezogen werden. Das für den Reliabilitätstest zufällig ausgewählte Datenmaterial stammt aus der Gesamtstichprobe. Als Faustregel gilt, dass 10% des insgesamt zu kodierenden Materials getestet wird (Mayring, 2007).

In der vorliegenden Studie wurde auf der Basis des Kategoriensystems zunächst ein Intercodertraining durchgeführt, dessen Ziel darin bestand, ein gemeinsames theoretisches Verständnis der Beobachter über die zu bewertenden Konstrukte zu erreichen (Kobarg & Seidel, 2003). Abweichungen in den Kodierungen der beiden Kodierer wurden diskutiert bis eine Einigung erzielt wurde. Anschließend wurden die Kodierungen der Kategorien vollständig von zwei Kodierern unabhängig voneinander an 10% des vorhandenen Datenmaterials durchgeführt (Mayring, 2007). Zu Beginn und zum Abschluss der Kodierungen wurden als Gütekriterium die Intercoder- sowie die Intracoder-Reliabilität mit dem Maß Cohens κ bestimmt.

Validität

Die Validität ist ein inhaltsanalytischer Qualitätsstandard, der angibt, ob die Kodierungen (also die produzierten Daten) den in der Forschungsfrage anvisierten Bedeutungsgehalt (das zu messende methodische Konstrukt) auch tatsächlich treffen: Misst mein Instrument auch wirklich das, was es zu messen vorgibt (Früh, 2007, S. 196; Bortz & Döring, 2006, S. 200). Die Validität von Videoanalysen betrifft also die authentische und eindeutige Zuordnung einer Kategorie zu einem beobachteten Ereignis.

Hiermit wird klar, dass die Validität der übergeordnete Begriff im Vergleich zur Reliabilität ist, der sich auf die Gültigkeit des gesamten Messvorgangs bezieht und nach Rössler (2005, S. 184) deutlich schwerer festzustellen ist: „Die Reliabilitätsanalyse lässt sich aus ihr selbst herausfinden und in einem Zahlenwert ausdrücken; ihre Validität bedarf hingegen einer darüber hinausreichenden Argumentation, die die Befunde gemeinsam mit anderen Forschungsergebnissen vor dem Hintergrund der ursprünglichen Forschungsfragen diskutiert.“

Nach Bortz & Döring (2006, S. 328) ist das wichtigste Kriterium bei der Validierung qualitativer Daten die interpersonelle Konsensbildung (konsensuelle Validierung). Können sich mehrere Personen auf die Glaubwürdigkeit und den Bedeutungsgehalt des Materials einigen, gilt dies als Indiz für seine Validität.

Früh (2007) erweitert die konsensuelle Validierung nach Bortz & Döring soweit, dass die „[...] Validität einer Inhaltsanalyse [...] dann gegeben [ist], wenn sie das erfasst, was der Forscher messen wollte, weil es begründbar bzw. plausiblerweise den zu erfassenden Sachverhalt umfasst.“ In Form der Forscher-Kodierer-Reliabilität können hier Rückschlüsse auf die Validität getroffen werden.

Rössler (2005, S. 194) schlägt diesbezüglich bestätigend für die Validitätsprüfung u. a. die Analysevalidität als einzige Art von Validierung vor, die sich quantifizieren lässt. Die inhaltliche Vollständigkeit des Untersuchungsergebnisses (Inhaltsvalidität) lässt sich zum Teil aus Vorüberlegungen, zum Teil aus Kodierungen und Kodiererverhalten ableiten (Rössler, 2005, S. 195). In der vorliegenden Arbeit wird die Validität u. a. anhand der Forscher-Coder-Reliabilität (Wie gut stimmen die Verschlüsselung der Kodierer mit denen des Forschers überein?) ermittelt (vgl. Kap. V.2).

Objektivität

Die Objektivität eines Tests gibt an, in welchem Ausmaß die Testergebnisse vom Testanwender unabhängig sind (Bortz & Döring, 2006, S. 195). Im qualitativen Sinne kann Objektivität so verstanden werden, dass unterschiedliche Forscher bei der Untersuchung desselben Sachverhalts mit denselben Methoden zu vergleichbaren Resultaten kommen können (Bortz & Döring, 2006, S. 326). Dies erfordert eine detaillierte Dokumentation des methodischen Vorgehens (Transparenz) und eine gewissen Standardisierung (Hartig & Jude, 2007). Bei der Beschreibung des Verfahrens wurden zentrale Bedingungen und Qualitätsansprüche aus der qualitativen Inhaltsanalyse berücksichtigt und umgesetzt.

Für die qualitative Auswertung müssen die Gütekriterien der Umfassendheit, Transparenz und Nachvollziehbarkeit erfüllt sein (Hugener et al., 2006), die im vorliegenden Fall aufgrund der ausführlichen Dokumentation als geleistet angesehen werden.

Nach Atteslander (2000) sind Inhaltsanalysen zur Analyse von Videodaten grundsätzlich geeignet, wenn definierte Fragestellungen und ein theoretisches Hintergrundwissen zur Verfügung stehen. In der vorliegenden Arbeit wurden die Beobachtungsinstrumente anhand von Trainingsmaterial aus dem Gesamtdatenpool optimiert (Atteslander, 2000; Mayring, 2007). Zentraler Schritt bei der Kategorienentwicklung ist die präzise Definition der Kategorien mit Hilfe von Ankerbeispielen und spezifischen Kodierregeln (Mayring, 2007). Die Bildung des Kategoriensystems kann als qualitatives Vorgehen bezeichnet werden, die Ergebnisse können quantifiziert werden, wobei die qualitative Anlage der Studie bewahrt bleibt (Früh, 2007).

IV.5.2.7 Überblick über die Kodierverfahren

Bei der videobasierten Analyse von Schülergesprächen in Hinblick auf ihre fachliche Kommunikation handelt es sich um ein qualitatives Beobachtungsverfahren, bei dem das aufgezeichnete Gespräch, zunächst transkribiert und anschließend hinsichtlich zuvor festgelegter Kriterien mit Hilfe eines speziell entwickelten Kategoriensystems kodiert und so einer quantitativen Auswertung zugänglich gemacht wird.

Das Kategoriensystem besteht aus Indikatoren, die die im Gespräch direkt beobachtbare oder erschließbare Ausprägung der jeweiligen Komponente repräsentieren. In diesem Zusammenhang wird zwischen einer hoch- und einer niedrig-inferenten (lat.: *inferre* = hineinbringen) Kodierung unterschieden (Seidel et al., 2003). Tabelle 18 gibt einen Überblick über die in der vorliegenden Arbeit eingesetzten Beobachtungsinstrumente und Kodierverfahren.

Eine hoch-inferente Kodierung ist dadurch gekennzeichnet, dass das zu kodierende Konstrukt nur über Operationalisierungen fassbar ist, d.h. es ist nicht direkt beobachtbar (z.B. Kategorie Argumentationsprozess: integrative Argumente), so dass Interpretationen des Kodierers für die Kodierung notwendig sind (Seidel et al., 2003). Oftmals ist für eine Beurteilung der als hoch-inferent zu kategorisierenden Konstrukte der Kontext zu beachten. Hoch-inferente Kodierungen sind insbesondere geeignet, um komplexe Merkmale oder Prozesse zu erheben, die nicht wie niedrig-inferente durch das quantitative Erfassen einzelner Ereignisse abgebildet werden können. Da kommunikative Prozesse durch komplexes Zusammenwirken struktureller und inhaltlicher Merkmale sowie sozialer und persönlicher Variablen der beteiligten Personen entstehen, bietet es sich an, für bestimmte Teilkomponenten auf hoch-inferente Kodierungen zurückzugreifen, um reliable und valide Urteile über die Struktur der fachlichen Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht zu erhalten (Clausen, Reusser & Klieme, 2003). Sie weisen einen höheren Zusammenhang mit Merkmalen von Kommunikationskompetenz auf.

Bei einer niedrig-inferenten Kodierung ist das Konstrukt meist direkt beobachtbar (z.B. Wortschatz), was zu einer relativ objektiven Kodierung führt. Hinsichtlich der Einschätzung der Qualität von Kommunikationsprozessen haben niedrig-inferente Kodierungen jedoch nur eine eingeschränkte Aussagekraft, da sie auf oberflächliche Merkmale abzielen (Clausen et al., 2003; Hugener et al., 2006).

IV Material und Methoden

Tabelle 18: Kodierverfahren des vorliegenden Kategoriensystems⁶⁴

Verfahren	Beobachtungsgesichtspunkt/ Kategorie
Basiskodierung (niedrig-inferent)	Wortschatz
	Wissensäußerungen
hoch-inferente Kodierung	Argumentstruktur
	Argumentationsprozess
	Audience Design

⁶⁴ In der vorliegenden Übersicht sind nur die deduktiven Kategorien aufgelistet, die induktiven Kategorien werden eingehend als Teil der Ergebnisdarstellung beschrieben (vgl. Kap. V.2).

IV.5.3 Darstellung der deskriptiven Statistik

Die grafische Darstellung des Datenmaterials erfolgt hauptsächlich über Boxplots, deren Darstellungsform aus diesem Grund kurz beschrieben wird.

Boxplot-Darstellungen fassen verschiedene Streuungs- und Lagemaße einer univariaten Verteilung zusammen. Die Box entspricht dem Bereich, in dem die mittleren 50% der Daten liegen. Die Länge der Box entspricht dem Interquartilsabstand, der ein Maß für die Streuung der Daten ist und durch die Differenz des oberen und unteren Quartils bestimmt wird (vgl. Abbildung 36)⁶⁵. Innerhalb der Box ist der Median als trennende Linie dargestellt. Er teilt das gesamte Diagramm in zwei Hälften, in denen die unteren bzw. oberen 50% der Daten liegen. Der Median kennzeichnet den Wert einer Verteilung, bis zu dem 50% aller Daten vorliegen. Seine Lage innerhalb der Box vermittelt einen Eindruck von der Schiefe der den Daten zugrunde liegenden Verteilung. Liegt der Median im linken Teil der Box, so ist die Verteilung rechtsschief bzw. linkssteil und umgekehrt. Zur Rechten und zur Linken der Box sind Linien (*whiskers*) eingezeichnet, deren Endwerte innerer Zaun genannt werden. Ähnlich werden die äußeren Zäune mit 3fachen Interquartilsabstand definiert, die allerdings in den meisten Abbildungen nicht dargestellt sind. Beobachtungen, die zwischen die inneren und äußeren Zäune fallen, werden als kleine Kreise dargestellt (milde Ausreißer), Beobachtungen außerhalb der äußeren Zäune werden mit Sternen (extreme Ausreißer) markiert.

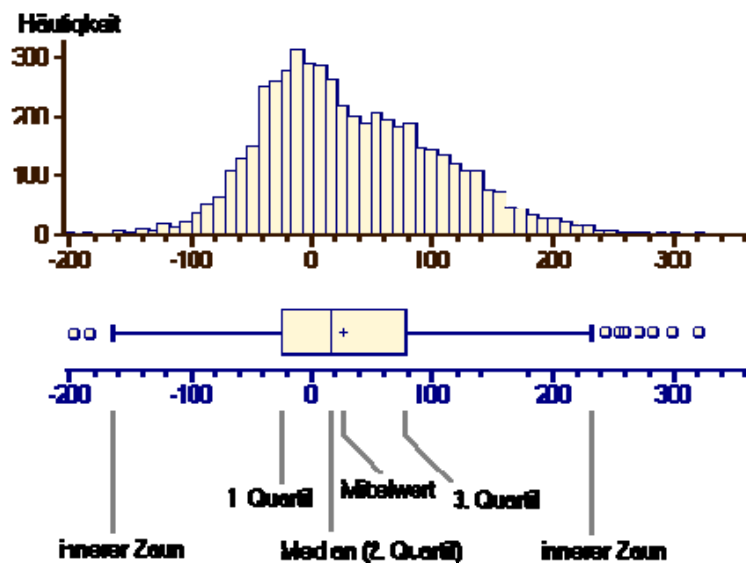


Abbildung 36: Darstellung der verschiedenen Aspekte eines Boxplots, hier auch mit der Angabe des Mittelwerts

⁶⁵ Zur besseren Darstellung wird der Boxplot in Abbildung 36 horizontal abgebildet, in den darauf folgenden Grafiken wird in die vertikale Darstellungsform gewechselt. Dementsprechend muss die Verteilung der Daten mit den Begriffen links- und rechtsschief entsprechend auf die vertikale Darstellungsform vom Leser angepasst werden.

IV.5.4 Korrelationsanalysen

Zur Analyse der Modellstruktur werden die Zusammenhänge zwischen den einzelnen Komponenten untersucht und dazu Korrelations- und Regressionsanalysen durchgeführt.

Um die Zusammenhänge für jeweils zwei Komponenten aufzudecken, werden bivariate Korrelationsanalysen (Maßkorrelation nach Pearson) berechnet.⁶⁶ Die Stärke des Zusammenhangs wird mit Hilfe einer Maßzahl angegeben, die als Korrelationskoeffizient r bezeichnet wird (Pearsons r , vgl. Backhaus et al., 2003; Bühl, 2008, S. 347). Dieser Koeffizient formuliert die Stärke des Zusammenhangs, gibt aber keinen Aufschluss über die Kausalitäten zweier Variablen. Die Korrelationsanalysen geben allerdings Anhaltspunkte und sind Voraussetzung für das weitere analytische Vorgehen bezüglich der Modellstruktur mittels Regressionsanalyse.

Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten r liegt zwischen -1 und $+1$. Bei $r < 0$ verändern sich die beiden Variablen gegenläufig zueinander, falls $r = 0$ besteht kein linearer Zusammenhang, bei $r > 0$ verändern sich die beiden Variablen in die gleiche Richtung, wobei der Korrelationskoeffizient die Stärke des Zusammenhangs ausdrückt (vgl. Tabelle 19).

Tabelle 19: Klassifikation des Korrelationskoeffizienten r (Bühl, 2008, S. 346)

Korrelationskoeffizient r	Effekt
$r \leq .20 $	Sehr geringe Korrelation
$r \leq .40 $	Geringe Korrelation
$r \leq .70 $	Mittlere Korrelation
$r \leq .90 $	Hohe Korrelation
$r > .90 $	Sehr hohe Korrelation

Im Fall der Zusammenhangsanalysen innerhalb der Komponenten müsste das Ergebnis starke, signifikante Korrelationen zwischen den einzelnen Variablen einer Komponente aufweisen, um so den Zusammenhang der Indikatoren zu zeigen, durch die die Komponente abgebildet wird.

Komponenten einer Dimension müssten über ihre Indikatoren durch mittlere, signifikante Korrelationen zusammenhängen. So gäbe es einen Hinweis darauf, dass die einzelnen Komponenten jeweils über einen Faktor höherer Ordnung, im vorliegenden Fall die Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* bzw. *Wissenskommunikation* in Verbindung ständen. Lägen nur schwache Interkorrelationen vor, spräche dies allerdings für die Eigenständigkeit der Komponenten und somit für ein Modell mit mehr Dimensionen als angenommen.

⁶⁶ Für nähere Informationen siehe Backhaus et al. (2003).

IV.5.5 Regressionsanalysen

Die Regressionsanalyse zählt zu den multivariaten Analysemethoden, speziell zu den Strukturprüfenden Verfahren mit dem Ziel der Beschreibung und Erklärung von Zusammenhängen⁶⁷ zwischen einer abhängigen und einer (einfache Regression) oder mehreren (multiple Regression) unabhängigen Variablen sowie der Durchführung von Prognosen⁶⁸. (Backhaus et al., 2003, S. 7). Hierbei kann nicht nur die Stärke eines Zusammenhangs ermittelt werden, sondern auch seine Qualität (Bühl, 2008, S. 357).

In der vorliegenden Untersuchung finden multiple lineare Regressionen im Rahmen der Modellevaluation Anwendung. Hier sollen Zusammenhänge zwischen verschiedenen abhängigen und unabhängigen Variablen auf Basis einer bereits formulierten Theorie der Struktur der fachlichen Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht untersucht werden. Das Ziel der Regression ist die Aufklärung von Strukturen durch Prädiktoren und ihre Abweichungen vom Mittelwert bezüglich einer als abhängig postulierten Variable sowie die Vorhersage einer Prognosevariable durch eine oder mehrere Prädiktorvariablen. Die Regressionsanalyse ist anwendbar, wenn die abhängige sowie die unabhängigen Variablen metrisches Skalenniveau besitzen.⁶⁹

Verschiedene Maße werden zur Berichterstattung herangezogen. Das korrigierte Bestimmtheitsmaß (R^2_{Korr})⁷⁰ gibt Auskunft über den Anteil der durch die Prädiktorvariable(n) erklärten Varianz (Streuung) an der Gesamtvarianz und drückt somit aus, wie gut sich die Regressionsfunktion an die beobachteten Daten anpasst respektive wie gut die Modellfunktion die Daten erklärt. Sie gibt Aufschluss darüber, wie genau sich eine abhängige Variable von den unabhängigen Variablen erklären lässt, wobei $R^2_{\text{Korr}} = 1$ perfekt angepasst ist, $R^2_{\text{Korr}} = 0$ keinen Zusammenhang angibt (Backhaus et al., 2003). Zur Interpretation von R^2_{Korr} wird die Effektgröße ε^2 verwendet, die nach Cohen (1988; Bortz, 2005, S. 464) zur Unterscheidung von schwachen, mittleren und starken Effekten genutzt werden kann. Die Effektgröße lässt sich aus dem Bestimmtheitsmaß errechnen:

$$\varepsilon^2 = \frac{R^2}{(1 - R^2)}$$

Die in Tabelle 20 dargestellte Klassifikation kann auf das Bestimmtheitsmaß übertragen und analog interpretiert werden.

⁶⁷ Ursache-Wirkungs-Beziehungen: Wie stark ist der Einfluss der unabhängigen Variable auf die abhängige Variable? Die Untersuchung dieser Kausalbeziehungen wird in Je-Desto-Beziehungen ausgedrückt.

⁶⁸ Wie verändert sich die abhängige Variable bei einer Änderung der unabhängigen Variable?

⁶⁹ Ebenfalls lassen sich auch nominalskalierte unabhängige Variablen in die Regressionsanalyse mit einbeziehen, indem eine Dummy-Variable einbezogen wird (Backhaus et al., 2003, S. 9).

⁷⁰ Zur Ergebnisdarstellung wird das korrigierte Bestimmtheitsmaß angegeben (R^2_{Korr}), da es unabhängig von der Anzahl der Prädiktorvariablen ist (Backhaus et al., 2003).

Tabelle 20: Klassifikation der Effektgröße ε^2 (Bortz, 2005, S. 464)

Effektgröße ε^2 bzw. Bestimmtheitsmaß R^2_{Korr}	Interpretation
ε^2 -Wert $> .02$; respektive $.0196 < R^2_{\text{Korr}} < .1304$	Schwacher Effekt
ε^2 -Wert $> .15$; respektive $.1304 < R^2_{\text{Korr}} < .2593$	Mittlerer Effekt
ε^2 -Wert $> .35$; respektive $.2593 < R^2_{\text{Korr}}$	Starker Effekt

Mit Hilfe des F -Wertes wird überprüft, ob das Regressionsmodell auch über die Stichprobe hinaus Gültigkeit besitzt. Der F -Test wird für die Prüfung mehrerer Variablen verwendet. Dazu wird der empirische F -Wert mit einem theoretischen F -Wert verglichen. Ist der empirische F -Wert kleiner als der theoretische, kann der durch die Regressionsbeziehung postulierte Zusammenhang empirisch nicht bestätigt werden, d. h. er ist statistisch nicht signifikant.

Bei Signifikanz des F -Wertes und damit Passung der Gleichung wird mit einem t -Test für jeden einzelnen Prädiktor überprüft, ob dessen Regressionskoeffizient sich signifikant von null unterscheidet (Backhaus et al., 2003, S. 73). Ist dies der Fall wird der Prädiktor in der vorliegenden Arbeit als signifikanter Prädiktor oder signifikanter Vorhersagewert bezeichnet. Um die verschiedenen Regressionskoeffizienten vergleichen zu können, werden deren standardisierte Regressionskoeffizienten⁷¹ in Form des Beta-Koeffizienten (β) verwendet (Backhaus et al., 2003, S. 61, 73). In tabellarischen Übersichten werden gemäß den APA-Standards (APA, 2001) zudem die unstandardisierten Koeffizienten (b) und deren Standardfehler ($SE B$) aufgeführt.

Die unabhängigen Variablen einer multiplen Regression können auf unterschiedliche Weise in die Analyse mit eingebracht werden. Die gängigste, in dieser Arbeit angewandte Methode ist die schrittweise Regression, bei der nicht alle unabhängigen Variablen aufgenommen werden, sondern nur die, die sich als relevant erweisen (Bortz & Döring, 2006, S. 446). Die Modelle werden nicht vom Untersucher formuliert, sondern die Variablenauswahl erfolgt automatisch. Dabei werden die Variablen einzeln und schrittweise in die Regressionsgleichung einbezogen. Die Auswahl erfolgt über einen Algorithmus, bei dem in jedem Schritt eine Variable daraufhin getestet wird, ob sie im Vergleich zu den bereits im Modell enthaltenen weiter zur Varianzaufklärung des Modells beiträgt und ob bei Aufnahme dieser Variable durch Kollinearität⁷² eine andere redundant wird, d. h. dann keinen Beitrag mehr zur Varianzaufklärung leistet (Lachmayer, 2008, S. 100). Durch dieses Verfahren wird gewährleistet, dass die ins Modell aufgenommenen Variablen keinen zu hohen Grad an gemeinsamer Varianz aufweisen. Dabei werden insbesondere nur

⁷¹ Durch die Standardisierung werden die unterschiedlichen Messdimensionen der Variablen, die sich in den Regressionskoeffizienten niederschlagen, eliminiert.

⁷² Bei empirischen Daten muss immer mit einem Grad an Multikollinearität gerechnet werden, der nicht störend sein muss, jedoch darf dieser Faktor nicht zu groß werden, denn sonst wirkt sich dies auf die Zuverlässigkeit der Regressionsparameterschätzungen aus (Backhaus et al., 2003).

signifikante Vorhersagewerte aufgenommen und so im Prinzip die aussagekräftigeren Prädiktoren identifiziert.

Der Algorithmus, der bei der linearen Regression angewandt wird, beruht auf der Methode der kleinsten Quadrate, was besagt, dass die quadrierten Abweichungen der vorhergesagten Werte im Vergleich zu den tatsächlichen Werten so gering wie möglich sein sollten (Backhaus et al., 2003). Die Regressionsgerade ist dann möglichst gut an die beobachteten Werte der abhängigen Variablen angepasst.

V Ergebnisse

Der Ergebnisteil zur Überprüfung der Modellstruktur gliedert sich in sieben Abschnitte und orientiert sich dabei an den in Kap III vorgestellten Forschungsfragen und Hypothesen sowie den dargelegten Erhebungsinstrumenten und Analysemethoden (vgl. Kap. IV.3, IV.4, IV.5). Dabei werden die Ergebnisse ausgehend vom beobachteten, weitestgehend unbearbeiteten Videodatenmaterial hin zu den aggregierten Daten beschrieben.

Dieser Aufbau ergibt folgende Gliederung des gesamten Kapitels: Der erste Teil beschreibt die beobachteten Gesprächsmuster des Videodatenmaterials (vgl. Kap. V.1). Anschließend folgt zunächst die Validierung der Dimensionen und Komponenten sowie eine Modifizierung des theoretisch abgeleiteten Kompetenzstrukturmodells entsprechend der Ergebnisse (vgl. Kap. V.2). Teil drei der Ergebnisse stellt die beobachteten Daten deskriptiv dar. Die deskriptive Statistik folgt erst an dieser Stelle, d.h. nach der induktiven Modellerweiterung, da so auch auf die während des Transkribier- und Kodierprozesses beobachteten bzw. erhobenen Daten eingegangen werden kann (vgl. Kap. V.3). In Kapitel V.4 werden die Korrelationsanalysen innerhalb der einzelnen Komponenten sowie ihre Zugehörigkeit zu den angenommenen Dimensionen präsentiert. Anschließend folgen die Zusammenhänge zwischen den Dimensionen respektive ihrer Komponenten der Kommunikationskompetenz des Modells (vgl. Kap. V.5). Der sechste Teil umfasst die Darstellung der Wirkungsweise der Dimension *Wissenskommunikation* auf die Wissenskonstruktion (vgl. Kap. V.6). Daran schließt sich die Beschreibung der in Kap. II.6 erwähnten Einflussfaktoren Interesse, Gesprächssozialisation und Gesprächspartnerbeziehung auf die Dimension *Wissenskommunikation* und die Wissenskonstruktion an (vgl. Kap. V.7).

Das Ergebnis der inhaltsanalytischen Auswertungen der Gesprächstranskripte waren Häufigkeitsverteilungen des Auftretens des jeweiligen über eine Kategorie erfassten Merkmals für die in Kap. IV.1 charakterisierte Stichprobe. Die über diese Kategorien repräsentierten inhaltlichen Gesichtspunkte werden – auf Grund der pro Kategorie ermittelten Häufigkeiten – in den folgenden statistischen Analysen auch als Variablen betrachtet.

V.1 Gesprächsmuster

Im Folgenden sollen die Gesprächsmuster, die auf den Beobachtungen des Videomaterials beruhen, im Sinne einer deskriptiven Beschreibung näher dargestellt werden, um erste Einblicke in die Kommunikationsformen der Schüler zu erhalten.

In der provozierten fachlichen Kommunikationssituation arbeiteten Schüler unterschiedlicher sprachlicher Stärken zusammen (vgl. Kap. IX.6). Auffallend waren die unterschiedlichen Muster in den Kommunikationssituationen: Befanden sich die Schüler in einem heterogenem Beziehungsverhältnis, nahm die Produktivität, gemessen an den geäußerten Begründungen, des vermeintlich schlechteren Schülers ab. In diesem Fall übernahm der sprachlich stärkere Schüler die Lösung der Aufgabe bzw. erklärte dem sprachlich schwächeren Schüler begründet seine Vorgehensweise, die z.T. auch mit Beobachtungen und Beispielen gestützt wurden (z.B. KL2508 MR0105 sowie KA2608 AB2211). Befanden sich die Schüler in einem ähnlich sprachlichen Gefüge,

fielen seltener Begründungen oder Beispiele in ihrem *Argumentstrukturen* (z. B. HN2208 RBo503, EE0206 WG1902 sowie DA2202 EA3101).

In Bezug auf die Gestaltung der Concept Map ergaben sich zwei hier zu nennende Auffälligkeiten: Die Dyaden sahen sich dem Zwang ausgesetzt, möglichst viele Begriffe zu verwenden, auch wenn sie diese nicht kannten und demnach nicht wussten, was der Begriff bedeutete (z. B. EE0206 WG1902). In der vorherigen Erklärungsphase sowie im Arbeitsauftrag wurde eingehend betont, dass es nicht auf die Menge der verwendeten Begriffe ankäme, sondern auf die im fachwissenschaftlichen Sinn korrekt beschrifteten Verbindungen zwischen den gewählten Begriffen. Ebenfalls konnten sich die Schüler nicht von ihren Vorstellungen lösen, die Concept Map einerseits symmetrisch aufzubauen. Andererseits wurden bildliche Kategorisierung und Strukturierung der Concept Map bzw. ihrer Begriffe vorgenommen, d. h. die Schüler versuchten also, mit Hilfe der Concept Maps nicht nur die inhaltlichen Zusammenhänge darzustellen, wie es gefordert war, sondern zugleich die anatomischen Verhältnisse der Begriffe in Bezug auf den menschlichen Körper abzubilden (z. B. AD3112 FP0101).

Generell benutzten die Schüler kaum Fachwörter, um die Bezüge zwischen den vorgegebenen Begriffen der Concept Map herzustellen und ihre Standpunkte argumentativ zu vertreten. Das änderte sich tendenziell, wenn die Schüler in die Phase der Integration eintraten. Beim schriftlichen Fixieren der zuvor diskutierten Beziehungsbeschreibungen versuchten die Schüler in Ansätzen vermehrt Fachsprache zu integrieren, obwohl sie diese in der Diskussion vorher nicht erwähnt hatten.

Auffallend war des Weiteren, dass die Schüler bei ihren Definitionsversuchen einiger nicht eindeutig dem Bereich Fachwortschatz zuordnungsbarer Begriffe - beispielsweise der Begriff Reiz - eher alltagssprachlich und zeitlich länger erklärten (z. B. VVo302 DP2604). Bei Begriffen, die eindeutig der Fachsprache zugeordnet werden konnten (z. B. Nervenzelle), verwandten die Schüler eher weniger Zeit für ihre Erklärungen und versuchten seltener diese Begriffe alltagssprachlich zu erklären.

V.2 Validierung der Dimensionen und Komponenten

Bezugnehmend auf die Bildungsstandards für das Fach Biologie wurde ein Arbeitsmodell für die fachliche Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht entwickelt, um darauf aufbauend in weiterführenden Arbeiten Diagnose- und Fördermaßnahmen für die verbalen fachlichen Äußerungen der Schülergespräche entwickeln zu können.

Zur Erfassung der Modellstruktur wurden die relativen Häufigkeiten des Auftretens bestimmter Rubriken erfasst, um die Teilkompetenzen des Arbeitsmodells empirisch nachzuweisen.⁷³ Dabei gelten Reliabilität und Validität dieses qualitativen Ansatzes als die wichtigsten Gütekriterien (vgl. Kap. IV.5.2.6) .

Im Folgenden werden zunächst die hier zu überprüfenden Hypothesen erneut aufgeführt, um diese dann mit Hilfe der Ergebnisse beantworten zu können.

Es wurde der Forschungsfrage nachgegangen, ob sich die theoretisch abgeleiteten Dimensionen und Komponenten der Kommunikationskompetenz empirisch bestätigen lassen (F₁).

H 1.1 Die theoretisch abgeleiteten Komponenten der Kommunikationskompetenz lassen sich empirisch bestätigen.

Modifikation des deduktiven Modells anhand empirischer Befunde

Das Modell beschreibt verschiedene Komponenten in den beiden Dimensionen *Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation*. Ausgehend von diesem Modell wurde ein Kategoriensystem entwickelt, das die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz*, *Argumentstruktur*, *Argumentationsprozess* und *Audience Design* enthält (vgl. Kap. IX.5). Diese Komponenten sind zur weiteren Ausdifferenzierung jeweils in mehrere Kategorien unterteilt.⁷⁴ Die folgende Abbildung 37 gibt einen zusammenfassenden Überblick über die einzelnen theoretisch hergeleiteten Variablen.

⁷³ Die relativen Häufigkeiten werden im Verlauf der Ergebnisbeschreibung durch die zusätzliche Nennung des Variablenlabels mit dem Attribut „_m“ bzw. „_M“ kenntlich gemacht. Andernfalls werden die absoluten Häufigkeiten zur Ergebnisdarstellung verwendet (vgl. z.B. Kap. V.3).

⁷⁴ Für die Nachvollziehbarkeit werden die einzelnen Begrifflichkeiten noch einmal zusammenfassend aufgeführt: Das Kompetenzstrukturmodell besteht aus zwei *Dimensionen*, die durch drei bzw. zwei *Komponenten* abgebildet werden. Die *Komponenten* wurden durch *Indikatoren* operationalisiert. Synonym für den Begriff *Indikator* stehen die Bezeichnungen *Aspekt* in Bezug auf die Modellierung, die Bezeichnung *Variable* in Bezug auf die Auswertungsmethoden sowie die Bezeichnung *Kategorie* in Bezug auf das Kategoriensystem.

Individuelle Wissensrepräsentation	Wissenskommunikation
<p>Wissen</p> <p>Deklaratives domänenspezifisches Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> •Nachfragen •Wiederholen •Schlussfolgern •Grafisches Schlussfolgern •Definieren •Fehlerdiagnose •Monitoring 	<p>Argumentationsprozess</p> <ul style="list-style-type: none"> •Argumentationsprozess niedrig •Argumentationsprozess mittel •Argumentationsprozess hoch
<p>Wortschatz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basiswortschatz • Konkreta+Abstrakta • domänenunspec. Fachwortschatz • domänenspez. Fachwortschatz 	<p>Audience Design</p> <p>Grounding</p> <ul style="list-style-type: none"> •Zustimmungen •Ablehnungen •Wiederholungen
<p>Argumentstruktur</p> <ul style="list-style-type: none"> •vernetzt niedrig •vernetzt mittel •vernetzt hoch •einzeln niedrig •einzeln mittel •einzeln hoch 	<p>Antizipation und Adaptation</p> <ul style="list-style-type: none"> •Paraphrasieren •Rezeptionssignale

Abbildung 37: Deduktives Kategoriensystem zur Erfassung fachlicher Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht

Das Modell wird forschungsfragen- und hypothesengeleitet überprüft und anhand der Ergebnislage modifiziert. In einem ersten Schritt der Validierung wurden die bestehenden theoretisch hergeleiteten Komponenten hinsichtlich ihrer Evidenzen überprüft. In diesem Validierungsprozess erfährt das Kompetenzstrukturmodell unter Umständen schrittweise eine Veränderung in Form einer Reduktion bzw. einer Erweiterung.

Dabei wurde zunächst ersichtlich, dass die Kategorie *Konkreta+Abstrakta* der Komponente *Wortschatz* aus technischen Gründen nicht abbildbar war. Eine diktionsbasierte Auswertung der Gesprächstranskripte durch die Software MAXqda war nicht möglich, da das Programm die flektierten Wortformen des *Basiswortschatzes* nicht erfassen konnte. Der Abzug dieser *Basiswörter* sowie des *domänenspezifischen* und *domänenunspezifischen Fachwortschatzes* hätte den Anteil der *Konkreta+Abstrakta* am Sprechanteil der Gesprächspartner ergeben. Aus diesem technischen Grund muss die Kategorie *Konkreta+Abstrakta* aus dem Kompetenzstrukturmodell sowie aus dem Kategoriensystem eliminiert werden (vgl. Abbildung 38). An dieser Stelle wird u. a. auf die Diskussion verwiesen (vgl. Kap. VI.3.1).

Individuelle Wissensrepräsentation	Wissenskommunikation
<p>Wissen</p> <p>Deklaratives domänenspezifisches Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> •Nachfragen •Wiederholen •Schlussfolgern •Grafisches Schlussfolgern •Definieren •Fehlerdiagnose •Monitoring 	<p>Argumentationsprozess</p> <ul style="list-style-type: none"> •Argumentationsprozess niedrig •Argumentationsprozess mittel •Argumentationsprozess hoch
<p>Wortschatz</p> <ul style="list-style-type: none"> • Basiswortschatz • <i>Konkreta+Abstrakta</i> • domänenunspec. Fachwortschatz • domänenspez. Fachwortschatz 	<p>Audience Design</p> <p>Grounding</p> <ul style="list-style-type: none"> •Zustimmungen •Ablehnungen •Wiederholungen
<p>Argumentstruktur</p> <ul style="list-style-type: none"> •vernetzt niedrig •vernetzt mittel •vernetzt hoch •einzeln niedrig •einzeln mittel •einzeln hoch 	<p>Antizipation und Adaptation</p> <ul style="list-style-type: none"> •Paraphrasieren •Rezeptionssignale

Abbildung 38: Veränderung des deduktiven Kompetenzstrukturmodells aufgrund der empirischen Befunde, die entfernte Variable *Konkreta+Abstrakta* ist grau gekennzeichnet.

Induktive Modellmodifikation anhand empirischer Befunde

Im Verlauf der Datenbeobachtung musste das deduktive Kompetenzstrukturmodell weiterhin verändert werden, um die im Datenbeobachtungsprozess induktiv gewonnenen Variablen als Erweiterung in das Modell mit aufzunehmen.

Es kamen Kategorien hinzu, die nicht theoretisch hergeleitet wurden, aber während der Analyse der Daten augenscheinlich waren. Sie werden im Folgenden anhand des Beobachtungsprozesses näher beschrieben, um dann in Kap.VI anhand ausgewählter Literatur eingehend diskutiert zu werden.

Erweiterung der Komponente Wissen

Die Kategorie *Wissensnahe Äußerungen* wurde in die Komponente *Wissen* mit aufgenommen, um den drei wichtigen Qualitätskriterien Genauigkeit, Exklusivität und Exhaustivität zu entsprechen (vgl. Kap.IV.5.2.2). Demnach muss ein Kategoriensystem disjunkte Kategorien aufweisen, d.h. sie müssen exakt definiert sein und sich so gegenseitig ausschließen. Aus diesem Grund wurde eine Kategorie aufgenommen, in der Äußerungen kodiert wurden, die nicht eindeutig ei-

ner der deduktiv hergeleiteten Wissenskategorien zugeordnet werden konnten, aber eindeutig im Wissensbereich zu verorten waren. Unter diese Kodierungen fällt z.B. der inhaltliche Aspekt von Zustimmungen oder Ablehnungen, wenn sie einen ausdrücklichen Bezug zu einem vorher kodierten Wissensinhalt aufweisen (vgl. Kodiermanual, Kap. IX.5) Ankerbeispiel: S2: „[...] der Reiz nach Drogen, die Drogen beeinflussen die Pupille und das Auge.“, S1: „Ja!“ (DM1903 MS1010, Z. 169-170).

Zur Erweiterung der Komponente *Wissen* wurde die Variable *Wissensnahe Äußerung* in das Kategoriensystem und in das Kompetenzmodell aufgenommen (vgl. Abbildung 39).

Erweiterung der Kategorie Audience Design

Des Weiteren wird die Komponente *Audience Design* um die Kategorie *Akustisches Nichtverstehen* ergänzt, die einige Male in den Daten beobachtet werden konnte und deren Äußerungen sich keiner anderen deduktiven Kategorie zuordnen ließen (vgl. Abbildung 39). Der Gesprächspartner hat die Äußerungen des Sprechers akustisch nicht verstanden und fragt nach. Dieses Nachfragen unterscheidet sich inhaltlich vom *Nachfragen* der Komponente *Wissen* (vgl. Kodiermanual, Kap. IX.5). Ebenfalls wird mit dieser Erweiterung der Kategorie *Audience Design* dem Exhaustivitätskriterium entsprochen. Ankerbeispiel: S1: „Die Pupille wird langsamer?“, S2: „Pille, was?“, S1: „Die Pupille wird langsamer?“ (HA0411 JC2109, Z. 336-338).

Zur Erweiterung der Kategorie *Audience Design* wurde die Variable *Akustisches Nichtverstehen* in das Kategoriensystem und in das Kompetenzmodell aufgenommen (vgl. Abbildung 39).

Aufnahme der Kategorie Metakognitive Äußerungen

Nach Sichtung des Datenmaterials wurde klar, dass die inhaltsbezogene Komponente *Wissen* nicht ausreichte, um den Inhalt der Gespräche erschöpfend zu erfassen. Das Exhaustivitätskriterium schien noch nicht ausreichend erfüllt (vgl. Kap. IV.5.2.2). Die Schüler unterhielten sich zwar zum Großteil über das vorgegebene Thema, bewegten sich also innerhalb der Komponente *Wissen* (vgl. Kap. V.3), dennoch fanden auch immer wieder Gespräche über das Vorgehen bei der Bearbeitung der Concept Map statt, die nicht mit der Komponente *Wissen* kodiert werden konnten. Aufgrund der Datenlage wurde also eine weitere inhaltliche Komponente dem Kategoriensystem sowie dem Kompetenzstrukturmodell hinzugefügt, die Komponente *Metakognitive Äußerungen*. Diese Komponente wird im Unterschied zur Komponente *Wissen* kodiert, wenn es sich um Äußerungen zur Vorgehensweise beim Bearbeiten der gestellten CM-Aufgabe handelt (vgl. Kap. IV.3.3). Die metakognitiven Aktivitäten werden durch die Indikatoren *Prozessorientiert*, *Concept Mapping* und *Monitoring* abgebildet. Des Weiteren werden die beiden Indikatoren *Metakognitivnahe Äußerungen* sowie *Sonstige* aufgrund der Erfüllung des Exhaustivitätskriteriums ergänzt (vgl. Kodiermanual, Kap. IX.5).

- *Prozessorientierte Äußerungen*: Der Schüler beschreibt sein generelles Vorgehen zur Arbeitsweise. Ankerbeispiel: S1: „Also, soll ich noch mal vorlesen?“ (DC0803 MU2812, Z. 11).
- *Concept Mapping*: Äußerungen der Schüler, die die Concept Map betreffen, z.B. Anordnen der Begriffe in der Concept Map. Ankerbeispiel: S2: „[...] Dann können wir das hier in die Mitte legen, nicht?“ (TS2810 DF1608, Z. 50).

- *Monitoring*: Verständnis bzw. Unverständnis sowie reflektierende Beurteilungen der eigenen Vorgehensweise auf der Ebene der *metakognitiven Äußerungen*; Vergewissern, Nachfragen um eine schlussendliche Bestätigung zu bekommen. Ankerbeispiel: S1: „So ganz gefällt mir das noch nicht.“ (DCo803 MU2812, Z. 129)
- *Metakognitivnahe Äußerungen*: Ähnlich der pragmatischen Kategorie *Wissensnahe Äußerungen* (s.o.) wird die vorliegende Variable für den Bereich *Metakognitive Äußerungen* konstruiert. In dieser Kategorie können Statements der Gesprächsperson nicht eindeutig einer der anderen Metakognitiven Kategorien zugeordnet werden. Die hier zu kodierenden Äußerungen sind allerdings eindeutig im Metakognitiven Bereich zu verorten und haben einen Bezug zum vorherigen geäußerten metakognitiven Inhalt. Ankerbeispiel: S1: „Erstmal, wie alles angeordnet ist oder wie?“ S2: „Genau.“ (IB182 YL1003, Z. 30-31).
- *Sonstige Äußerungen*: Alle nicht-inhaltlichen Äußerungen der Versuchsperson, die keiner anderen Kategorie zugeordnet werden können. Ankerbeispiel: S1: „Ich war gestern im Kino.“ (VT RB0503 HN2208, Z. 246).

Kodiereinheit ist jeweils der geäußerte Satz eines Gesprächspartners.

Die Kategorie *Metakognitive Äußerungen* mit ihren fünf Indikatoren wurden als Variablen in das Kategoriensystem und in das Kompetenzmodell aufgenommen. Die Aufnahme dieser Kategorie in die angenommene Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation*, wobei die Betonung in Abgrenzung zur dialogischen Dimension *Wissenskommunikation* auf dem individuellen Aspekt beruht, ergibt sich aus der Definition der Metakognition, die als Reflexion eigener Verhaltensweisen angesehen werden kann (vgl. Abbildung 39).⁷⁵

Aufnahme der Kategorie Sprecherwechsel und Erweiterung der Komponente Wortschatz

Die Variable *Sprecherwechsel* erwies sich im Kodierungsprozess als durchaus nützlich, um das Gespräch der Dyade in die Anteile der einzelnen Sprecher aufzutrennen und so auch die Anzahl der Wörter der einzelnen Gesprächspartner zu erfassen, was bspw. wichtig für den Wortschatz war.

Der Sprecherwechsel konnte automatisch mit der MAXqda-Software kodiert werden. Dabei wurden die beiden Gesprächspartner als S1 und S2 kodiert. Gab es Einwände von weiteren Personen z.B. Kommentare der Betreuer, wurden diese mit der Kategorie *Andere* kodiert (vgl. Kodiermanual, Kap.IX.5). Kodiereinheit ist jeweils der geäußerte Sprechakt eines Gesprächspartners, da innerhalb eines Sprechaktes auch mehrere Wörter oder Sätze geäußert werden, innerhalb eines Segments mehrere Sprechakte von beiden Gesprächspartnern stattfinden können.⁷⁶

⁷⁵ Eine detaillierte theoretische Annäherung an den Begriff Metakognition, die hier als induktive Variable in das Kompetenzstrukturmodell sowie das Kategoriensystem aufgenommen wurde, erfolgt in der Diskussion (vgl. Kap.VI.3).

⁷⁶ Die entsprechende Kodiereinheit wird explizit nur dann erwähnt, wenn es sich um die Aufnahme neuer Kategorien handelt. Werden bestehende Komponenten lediglich erweitert, gilt die in dieser Komponente bestehende Kodiereinheit (vgl. Kap.IV.5.2.5 sowie Kodiermanual Kap.IX.5). Dabei gilt, dass die Aufnahme einer neuen Kategorie nicht identisch mit der Erweiterung einer bereits vorhandenen Komponente ist.

Die Kategorie *Sprecherwechsel* taucht nur im Kategoriensystem auf und nicht im Kompetenzstrukturmodell, da sie u.a. als vermittelnde Variable für den *Wortschatz* genutzt wurde. Die Erweiterung des *Wortschatzes* um die Variable *Anzahl der Wörter*, die mittels der Variable *Sprecherwechsel* möglich war, ist im Modell vermerkt (vgl. Kodiermanual, Kap. IX.5 sowie Abbildung 38).

Aufnahme der Kategorie Phase

Die Kategorie *Phase* wurden mit in das Kategoriensystem aufgenommen, um Anhaltspunkte über die kommunikativen Aktivitäten der Schüler zu bestimmten Zeitpunkten der Gesprächssituation zu bekommen (s.u.). Nach Sichtung des Datenmaterials wurde deutlich, dass sich die dreißig Gesprächstranskripte in ähnlicher Art und Weise aufbauten und gleiche Abschnitte enthielten, in denen die Schüler auf bestimmte Art und Weise miteinander kommunizierten, d.h. im Kodierprozess konnten spezifische Variablen spezifischen Abschnitten zugeordnet werden. Diese Abschnitte werden im Folgenden *Phasen* genannt.

Bei der Konstruktion einer Concept Map finden Übersetzungsprozesse von Text zu Concept Map statt: Zunächst findet in einer Annäherungsphase an die Aufgabe eine Auswahl der zu verwendenden Begriffe statt (Selektion), anschließend folgt eine Ordnungsphase (Organisation), den Abschluss bildet die Fixationsphase, in der die mündlich ausgehandelten Begriffe und Relationen schriftlich fixiert werden (Integration). Die Phasen des Concept Mappings werden wie folgt kodiert:

- *Selektion*: Auswahl der zu verwendenden Begriffe durch die Gesprächspartner.
- *Organisation*: Diskussion der beiden Gesprächspartner über die Anordnung der Begriffe in der Concept Map sowie das Beschriften der Verbindungen.
- *Integration*: Konkretes Gestalten der partnerschaftlichen Concept Map durch Fixieren der Begriffe mittels Aufkleben und Setzen der beschrifteten Verbindungen zwischen den Begriffen.

Die Kategorie *Phase* taucht nicht im Modell auf, sondern wurde nur ins Kategoriensystem aufgenommen, da sie keine kommunikative Fähigkeit darstellt und zur vertieften Analyse der Gesprächstranskripte genutzt wird (vgl. Kodiermanual, Kap. IX.5). Sie wird in der Diskussion in Bezug auf die Kommunikationskompetenz mit Hilfe von Fachliteratur eingehend erläutert.

Die Ausführungen zur induktiven Modellerweiterung ergeben in der Übersicht (Abbildung 39) folgende Veränderungen:

Individuelle Wissensrepräsentation	Wissenskommunikation
Wissen Deklaratives domänenspezifisches Wissen <ul style="list-style-type: none"> •Nachfragen •Wiederholen •Schlussfolgern •Grafisches Schlussfolgern •Definieren •Fehlerdiagnose •Monitoring •Wissensnahe Äußerungen 	Argumentationsprozess <ul style="list-style-type: none"> •Argumentationsprozess niedrig •Argumentationsprozess mittel •Argumentationsprozess hoch
Wortschatz <ul style="list-style-type: none"> •Basiswortschatz •domänenunspec. Fachwortschatz •domänenspez. Fachwortschatz •Anzahl der Wörter 	Audience Design
Argumentstruktur <ul style="list-style-type: none"> •vernetzt niedrig •vernetzt mittel •vernetzt hoch •einzeln niedrig •einzeln mittel •einzeln hoch 	Grounding <ul style="list-style-type: none"> •Zustimmungen •Ablehnungen •Wiederholungen Antizipation und Adaptation <ul style="list-style-type: none"> •Paraphrasieren •Rezeptionssignale
Metakognitive Äußerungen <ul style="list-style-type: none"> •Prozessorientiert •Concept Map •Monitoring •Sonstige •Metakognitivnahe Äußerungen 	<ul style="list-style-type: none"> •Akustisches Nichtverstehen

Abbildung 39: Induktiv erweitertes Kompetenzstrukturmodell, die Veränderungen sind schwarz hervorgehoben, die bekannten deduktiven Variablen sind grau zurückgestellt und dienen in diesem Fall nur der vollständigen Darstellung

Das induktiv erweiterte Modell (vgl. Abbildung 39) ist die Ausgangslage für die weiteren Analysen und wird im Folgenden zur Darstellung verwendet.

Reliabilität

In der vorliegenden Studie wurde die Intercoder- sowie die Intracoder-Reliabilität als Gütekriterium ermittelt (vgl. Kap. IV.5.2.6). Sie geben den Grad der Übereinstimmung, der an einem Transkript vorgenommenen Kodierungen von zwei unabhängigen Kodierern (Intercoder-Reliabilität) an sowie die Übereinstimmungen der Kodierungen jeweils eines Kodierers zu Beginn und zum Ende der Kodierungen (Intracoder-Reliabilität, vgl. Tabelle 21).

V Ergebnisse

Tabelle 21: Intercoder- und Intracoder-Reliabilitäten der Kategorien zur Erfassung kommunikativer Strukturen im Biologieunterricht anhand von 13,3% des Gesamtmaterials (4 von 30 Videos)

		Intercoder- Reliabilität (Cohens Kappa)	Intracoder- Reliabilität (Cohens Kappa)	Anzahl der Kodierungen (Mittelwerte)
Individuelle Wissens- repräsentation	Wissen + Metakognitive Äußerungen	.74	.89	396
	Wortschatz	1	1	2734
	Argumentstruktur	.88	.91	24
	Argumentationsprozess	.89	.93	24
Wissens- kommuni- kation	Audience Design	.79	.86	396
Dimensions- unabhängige Komponen- ten	Sprecher	1	1	339
	Phase	.92	.97	3

Die Tabelle 21 zur Ermittlung der Reliabilität zeigt ein differenziertes Bild der Trennschärfe der definierten Kategorien. Die Komponenten *Wissen* und *Metakognitive Äußerungen* wurden gemeinsam der Reliabilitätsprüfung unterzogen, da diese Variablen gemeinsam den Inhaltsaspekt abbildeten und aus diesem Grund nicht getrennt werden konnten (vgl. Kap. IV.5.2.5 und Kap. V.2). Für die an dieser Stelle zusammengefasste Kategorie *Wissen + Metakognitive Äußerungen* zeigt sich eine etwas schlechtere Reliabilität als für die beiden Kategorien *Argumentstruktur* und *Argumentationsprozess*. Die Intracoder-Reliabilität zeigte im Vergleich zur Intercoder-Reliabilität insgesamt bessere Werte.

Nach Fleiss und Cohen (1973) zeichnen Werte zwischen .60 und .70 gute Reliabilitäten aus, Werte ab .75 gelten nach den Autoren als sehr gute Indikatoren (Fleiss & Cohen, 1973; Wirtz & Caspar, 2002, S. 59). Die Bewertungen des Reliabilitätskoeffizienten in der vorliegenden Studie richten sich nach Fleiss & Cohen und lassen den Schluss zu, dass die Güte der beschriebenen qualitativen Datenauswertung als sehr gut angesehen werden kann.

Im Rahmen der Analysen zur Überprüfung der Reliabilität der Auswertung mittels des Kategoriensystems konnte gezeigt werden, dass das Exhaustivitätskriterium erfüllt wurde. Ausgehend von den sehr guten Beurteilerübereinstimmungen lässt sich ferner schlussfolgern, dass die zur Deskription der Kommunikation entwickelten Kategorien hinreichend trennscharf sind und damit eine ausreichende Grundlage für eine intersubjektiv übereinstimmende Klassifikationen darstellen. Mit dem Kategoriensystem und seiner Überführung in ein Kodiermanual liegt somit ein hinreichend objektives Verfahren zur Strukturanalyse der Kommunikationskompetenz vor.

Validität

Ein wichtiges Kriterium für die Qualität der Datenerhebung stellt die Validität (Gültigkeit) dar (vgl. Kap. IV.5.2.6). Die Validität von Videoanalysen betrifft die authentische und eindeutige Zuordnung einer Kategorie zu einem beobachteten Ereignis. Als Kriterium zählt dabei die interpersonale Konsensbildung oder konsensuelle Validierung, die das gemeinsame Einigen auf die Kodierungen eines beobachteten Verhaltens während der Entwicklung und Überprüfungsphase des Kategoriensystems beschreibt. Trotz verschiedener Ansätze zur Konstruktion kontentvalider Messinstrumente, z. B. im Rahmen kriterienorientierter Testungen, steht zur Beurteilung des Aspekts Validität derzeit kein objektivierbarer Kennwert zur Verfügung. So muss sich die Einschätzung der Kontentvalidität für das vorliegende Kategoriensystem auf die Beurteilung des Vorgehens bei der Konstruktion beschränken. Aus diesem Grund wird die Validität des vorliegenden Kompetenzstrukturmodells in der Diskussion unter Bezugnahme der entsprechenden Fachliteratur eingehend erörtert (vgl. Kap. VI).

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu Hypothese H 1.1

Die erste Forschungsfrage F 1, die in dieser Arbeit untersucht werden sollte, war, ob sich die theoretisch abgeleiteten Dimensionen und Komponenten des Modells der Kommunikationskompetenz empirisch bestätigen lassen. Eine der drei Hypothesen dazu lautete: Die theoretisch abgeleiteten Komponenten der Kommunikationskompetenz lassen sich empirisch bestätigen (H 1.1).

Die Überprüfung dieser Hypothese erfolgt unter Bezugnahme des erweiterten Kompetenzstrukturmodells, so wie es nach dem in Kap. IV.5.2.1 qualitativ inhaltsanalytischen Prozess entwickelt wurde. Das schließt ein, dass einerseits die Ausführungen zur deduktiven Modellentwicklung sowie andererseits die induktive Modellerweiterung das für diesen Abschnitt vorläufige Endmodell kennzeichnen. Da die abschließenden Reliabilitätsmessungen bestätigen, dass die abgeleiteten (induktiven und deduktiven) Komponenten der Kommunikationskompetenz sich mittels des entwickelten zentralen Analyseinstruments Kategoriensystem empirisch belegen lassen, kann die Hypothese H 1.1 angenommen werden.

V.3 Deskriptive Statistik des Datenmaterials

Die Darstellung der beobachteten Daten orientiert sich an dem Modellaufbau (Variante der induktiven Erweiterung) und erfolgt in der Reihenfolge der Komponenten der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* und anschließend der der *Wissenskommunikation*. Die einzelnen Daten werden synoptisch dargestellt und wo es sinnvoll erscheint in einer Grafik zusammengefasst. Dabei wird insbesondere den Videodaten Aufmerksamkeit geschenkt, aber ebenfalls auch relevante Ergebnisse aus der Auswertung des Fragebogens dargestellt.

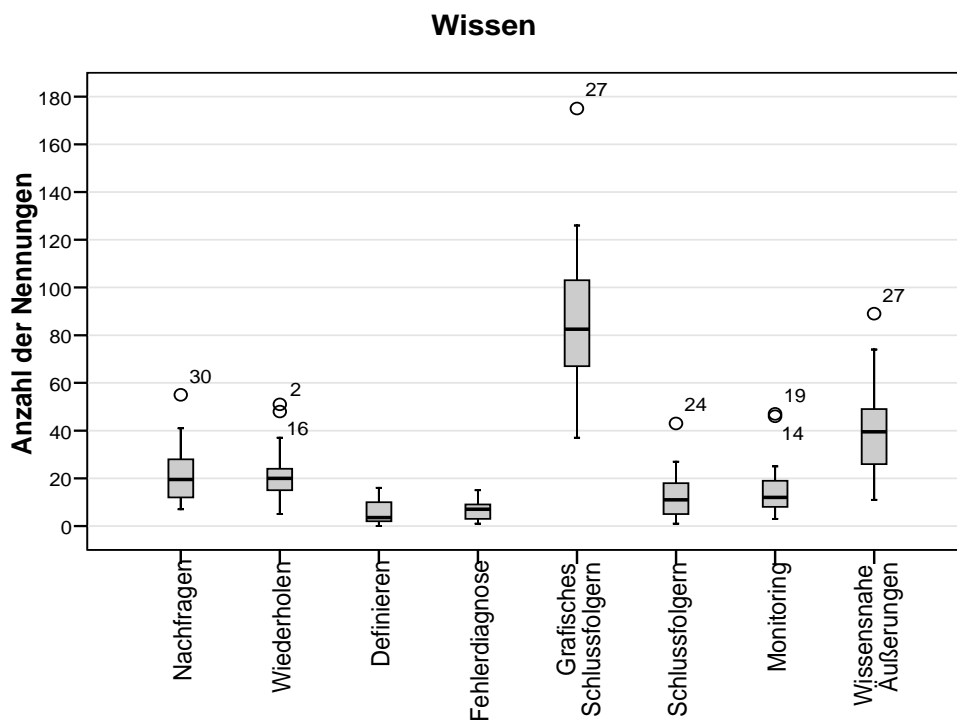


Abbildung 40: Häufigkeiten der Variablen aus der Komponente *Wissen*, $N = 30$

Anhand der Abbildung 40 wird ersichtlich, dass die beobachteten Daten innerhalb der Komponente *Wissen* von der Variablen *grafisches Schlussfolgern* dominiert werden. Der im Vergleich zu den anderen Indikatoren sehr viel höhere Wert in diesem Bereich ist auffallend und spiegelt vermutlich die Zusammenhänge zwischen der Aufgabenstellung und dem *grafischen Schlussfolgern* wider. Die Variablen *Definieren*, *Fehlerdiagnose*, *Schlussfolgern* und *Monitoring* zeigen im Vergleich dazu ungewöhnlich niedrige Werte. Eine mittlere Stellung nehmen die Variablen *Wissensnahe Äußerungen* sowie die Indikatoren *Nachfragen* und *Wiederholen* ein. Der Ausreißer mit der Dyaden-Nr. 27 zeigt in dieser ersten Grafik bereits auffallend hohe Werte bezüglich zwei Indikatoren. Auch im Folgenden wird u.a. diese Dyade aufgrund ihrer überdurchschnittlichen Werte weiterhin Beachtung finden.

Die Komponente *Wortschatz* zeigt die zu erwartende Verteilung eines breiten *Basiswortschatzes* und weniger Wörter des *domänen(un)spezifischen Fachwortschatzes*. Sie wird aus Gründen der Vollständigkeit an dieser Stelle lediglich beschrieben. Der Aspekt *Konkreta+Abstrakta* fiel aus bereits erwähnten Gründen der Beobachtung und Erfassungsschwierigkeiten heraus. Das Programm MAXqda konnte die entstehende Lücke aus *Basiswortschatz* und *domänen(un)spezifischen Fachwortschatz* nicht schließen. Diese unerwarteten Probleme ergaben sich aus der Deklination und Konjugation der Wörter aus dem *Basiswortschatz* im Gespräch, die von der Software nicht entschlüsselt werden konnten. Demnach ist der Wert der Variable *Basiswortschatz* auch unter diesem Aspekt zu sehen: Hier fielen ebenfalls flektierte Wortformen aus der Datenerfassung heraus.

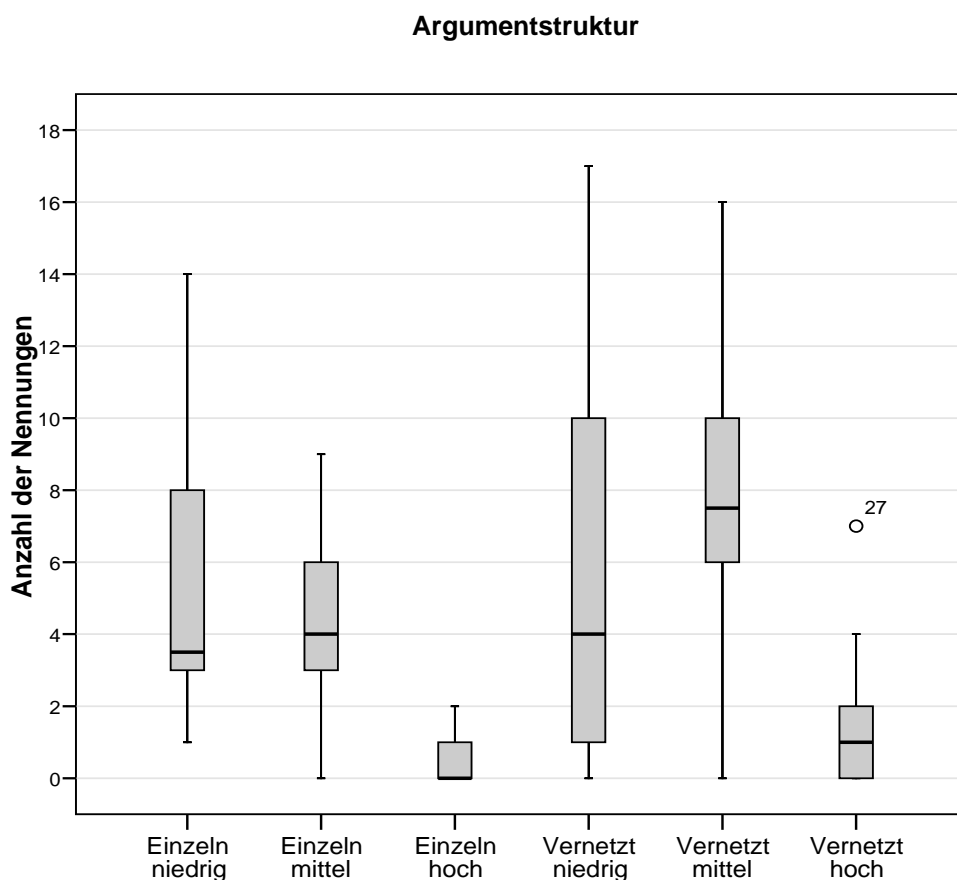


Abbildung 41: Häufigkeiten der Variablen der Komponente *Argumentstruktur*, $N = 30$

Die Abbildung 41 zur *Argumentstruktur* zeigt die Anzahl der Nennungen von *einzelner* bzw. *vernetzter Argumentstruktur* von jeweils *niedrig* bis *hoch*.

Auffallend ist der Boxplot der Variable *Argumentstruktur vernetzt niedrig*. Dieser Boxplot zeigt eine große Spannweite der Verteilung von keiner Nennung bis zu 17 Nennungen dieser Variable.

Man sieht anhand der Größe der Box und der Lage des Medians, wie stark die Werte streuen. 50% der Dyaden, repräsentiert über die beiden mittleren Quartile in der Box, kommunizieren ca. ein bis zehn Mal in einer *Argumentstruktur vernetzt niedrig*. Die Lage des Medians vermittelt die Schiefe der Verteilung, die in diesem Fall linkssteil bzw. rechtsschief ist: 50% der Stichprobe wandte die *Argumentstruktur vernetzt niedrig* vier Mal oder weniger während des Gesprächs an. Die restlichen 50% der Probanden wandten die *Argumentstruktur vernetzt niedrig* zwischen fünf und 17 Mal an.

Vergleicht man die Werte *Argumentstruktur einzelnen niedrig* bis *Argumentstruktur vernetzt hoch* fällt auf, dass die Schüler eher miteinander Argumente produzierten als alleine. Die Lage der Mediane aller sechs Boxplots im Vergleich zeigt, dass die *Argumentstruktur mittel* von den Schülern, die diese *Argumentstruktur mittel* nutzten, von der Hälfte der Probanden häufiger genutzt wurden als die *Argumentstruktur niedrig* oder die *Argumentstruktur hoch*, wobei die Muster in den *Argumentstrukturen einzeln* und den *Argumentstrukturen vernetzt* ähnlich sind. Auffallend bezüglich der Ausreißer ist die bereits erwähnte Dyade Nr. 27, die bezüglich der *Argumentstruktur* überdurchschnittlich häufig eine *vernetzt hohe Argumentstruktur* zeigt.

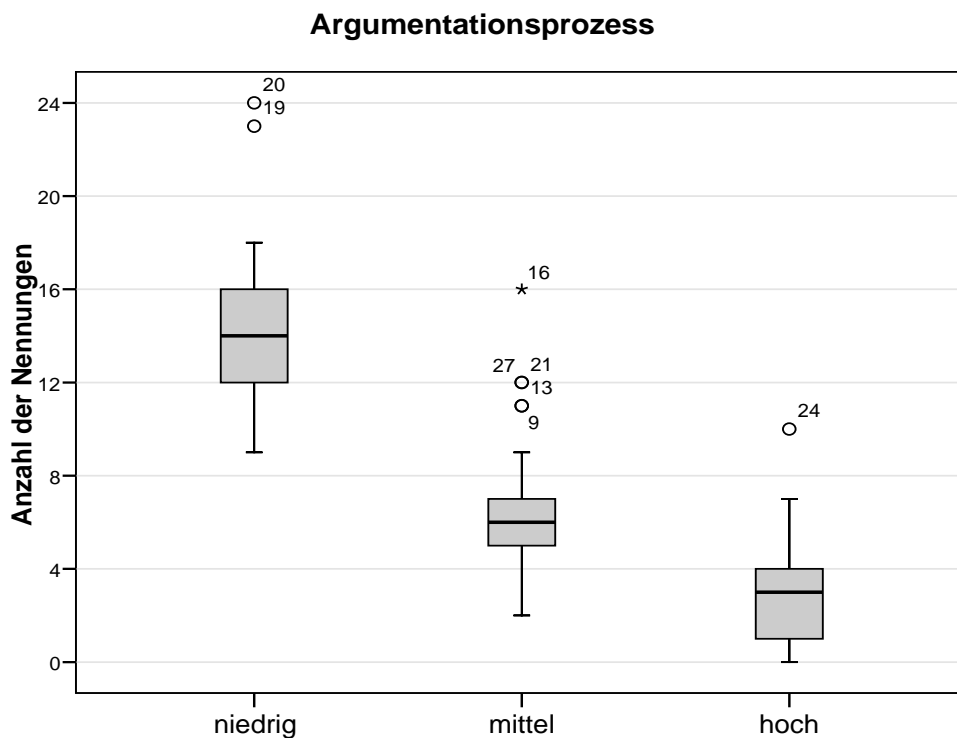


Abbildung 42: Häufigkeiten der Variablen der Komponente *Argumentationsprozess*, $N = 30$

Die *Argumentationsprozesse niedrig* bis *hoch* streuten jeweils gering über die gesamte Stichprobe, dennoch ist das Bild geprägt von mehreren Ausreißern, die außerhalb der Whisker liegen. Aufgrund der geringen Varianz der einzelnen Variablen wird hier sogar ein extremer Ausreißer

dargestellt (Paar Nr.16), der mit 16 Mal *Argumentationsprozess mittel* die Spitze dieser Variable darstellt.

In der Wissenskommunikation zeigten die Schüler am meisten den *Argumentationsprozess niedrig*, der lediglich aus einem Argument bzw. der Aneinanderreihung von Wiederholungen desselben Argumentes bestanden. Hier liegen die Werte des Boxplots nahe zusammen, die Streuung über die Stichprobe ist gering. 50% der Dyaden zeigten den *Argumentationsprozess niedrig* 12 bis 16 Mal.

Insgesamt zeigt sich ein homogenes Bild der Gespräche, die vorwiegend von dem *Argumentationsprozess niedrig* geprägt sind, also viele einzelne Argumente enthalten, die im fortlaufenden Gespräch nicht weiter aufgegriffen werden. Der *Argumentationsprozess mittel* liegt in seiner Anzahl deutlich unter der Häufigkeit des *Argumentationsprozesses niedrig*. Hier greifen die Dyaden Argumente auf, indem sie Gegenargumente diesbezüglich formulieren. Insgesamt ist die Streuung im Bereich *Argumentationsprozess mittel* eher klein. Der Boxplot zum *Argumentationsprozess mittel* zeigt allerdings fünf Ausreißer, die ca. 16% der Gesamtstichprobe darstellen. Diese Anzahl darf angesichts der Varianz der Stichprobe bezüglich dieser Variable nicht überinterpretiert werden, sondern gibt eher Rückschlüsse auf die verbleibenden 84% der Gesamtstichprobe. Eine Interpretation der Daten erfolgt in der Diskussion (vgl. Kap. VI.2.1).

Der *Argumentationsprozess hoch* bestehend aus Argument, Gegenargument und integrativem Argument kam am wenigsten vor und wird in der Gesamtstichprobe bis zu sieben Mal gezeigt.

Ein Ausreißer, die Dyade Nr.24 zeigte den *Argumentationsprozess hoch* zehn Mal. Ebenfalls befindet sich Dyade Nr.27 unter den Ausreißern. Sie wird allerdings nur im *Argumentationsprozess mittel* als solcher herausgestellt.

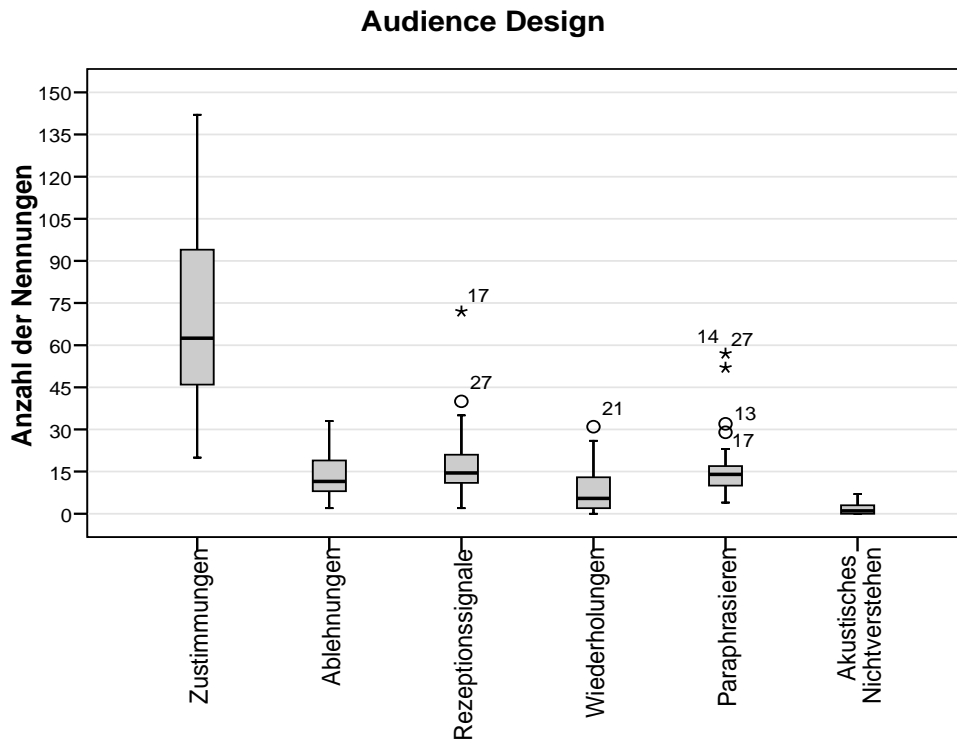


Abbildung 43: Häufigkeiten der Variablen der Komponente *Audience Design*, $N = 30$

Der größte Anteil des *Audience Designs* liegt im Bereich *Zustimmungen*. Dieser Boxplot zeigt allerdings eine hohe Streuung der Verteilung von 18 *Zustimmungen* bis zu ca. 145 Nennungen dieser Variable. Die Lage des Medians erklärt eine rechtsschiefe Verteilung, was bedeutet, dass die Hälfte der analysierten Dyaden im Bereich von 18 bis ca. 60 *Zustimmungen* liegt.

Alle weiteren Variablen dieser Komponente liegen im vergleichbar niedrigeren Bereich. Herausgestellt werden sollen dennoch die *Rezeptionssignale* und das *Paraphrasieren*. Wider Erwarten ergibt sich für die Variable *Rezeptionssignale* ein sehr viel geringfügigerer Wert als angenommen. Die Schüler signalisierten also ihrem jeweiligen Gesprächspartner keine stetigen Rückmeldungen darüber, ob sie seine geäußerten Gesprächsinhalte verstanden hatten, bzw. wurden diese Rückmeldungen in den Datenbeobachtungen eventuell nicht aufgenommen, weil die ausgewählten Indikatoren Verhaltensweisen zu den *Rezeptionssignalen* nicht berücksichtigten. Der Indikator *Rezeptionssignale* ist durch zwei Ausreißer geprägt: Paar Nr. 27 sowie der extreme Ausreißer Paar Nr. 17.

Die Werte der Variable *Paraphrasieren*, eingesetzt als Indikator für die Prozesse Antizipation und Adaptation, liegen bezogen auf die Gesamtstichprobe hauptsächlich im unteren Bereich, auch wenn es vier z. T. extreme Ausreißer gibt, unter denen sich auch das Paar Nr. 27 befindet.

Die neu hinzugekommene Variable *Akustisches Nichtverstehen* erwies sich als nicht hervorste- chend prägnant und wird dementsprechend als marginale Ausdifferenzierung des Kategoriensys- tems gewertet.

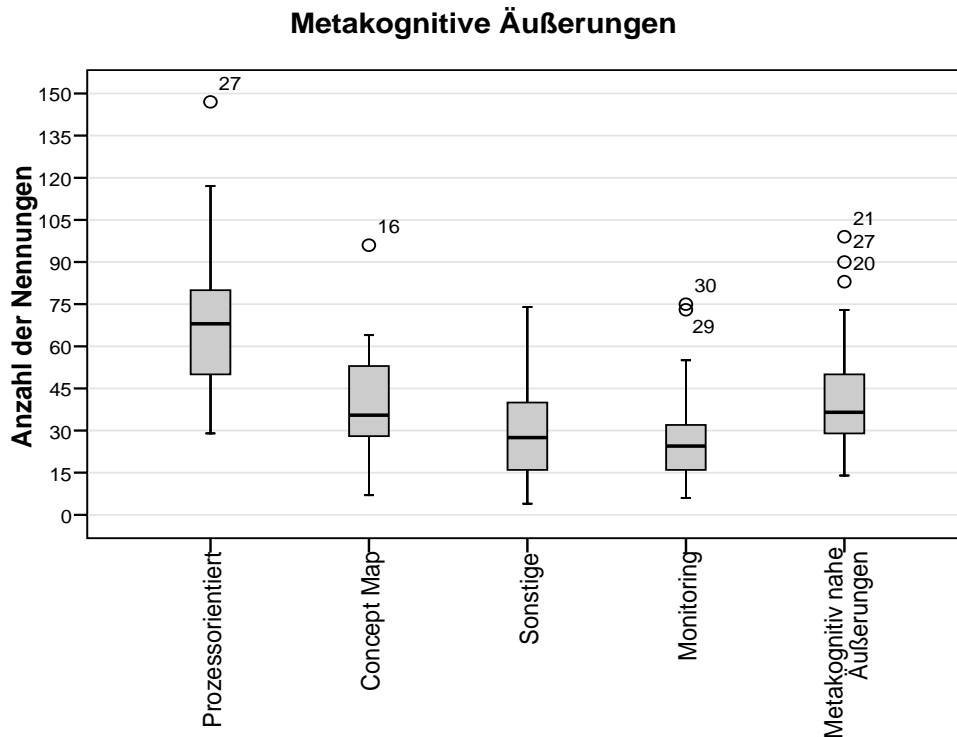


Abbildung 44: Häufigkeiten der Variablen der Komponente *Metakognitive Äußerungen*, $N = 30$

Aus der Abbildung 44 wird anhand der Häufigkeiten deutlich, dass die *Metakognitiven Äußerungen* einen erheblichen Stellenwert in der Kommunikationssituation einnahmen. Die *prozessorientierten* Äußerungen lagen bei 50% der Stichprobe im Bereich von ca. 50–80 Nennungen. Auch hier ist anzunehmen, dass dieses häufige Vorkommen der Variable *Prozessorientiert* den Zusammenhang zwischen der Aufgabenstellung und dem Indikator *Prozessorientiert* widerspiegelt, vergleichbar mit der Variable *grafisches Schlussfolgern* der Komponente *Wissen*. In der Diskussion wird diese scheinbare Abhängigkeit eingehend diskutiert (vgl. Kap. VI.3.1).

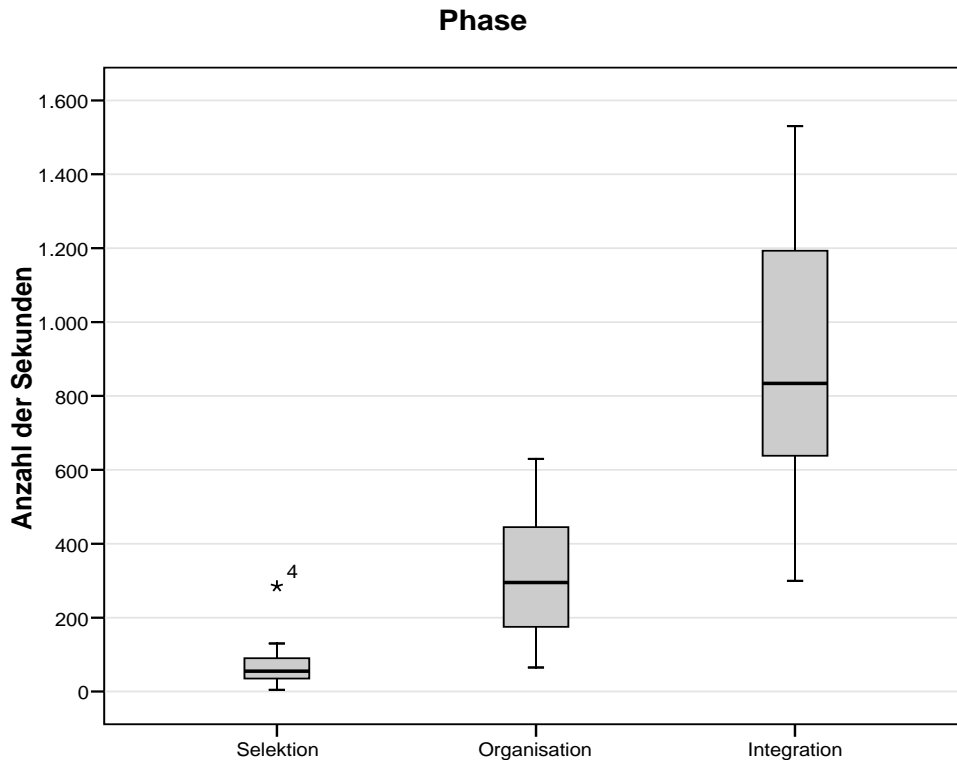


Abbildung 45: Häufigkeiten der Variablen der Komponente *Phase*, $N = 30$

Das Diagramm (vgl. Abbildung 45) stellt die zeitliche Länge der einzelnen *Phasen* dar.⁷⁷ Es ist ersichtlich, dass die drei *Phasen* sich voneinander abgrenzen lassen, wobei die Streuung von *Phase* zu *Phase* zunimmt und am deutlichsten in der letzten Phase *Integration* wird. Die Schüler verbrachten also ungefähr eine ähnliche Zeit in der Phase der *Selektion* (bis zu ca. 2 Minuten, Ausnahme ist der Ausreißer mit der Dyadennr. 4, dessen zugehöriges Schülerpaar ca. 5 Minuten zum Selektieren der Begriffe benötigte). Die zeitliche Spanne der Organisation über die Gesamtstichprobe verteilt dauerte von ca. 1,5 Minuten bis ca. elf Minuten. In der Phase der *Integration* verblieben die Probanden von ca. fünf Minuten bis zu 25 Minuten. Es ist ersichtlich, dass die Dyaden wenig Zeit beim Selektieren der Begriffe verbrachten und sich die meiste Zeit beim Fixieren der Begriffe und Beschriften der Relationen, in der Phase *Integration* aufhielten. Qualitative Analysen einzelner Gesprächstranskripte könnten an dieser Stelle Aufschluss darüber geben, wie ein-

⁷⁷ Zu berücksichtigen ist an dieser Stelle, dass die Schüler im Durchschnitt mit der angenommenen Bearbeitungszeit auskamen (vgl. Kap. IV.1). Allerdings war es ihnen frei gestellt, die Aufgabe bei Bedarf auch entsprechend länger zu bearbeiten.

zelle Paare im Gespräch die Aufgabenstellung organisierten und dementsprechend diskutierten.⁷⁸

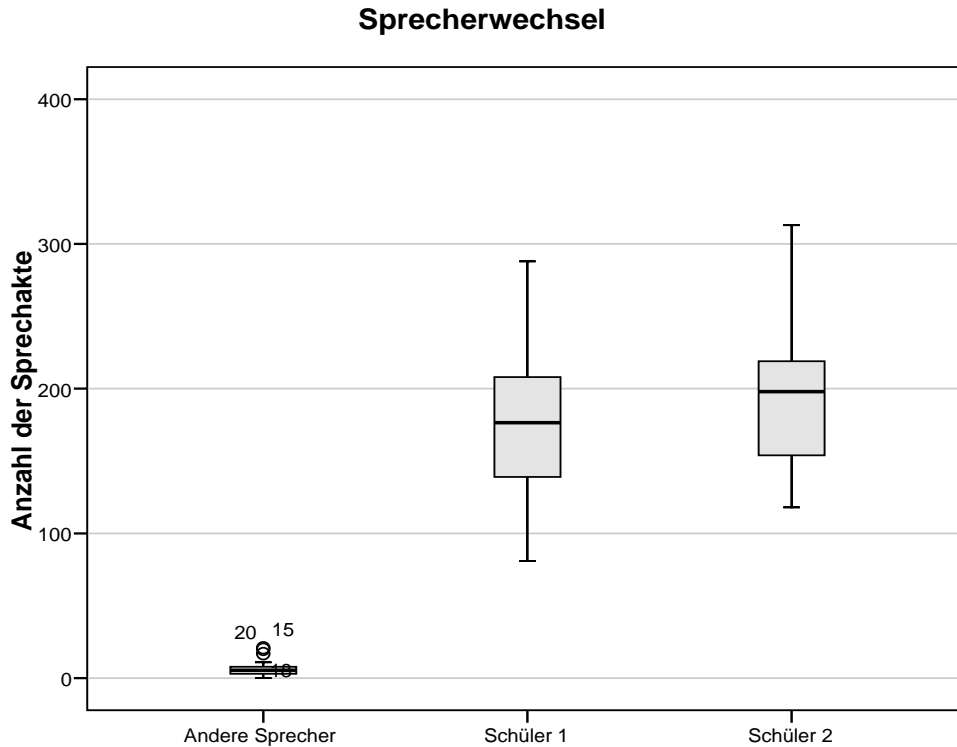


Abbildung 46: Häufigkeiten der Variablen der Komponente *Sprecherwechsel*, $N = 30$

Die Abbildung 46 vermittelt einen Eindruck über die Verteilung der Sprechakte innerhalb der Gesamtstichprobe. Dabei wurden die Daten insofern geordnet, als dass der Variablen *Schüler 1* immer die Gesprächspartner der Dyade mit weniger Sprechakten, der Variable *Schüler 2* die Gesprächspartner der Dyade mit den häufigeren Sprechakten zugeordnet wurden, um so ein genaueres Bild davon zu erhalten, wie unterschiedlich die Sprecheranteile waren. Die Grafik vermittelt den Eindruck, dass beide Gesprächspartner in Bezug auf die Gesamtstichprobe ähnliche Anteile an der Kommunikationssituation besitzen und sich in ihrer Anzahl der Sprechakte nicht deutlich unterscheiden. Allerdings gäbe auch hier eine qualitative Datenauswertung der einzelnen Videos mehr Aufschluss über die einzelnen Sprecherwechsel, die sich im Großen in die oben dargestellte Beschreibung einordnen lassen, von Fall zu Fall aber von diesem Muster auch abweichen. Exemplarisch zeigen das die folgenden Dyaden Nr. 4 (S_1 : 149 Sprechakte; S_2 : 202 Sprechakte) sowie Nr. 8 (S_1 : 83 Sprechakte; S_2 : 139 Sprechakte). Ebenfalls existieren auch sehr ausgewogene Verhältnisse der Sprechakte, wie das Paar Nr. 22 zeigt (S_1 : 160 Sprechakte; S_2 : 161 Sprechakte).

⁷⁸ Dieser Herangehensweise kann in der vorliegenden Arbeit nicht entsprochen werden und ist ggf. von folgenden Forschungsarbeiten zu leisten.

Der Anteil der anderen Sprecher ergibt sich aus den Redeanteilen der Betreuer, die durch Hinweise oder Antworten auf gestellte Schülerfragen in das Gespräch eingegriffen haben.

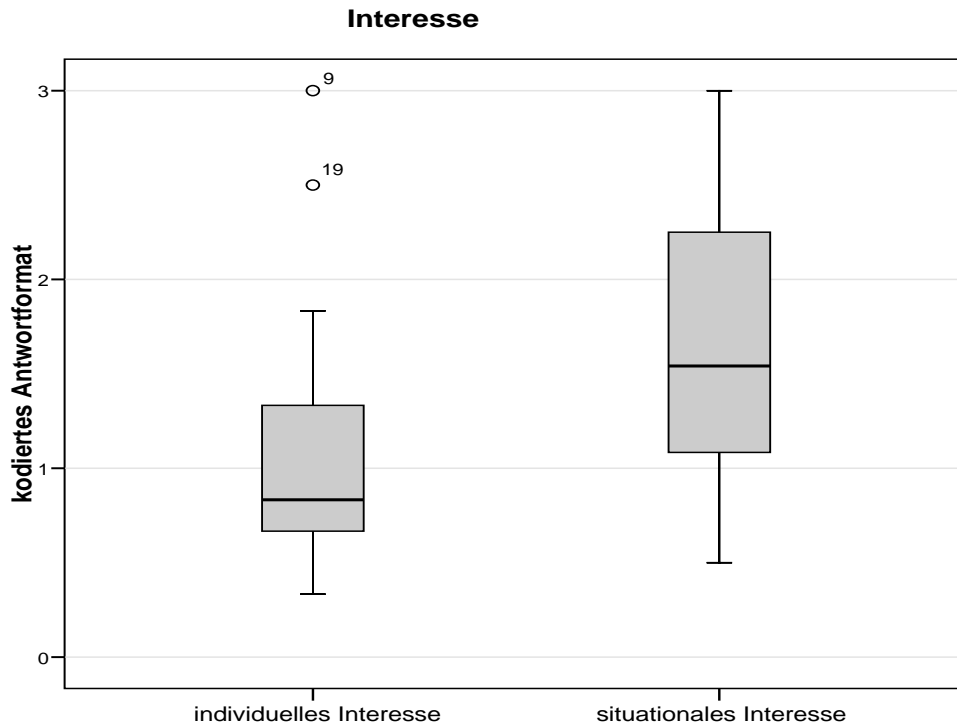


Abbildung 47: Verteilung des Interesses, $N = 30$

Die Grafik zum Interesse (Abbildung 47) zeigt das individuelle Interesse am Fach Biologie sowie das situationale Interesse an der Thematik der vorliegenden Unterrichtseinheit der Schüler (0: trifft nicht zu; 1: trifft etwas zu; 2: trifft ziemlich zu; 3: trifft völlig zu). Die linkssteile Verteilung des individuellen Interesses bringt zum Ausdruck, dass 50% der Stichprobe eher ein geringeres individuelles Interesse hat. Das situationale Interesse ist dahingegen stärker. Der Median liegt hier im Bereich des Skalenmittelwerts (1,5). Aber auch die Streuung über die Gesamtstichprobe ist hier viel größer.

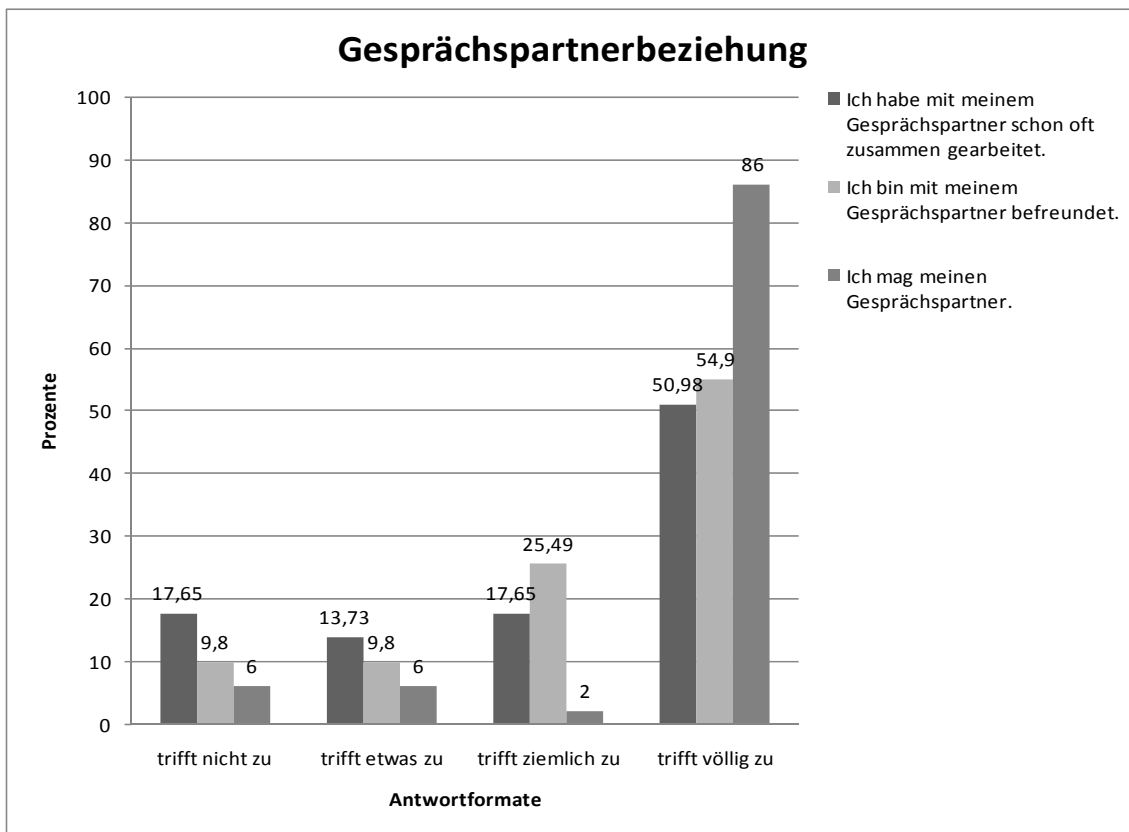


Abbildung 48: Konstrukt Gesprächspartnerbeziehung mit Darstellung der Einzelitems, $N = 50$

Die theoretischen Ausführungen in Kap. II.6 legen Einflüsse der Gesprächspartnerbeziehung auf die *Wissenskommunikation* nahe. Ersichtlich wird, dass die Stichprobe aus Dyaden bestand, die sich aus Gesprächspartnern zusammensetzte, die zu ca. 50% schon des Öfteren miteinander gearbeitet hatten und zu 55% auch im privaten Bereich miteinander kommunizierten. 86% der Schüler gaben an, ihren Gesprächspartner zu mögen.⁷⁹

⁷⁹ Zur Übersicht der Standardabweichungen, Mittelwerte und Stichprobengröße für die einzelnen Items sei an dieser Stelle auf das Kap. IV.3.2.2 verwiesen.

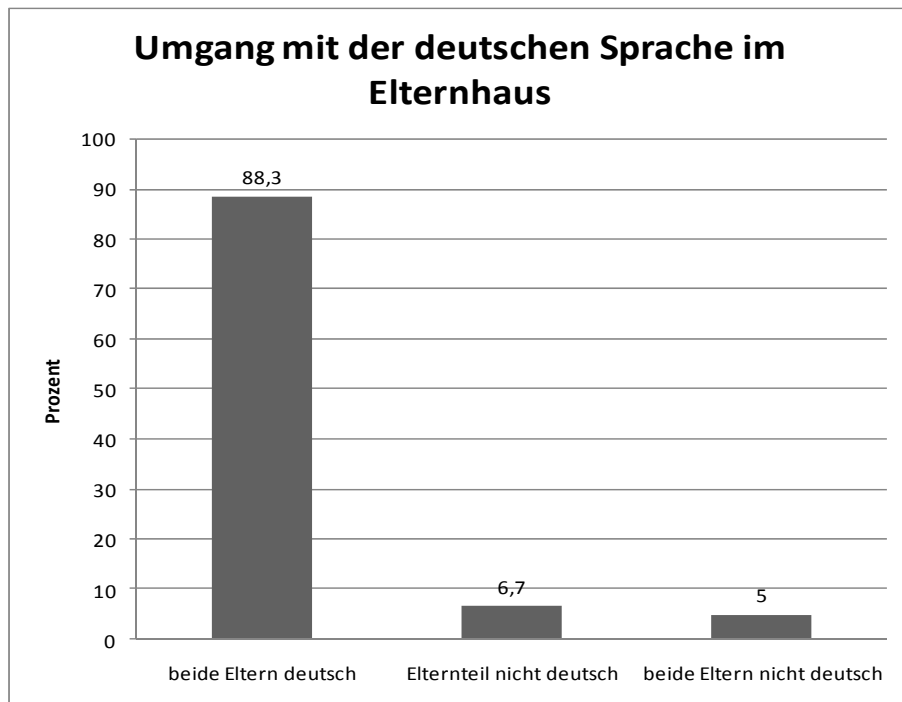


Abbildung 49: Umgang mit der deutschen Sprache, $N = 56$

Im Rahmen der Personaldatenerhebung wurden die Schüler gefragt, in welcher Sprache sie zu Hause kommunizierten, um Rückschlüsse auf ihren Umgang mit der deutschen Sprache zu erhalten und auf den individuellen Wortschatz zu schließen. Vier Schüler gaben an, dass ein Elternteil mit ihnen nicht auf Deutsch kommuniziert, drei Schüler redeten zuhause mit beiden Elternteilen nicht in der deutschen Sprache. Vier Schüler machten diesbezüglich keine Angaben.

V.4 Korrelationen als Hinführung zur Konstruktvalidierung

Ein weiterer Arbeitsschritt zur Validierung der Modellstruktur bestand darin, das Modell gemäß der Forschungsfrage 1 zu präzisieren und die postulierte Zuordnung der Komponenten zu den angenommenen Dimensionen empirisch nachzuweisen.

Die theoretisch hergeleiteten Komponenten der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* sind *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur*, für die vermutete Dimension *Wissenskommunikation* sind dies *Argumentationsprozess* und *Audience Design*.

Demnach lauten die weiteren Hypothesen zur Forschungsfrage 1:

H 1.2) Die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* lassen sich als Komponenten der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* empirisch bestätigen.

H 1.3) Die Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* lassen sich als Komponenten der Dimension *Wissenskommunikation* empirisch bestätigen.

Die Komponenten des Modells wurden auf der Basis von Analysen der Zusammenhänge ihrer Variablen einerseits auf ihre innere Konsistenz (interne Konsistenz) hin überprüft. Andererseits erfolgt die Überprüfung der Komponenten in Bezug auf ihre Zugehörigkeit zu den jeweiligen Dimensionen (externe Konsistenz). Dafür wurden Korrelationen innerhalb der Komponenten sowie Korrelationen zwischen den Komponenten einer Dimension berechnet (vgl. Kap. IV.5.3).

In die nachfolgenden Berechnungen werden auch die neu aufgenommene induktive Modellkomponente sowie die induktiven Indikatoren der bestehenden Komponenten einbezogen. Um die einzelnen Berechnungen besser nachvollziehen zu können, wird an dieser Stelle das bis zu diesem Punkt bereits validierte Strukturmodell zur Kommunikationskompetenz noch einmal abgebildet. Die Hypothesengenerierung H 1.2 fand vor dem Prozess der induktiven Modellerweiterung durch die Kategorie *Metakognitive Äußerungen* statt. Aus diesem Grund ist diese Komponente nicht in der Hypothese berücksichtigt, wird aber dennoch mit in die Analysen integriert. Die Hypothesenprüfung wird aufgrund der indikatorenübergreifenden Formulierungen bezüglich der Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Audience Design* inklusive ihrer Erweiterungen durchgeführt.

Individuelle Wissensrepräsentation	Wissenskommunikation
<p>Wissen</p> <p>Deklaratives domänenspezifisches Wissen</p> <ul style="list-style-type: none"> •Nachfragen •Wiederholen •Schlussfolgern •Grafisches Schlussfolgern •Definieren •Fehlerdiagnose •Monitoring •Wissensnahe Äußerungen 	<p>Argumentationsprozess</p> <ul style="list-style-type: none"> •Argumentationsprozess niedrig •Argumentationsprozess mittel •Argumentationsprozess hoch
<p>Wortschatz</p> <ul style="list-style-type: none"> •Basiswortschatz •domänenunspec. Fachwortschatz •domänenspez. Fachwortschatz •Anzahl der Wörter 	<p>Audience Design</p>
<p>Argumentstruktur</p> <ul style="list-style-type: none"> •vernetzt niedrig •vernetzt mittel •vernetzt hoch •einzeln niedrig •einzeln mittel •einzeln hoch 	<p>Grounding</p> <ul style="list-style-type: none"> •Zustimmungen •Ablehnungen •Wiederholungen <p>Antizipation und Adaptation</p> <ul style="list-style-type: none"> •Paraphrasieren •Rezeptionssignale
<p>Metakognitive Äußerungen</p> <ul style="list-style-type: none"> •Prozessorientiert •Concept Map •Monitoring •Sonstige •Metakognitivnahe Äußerungen 	<ul style="list-style-type: none"> •Akustisches Nichtverstehen

Abbildung 50: Modifiziertes Strukturmodell der Kommunikationskompetenz

V.4.1 Korrelationen der Komponenten Wissen, Wortschatz und Argumentstruktur (Individuelle Wissensrepräsentation)

Korrelationen zur internen Konsistenz der Komponenten

Zunächst werden Korrelationen innerhalb der Komponenten überprüft, um die Stärke des Zusammenhangs der Variablen einer Komponente zu erfassen. Anschließend werden die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz*, *Argumentstruktur* und *Metakognitive Äußerungen* miteinander korreliert. Die Referenzwerte bezüglich des Korrelationskoeffizienten zur Angabe der Stärke des Zusammenhangs sind den Ausführungen in Kap. IV.5.3, Tabelle 19 zu entnehmen.

Die Tabelle 22 zeigt die Korrelationen der Variablen innerhalb der Komponente *Wissen*. Der Hauptanteil der Koeffizienten dieser Korrelationsanalyse ist schwach ($.20 < r \leq .40$) bis sehr schwach ($0 < r \leq .20$). Ausnahmen stellen die gekennzeichneten Korrelationen zwischen den Variablen *Definieren* und *Nachfragen* ($r = .471$) sowie zwischen den Variablen *Wissensnahe Äußerungen* und *Nachfragen* ($r = .456$) dar. Es existieren weitere signifikante Korrelationen, die allerdings im Bereich schwache Zusammenhänge einzuordnen sind. Sie werden aus diesem Grund nur gekennzeichnet und nicht explizit an dieser Stelle beschrieben.

Tabelle 22: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente *Wissen*, $N = 30$

	Nachfragen	Wiederholen	Definieren	Grafisches Schlussfolgern	Schlussfolgern	Fehlerdiagnose	Monitoring	Wissensnahe Äußerung
Nachfragen	-	-.001	.471**	.181	.301	.274	.082	.456*
Wiederholen		-	.186	.033	.106	-.094	-.095	.064
Definieren			-	-.341	.383*	.177	-.082	.347#
Grafisches Schlussfolgern				-	-.137	-.094	.065	.263
Schlussfolgern					-	.371*	-.143	.237
Fehlerdiagnose						-	-.364*	.188
Monitoring							-	-.055

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$ ⁸⁰

Die Tabelle 23 zeigt die Korrelationen der Variablen innerhalb der Komponente *Wortschatz*. Bis auf eine Ausnahme sind alle Koeffizienten sehr schwach ($0 < r \leq .20$) korreliert. Die einzige Ausnahme stellt die gekennzeichnete höchst signifikante Korrelation zwischen den Variablen *Basis-*

⁸⁰ Trends werden in der tabellarischen Ergebnisdarstellung mit # gekennzeichnet und geben Hinweise bezüglich tendenzieller Zusammenhänge.

V Ergebnisse

wortschatz und *Anzahl der Wörter* ($r = .977$), die einen sehr hohen Zusammenhang zeigt. Wie dieser Zusammenhang interpretiert werden kann, ist den Ausführungen in Kap. VI.3.1 zu entnehmen.

Tabelle 23: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente *Wortschatz*, $N = 30$

	Anzahl der Wörter	Basiswortschatz	Unspezifischer Fachwortschatz	Spezifischer Fachwortschatz
Anzahl der Wörter	-	.977***	.058	.158
Basiswortschatz		-	.133	.163
unspezifischer Fachwortschatz			-	-.025

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Korrelationen der Variablen innerhalb der Komponente *Argumentstruktur* zeigen eine breite Varianz (vgl. Tabelle 24). Sie sind zum Teil sehr schwach wie beispielsweise zwischen den Variablen *Argumentstruktur einzeln hoch* und *Argumentstruktur vernetzt niedrig* ($r = -.058$) sowie zwischen *Argumentstruktur einzeln hoch* und *Argumentstruktur vernetzt mittel* ($r = .063$). Andererseits aber existieren auch mittlere ($.40 \leq r \leq .70$) bis hohe ($.70 \leq r \leq .90$) Korrelationen. Diese tauchen im Zusammenhang mit der *Argumentstruktur einzeln niedrig* sowie *Argumentstruktur einzeln mittel* auf. Ausnahmen bilden die schwach negativen Korrelationen dieser beiden Variablen mit der Variablen *Argumentstruktur einzeln hoch*.

Tabelle 24: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente *Argumentstruktur*, $N = 30$

	Arg.-struktur einzeln niedrig	Arg.-struktur einzeln mittel	Arg.-struktur einzeln hoch	Arg.-struktur vernetzt niedrig	Arg.-struktur vernetzt mittel	Arg.-struktur vernetzt hoch
Argumentstruktur einzeln niedrig	-	.660***	-.105	-.731***	-.471**	-.579***
Argumentstruktur einzeln mittel		-	-.013	-.706***	-.443*	-.543**
Argumentstruktur einzeln hoch			-	-.058	.063	-.166
Argumentstruktur vernetzt niedrig				-	-.090	.401*
Argumentstruktur vernetzt mittel					-	.233

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Tabelle 25 zeigt die Korrelationen innerhalb der Komponente *Metakognitive Äußerungen* und rundet das Bild der schwachen Korrelationen innerhalb der Komponenten der angenommenen

V Ergebnisse

Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* dahingehend ab, dass sich innerhalb dieser Komponente zwischen den Variablen ausnahmslos nur sehr geringe bis geringe Zusammenhänge zeigen. Kein Wert weist einen signifikanten Trend auf.

Tabelle 25: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente *Metakognitive Äußerungen*, $N = 30$

	Prozessorientiert	Concept Mapping	Sonstige	Monitoring	Metakognitivnahe Äußerungen
Prozessorientiert	-	-.115	.131	.177	.148
Concept Map		-	.019	.005	-.131
Sonstige			-	.009	-.072
Monitoring				-	.175

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Nachdem die Korrelationen zur internen Konsistenz der Komponenten der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* dargestellt wurden, folgen nun die Korrelationsanalysen zur externen Konsistenz der Komponenten der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation*.

Korrelationen zur externen Konsistenz der Komponenten

Die Korrelationen zwischen den Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* zeigen nur sehr geringe bis geringe Zusammenhänge. Es existieren zwar einige signifikante Trends sowie ein signifikanter Zusammenhang zwischen den beiden korrelierten Komponenten in Form der Variablen *Wiederholen* und *spezifischer Fachwortschatz*, die in der Tabelle 26 hervorgehoben worden sind, sie reichen jedoch nur sehr knapp an die Grenze zur mittleren Korrelation ($r \geq .40$) heran.

Tabelle 26: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten *Wissen* und *Wortschatz*, $N = 30$

	Nachfragen	Wiederholen	Definieren	Grafisches Schlussfolgern	Schlussfolgern	Fehlerdiagnose	Monitoring	Wissensnahe Äußerung
Anzahl der Wörter	.000	.008	.012	-.039	.175	-.324#	-.067	.028
Basiswortschatz	.036	-.009	.015	-.027	.255	-.318#	.003	.051
unspezifischer Fachwortschatz	-.356#	.031	.004	-.049	.327#	-.028	.084	-.130
spezifischer Fachwortschatz	.140	.376*	-.076	.183	-.033	-.060	-.063	.066

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

V Ergebnisse

Die Korrelationen zwischen der Komponente *Wissen* und der Komponente *Argumentstruktur*, operationalisiert durch die aufgeführten Indikatoren der Tabelle 27, sind bis auf den Indikator *Schlussfolgern* sehr gering bis gering. Der Indikator *Schlussfolgern* ist grenzwertig mittel, annähernd mittel bzw. mittel korreliert mit den Variablen *einzel niedrig* negativ ($r = -.408^*$), *einzel mittel* negativ ($r = -.418^*$), *vernetzt niedrig* positiv ($r = .386^*$) sowie *vernetzt hoch* positiv ($r = .475^{**}$). Hier ist ein Trend zu erkennen, der auch im Folgenden noch einmal auftaucht (vgl. Tabelle 29). Die Korrelationen zwischen der Variable *Schlussfolgern* und der Komponente *Argumentstruktur* werden positiv und stärker, je höher die *Argumentstruktur* kategorisiert wurde.

Tabelle 27: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten *Wissen* und *Argumentstruktur*, $N = 30$

	Nachfragen	Wiederholen	Definieren	Grafisches Schlussfolgern	Schlussfolgern	Fehlerdiagno- se	Monitoring	Wissensnahe Äußerungen
Argumentstruktur einzel niedrig	-.137	.225	.130	-.313#	-.408*	-.190	.053	-.130
Argumentstruktur einzel mittel	-.059	-.073	.247	-.135	-.418*	-.074	-.004	-.183
Argumentstruktur einzel hoch	.291	.162	.345#	-.220	.118	.047	.036	.183
Argumentstruktur vernetzt niedrig	.018	-.120	-.131	.081	.386*	.260	-.255	.106
Argumentstruktur vernetzt mittel	.186	.022	-.175	.352#	.108	-.165	.371*	.153
Argumentstruktur vernetzt hoch	-.102	-.184	-.146	.084	.475**	.157	-.195	-.056

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Korrelationen der Komponenten *Wissen* und *Metakognitive Äußerungen* zeigen ein sehr heterogenes Bild von sehr schwach bis mittel zusammenhängend, wobei kein Muster der Verteilung zu erkennen ist. Auffallend ist, dass alle signifikanten Korrelationen ausschließlich negativ sind.

V Ergebnisse

Tabelle 28: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten Wissen und Metakognitiven Äußerungen, N = 30

	Nachfragen	Wiederholen	Definieren	Grafisches Schlussfolgern	Schlussfolgern	Fehlerdiagno- se	Monitoring	Wissensnahe Äußerungen
Prozessorientiert	-.304#	-.278	-.224	-.258	-.280	.165	-.173	-.517**
Concept Mapping	-.382*	.292	-.134	.086	-.208	-.288	-.042	-.509**
Sonstige	-.276	-.221	.017	-.601**	-.103	-.162	-.004	-.482**
Monitoring	-.407*	-.180	-.166	-.272	-.068	-.083	-.193	-.190
Metakognitivnahe Äußerungen	-.347#	-.182	-.288	-.240	-.394*	-.119	-.032	.139

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Werte der Korrelationen zwischen den Komponenten *Wortschatz* und *Argumentstruktur* zeigen ein schwaches Muster (vgl. Tabelle 29). Die Indikatoren des Wortschatzes *Anzahl der Wörter* und *Basiswortschatz* weisen auf mittlere bzw. annähernd mittlere Korrelationen mit Aspekten der *Argumentstruktur* *einzel*n *niedrig*, *einzel*n *mittel*, *vernetzt mittel* und *vernetzt hoch*. Dabei ist zu erkennen, dass die Korrelationen der *Anzahl der Wörter* und des *Basiswortschatzes* im Bereich der Aspekte *einzel*n negativ korreliert sind und der Korrelationskoeffizient schwächer wird, je höher die Qualität der *Argumentstruktur* kodiert wurde. Die Korrelationen dieser beiden Wortschatzvariablen verhalten sich in Bezug auf die *vernetzten* Aspekte der *Argumentstruktur* *mittel* und *hoch* umgekehrt, d.h. der positive Korrelationskoeffizient nimmt im Wert zu. Die Korrelationen des *unspezifischen* und des *spezifischen Fachwortschatzes* sind sehr schwach ausgeprägt ($r \leq .20$), mit Ausnahme der Korrelation des *unspezifischen Fachwortschatzes* und der *Argumentstruktur* *einzel*n *hoch* ($r = -.267$). Hier existiert ein schwacher Zusammenhang.

V Ergebnisse

Tabelle 29: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten *Wortschatz* und *Argumentstruktur*, $N = 30$

	Anzahl der Wörter	Basiswortschatz	unspezifischer Fachwortschatz	spezifischer Fachwortschatz
Argumentstruktur einzeln niedrig	-.433*	-.442*	-.042	.000
Argumentstruktur einzeln mittel	-.387*	-.386*	-.054	-.065
Argumentstruktur einzeln hoch	.183	.139	-.267	.181
Argumentstruktur vernetzt niedrig	.242	.201	-.041	-.020
Argumentstruktur vernetzt mittel	.349#	.407*	.143	.032
Argumentstruktur vernetzt hoch	.417*	.480**	.135	-.041

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Korrelationen der Komponenten *Wortschatz* und *Metakognitive Äußerungen* zeigen keine spezifischen Muster oder auffälligen Werte. Die Zusammenhänge dieser Komponenten ist hauptsächlich sehr schwach ($0 \leq r \leq .20$) bzw. schwach ($.20 \leq r \leq .40$). Es zeigt sich nur ein signifikanter positiver Zusammenhang annähernd mittlerer Stärke zwischen der Variable *spezifischer Fachwortschatz* und der Metakognitiven Variable *Concept Mapping*.

Tabelle 30: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten *Wortschatz* und *Metakognitive Äußerungen*, $N = 30$

	Anzahl der Wörter	Basis Wortschatz	unspezifischer Fachwortschatz	spezifischer Fachwortschatz
Prozessorientiert	-.150	-.195	-.165	-.159
Concept Mapping	.120	.106	.319#	.394*
Sonstige	-.227	-.237	-.019	-.307#
Monitoring	.324#	.300	.299	-.097
Metakognitivnahe Äußerungen	.177	.104	-.172	-.149

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

V Ergebnisse

Die Tabelle 31 zeigt signifikant mittlere Zusammenhänge zwischen der Variable *Sonstige* und den beiden *Argumentstrukturen einzeln niedrig* ($r = .445^*$), in diesem Fall positiv und *vernetzt niedrig* ($r = -.463^*$), in diesem Fall negativ.

Tabelle 31: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten *Argumentstruktur* und *Metakognitiven Äußerungen*, $N = 30$

	Prozess-orientiert	Concept Map	Sonstige	Monitoring	Metakognitivnahe Äußerungen
Argumentstruktur einzeln niedrig	-.022	.157	.445*	-.111	.124
Argumentstruktur einzeln mittel	.098	.236	.317#	-.023	-.056
Argumentstruktur einzeln hoch	-.152	-.076	-.066	.025	.019
Argumentstruktur vernetzt niedrig	-.029	-.187	-.169	.187	-.105
Argumentstruktur vernetzt mittel	-.075	-.082	-.463*	-.164	.083
Argumentstruktur vernetzt hoch	.169	-.112	-.179	.100	-.062

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu Hypothese H 1.2

Mit Hilfe von Korrelationsanalysen wurde die angenommene Modellstruktur weitergehend validiert. Die Hypothese H 1.2 bezog sich auf die angenommene Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* mit ihren jeweils theoretisch zugeordneten Komponenten.

Zusammenfassend lässt sich zu den Korrelationen innerhalb der Komponenten der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* festhalten, dass neben hauptsächlich schwachen bis sehr schwachen Zusammenhängen zwischen den Variablen der einzelnen Komponenten sich auch einige mittlere bis hohe Korrelationen innerhalb der Komponente *Argumentstruktur* zeigen. Dabei handelte es sich um die überwiegend negativen Korrelationen der Variablen *Argumentstruktur einzeln niedrig* sowie *Argumentstruktur einzeln mittel* mit den übrigen *Argumentstrukturvariablen* mit Ausnahme der Variable *Argumentstruktur einzeln hoch*. Allein die Korrelation zwischen der *Argumentstruktur einzeln niedrig* und der *Argumentstruktur einzeln mittel* ist positiv. *Argumentstruktur einzeln mittel* und *Argumentstruktur einzeln niedrig* korrelieren auf gering negativem Niveau mit der *Argumentstruktur einzeln hoch* ($r = -.105$ bzw. $r = -.013$). Nennenswert, aber nicht überraschend ist die sehr hohe positive Korrelation der Variablen *Anzahl der*

Wörter und *Basiswortschatz* ($r = .977$) der Komponente *Wortschatz* auf einem Signifikanzniveau von .001.

Die Korrelationen innerhalb der Komponenten legen den Schluss nahe, dass es sich um eine heterogene Operationalisierung der einzelnen Komponenten anhand der erhobenen Indikatoren handelt. Eine genaue Interpretation der Ergebnisse erfolgt in der Diskussion (vgl. Kap. VI.3.1).

Bezüglich der Korrelationen zur Überprüfung der externen Konsistenz lässt sich aufgrund der bereits als heterogen operationalisiert identifizierten Komponenten sowie der Zusammenhangsanalysen zwischen den Komponenten festhalten, dass die Komponenten über bestimmte Variablen wie *Schlussfolgern* miteinander zusammenhängen und so über einen Faktor höherer Ordnung wie die angenommene zusammenfassende Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* miteinander in Verbindung stehen.

Demnach kann die Hypothese H 1.2 nicht zufriedenstellend bestätigt werden, da angenommen werden muss, dass die Komponenten nicht homogen durch die theoretisch fundierten, ausgewählten Indikatoren abgebildet werden. Die übergeordnete Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* wurde durch einzelne Variablenabhängigkeiten der Komponenten empirisch bestätigt.

V.4.2 Korrelationen der Komponenten Argumentationsprozess und Audience Design (Wissenskommunikation)

Korrelationen zur internen Konsistenz der Komponenten

Die Korrelationen der Komponente *Argumentationsprozess* zeigen hoch und höchst signifikante mittlere negative Korrelationen der Variablen *Argumentationsprozess mittel* mit der Variablen *Argumentationsprozess niedrig* ($r = -.689^{***}$) sowie *Argumentationsprozess hoch* und *Argumentationsprozess niedrig* ($r = -.518^{**}$). Dabei reicht die Korrelation zwischen den Variablen *Argumentationsprozess mittel* und *Argumentationsprozess niedrig* nahe an den Bereich eines hohen negativen Zusammenhangs heran ($r \geq .70$). Die verbleibende Korrelation ist allerdings nur schwach negativ zusammenhängend.

Tabelle 32: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente *Argumentationsprozess*, $N = 30$

	Argumentationsprozess niedrig	Argumentationsprozess mittel	Argumentationsprozess hoch
Argumentationsprozess niedrig	-	-.689 ^{***}	-.518 ^{**}
Argumentationsprozess mittel		-	-.241

^{***} $p < .001$; ^{**} $p < .01$; ^{*} $p < .05$; [#] $p < .1$

Innerhalb der Komponente *Audience Design* zeigen sich keine hohen Korrelationen, die auf einen internen Zusammenhang der Variablen hindeuten. Lediglich Trends sind zu erkennen, die allerdings im Bereich der schwachen Korrelation verbleiben.

Tabelle 33: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente *Audience Design*, $N = 30$

	Akustisches Nichtverstehen	Wiederholungen	Ablehnungen	Rezeptionssignale	Zustimmungen	Paraphrasieren
Akustisches Nichtverstehen	-	.343 [#]	.343 [#]	.126	-.330 [#]	-.172
Wiederholungen		-	-.296	-.002	-.352 [#]	-.137
Ablehnungen			-	.005	.034	.022
Rezeptionssignale				-	-.184	.209
Zustimmungen					-	-.056

^{***} $p < .001$; ^{**} $p < .01$; ^{*} $p < .05$; [#] $p < .1$

Bezüglich der Korrelationen zur internen Konsistenz zeigt sich ein heterogenes Bild der beiden Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design*. Die mittleren bis annähernd hohen negativen Korrelationen des *Argumentationsprozesses* sprechen für zusammenhängende Variablen dieser Komponente. Bei der Komponente *Audience Design* zeigen sich indessen nur geringe bis sehr geringe Korrelationen.

Korrelationen zur externen Konsistenz der Komponenten

Zuletzt wurden die beiden Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* miteinander korreliert. Es ergeben sich zwei signifikante, annähernd mittlere Korrelationen jeweils zwischen der Variable *Akustisches Nichtverstehen* und *Ablehnungen* mit dem *Argumentationsprozess mittel* (vgl. Tabelle 34).

Die schwachen bis sehr schwachen Korrelationen zwischen den Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* sprechen für die Eigenständigkeit dieser Komponenten. Es kann deshalb vermutet werden, dass die beiden Komponenten nicht einer angenommenen Dimension angehören, sondern multidimensioniert sind.

Tabelle 34: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten *Audience Design* und *Argumentationsprozess*, $N = 30$

	Argumentationsprozess niedrig	Argumentationsprozess mittel	Argumentationsprozess hoch
Akustisches Nichtverstehen	-.347#	.368*	-.024
Wiederholungen	-.148	-.010	.167
Ablehnungen	-.306	.394*	-.143
Rezeptionssignale	-.034	.090	-.027
Zustimmungen	.153	-.171	-.039
Paraphrasieren	-.014	.166	-.206

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu Hypothese H 1.3

Mit Hilfe von Korrelationsanalysen wurde die angenommene Modellstruktur weitergehend validiert. Hypothese H 1.3 bezog sich auf die angenommene Dimension *Wissenskommunikation* mit ihren jeweils theoretisch zugeordneten Komponenten: Die Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* lassen sich als Komponenten der Dimension *Wissenskommunikation* empirisch nicht bestätigen, die Hypothese H 1.3 muss demnach abgelehnt werden.

Anhand der Analysen wurde ersichtlich, dass bei der Komponente *Argumentationsprozess* eine Tendenz zu höheren Zusammenhängen zwischen ihren abbildenden Indikatoren existiert, das Bild der Korrelationskoeffizienten zur internen Konsistenz der Komponente *Audience Design* ist

hauptsächlich durch schwache Zusammenhänge geprägt. Ebenfalls lassen die schwachen Korrelationen zur Analyse der externen Konsistenz der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* keinen Schluss auf miteinander zusammenhängende Komponenten dieser Dimension zu. Vielmehr drängt sich die Vermutung auf, dass die Komponenten eigenständig sind und das Kompetenzstrukturmodell im Bereich *Wissenskommunikation* mehrdimensionaler als angenommen ist. Inwieweit bei diesem Ergebnis berücksichtigt werden muss, dass es sich bei der Kommunikationskompetenz um ein per se multidimensionales Konstrukt handelt, das nicht durch nur zwei Dimensionen abgebildet werden kann, sondern durch weitere Komponenten beeinflusst wird, muss eingehender diskutiert werden (vgl. Kap. VI).

V.5 Zusammenhänge zwischen den Dimensionen Individuelle Wissensrepräsentation und Wissenskommunikation

Im Folgenden werden die Relationen der Komponenten zwischen den Dimensionen durch schrittweise Regressionen näher beschrieben, um die Forschungsfrage F 2 zu beantworten sowie die korrespondierende Hypothese H 2 überprüfen zu können. Die multiplen linearen Regressionsanalysen sollen einen weiteren Beitrag zur Klärung der Zusammenhänge leisten und das Kompetenzstrukturmodell in einem nächsten Schritt validiert werden. Die einzelnen Schritte der Modellvalidierung (vgl. Kap. V.2, V.5, V.6 und V.7) werden in der Diskussion abschließend zusammengefasst und eingehend diskutiert (vgl. Kap. VI.3.5).

F 2) Inwieweit wirkt sich die Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* auf die Dimension *Wissenskommunikation* aus?

H 2) Die Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat einen Einfluss auf die Dimension *Wissenskommunikation*.

Die den Regressionsanalysen vorausgegangenen vollständigen Korrelationsanalysen sind tabellarisch dem Anhang (Kap. IX.7) zu entnehmen. Es gibt an dieser Stelle keine Hinweise auf eventuelle Mediatorvariablen, d. h. auf eine Variable, die den Einfluss einer unabhängigen Variablen auf eine abhängige Variable vermittelt, und so die ausführliche Darstellung der Korrelationsanalysen an dieser Stelle rechtfertigen würde.

Die Ergebnisdarstellung erfolgt hypothesengeleitet, wobei die Hypothese H 2 anhand der Modellkomponenten in Unterhypothesen (H 2.1- H 2.6) differenziert wurde. Die Darstellung der Unterhypothesen erfolgt einmal in Textform sowie zur besseren Orientierung noch einmal bildlich in Form eines verkleinerten Kompetenzstrukturmodells, in dem die angenommenen Beziehungen durch einen Pfeil kenntlich gemacht werden. Bei der Hypothesengenerierung wurde davon ausgegangen, dass die Indikatoren in ihrer Gesamtheit die jeweilige Komponente abbilden, weshalb für die bildliche Darstellung der Hypothesen die abgebildete Form (zusammenfassende Klammer und Pfeil) gewählt wurde (vgl. z. B. Abbildung 52).

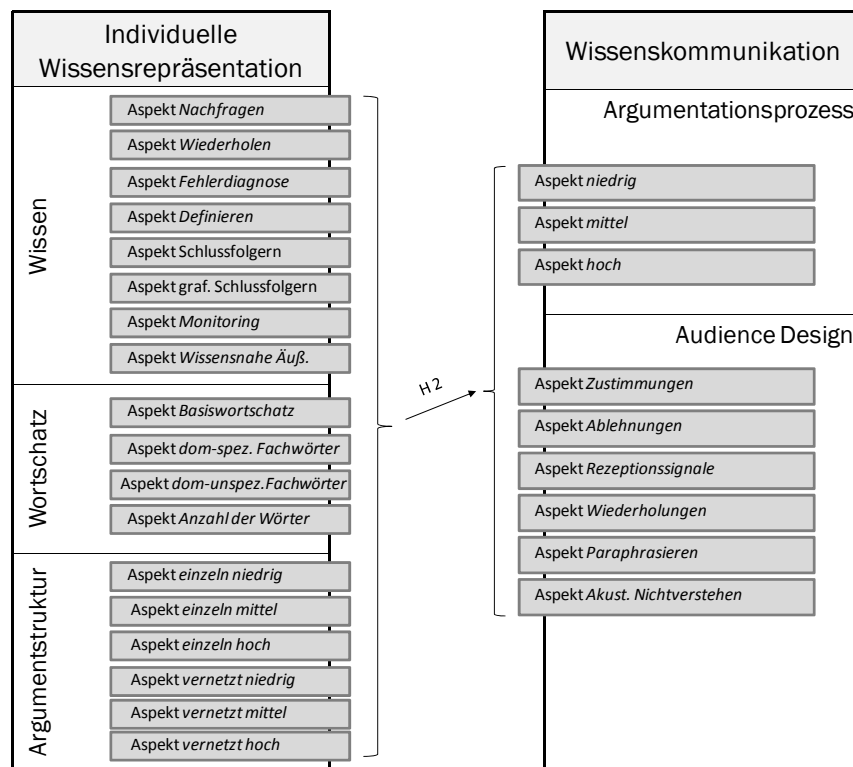


Abbildung 51: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothese H2

Zunächst werden also gemäß den Ausführungen in Kap. III.2 die Komponenten der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* als abhängige Komponenten gesehen, die durch die unabhängigen Komponenten der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* in Form von Prädiktorvariablen analysiert werden. Dabei werden aus Gründen der Übersicht im Folgenden jeweils zwei Hypothesen zu einer Komponente zusammenfassend bildlich dargestellt (vgl. Abbildung 52).

Des Weiteren wurden die induktiven Modellkomponenten mit in die regressionsanalytischen Berechnungen aufgenommen und ihr Einfluss auf die *Wissenskommunikation* ebenfalls analysiert.

Die Darstellung der einzelnen Regressionsmodelle erfolgt jeweils über eine Abbildung und eine Tabelle. Die Abbildung beinhaltet das vorgeschlagene Regressionsmodell zur Kommunikationskompetenz und zeigt die signifikanten Prädiktoren in Bezug auf die untersuchte abhängige Variable. Um einen anschaulicheren Überblick über die Ursache-Wirkungs-Beziehungen zu erhalten und die verschiedenen Vorhersagewerte näher beschreiben zu können, werden die Beta-Koeffizienten (β) in den Abbildungen mit angegeben. Die Tabellen werden gemäß den APA-Standards (2001, S. 163; 1997, S. 47) gestaltet und enthalten neben den Beta-Koeffizienten (β) die unstandardisierten Koeffizienten (b) sowie deren Standardfehler ($SE B$).

Für die Variablen der Regressionsanalyse werden im folgenden Text unterschiedliche Bezeichnungen verwendet, die nachfolgend aus Gründen des Verständnisses kurz aufgeführt werden (vgl. Tabelle 35).

Tabelle 35: Alternative Bezeichnungen der Variablen in der Regressionsanalyse (vgl. auch Backhaus et al., 2003)

$X_1, X_2, X_3, \dots X_j$	Y
Regressoren	Regressand
Unabhängige Variable	Abhängige Variable
Exogene Variable	Endogene Variable
Erklärende Variable	Erklärte Variable
Prädiktorvariable	Prognosevariable

Einfluss der Komponente Wissen

Es wurde überprüft, ob die Komponente *Wissen* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* einen Einfluss auf die Komponente *Argumentationsprozess* sowie auf die Komponente *Audience Design* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* hat (H2.1 sowie H 2.2, vgl. hierzu Abbildung 52).⁸¹

⁸¹ Aus Gründen der Platzersparnis wurde neben dem Einfluss des quantitativen Wissens aus den Videodaten auch das qualitative Wissen aus dem Fragebogen (gekennzeichnet mit FB in den Tabellen) in die Regressionsanalysen mit aufgenommen. Die ergänzenden Variablen aus dem Fragebogen zur Komponente *Wissen* sind in den Hypothesenmodellen nicht mit aufgeführt. Im Falle eines Zusammenhangs werden im Folgenden die Variablen jedoch in den Regressionstabellen mit aufgeführt und berichtet.

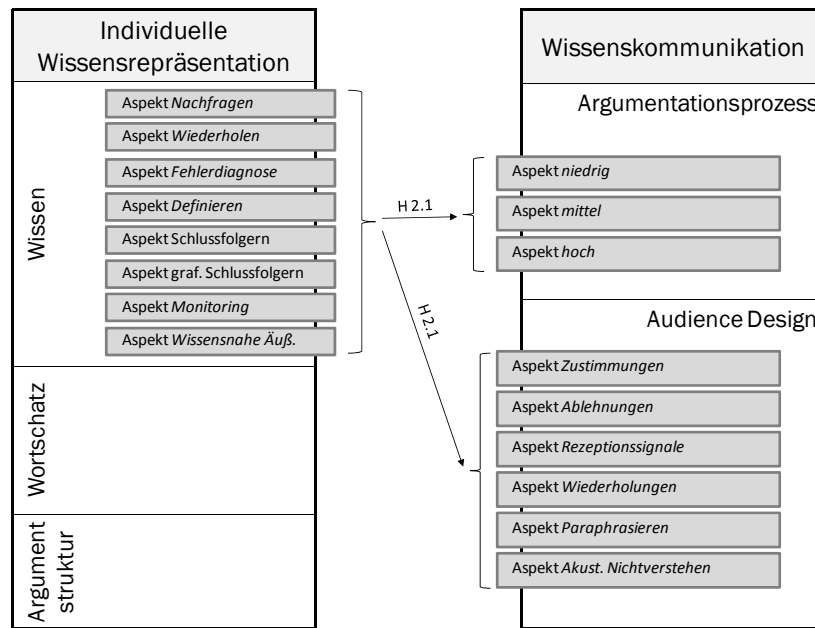


Abbildung 52: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 2.1 und H 2.2

Nach den Korrelationsanalysen zu urteilen, hängen die Komponenten *Wissen* und *Argumentationsprozess* über die jeweiligen Aspekte *Schlussfolgern* und *Argumentationsprozess niedrig* mit $r = -.435^*$ signifikant mittel negativ zusammen. Die schrittweise Regressionsanalyse bestätigt diesen Zusammenhang und zeigt einen negativen Einfluss ($\beta = -.443^*$) der unabhängigen Variable *Schlussfolgern* auf die abhängige Variable *Argumentationsprozess niedrig*, der auf dem 5%-Niveau signifikant wird (vgl. Tabelle 36 und Abbildung 53). Mit 16,6% erklärt das *Schlussfolgern* einen bedeutenden Teil der Kategorie *Argumentationsprozess niedrig* und kann als mittlerer Effekt gewertet werden. Die Komponente *Wissen* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat durch die Variable *Schlussfolgern* einen negativen Einfluss auf die Variable *Argumentationsprozess niedrig* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation*. Das heißt, je häufiger die Gesprächspartner schlussfolgerten, desto weniger fand in dieser Gesprächssituation der *Argumentationsprozess niedrig* statt.

Tabelle 36: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess niedrig* (AP_niedrig_M)⁸², $N = 30$

Unabhängige Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β
Schlussfolgern (I_W_schluss_m)	-2.216	.878	-.443*

$R^2_{\text{KORR}} = .166$; $F(1,26) = 6.364$; $p < .05$ *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

⁸² Der Variablenlabel in Klammern zeigt die genutzte Abkürzung in den analytischen Berechnungen an, der Zusatz _m oder auch _M am Ende des Variablenlabels zeigt an, dass es sich um eine genormte Variable handelt, also relative Häufigkeiten in die Berechnungen mit eingingen.

Im Modell kann diese Beziehung in folgender Form dargestellt werden:

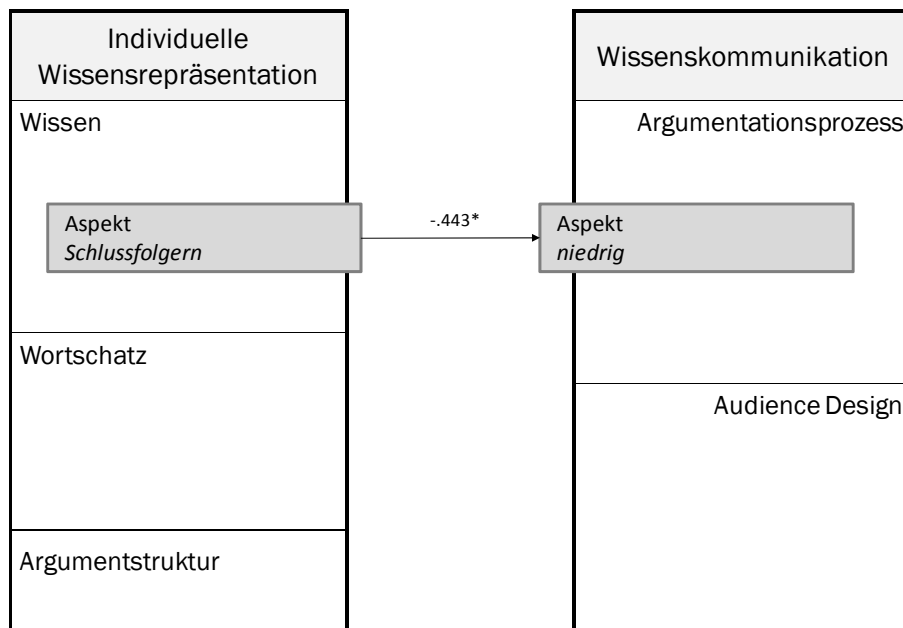


Abbildung 53: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess niedrig* durch die Komponente *Wissen*

In Bezug auf den Einfluss der Komponente *Wissen* auf die Komponente *Argumentationsprozess* zeigt sich in den Korrelationsanalysen ein hoch signifikanter positiver Zusammenhang zwischen *Wissen* und *Argumentationsprozess hoch* in Form der Variablen *Schlussfolgern* und *Argumentationsprozess hoch* ($r = .718^{**}$). Dieser Zusammenhang zwischen *Wissen* und *Argumentationsprozess hoch* bleibt in einer schrittweisen Regression bestehen und führt zu einem Modell, in dem die erklärende Variable *Schlussfolgern* einen höchst signifikanten Erklärungsbeitrag leistet und insgesamt 49,9% der Varianz der Kategorie *Argumentationsprozess hoch* aufklärt (vgl. Tabelle 37 und Abbildung 54). *Schlussfolgern* hat mit seinem β -Gewicht von .719 einen starken Effekt auf die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch*. Die Komponente *Wissen* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* hat durch die Variable *Schlussfolgern* einen positiven Einfluss auf die Variable *Argumentationsprozess hoch* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation*. Je häufiger die Gesprächspartner schlussfolgerten, desto häufiger konnte auch der *Argumentationsprozess hoch* beobachtet werden.

V Ergebnisse

Tabelle 37: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch* (AP_hoch_M), $N = 30$

Unabhängige Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β
Schlussfolgern (I_W_schluss_m)	2.816	.534	.719***

$R^2_{\text{KORR}} = .499$; $F(1,26) = 27.863$; $p < .001$ *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die dargelegten Zusammenhänge lassen sich im Modell wie folgt skizzieren:

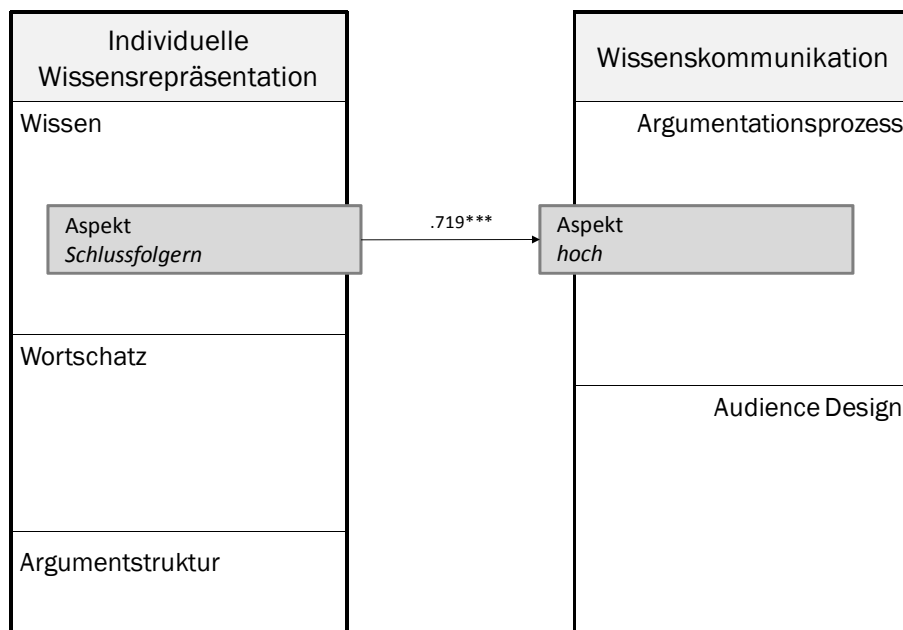


Abbildung 54: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch* durch die Komponente *Wissen*

Laut Korrelationsanalysen zeigt sich ein negativer Zusammenhang zwischen der Komponente *Wissen* und der Komponente *Audience Design* in Form der Variablen *Monitoring* bzw. *Wiederholungen* von $r = -.536^{**}$. Das Ergebnis einer darauf folgenden schrittweisen Regressionsanalyse zum Einfluss der Komponente *Wissen* auf die Komponente *Audience Design* ist in Tabelle 38 dargestellt. Der Indikator *Monitoring* ist einziger hoch signifikanter Prädiktor und klärt mit 27,9% einen erheblichen Teil der Varianz. Er hat mit einem β -Gewicht von $-.553$ einen starken negativen Einfluss auf die Variable *Wiederholungen*. Das heißt, je öfter Schüler Äußerungen im Bereich *Monitoring* machten, desto weniger *Wiederholungen* tauchten im Gespräch auf, einem Indikator für die Antizipation und Adaptation im Bereich *Audience Design*. Inwiefern dieser Zusammenhang auch durch die entsprechende Fachliteratur erklärt wird, muss in der Diskussion präzisiert werden.

V Ergebnisse

Tabelle 38: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Wiederholungen* (AD_W_m), $N = 30$

Unabhängige Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β
Monitoring (I_W_M_m)	-397	.117	-.553**

$R^2_{\text{KORR}} = .279$; $F(1,26) = 11.451$; $p < .01$ *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Das durch die Regressionsanalyse beschriebene Modell kann in Bezug auf das aufgestellte Kompetenzstrukturmodell wie folgt charakterisiert werden:

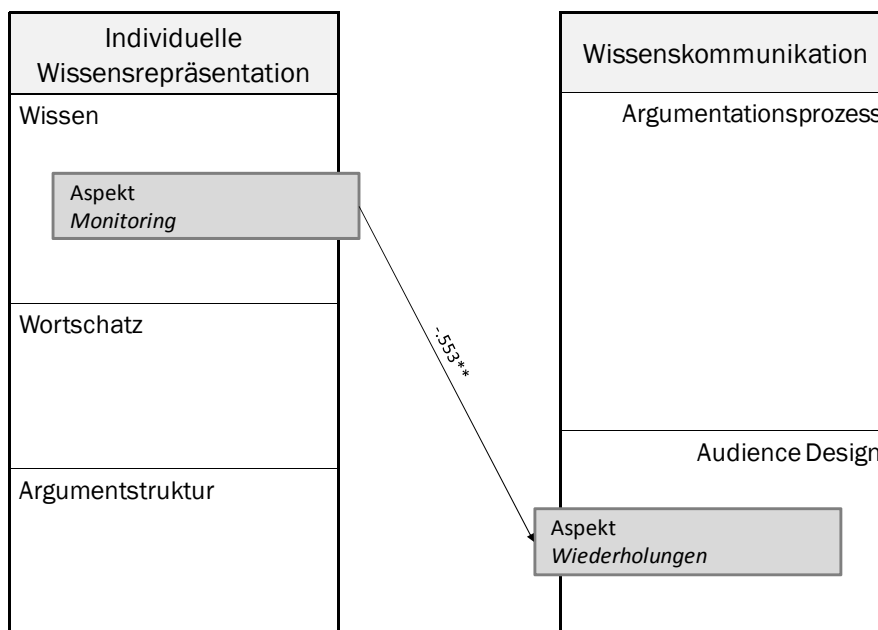


Abbildung 55: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Wiederholungen* durch die Komponente *Wissen*

Korrelationen zwischen den Komponenten *Wissen* und *Audience Design* haben einen annähernd mittleren Zusammenhang von $r = .375^*$ zwischen den *Wissensnahen Äußerungen* und den *Zustimmungen* ergeben, die auf dem 5% Niveau signifikant werden. In einem Regressionsmodell klärt die Komponente *Wissen* in Form der Variablen *Wissensnahe Äußerungen* mit einem signifikanten Einfluss auf die abhängige Variable *Zustimmungen* der Komponente *Audience Design* 11,5% der Varianz auf (vgl. Tabelle 39 und Abbildung 56). Auch in diesem Regressionsmodell kommt nur ein Prädiktor zum Tragen wie auch in den bereits vorgestellten Modellen zum Einfluss des *Wissens*. Die Stärke des Einflusses ist im annähernd mittleren Bereich zu verorten, ebenso wie die erklärte Varianz durch das Modell, das mit einem Wert $R^2_{\text{KORR}} = .115$ in die Nähe des mittleren Effektes reicht. Das heißt, je öfter Schüler *Wissensnahe Äußerungen* machten, des-

V Ergebnisse

to häufiger tauchten auch *Zustimmungen* im Gespräch auf, einem Indikator für den Groundingprozess im Bereich *Audience Design*.

Tabelle 39: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Zustimmungen* (AD_Z_m), N = 30

Unabhängige Variable	B	SE B	β
Wissensnahe Äußerungen (I_W_nahe_m)	.769	.362	.384*

$R^2_{\text{KORR}} = .115$; $F(1,26) = 4.503$; $p < .01$

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Berechnungen zum Einfluss des *Wissens* auf das *Audience Design* werden im Modell wie folgt dargestellt:

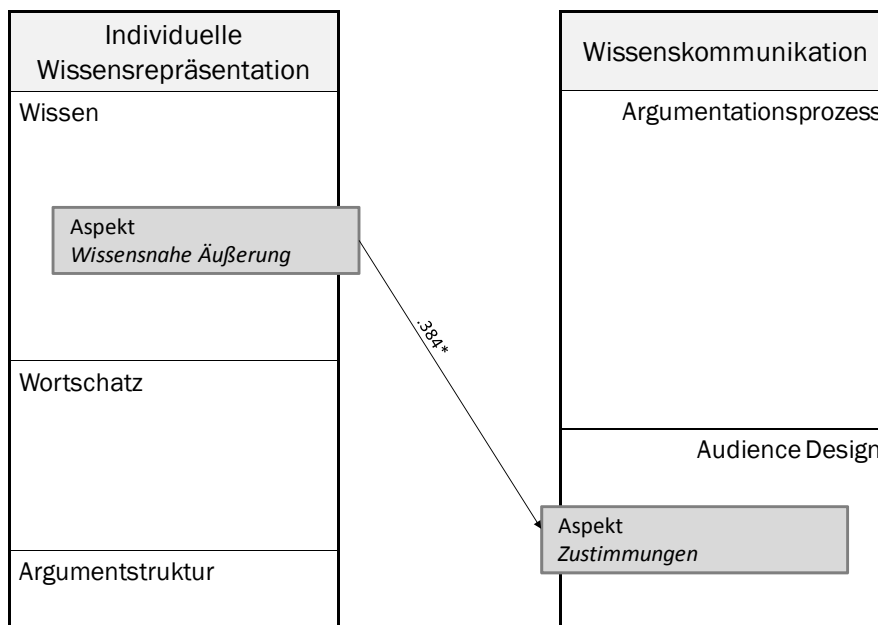


Abbildung 56: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Zustimmungen* durch die Komponente *Wissen*

Die Korrelationsanalysen ergeben einen weiteren Zusammenhang zwischen *Wissen* und *Audience Design*, speziell den Variablen *Definieren* und *Paraphrasieren* ($r = -.379^*$) sowie zwischen den Variablen *Grafisches Schlussfolgern* und *Paraphrasieren* ($r = .512^{**}$). In der schrittweisen Regression wird allerdings nur der stärkere Zusammenhang zwischen dem *Grafischen Schlussfolgern* und *Paraphrasieren* signifikant. Dennoch erfolgt die Erklärung der Varianz durch ein Modell mit zwei Prädiktoren (vgl. Tabelle 40 und Abbildung 57). Der einflussreichere Regressor *Grafisches Schlussfolgern* ist mit seinem β -Gewicht von .595 höchst signifikant. In der vorliegenden Kommunikationssituation, in der Schüler häufig grafisch schlussfolgerten, fiel auch häufig die Variable *Paraphrasieren*, einem Indikator für die Antizipation und Adaptation im Be-

V Ergebnisse

reich *Audience Design*. Zusammen mit dem zweiten Prädiktor *Nachfragen*, der in den Korrelationsanalysen nicht signifikant bleibt, klärt dieses Modell 35,3% der Varianz. Die Variable *Nachfragen* hat dabei einen annähernd mittleren negativen Einfluss auf das *Paraphrasieren*, d.h. je öfter Schüler im Gespräch nachfragten, desto weniger zeigte sich der Indikator *Paraphrasieren*. Auch dieser Prädiktor ist auf dem 5%-Niveau signifikant.

Tabelle 40: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Paraphrasieren* (AD_P_m), N = 30

Unabhängige Variablen	B	SE B	β
Grafisches Schlussfolgern (I_W_GS_m)	.309	.082	.595***
Nachfragen (I_W_N_m)	-.401	.177	-.358*

$R^2_{\text{KORR}} = .353$; $F(2,25) = 8.358$; $p < .05$

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die dargelegten Zusammenhänge lassen sich im Modell wie folgt skizzieren:

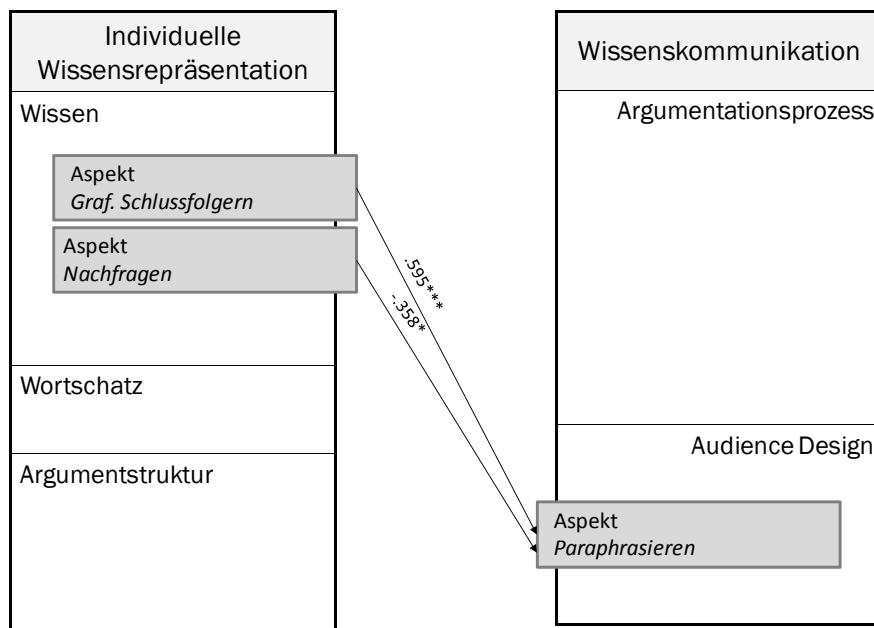


Abbildung 57: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Paraphrasieren* durch die Komponente *Wissen*

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu den Hypothesen 2.1 und 2.2

Zur Beurteilung der Hypothesen 2.1 sowie 2.2 lässt sich festhalten, dass die Komponente *Wissen* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* einen

- negativen Einfluss in Form der Variable *Schlussfolgern* auf die Komponente *Argumentationsprozess* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation*, Aspekt *niedrig* hat (vgl. Abbildung 58).
- positiven Einfluss in Form der Variable *Schlussfolgern* auf die Komponente *Argumentationsprozess* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation*, Aspekt *hoch* hat (vgl. Abbildung 58).
- negativen Einfluss in Form der Variable *Monitoring* auf die Komponente *Audience Design* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation*, Aspekt *Wiederholungen* hat (vgl. Abbildung 58).
- positiven Einfluss in Form der Variable *Wissensnahe Äußerungen* auf die Komponente *Audience Design* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation*, Aspekt *Zustimmungen* hat (vgl. Abbildung 58).
- positiven Einfluss in Form der Variable *Graf. Schlussfolgern* sowie einen negativen Einfluss in Form der Variable *Nachfragen* auf die Komponente *Audience Design* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation*, Aspekt *Paraphrasieren* hat (vgl. Abbildung 58).

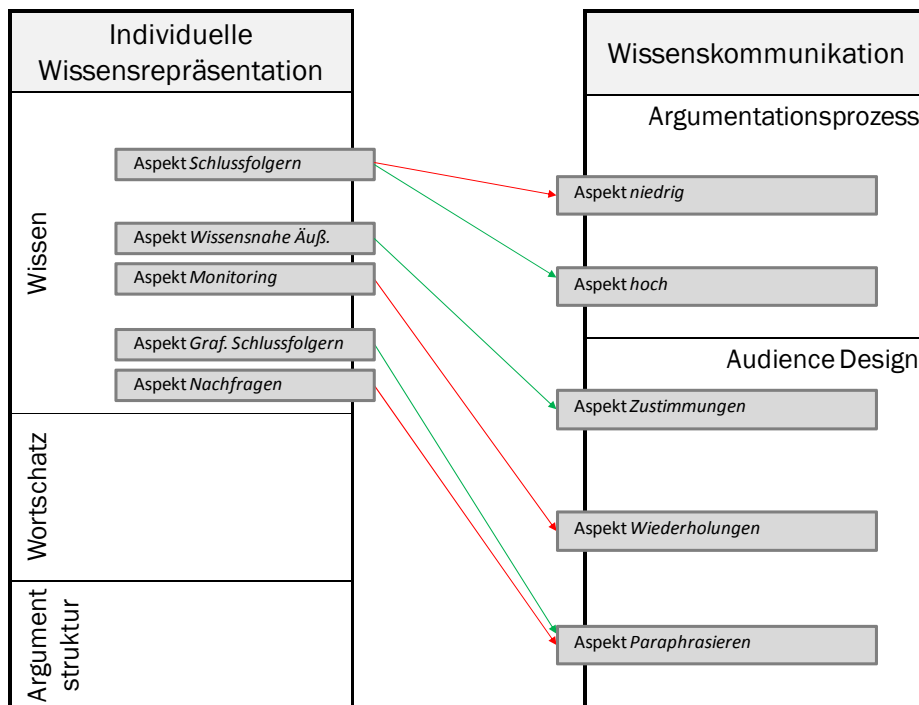


Abbildung 58: Einfluss der signifikanten Variablen der Komponente Wissen auf die Wissenskommunikation; rote Pfeile stellen negative Zusammenhänge dar, grüne Pfeile zeigen einen positiven Einfluss an

Demnach gelten beide Hypothesen H2.1 und H 2.2 insofern als bestätigt, als dass ein Einfluss – positiv und/ oder negativ – existiert, der nicht durch die Gesamtheit der Indikatoren der Komponente *Wissen* abgebildet wird, sondern durch einzelne erklärende Variablen.

Einfluss der Komponente Wortschatz

Laut Hypothesen H 2.3 sowie H 2.4 besteht ein Einfluss der Komponente *Wortschatz* auf die Komponente *Argumentationsprozess* sowie auf die Komponente *Audience Design* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* (vgl. Abbildung 59).

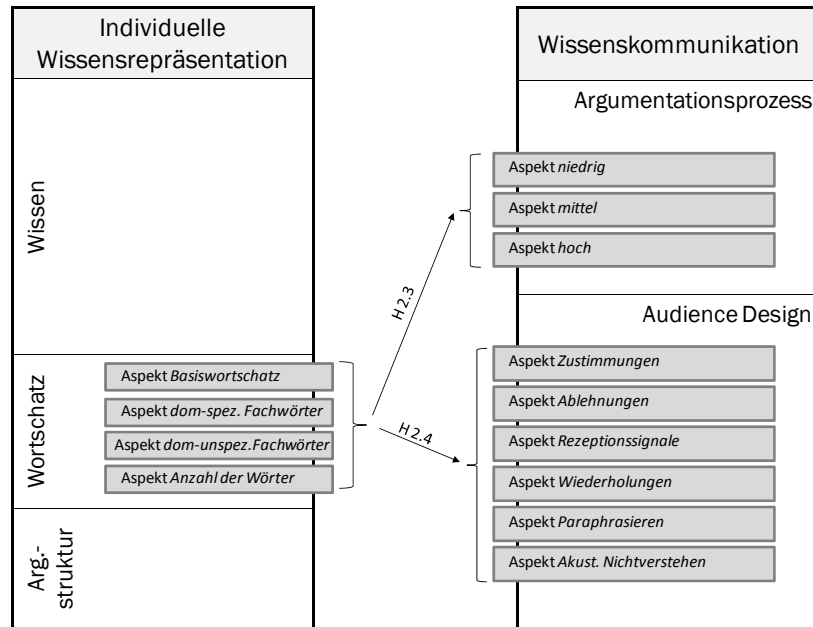


Abbildung 59: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 2.3 und H 2.4

Korrelationen zwischen den Komponenten *Wortschatz* und *Argumentationsprozess* zeigen Zusammenhänge jeweils zwischen dem *spezifischen Fachwortschatz* ($r = -.475^{**}$), der *Anzahl der Wörter* ($r = -.523^{**}$) sowie dem *Basiswortschatz* ($r = -.513^{**}$) und dem *Argumentationsprozess niedrig*.

Das vorgeschlagene Modell der schrittweisen Regression klärt allerdings mit nur zwei Variablen 34,3% der Varianz auf, was als starker Effekt zu werten ist (vgl. Kap. IV.5.5). Beide Variablen *Anzahl der Wörter* und *spezifischer Fachwortschatz* werden hier auf dem 5%-Niveau signifikant, wobei der erste Prädiktor *Anzahl der Wörter* einen leicht stärkeren negativen Einfluss laut β -Gewicht von $-.397$ aufweist, als der zweite Prädiktor *spezifischer Fachwortschatz* (vgl. Tabelle 41 und Abbildung 60). Das heißt, je höher die *Anzahl der Wörter* in den Gesprächstranskripten war und je zahlreicher der *spezifische Fachwortschatz* von den Schülern eingesetzt wurde, desto weniger fand der *Argumentationsprozess niedrig* statt.

V Ergebnisse

Tabelle 41: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess niedrig* (AP_niedrig_M), N = 30

Unabhängige Variablen	B	SE B	β
Anzahl der Wörter (Wörter_G)	.000	.000	-.397*
spezifischer Fachwortschatz (spez_Fachw_G)	-.010	.005	-.379*

$R^2_{\text{KORR}} = .343; F(2,21) = 7.000; p < .05$ *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Darstellung der Analysen lassen sich im Modell wie folgt skizzieren:

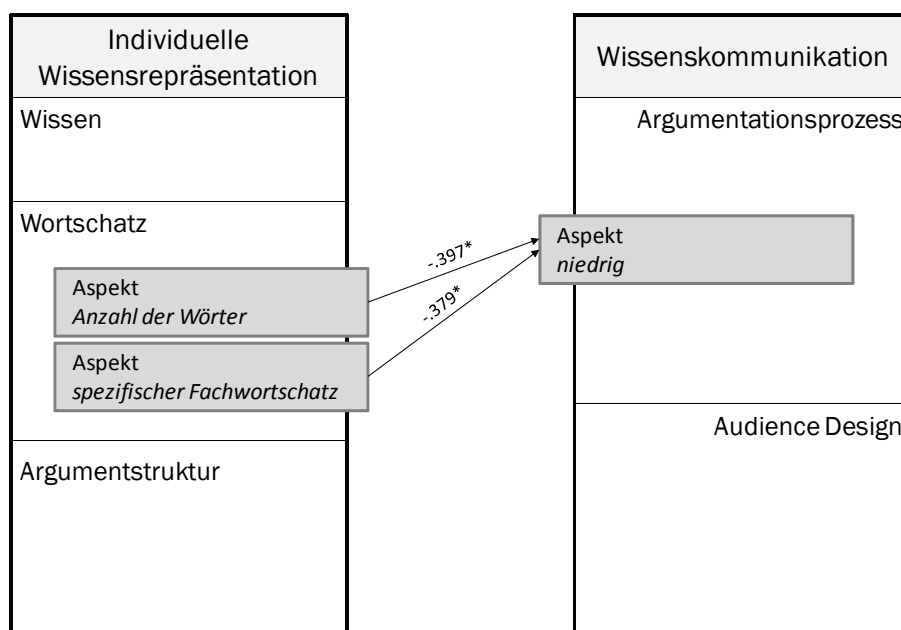


Abbildung 60: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess niedrig* durch die Komponente *Wortschatz*

Der Zusammenhang zwischen der Komponente *Wortschatz* und der Komponente *Argumentationsprozess* wird durch den Aspekt *spezifischer Fachwortschatz* deutlich, der in den Korrelationsanalysen einen signifikant mittleren Zusammenhang in Bezug auf die *Argumentationsprozess mittel* zeigt ($r = .458^*$). Dieser Einfluss wird auch mit einem β -Gewicht von .565 in den Regressionsanalysen bestätigt. Das heißt, je häufiger der *spezifische Fachwortschatz* zum Einsatz kam, desto häufiger fand auch der *Argumentationsprozess mittel* in der Kommunikationssituation zwischen den Schülern statt. Der hoch signifikante Prädiktor klärt 28,8% der Varianz auf (vgl. Tabelle 42 und Abbildung 61). Auch dieser Effekt ist als stark zu bezeichnen. Der Einfluss der Variable befindet sich auf einem Niveau von $p < .01$.

V Ergebnisse

Tabelle 42: Regressionsanalyse der unabhängigen Variable spezifischer Fachwortschatz auf die abhängige Variable *Argumentationsprozess mittel* (AP_mittel_M), $N = 30$

Unabhängige Variable	B	$SE B$	β
spezifischer Fachwortschatz (spez_Fachw_G)	.013	.004	.565**

$R^2_{\text{KORR}} = .288$; $F(1,22) = 10.259$; $p < .01$
*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Die Darstellung der Analysen lassen sich im Modell wie folgt skizzieren:

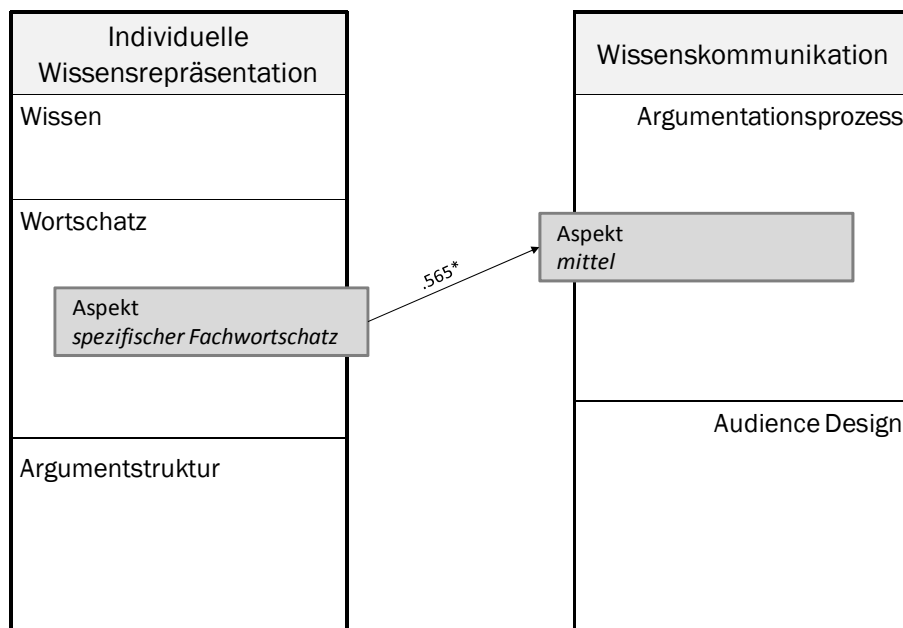


Abbildung 61: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess mittel* durch die Komponente *Wortschatz*

Laut Korrelationsanalysen existieren Zusammenhänge zwischen der *Anzahl der Wörter* ($r = .427^*$) und dem *Basiswortschatz* ($r = .476^{**}$) jeweils mit dem *Argumentationsprozess hoch*. In den folgenden schrittweisen Regressionen wurde der Zusammenhang zwischen *Anzahl der Wörter* und *Argumentationsprozess hoch* nicht mehr sichtbar. Die Komponente *Wortschatz* beeinflusst den *Argumentationsprozess hoch* hier nur noch durch die Variable *Basiswortschatz* (vgl. Tabelle 43 und Abbildung 62). Das Modell wird durch diesen Prädiktor zu 28,8% aufgeklärt. Der Einfluss des *Basiswortschatzes* liegt mit einem β -Gewicht bei .512 und ist signifikant.

V Ergebnisse

Tabelle 43: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch* (AP_hoch_M), $N = 30$

Unabhängige Variable	B	$SE B$	β
Basiswortschatz (Basiswortschatz_G)	.000	.000	.512*

$R^2_{\text{KORR}} = .288; F(1,22) = 10.259; p < .05$ *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

An dieser Stelle muss eine eingehende Diskussion Aufschluss darüber geben, warum die Korrelationsanalysen einen mittleren Zusammenhang der beiden Variablen postulieren, der im folgenden Regressionsmodell nicht mehr in dieser Form berücksichtigt wird:

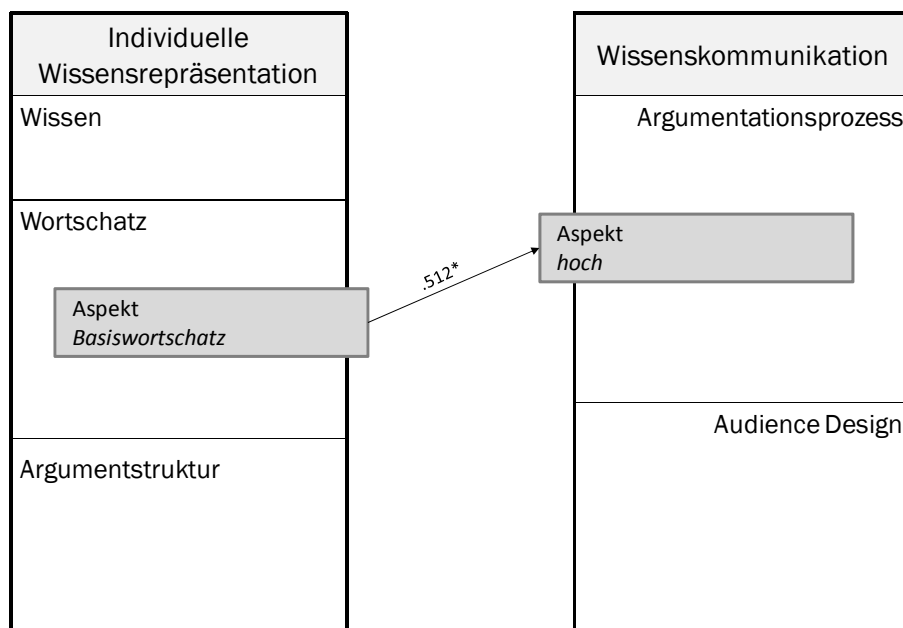


Abbildung 62: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch* durch die Komponente *Wortschatz*

In Bezug auf die Hypothese 2.4 haben die Korrelationsberechnungen einen hoch signifikanten Zusammenhang zwischen dem spezifischen *Fachwortschatz* und den *Ablehnungen* ($r = .587^{**}$) gezeigt.

Aus der schrittweisen Regressionsanalyse werden die Ergebnisse der Korrelationsanalysen bestätigt: Es ergibt sich ein Modell mit einem höchst signifikanten Prädiktor auf den *Aspekt Ablehnungen*, der 32% der Varianz aufklärt (vgl. Tabelle 44 sowie Abbildung 63). Dieser starke Effekt wird über den höchst signifikanten Prädiktor *spezifischer Fachwortschatz* mit einem β -Gewicht von .587 getragen.

V Ergebnisse

Tabelle 44: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Ablehnungen* (AD_A_m), $N = 30$

Unabhängige Variablen	<i>B</i>	<i>SE B</i>	<i>Beta</i>
spezifischer Fachwortschatz (spez_Fachw_G)	.003	.001	.587***

$R^2_{\text{KORR}} = .321; F(1,28) = 14.693; p < .001$ *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

In Bezug auf das zu validierende Modell ergibt sich folgende Grafik:

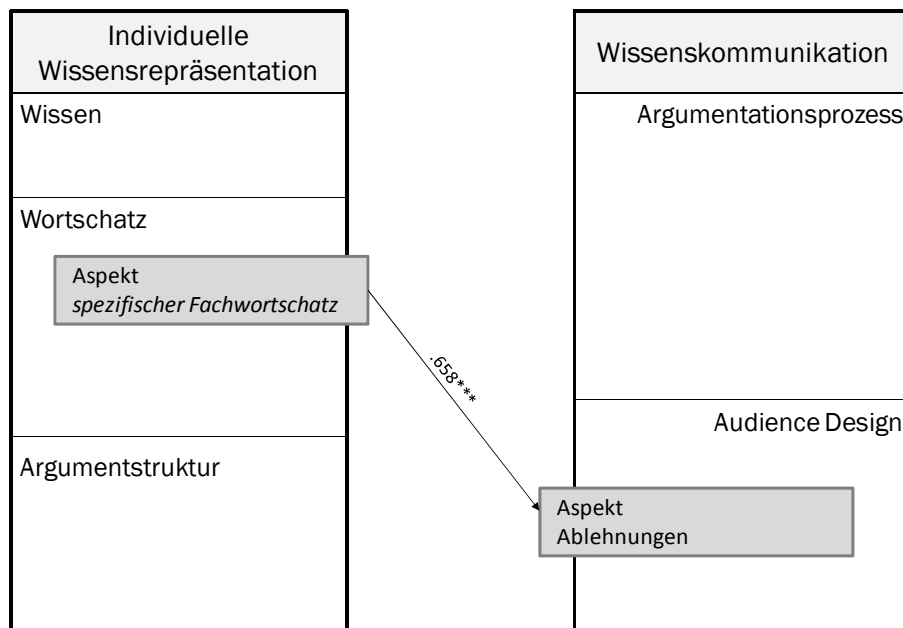


Abbildung 63: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Ablehnungen* durch die Komponente *Wortschatz*

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu den Hypothesen 2.3 und 2.4

Zusammenfassend lässt sich zur Beurteilung der Hypothesen 2.3 und 2.4 festhalten, dass die Komponente *Wortschatz* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* einen

- negativen Einfluss in Form der beiden Variablen *Anzahl der Wörter* sowie *spezifischer Fachwortschatz* auf die Komponente *Argumentationsprozess* in Form der Variable *Argumentationsprozess niedrig* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* hat (vgl. Abbildung 64).
- positiven Einfluss in Form der Variable *spezifischer Fachwortschatz* auf die Komponente *Argumentationsprozess* in Form der Variable *Argumentationsprozess mittel* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* hat (vgl. Abbildung 64).

- positiven Einfluss in Form der Variable *Basiswortschatz* auf die Komponente *Argumentationsprozess* in Form der Variable *Argumentationsprozess hoch* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* hat (vgl. Abbildung 64).
- einen positiven Einfluss in Form der Variable *spezifischer Fachwortschatz* auf die Komponente *Audience Design*, Aspekt *Ablehnungen* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* (vgl. Abbildung 64).

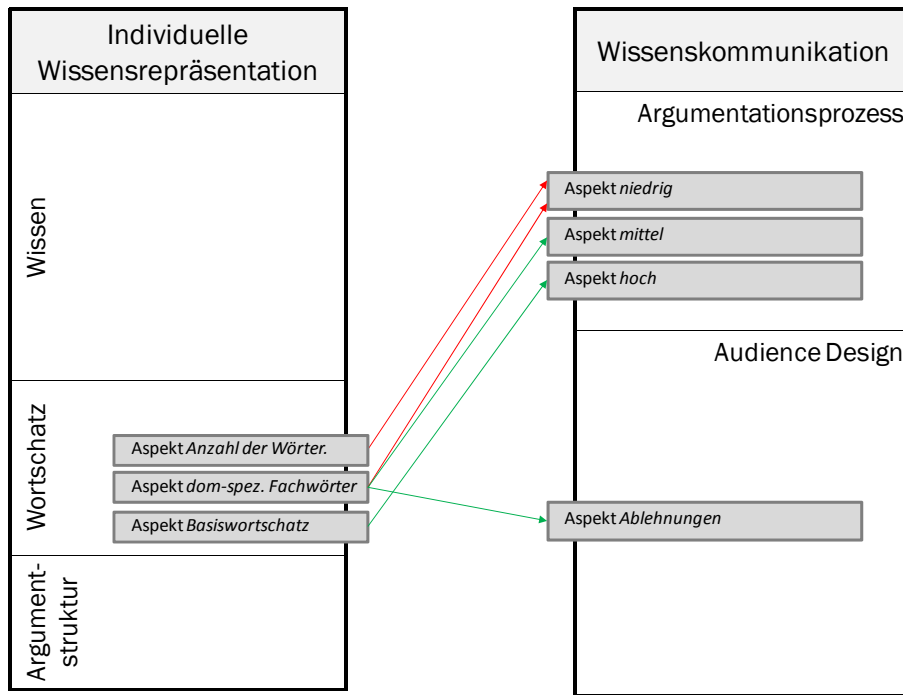


Abbildung 64: Einfluss der signifikanten Variablen der Komponente *Wortschatz* auf die *Wissenskommunikation*; rote Pfeile stellen negative Zusammenhänge dar, grüne Pfeile zeigen einen positiven Einfluss an

Die Hypothesen H 2.3 und H 2.4 können demnach insofern bestätigt werden, als dass positive und/oder negative Einflüsse verschiedener Variablen der Komponente *Wortschatz* auf die Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* nachgewiesen werden konnten.

Einfluss der Komponente Argumentstruktur

Die Hypothesen H 2.5 und H 2.6 formulieren den Einfluss der Komponente *Argumentstruktur* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* auf die Komponente *Argumentationsprozess* sowie auf die Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation* (vgl. Abbildung 65). Im Folgenden wird mit Hilfe der Regressionsanalysen überprüft, inwieweit diese Hypothesen abgelehnt oder bestätigt werden können.

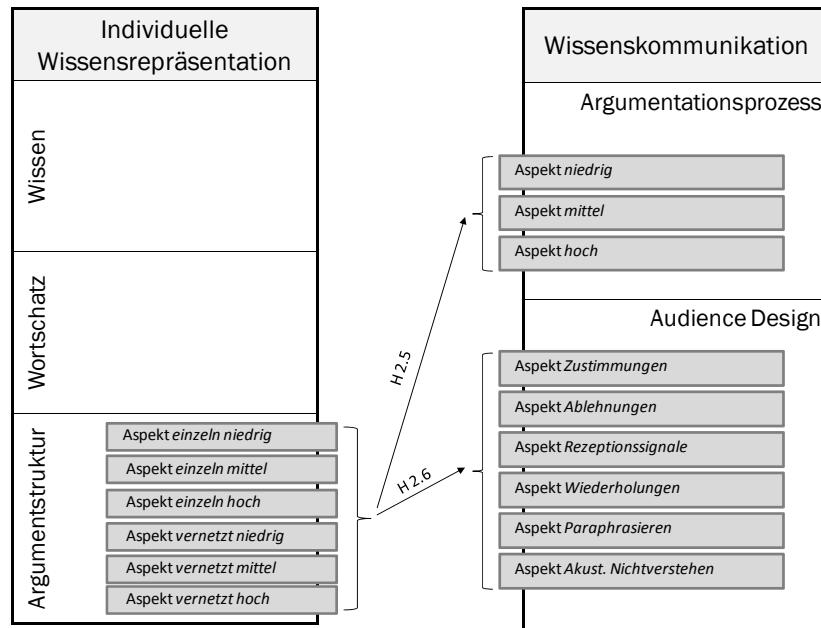


Abbildung 65: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 2.5 und H 2.6

Die Korrelationsanalysen zeigen Zusammenhänge zwischen der *Argumentstruktur einzeln niedrig* ($r = -.389^*$), *Argumentstruktur einzeln mittel* ($r = -.535^{**}$), *Argumentstruktur vernetzt niedrig* ($r = .364^*$) und *Argumentstruktur vernetzt hoch* ($r = .402^*$) mit jeweils dem *Argumentationsprozess hoch*. Einzig der hoch signifikante Zusammenhang der *Argumentstruktur einzeln mittel* bleibt in der schrittweisen Regression mit einem β -Gewicht von $-.535$ im mittleren Bereich bestehen (vgl. Tabelle 45 und Abbildung 66). Allerdings klärt alleine diese Variable 26% der Varianz, was auf einen starken Effekt hindeutet ($R^2_{\text{KORR}} \geq .2593$). Schüler die im Gesprächsverlauf häufig die *Argumentstruktur einzeln mittel*, d. h. zweigliedrige Argumentstrukturen zeigen, lassen weniger *Argumentationsprozesse hoch* zu. Dieses Regressionsmodell zeigt den einzigen Einfluss der Komponente *Argumentstruktur* auf die Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design*.

V Ergebnisse

Tabelle 45: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch* (AP_hoch_M), $N = 30$

Unabhängige Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β
Argumentstruktur einzeln mittel (AS_e_mittel_M)	-.437	.130	-.535**

$R^2_{\text{KORR}} = .260$; $F(1,28) = 11.213$; $p < .01$ *** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

In Bezug auf das Modell ergibt sich laut Regressionsgleichung folgende Darstellung des Einflusses:

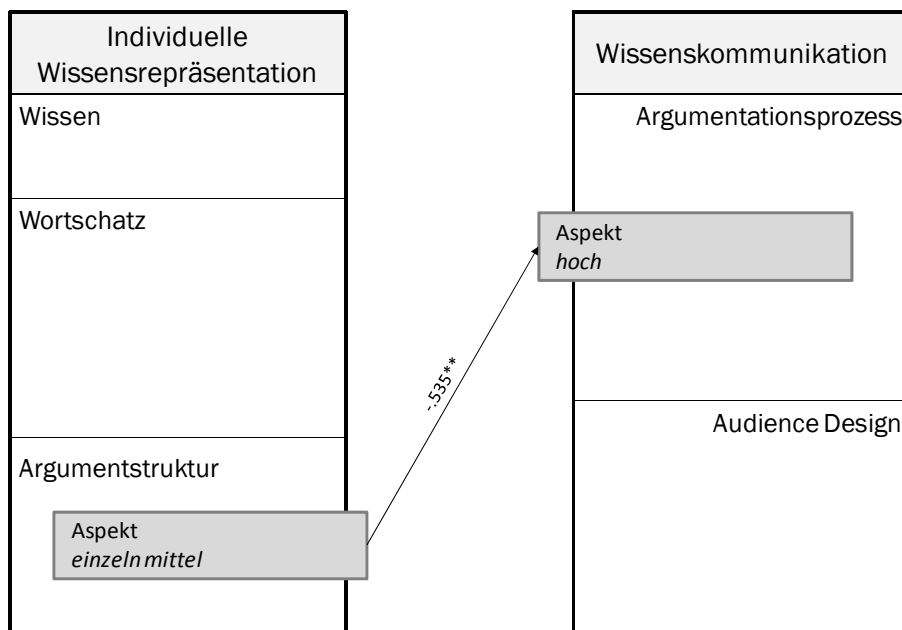


Abbildung 66: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch* durch die Komponente *Argumentstruktur*

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu den Hypothesen 2.5 und 2.6

Die Hypothese H 2.5 kann insofern bestätigt werden, als dass es einen hoch signifikant negativen Einfluss der Komponente *Argumentstruktur* in Form der Variable *Argumentstruktur einzeln mittel* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* auf die Komponente *Argumentationsprozess* in Form des *Argumentationsprozesses hoch* der Dimension *Wissenskommunikation* gibt.

Für die Hypothese H 2.6 liegen keine Korrelationen vor. Insofern muss diese Hypothese abgelehnt werden, da kein signifikanter Einfluss der Komponente *Argumentstruktur* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* auf die Komponente *Audience Design* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* existiert.

Induktive Modellerweiterung durch die Komponente Metakognitive Äußerungen

Bei der Überprüfung der induktiven Modellerweiterung durch die Komponente *Metakognitive Äußerungen* existieren aus bereits genannten Gründen keine Hypothesen. Dennoch wird in diesem explorativen Fall so verfahren wie mit den bereits beschriebenen Komponenten der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation*.

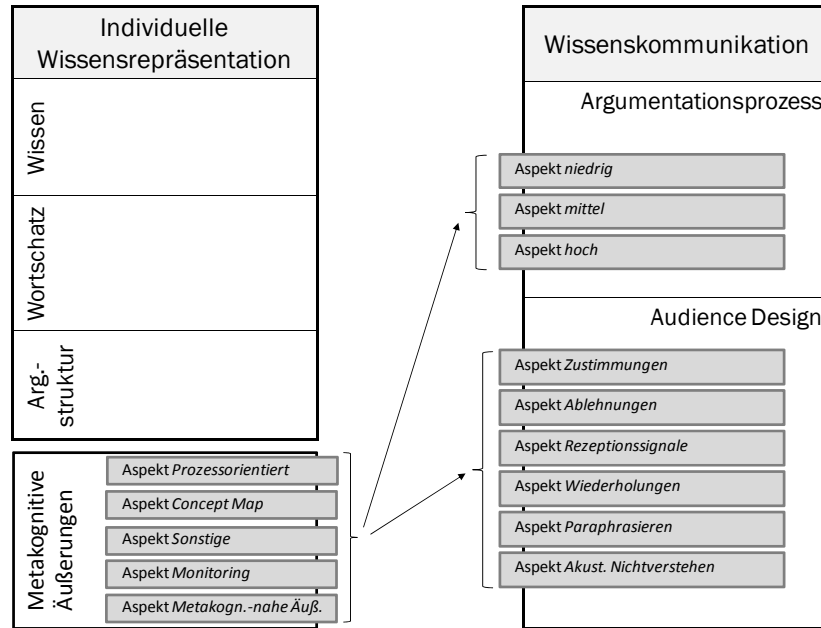


Abbildung 67: Darstellung der möglichen Wirkungsweise der *Metakognitiven Äußerungen* auf die Komponente *Argumentationsprozess* und auf die Komponente *Audience Design*

Die Korrelationen zeigen Zusammenhänge zwischen den *Metakognitiven Äußerungen* und den *Zustimmungen* ($r = .472^{**}$) auf hoch signifikantem Niveau sowie zwischen der Variable *Sonstige* und den *Zustimmungen* ($r = -.456^*$). Die schrittweise Regressionsanalyse bestätigt diese Zusammenhänge und zeigt ein Modell mit zwei einflussreichen Variablen der Komponente *Metakognitive Äußerungen*, die hoch signifikant wurden. Sie weisen zwar ähnlich starke β -Gewichte auf, zeigen allerdings in gegensätzliche Richtungen. Zusammen klären sie 35,7% der Varianz auf, was auf einen starken Effekt hinweist.

V Ergebnisse

Tabelle 46: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Zustimmungen* (AD_Z_m), N = 30

Unabhängige Variablen	B	SE B	β
Metakognitivnahe Äußerungen (I_MÄ_nahe_m)	.826	.279	.442**
Metakognitive Äußerungen, sonstige (I_MÄ_sonst_m)	-.477	.168	-.424**

$R^2_{\text{KORR}} = .357$; $F(2,27) = 9.067$; $p < .01$

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

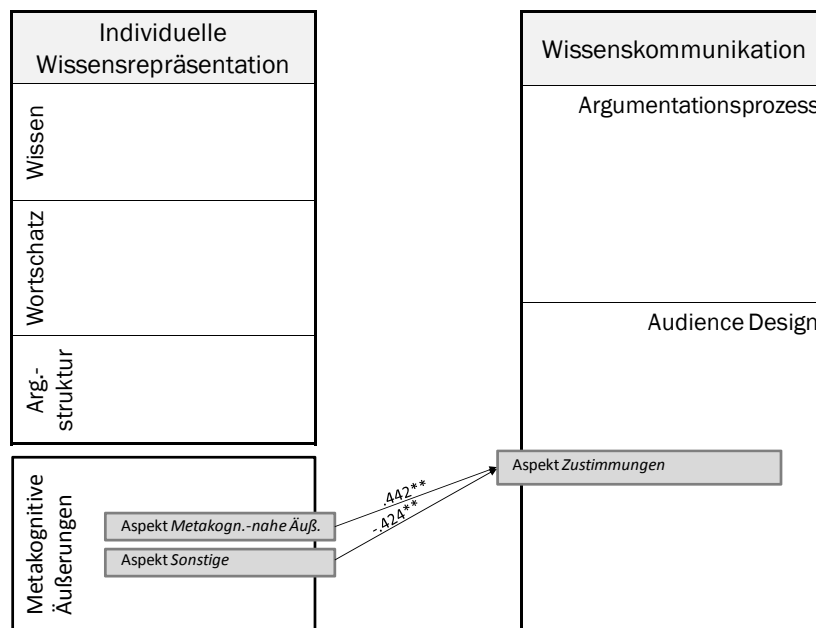


Abbildung 68: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Zustimmungen* durch die Komponente *Metakognitive Äußerungen*

Zusammenfassung der Teilergebnisse zur Komponente *Metakognitive Äußerungen*

Die explorative Datenanalyse konnte keine Korrelationen zwischen den *Metakognitiven Äußerungen* der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* und der Komponente *Argumentationsprozess* der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* zeigen. Anhand der explorativen Datenanalyse zeigt sich allerdings ein Einfluss der *Metakognitiven Äußerungen* auf die Komponente *Audience Design*, der in folgender Form besteht:

- Es existiert ein positiver Einfluss in Form der Variable *Metakognitivnahe Äußerungen* auf die Komponente *Audience Design* in Form der Variable *Zustimmungen*.
- Es existiert ein negativer Einfluss in Form der Variable *Sonstige* auf die Komponente *Audience Design*, Variable *Zustimmungen*.

V.6 Einfluss der Wissenskommunikation auf die Wissenskonstruktion

Die Wissenskonstruktion wurde in Bezug auf die Concept Maps mit Hilfe der beschreibenden Maße Komplexität, Vernetztheit und Umfang operationalisiert (vgl. Kap. IV.3.3). In diesem Zusammenhang stand die Frage nach dem Einfluss der *Wissenskommunikation* auf die Wissenskonstruktion (F 3, vgl. Kap. III.3). Diesbezüglich lautet die erste der beiden Hypothesen H 3.1: Die Komponente *Argumentationsprozess* der Dimension *Wissenskommunikation* hat einen Einfluss auf die Wissenskonstruktion. Die zweite Hypothese H 3.2 zum Einfluss der *Wissenskommunikation* auf die Wissenskonstruktion heißt: Die Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation* hat einen Einfluss auf die Wissenskonstruktion.

Im Folgenden werden also die Zusammenhänge und Einflüsse der Variablen der beiden Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* auf die Wissenskonstruktion analysiert.

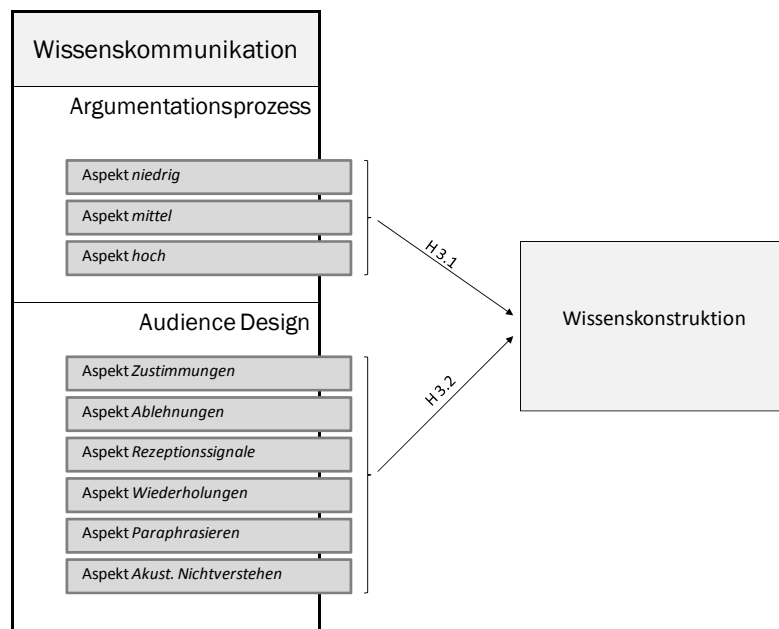


Abbildung 69: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 3.1 und H 3.2

Korrelationsanalysen zeigen einen Zusammenhang zwischen dem *Argumentationsprozess hoch* und der Komplexität der Concept Map ($r = .451^*$) sowie zwischen dem *Argumentationsprozess hoch* und der *Vernetztheit* ($r = .451^*$). Beide Korrelationen bestätigen sich auch in den Regressionsmodellen (vgl. Tabelle 47 und Tabelle 48), die jeweils mit 17,5% durch diesen signifikanten Prädiktor aufgeklärt werden.

V Ergebnisse

Tabelle 47: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable Vernetztheit der Concept Map; $N = 30$

Unabhängige Variable	B	$SE B$	β
Argumentationsprozess hoch (AP_hoch_M)	3.154	1.180	.451*
$R^2_{\text{KORR}} = .175; F(1,28) = 7.145; p < .05$		$***p < .001; **p < .01; *p < .05; #p < .1$	

Tabelle 48: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable Komplexität der Concept Map, $N = 30$

Unabhängige Variable	B	$SE B$	β
Argumentationsprozess hoch (AP_hoch_M)	1.577	.590	.451*
$R^2_{\text{KORR}} = .175; F(1,28) = 7.145; p < .05$		$***p < .001; **p < .01; *p < .05; #p < .1$	

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu den Hypothesen H 3.1 und H 3.2

Die Hypothese H 3.1 kann insofern bestätigt werden, als dass es einen Einfluss der Variable *Argumentationsprozess* der Dimension *Wissenskommunikation* auf die Wissenskonstruktion in Form der *Vernetztheit* und *Komplexität* der Concept Maps gibt.

Die Hypothese H 3.2 muss hingegen abgelehnt werden. Es existiert kein Einfluss der Komponente *Audience Design* auf die Wissenskonstruktion.

V.7 Einfluss weiterer Variablen auf Wissenskommunikation und Wissenskonstruktion

In Kap. II.6 wurden die möglichen Einflussvariablen Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation auf die *Wissenskommunikation* angesprochen. Im vorliegenden letzten Kapitel der Ergebnisdarstellung werden nun die Zusammenhänge zwischen diesen Variablen analysiert und anschließend die dazu formulierten Hypothesen H 4.1 und H 4.2 geantwortet.

H 4.1) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der Komponente *Argumentationsprozess* der Dimension *Wissenskommunikation*.

H 4.2) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der Komponente *Audience Design* der Dimension *Wissenskommunikation*.

Des Weiteren werden anschließend die genannten Einflussvariablen in Zusammenhang mit der Wissenskonstruktion gebracht. Es wird demnach formuliert:

H 4.3) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der Wissenskonstruktion.

Einfluss auf die Wissenskommunikation

Die ersten zwei Regressionsanalysen beziehen sich auf die abhängige Komponente *Argumentationsprozess* (vgl. Tabelle 49 und Tabelle 50).

Der *Argumentationsprozess niedrig* sowie der *Argumentationsprozess hoch* werden durch jeweils ein Modell mit zwei Prädiktoren erklärt.

Beim *Argumentationsprozess niedrig* werden mit dem Modell 53,2% der Varianz aufgeklärt. Der einflussstärkere Prädiktor mit einem β -Gewicht von .535 ist hoch signifikant. Der zweite hoch signifikante Prädiktor *situationales Interesse* ist etwas schwächer, liegt aber ebenfalls noch im mittleren Bereich mit seinem β -Gewicht.

V Ergebnisse

Tabelle 49: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess niedrig* (AP_niedrig_M); N = 30

Unabhängige Variable	B	SE B	β
FB Kommunikationsfähigkeit Einzelitem			
Wenn ich jemandem etwas erkläre, versuche ich mir vorher vorzustellen, was er zu einem Thema schon weiß. (Kom_4)	.083	.025	.535**
FB situationales Interesse (sitinteres_G ⁸³)	.086	.029	.486**
$R^2_{\text{KORR}} = .532; F(2,16) = 11.232; p < .01$ ***$p < .001$; **$p < .01$; *$p < .05$; #$p < .1$			

Beim *Argumentationsprozess hoch* werden mit dem Regressionsmodell 36,6% der Varianz aufgeklärt, was ein starker Effekt ist. Der einflussstärkere Prädiktor ist hoch signifikant mit einem β -Gewicht von .634**. Der zweite signifikante Prädiktor situationales Interesse ist etwas schwächer, liegt aber ebenfalls noch im mittleren Bereich mit seinem β -Gewicht.

Tabelle 50: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Argumentationsprozess hoch* (AP_hoch_M); N = 30

Unabhängige Variable	B	SE B	Beta
FB Kommunikationsfähigkeit Einzelitem			
Wenn ich jemandem etwas erkläre, versuche ich mir vorher vorzustellen, was er zu einem Thema schon weiß. (Kom_4)	.073	.022	.634**
FB situationales Interesse (sitinteres_G)	.070	.033	.460*
$R^2_{\text{KORR}} = .366; F(2,16) = 11.407; p < .01$ ***$p < .001$; **$p < .01$; *$p < .05$; #$p < .1$			

Die weiteren Regressionsanalysen zur *Wissenskommunikation* beziehen sich auf die abhängige Komponente *Audience Design* (vgl. Tabelle 51 und Tabelle 52). Beide Aspekte des *Audience Design – Wiederholungen* und *Rezeptionssignale* – werden durch Fragebogenitems zur Kommunikationsfähigkeit vorausgesagt.

Im ersten Fall erklärt die unabhängige Variable fast 50% der Varianz und besitzt einen höchst signifikanten negativen Einfluss (β -Gewicht = -.721) auf die *Wiederholungen*. Ihr Einfluss ist höchst signifikant.

⁸³ Der Variablenzusatz _G weist auf einen gemittelten Dyadenwert aus den beiden individuellen Werten hin (vgl. Kap. IV.5.2).

V Ergebnisse

Tabelle 51: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Wiederholungen*, Komponente *Audience Design* (AD_W_m), N = 30

Unabhängige Variable	B	SE B	β
FB Kommunikationsfähigkeit Einzelitem			
Wenn ich jemandem etwas erkläre, versuche ich mir vorher vorzustellen, was er zu einem Thema schon weiß. (Kom_4)	-.017	.004	-.721***
$R^2_{\text{KORR}} = .492$; $F(1,17) = 18.403$; $p < .001$		*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$	

Im zweiten Fall erklärt die unabhängige Variable, ein Einzelitem zur Kommunikationsfähigkeit aus dem begleitenden Fragebogen, 19,4 % der Varianz. Dieser signifikante Prädiktor hat eine mittlere Voraussagekraft von $\beta = .489$.

Tabelle 52: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Rezeptionssignale*, Komponente *Audience Design* (AD_R_m), N = 30

Unabhängige Variable	B	SE B	β
FB Kommunikationsfähigkeit Einzelitem			
Ich gehe in Diskussionen fast immer auf die Redebeiträge meines Gesprächspartners ein. (Kom_1)	.023	.010	.489*
$R^2_{\text{KORR}} = .194$; $F(1,17) = 5.338$; $p < .05$		*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$	

Wissenskonstruktion

Die Gesprächspartnerbeziehung zeigt sich als signifikanter Prädiktor mit einem negativen mittleren Einfluss auf die Wissenskonstruktion:

a) in Form der Vernetztheit, d. h. der von den Schülern gezogenen beschrifteten Verbindungen in der Concept Map (vgl. Tabelle 53). Dabei klärt diese Einflussvariable 17,6% der Varianz auf. Es liegt ein mittlerer Effekt vor.

b) in Form der Komplexität der Concept Map, beschriftete Kanten/Knoten (vgl. Tabelle 54). Auch hier werden durch den Prädiktor Gesprächspartnerbeziehung 17,6% der Varianz aufgeklärt, was ebenfalls auf einen mittleren Effekt hindeutet.

Tabelle 53: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Vernetztheit* (VT_p_Netz_G); N = 30

Unabhängige Variable	B	SE B	β
FB Gesprächspartnerbeziehung (Partnerbez_G)	-.239	.108	.471*
$R^2_{\text{KORR}} = .176$, $F(1,17) = 4.851$, $p < .05$		*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$	

Tabelle 54: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable *Komplexität* (VT_p_KPXz_G), $N = 30$

Unabhängige Variable	<i>B</i>	<i>SE B</i>	β
FB Gesprächspartnerbeziehung (Partnerbez_G)	-.119	.054	.471*
$R^2_{\text{KORR}} = .176; F(1,17) = 4.851; p < .05$		*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$	

Zusammenfassung der Teilergebnisse zu den Hypothesen H 4.1, H 4.2 und H 4.3

H 4.1) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der *Wissenskommunikation*, Komponente *Argumentationsprozess*.

Diese Hypothese H 4.1 kann insofern bestätigt werden, als dass ein Einfluss einer Variablen von drei angenommenen besteht. Das situationale Interesse ist ein Prädiktor für die Komponenten *Argumentationsprozess niedrig* und *Argumentationsprozess hoch*. Allerdings gibt es keinen Hinweis auf den Einfluss der *Gesprächssozialisation* oder der *Gesprächspartnerbeziehung* auf die *Wissenskommunikation*.

H 4.2) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der *Wissenskommunikation*, Komponente *Audience Design*.

Diese Hypothese H 4.2 kann ebenfalls wie H 4.1 nicht vollständig bestätigt werden, da nicht alle Einflussvariablen zum Tragen kommen. Lediglich die *Gesprächssozialisation* hat einen Einfluss auf die Variablen *Wiederholungen* und *Rezeptionssignale*.

H 4.3) Es zeigen sich Zusammenhänge zwischen den Einflussvariablen (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung und Gesprächssozialisation) und der *Wissenskonstruktion*.

Auch in diesem Fall kann die Hypothese H 4.3 zu den drei Einflussvariablen nicht befriedigend bestätigt werden, da nur die *Gesprächspartnerbeziehung* als Prädiktor in beiden Modellen signifikant wird. Er gilt laut schrittweiser Regressionsanalyse als Vorhersagevariable für die *Vernetztheit* mit beschrifteten Verbindungen und die *Komplexität* (beschriftete Kanten/ Knoten) der *Concept Map*, die in Partnerarbeit angefertigt wurden.

VI Diskussion

Ziel der vorliegenden Studie war, ein theoretisch begründetes Kompetenzstrukturmodell zur Kommunikationskompetenz empirisch zu überprüfen. Diese Validierung sollte zu ersten deskriptiven Befunden sowie zur Identifikation relevanter Prädiktoren führen, die für die Kompetenzausprägung der Kommunikation bei Schülern bedeutsam sind, um darauf aufbauend in weiteren Schritten Diagnose- und Fördermaßnahmen zu entwickeln. Die hier vorgestellte Arbeit stellt damit auch eine erste Annäherung an die KMK-Bildungsstandards im Fach Biologie für den Kompetenzbereich Kommunikation dar (KMK, 2005a).

Die Ergebnisse sind in Kap. V unter Bezugnahme auf die Forschungsfragen dargestellt worden. Im Folgenden werden diese Ergebnisse diskutiert und unter Rückbezug auf die theoretischen Annahmen interpretiert.

Im ersten Abschnitt dieses Kapitels werden die Ergebnisse allgemein zusammengefasst (vgl. Kap. VI.1). Anschließend folgt die methodische Diskussion, in der die angewandten Testinstrumente sowie die zugrundeliegende Stichprobe kritisch beleuchtet werden (vgl. Kap. VI.2). Daraufhin folgt die inhaltliche Diskussion, in der die Struktur der Kommunikationskompetenz in Bezug auf die Komponenten sowie ihre Relationen erörtert und vor dem Hintergrund der verfolgten Fragestellungen interpretiert werden (vgl. Kap. VI.3.1, Kap. VI.3.2, Kap. VI.3.3). Im Anschluss daran folgt die Diskussion der Ergebnisse zu weiteren Einflussfaktoren (vgl. Kap. VI.3.4). In Kapitel VI.3.5 wird ein zusammenfassendes Fazit für das validierte Kompetenzstrukturmodell gezogen. In Kapitel VI.3.6 erfolgt die Interpretation der qualitativ orientierten Ergebnisse zu den Gesprächsmustern.

Es schließt sich ein Ausblick an, in dem mögliche weiterführende Forschungsfragen erörtert werden, die sich aus den Ergebnissen und Ausführungen der vorliegenden Arbeit ergeben (vgl. Kap. VII.1). Ebenfalls werden aus den Befunden Implikationen für die Unterrichtspraxis abgeleitet und dargestellt (vgl. Kapitel VII.2).

VI.1 Zusammenfassung der Ergebnisse

Die vorliegende Studie stellt eine erste Annäherung an den aktuellen Forschungsgegenstand Kommunikationskompetenz dar, indem ein theoretisch fundiertes Kompetenzstrukturmodell zur biologiebezogenen Kommunikationskompetenz vorgeschlagen wurde und anschließend empirisch überprüft worden ist.

Für das theoretische Kompetenzstrukturmodell wurden zwei Dimensionen postuliert (*Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation*), die aus drei (*Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur*) bzw. zwei Komponenten (*Argumentationsprozess* und *Audience Design*) bestehen (vgl. Kap. II.5). Aus den theoretischen Überlegungen zur fachlichen Kommunikation im Biologieunterricht, die in den Formulierungen der genannten Komponenten mündeten, wurde das größtenteils hoch-inferente Beobachtungsverfahren zur Analyse der Kompetenzstruktur der fachlichen Kommunikation im Biologieunterricht abgeleitet und angewendet (vgl. Kap. IV.5.2.5 und Kap. V.2).

Als Ergebnis dieser Untersuchung konnten in einem ersten Schritt die einzelnen Komponenten des postulierten Modells bestätigt werden (vgl. Kap. V.2). Dabei wurde ersichtlich, dass die ursprünglich angenommene Modellstrukturierung aufgrund der Ergebnislage einer induktiven Erweiterung bedurfte (vgl. V.2). Ebenfalls wurde ersichtlich, dass kein genereller Einfluss dieser durch verschiedene Indikatoren jeweils abgebildeten Komponenten auf die *Wissenskommunikation* existierte, sondern dass sich einzelne Aspekte (Indikatoren) der Komponenten als Prädiktoren erwiesen (vgl. Kap. V.5). In einem weiteren Schritt wurden die Einflüsse der dyadischen Kommunikationssituation auf die Wissenskonstruktion analysiert, die anhand der vorliegenden Ergebnisse nachgewiesen werden konnten (vgl. Kap. V.6). Als weiterer Einflussfaktor auf die *Wissenskommunikation* wurde das Interesse bestätigt. Die Beziehung zwischen den Gesprächspartnern stellte sich insbesondere als einflussreicher Prädiktor auf die Wissenskonstruktion heraus (vgl. Kap. V.7).

VI.2 Methodische Diskussion

Das folgende Kapitel dient dazu, das methodische Vorgehen bei der Bearbeitung der zentralen Fragestellungen dieser Arbeit vor dem Hintergrund der Interpretierbarkeit der gewonnenen Daten kritisch zu beleuchten. Zur Untersuchung der Fragestellungen wurden in der vorliegenden Studie verschiedene Erhebungsinstrumente miteinander kombiniert, um die komplexen Kommunikationsmuster eines Schülergesprächs systematisch, aber dennoch möglichst umfassend zu untersuchen und die kognitiven, psychosozialen und affektiven Prozesse der Schüler im Nachhinein rekonstruieren zu können. Haupterhebungsinstrument stellte dabei die Methode der Videographie dar. Zweckdienlich wurden zeitgleich zur Videographie partnerschaftliche Concept Maps sowie vor und nach der Videographie jeweils ein begleitender Fragebogen eingesetzt.

VI.2.1 Stichprobe

Die Methode der Videographie, im Speziellen die daran gekoppelten Auswertungsverfahren, erlaubt aus testökonomischer Perspektive nur Stichproben⁸⁴ mit geringem Umfang. Durch diese bewusste Entscheidung für eine qualitative Untersuchungsmethode wird der Anspruch auf Generalisierbarkeit der Ergebnisse zunächst aufgegeben. Stattdessen wurde der Blick auf die Varianz gerichtet, dem im Hinblick auf die individuelle Schülerförderung eine zentrale Bedeutung zukommt. Die statistische Absicherung der Befunde anhand einer repräsentativen Stichprobe mittels Fragebogen oder quantitativem Interview könnte in einem weiteren Schritt erfolgen.

Bortz & Döring (2006, S. 395, 270) weisen darauf hin, dass die Stichprobenziehung bei Beobachtungsstudien in Form von Ereignis- oder Zeitstichproben stattfinden muss. Im vorliegenden Fall zur Untersuchung des Kommunikationsverhaltens von Schülern ergab sich das Problem, dass die Grundgesamtheit aller kommunikativen Verhaltensweisen, die eine Person zeigt, außerordentlich groß sein kann, die Anzahl der beobachteten Personen in der vorliegenden Studie aber gering ist. Damit bleibt die Beobachtung von bestimmten Äußerungen ein singuläres Ereignis.

⁸⁴ Für die vorliegende Studie betrug die Stichprobe $N_{\text{Gesamt}} = 60$, $N_{\text{Video}} = 30$ (vgl. Kap. IV.1).

Die Zusammensetzung der Dyaden wurde in der vorliegenden Studie so gewählt, dass die Schüler sich ihren Gesprächspartner aussuchen durften. Demnach bestanden die Paarungen hauptsächlich aus befreundeten Gesprächspartnern (vgl. Abbildung 48). Diese Art der Stichprobenzusammensetzung wurde vor dem Hintergrund der theoretischen Ausführungen zum kollaborativen Lernen gewählt. Die Bereitschaft zur Kooperation und Kollaboration ist nach di Nizio (2005) eine Grundvoraussetzung, um erfolgreich in einer Gruppe lernen zu können.⁸⁵ Diese Bereitschaft wurde in der vorliegenden Arbeit höher eingeschätzt, wenn die Schüler ihren Gesprächspartner nach eigenen Kriterien auswählen durften. Was sich in der Kommunikationssituation deutlich zeigte. Es gab lediglich ein Schülerpaar, bei dem nur ein Gesprächspartner die Concept Map alleine anfertigte. Die Kommunikation zwischen diesen beiden Schülern kam hier weitestgehend zum Erliegen. Die Schüler dieser Dyade gaben an, weder miteinander befreundet zu sein, noch miteinander arbeiten zu wollen. Ausgehend von diesem Beispiel erwies sich die gewählte Zusammensetzung der Dyaden also für die Erhebung der Kommunikationsdaten als günstig.

Die Untersuchung zur Überprüfung des Modells konnte unabhängig vom vorangegangenen oder nachfolgenden Unterricht durchgeführt werden. Demnach war die Untersuchung unabhängig von dem unterrichtenden Lehrer. Dieser Aspekt ist insofern positiv einzuschätzen, als dass sich die Stichprobe aus sechs verschiedenen Klassen zusammengesetzt hat, die von unterschiedlichen Lehrkräften unterrichtet wurden (unterschiedliche Einflussfaktoren und Bewertungssysteme; Schrader & Helmke, 2002; Schrader, 2006).

Zu diskutieren wären an dieser Stelle die beobachteten Ausreißerwerte (vgl. Kap. V.3). Die Korrelation ist – besonders bei geringen Stichprobenstärken – anfällig gegenüber einzelnen Werten, die außerhalb des Zusammenhangs stehen. Dadurch kann sich die ermittelte Korrelation stark ändern. Die mögliche Auswirkung eines einzelnen Ausreißers auf den Verlauf einer denkbaren Korrelationsgeraden macht deutlich, dass die Korrelation genauer ermittelt werden kann, je größer die Stichprobe ist. Je kleiner die Stichprobe ist, desto mehr wirken sich zufällige Einflüsse auf den Korrelationskennwert aus. Hier ergibt sich das Dilemma einer im Ursprung qualitativen Studie, deren Auswertung ein hohes Maß an Bearbeitung beansprucht mit der Forderung nach einer größeren Stichprobe aufgrund quantitativer Analysemethoden.

VI.2.2 Videographie

In der vorliegenden Studie sind Aufzeichnungen von Partnerarbeitsphasen untersucht worden, um die fachbezogene kommunikative Kompetenz in Schülerarbeitsgesprächen näher strukturieren zu können. In Kapitel IV.4 wurde die Vorgehensweise zur Datenerhebung mittels Videographie beschrieben. Diese Erhebungsmethode kann die Realität zwar nicht vollkommen abbilden, dennoch stellt sie die wahrscheinlich derzeit geeignetste Datenerhebungsmethode dar, die eine

⁸⁵ Je ausgeprägter die positiven Aspekte einer Lerngemeinschaft gemeinsam auftreten, desto besser stehen die Chancen, positive Lernresultate zu erzielen und desto stärker werden die Vorteile für alle Beteiligten erkennbar (di Nizio, 2005). Dazu zählen nach Lehmann & Bloh (2002) u.a. die aktive Partizipation und das Engagement der Gruppenmitglieder, die Bereitschaft zur konstruktiven Bewertung sowie zur Interaktion und Kommunikation von (persönlicher) Information. Es wurde in der vorliegenden Studie davon ausgegangen, dass diese Punkte in einer durch die Dyaden gewählten Gesprächspartnerkonstellation besser eingehalten bzw. umgesetzt werden können.

simultane, zeitnahe, bildliche und auditive Erhebung einer Kommunikationssituation gewährleisten kann (Petko et al., 2003; Seidel & Prenzel, 2003). Die Erfassung der Kommunikationssituation mittels Video dokumentiert die Außensicht auf die Wissenskommunikation weitestgehend ohne subjektive Verzerrung, wie sie für Befragungsinstrumente kennzeichnend sein sollten (Seidel, 2003). Die Aufzeichnungen sind nach normierten Richtlinien abgelaufen (vgl. Kap. IV.4.1). Diese Videodaten wurden, mit dem Ziel die Kommunikationskompetenz näher beschreiben zu können, anhand weiterer Aufbereitungsmaßnahmen zugänglich gemacht (vgl. Kap. IV.4.2). Zentrales Analyseinstrument war dabei ein Kategoriensystem, das nach seiner Entwicklung und Erprobung anschließend in den vorliegenden Gesprächstranskripten angewandt wurde, um die theoretischen Annahmen zur Kommunikationskompetenz empirisch zu überprüfen. Mit Hilfe der Beobachterübereinstimmung wurde das Kategoriensystem validiert. Die in Kapitel V.2 berichteten Beobachterübereinstimmungen für das Videoanalyseverfahren genügen dabei internationalen Standards und stellen so die Reliabilität der Auswertungen sicher (Bortz & Döring, 2006; Wirtz & Caspar, 2002).

Zur Operationalisierung der Kommunikationskompetenz sind in der vorliegenden Untersuchung einzelne Kategorien und Skalen auf der Basis kognitionspsychologischer Theorien, Theorien zur Experten-Laien-Kommunikation, empirischer Befunde zur Expertiseforschung, gesprächsanalytischen Studien und Befunde aus der Argumentationsforschung ausgewählt worden (vgl. Kap. II.4). Hierbei wurden Kategorien ausgewählt, für die Befunde zeigen, dass sie das Potenzial besitzen, die fachliche Kommunikationskompetenz von Schülern im Biologieunterricht im Sinne der KMK-Bildungsstandards abzubilden. So wurde beispielsweise die Komponente *Wissen* ausgewählt, um das von den Schülern angewandte Wissen zum vorliegenden biologischen Thema, die Externalisierung ihrer internen Wissensrepräsentationen in der Gesprächssituation zu erfassen. Hier stellt sich die Frage, ob nicht auch andere bzw. weitere Komponenten die Abbildung der Kompetenzstruktur leisten würden. In diesem Zusammenhang muss weiterhin geklärt werden, ob durch die theoretisch abgeleiteten Indikatoren, die für das auswertende Kategoriensystem formuliert wurden, tatsächlich die Komponenten des Strukturmodells erfasst werden konnten. Die Ergebnisse liefern diesbezüglich Hinweise und werden in Kap. VI.3 dargestellt.

Bei den Videoaufnahmen der vorliegenden Videostudie handelte es sich um offene Beobachtungen (versus verdeckte Beobachtungen). Es stellte sich diesbezüglich die Frage, ob der Umstand, dass eine Videoaufnahme durchgeführt wird, die gefilmte Kommunikationssituation beeinflusst (Petko et al., 2003; Ulewicz & Beatty, 2001; Hiebert et al., 2003). Für die vorliegende Studie, in der die Validierung des Kompetenzstrukturmodells zentral war, wurden alltägliche Schülerarbeitsgespräche im Unterricht benötigt, um die Kommunikationssituation repräsentativ abzubilden und so Rückschlüsse auf eine generelle Kommunikationskompetenz zu erhalten. Im Vorfeld der Datenerhebung wurden dementsprechend bestimmte Maßnahmen ergriffen, um kamerabedingte Verzerrungen zu vermeiden. Dazu gehörte u. a. dass die Schüler vorher über das Anliegen der Studie informiert wurden und die Kamerapersonen einen Verhaltenskatalog bekamen (z. B. keine unnötigen Interaktionen mit den Schülern, Konzentration auf die Technik).

Ein möglicher Beitrag zur Verstärkung der Kameraeffekte kann allerdings darin gesehen werden, dass die Videoaufnahmen nicht in den gewohnten Klassenzimmern der Schüler stattfanden son-

dern in einem extra dafür umgestalteten und mit Videokameras technisch ausgestatteten Klassenraum. Allerdings schien das Problem des Kameraeffekts weniger bedeutend als vermutet. Es ist anzunehmen, dass die Schüler ihre Art fachlich zu kommunizieren nicht ad hoc aufgrund der Filmsituation ändern konnten. Wäre das der Fall, würde der Gesprächspartner diese ungewohnte Situation wahrscheinlich kommentieren, was im Video zu sehen wäre. Ebenfalls ist aufgrund der Befunde nicht davon auszugehen, dass durch die Anwesenheit einer Kamera eine signifikante Veränderung der Schülerkommunikation bewirkt wurde. Es muss allerdings angenommen werden, dass die Schüler in der Tendenz versuchten, aus persönlicher Sicht gut bzw. fachlich korrekt zu kommunizieren (Stigler, 1998).

Bei der Anwendung hoch-inferenter Beobachtungsverfahren besteht die Gefahr systematischer und unsystematischer Beobachtungsfehler, da die Anwendung dieser Verfahren von den Beobachtern Schlussfolgerungen und Interpretationen verlangt, die über direkt beobachtbare Verhaltensweisen hinausgehen (Clausen et al., 2003). Sie orientieren sich dabei also nicht an konkreten Situationen oder Verhaltensweisen, sondern müssen mit Indikatoren arbeiten, die das zu analysierende Konstrukt operationalisieren. Demnach ist ein theoretisches Verständnis vom Untersuchungsgegenstand notwendig, um zu objektiven und reliablen Beobachtungen des Untersuchungsgegenstands zu gelangen. Um den subjektiven Einschätzungen entgegen zu wirken, wurde in der Studie ein Intercoderverfahren angewandt, in dem zwei Beobachter anhand eines Regelwerks zu einem gemeinsamen Verständnis bezüglich der Anwendung des Beobachtungsverfahrens gelangten. Die Erfahrungen zeigten insgesamt, dass ein vertieftes Verständnis der theoretischen Grundlagen des Beobachtungsverfahrens, genaueste Beschreibungen der Indikatoren sowie ein intensives Beobachtertraining vor der Anwendung dieses hoch-inferenten Beobachtungsverfahrens unabdingbar waren.

Einschränkend muss mit der vorliegenden Methode der Videographie hingenommen werden, dass die Indikatoren vorwiegend nach ihrem Auftreten und ihrer Häufigkeit erfasst werden, d. h. ob und wie oft bestimmte kommunikative Aspekte in einer Schülerkommunikation auftreten. Sie erheben nicht, welche Qualität die Kommunikationssituation besitzt und auf welchem Niveau sie stattfindet. Beispielsweise wird in der vorliegenden Studie keine Aussage anhand der Videodaten darüber getroffen, ob eine Wissensäußerung fachlich korrekt ist, sondern nur, dass sie in den Daten beobachtbar ist, unabhängig von ihrer fachlichen Korrektheit. Dieses generelle Problem ist aus Videoanalysen bekannt, wenn Kategorisierungen vorgenommen werden (Herweg, 2008). Es wurde versucht, diesem Problem mittels begleitendem Fragebogen zu begegnen, über den u. a. die qualitativen Aspekte der Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* ermittelt werden sollten. Die Ergebnisse hierzu werden im Anschluss an das folgende Kapitel VI.2.3 diskutiert.

VI.2.3 Gütekriterien der Videographie

Es wurde davon ausgegangen, dass sich die theoretisch abgeleiteten, deduktiven Komponenten der Kommunikationskompetenz empirisch belegen lassen (H 1.1). Die Ergebnisse der Reliabilitätsanalysen zur Kodierung der Gesprächstranskripte mittels des entwickelten Kategoriensystems zeigen, dass die Kategorien zur Beschreibung der Kommunikationskompetenz hinreichend trennscharf sind (vgl. Kap. V.2). Die in Kapitel V.2 berichtete Intercoderreliabilität für das Video-

analyseverfahren genügt dabei internationalen Standards (Bortz & Döring, 2006; Wirtz & Caspar, 2002).

Als weiteres Gütekriterium für die Qualität der Untersuchung muss die Validität genannt werden (vgl. Kap. IV.5.2.6). In Bezug auf die Videoanalysen bedeutet sie die authentische und eindeutige Zuordnung einer Kategorie zu einem beobachteten Ereignis (Hugener et al., 2006, S. 51). Als Kriterium zählt dabei die interpersonale Konsensbildung oder konsensuelle Validierung, die das gemeinsame Einigen auf Kodierungen eines beobachteten Verhaltens während der Entwicklung und Überprüfungsphase des Kategoriensystems beschreibt (Bortz & Döring, 2006, S. 331; Hugener et al., 2006, S. 51). Trotz verschiedener Ansätze zur Konstruktion kontentvalider Messinstrumente, z. B. im Rahmen kriterienorientierter Testungen (Klauer, 1987; Rettler, 1992), steht zur Beurteilung des Aspekts Validität derzeit kein objektivierbarer Kennwert zur Verfügung (Bortz & Döring, 2006).

So muss sich die Einschätzung der Kontentvalidität für das vorliegende Kategoriensystem auf die Beurteilung des Vorgehens bei der Konstruktion beschränken. In diesem Zusammenhang wird gefordert, die Kontentvalidität eines Verfahrens durch die theoretische Einordnung und Begründung der zu untersuchenden Konstrukte und ihrer Operationalisierungen im Rahmen eines rational-theoriegeleiteten Konstruktionsprozesses sicherzustellen (Hugener et al., 2006, S. 51). Der Anspruch, diesen Aspekt inhaltlicher Validität bei der Konstruktion des Kategoriensystems beachten zu haben, ist mit dem deduktiven Vorgehen im Entwicklungsprozess wie folgt genügt:

- Dem Kategoriensystem liegt eine mehrdimensionale Definition von Kommunikation im Biologieunterricht sowie von ihren Merkmalen zugrunde, die die Kommunikationskompetenz kennzeichnen können.
- Diese Merkmale wurden im Rahmen der Entwicklung des Analyseinstruments aus konzeptueller Ebene theoriegeleitet erweitert, präzisiert und operationalisiert. Die operationalen Definitionen wurden mit der Entwicklung eines Kodiermanuals durch Zuordnungsregeln der empirischen Anwendung zugänglich gemacht.
- Ausgehend von den Merkmalen der Kommunikationskompetenz wurde die Funktionalität der Analyse der *Individuellen Wissensrepräsentation* und der *Wissenskommunikation* für die Identifikation der Kommunikationskompetenz theoretisch begründet, abgeleitet und präzisiert.

Früh (2007) erwähnt die Möglichkeit, inhaltsanalytisch erhobene Ergebnisse dadurch zu validieren, dass die Intercoder-Reliabilität nicht nur zwischen verschiedenen Kodierern geprüft wird, sondern auch dadurch, dass der Forscher, der das Kategoriensystem entwickelt hat, mit einbezogen wird (vgl. Kap. IV.5.2.6). Dieser Forderung wurde nachgekommen, indem auch die Intracoder-Reliabilität gemessen wurde (vgl. Tabelle 21).

Eine weitere Form der Validierung von Inhaltsanalysen, die im Hinblick auf bestimmte Daten neu entwickelt werden, ist die Konstruktvalidierung (Krippendorff, 1980). Diesbezüglich muss das Modell auf der Basis des entwickelten Analyseinstruments begründet werden können. Dazu werden nach Krippendorff drei Kriterien zur Überprüfung vorgeschlagen:

- Etablierte Theorien und Modelle

- Bisherige Erfolge mit ähnlichen Konstrukten und/ oder Situationen
- Erfahrungen mit dem Kontext des vorliegenden Materials

In Bezug auf das erste Kriterium wird darauf hingewiesen, dass das Arbeitsmodell und das daraus abgeleitete Kategoriensystem auf Basis fundierter theoretischer Darlegungen entstanden sind (vgl. Kap. II.4).

Das zweite und dritte Kriterium wurde mit der vorliegenden Expertise des IPN an Videostudien sowie der Entwicklung der speziellen Videosoftware Videograph erfüllt (Seidel et al., 2003; Dalehefte, 2007; Kobarg & Seidel, 2007; Seidel et al., 2006; Rimmele, 2008; Prenzel et al., 2002; Kobarg, 2009).

Für die Validierung der Ergebnisse der qualitativen Inhaltsanalyse wurden die Gütekriterien Reliabilität und Validität herangezogen. Daraus ergab sich, dass die theoretisch hergeleiteten Komponenten des Kompetenzstrukturmodells zur fachlichen Kommunikation im Biologieunterricht mittels des zentralen Analyseinstruments Kategoriensystem empirisch belegt werden konnten.

VI.2.4 Begleitfragebogen

Die zusätzlichen Fragebogen, die vor bzw. nach den Videoaufnahmen zum Einsatz kamen, sollten eine systematische und tiefere Verknüpfung der beobachteten Kommunikationssituation mit nicht videographisch beobachtbaren kognitiven, psychosozialen und affektiven Einflussvariablen leisten (Seidel & Prenzel, 2003). So sollte u.a. die Qualität des Vorwissens und des Wortschatzes eingehender untersucht werden. Mit Hilfe des Fragebogens sollten die quantitativen Daten der Videoanalyse mit diesen weiteren möglichen z.T. qualitativen Einflussvariablen in Verbindung gebracht werden.

Die Items des Fragebogens wurden einerseits aus bestehenden Tests übernommen, andererseits neu gebildet (vgl. Kap. IV.3.2). Die Fragebogen wurden skaliert und anhand von Reliabilitätsanalysen wurde die interne Konsistenz der Konstrukte ermittelt. Im Folgenden werden die Skalen zum qualitativen Vorwissen sowie die Skalen zur Erhebung des qualitativen Wortschatzes u.a. aufgrund ihrer Reliabilität sowie ihr Einfluss auf das Strukturmodell der Kommunikationskompetenz näher erläutert. Vorwissen und Wortschatz stellen insofern wichtige Skalen dar, als dass sie das Modell um die Qualitäten dieser Komponenten ergänzen sollten.

Vorwissen. Die Befunde der vorliegenden Arbeit zeigen, dass kein Zusammenhang zwischen dem gemessenen qualitativen biologischen Vorwissen und der *Wissenskommunikation* des Kompetenzstrukturmodells besteht. Ausgehend von den in Kap. II.4.2.3 dargestellten theoretischen Hintergründen und empirischen Befunden wurde vermutet, dass sich zwischen dem domänenspezifischen qualitativen Vorwissen und der *Wissenskommunikation* im Fach Biologie ein Zusammenhang zeigt (Kroß & Lind, 2001). Dieser kann hier aufgrund der Ergebnislage nicht bestätigt werden.

Ursächlich werden dafür allerdings weniger inhaltliche als vielmehr methodische Probleme angesehen, die sich bei der Datenanalyse herausstellten. Der domänenspezifische Vorwissenstest zur Sinnes- und Neurophysiologie muss in zwei Teilen betrachtet werden. Der Teil zum Auge bestand aus insgesamt 13 Teilaufgaben. Die Skala ist als befriedigend einzustufen und zeigte ange-

messene Schwierigkeitsindizes. Anders ist der ZNS-Test zu bewerten, der eine geringe Reliabilität aufwies und eindeutig zu schwer für die Schüler war. Dieser eingesetzte Test zur Erhebung des Vorwissens zur Thematik Neurophysiologie zeigte einen Bodeneffekt, d.h. der Test konnte die Testleistung von Schülern ab einer gewissen unteren Vorwissensgrenze nicht mehr zuverlässig messen. Sie konnten keine oder kaum eine Aufgabe lösen, wodurch der Test diesen Schülern einen Wert zugeordnet hat, der das tatsächliche Leistungsvermögen nicht mehr adäquat widerspiegelte. Der ZNS-Test wurde aufgrund der unangemessenen Items aus dem Analyseverfahren ausgeschlossen.

Neben dieser Problematik ist eine weitere mögliche Erklärung in der geringen Anzahl der Items zu den einzelnen Konstrukten zu sehen. Diese geringe Itemzahl birgt Einschränkungen im Hinblick auf die Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Durch zusätzliche Items könnte der Test verbessert werden, wobei hier darauf geachtet werden müsste, dass leichtere Items im Bereich ZNS entwickelt werden.

Auffallend waren auch die Ergebnisse der Items mit halboffenem Antwortformat, die höhere Ansprüche an die Schüler stellten als Items im Multiple-Choice-Format. Die Antworten der Schüler fielen bei diesen Items deutlich geringer aus. Ihre Beantwortung ist aufwändiger als die Beantwortung eines Multiple-Choice-Items, was sich vor allem gegen Ende des Tests in sinkender Bearbeitungsintensität niederschlägt. Dies deutet auf einen Testlängeneffekt hin, der zumindest zum Teil erklären kann, warum die Schüler aufgrund von Ermüdungserscheinungen ihr Vorwissen nicht mehr selbstständig und schriftlich formulieren konnten und diese Items meistens nicht beantwortet haben. Allerdings ist es auch denkbar, dass die Ergebnisse einen tatsächlichen Hinweis auf nicht vorhandenes Vorwissen liefern. In Bezug auf die Modellüberprüfung konnten die Skalen nur teilweise verwendet werden. Dementsprechend können keine Aussagen über die Zusammensetzung des Vorwissens der Dyaden getroffen werden und somit auch keine differenziertere Darstellung eines möglichen Vorwissenseinflusses auf die *Wissenskommunikation*.

Wortschatz. Die beiden Skalen des qualitativen Wortschatzes zeigen schlechte (Wortschatz 1a nach Willenberg) und sehr schlechte (Wortschatz 1b nach KFT_R) Reliabilitäten (vgl. Kap. IV.3.2.1). Aufgrund dessen muss auch hier das Format der Testitems diskutiert werden. Für die vorliegende Arbeit wurde eine Kombination von Single-Choice-Items und halboffenen Fragen verwendet. Dafür wurden Items aus zwei etablierten Wortschatztests für die vorliegende Arbeit genutzt. Es handelt sich dabei um den Wortschatztest nach Willenberg (Willenberg, 2007b), der auch in der DESI-Studie verwendet worden ist sowie um einen Subtest aus dem Kognitiven Fähigkeitstest_R (KFT_R, Heller & Perleth, 2000).

Die Reliabilität der entnommenen Items aus dem KFT_R ist überraschend niedrig (vgl. Kap. IV.3.2.1). Die niedrige Reliabilität sagt aus, dass es mehr als unsicher ist, dass die Items dieser Wortschatzskala zusammengehören. Eine Ursache dieser schlechten Reliabilität kann in der Mischung der beiden erwähnten Wortschatztests zu finden sein. Eventuell ist es nicht möglich, einzelne Items aus dem bestehenden verbalen Teil des KFT_R herauszulösen und sie mit Items eines anderen Wortschatztests zu kombinieren. Ursprünglich setzt sich der verbale Teil des KFT_R aus drei Subtests mit 12 bis 25 Aufgaben pro Klassenstufe zusammen, wobei die Auf-

gabenschwierigkeit dabei stetig zunimmt. Jahrgangs- und schulartenspezifische Normen wurden bei der Übernahme der Items ebenso wie die Verteilung der Aufgabenschwierigkeit beachtet.

Auffallend war auch, dass die Bearbeitungshäufigkeit der Items zum Ende des Fragebogens deutlich abnahm. Möglicherweise sind demnach zusätzliche Positionseffekte der Items für das schlechte Abschneiden dieser Skala in der vorliegenden Arbeit verantwortlich. Die verwendeten Wortschatzitems des KFT_R lagen im Begleitfragebogen im kognitiven Teil an letzter Stelle hinter den domänenspezifischen Vorwissensitems und Wortschatzitems nach Willenberg. Anschließend folgten die Selbsteinschätzungsitems. Zur Kontrolle dieses möglichen Positionseffekts wäre eine zweite Erhebung des Fragebogens angebracht, in der die Reihenfolge der Aufgaben verändert ist und in einer Art Itemrotation durch verschiedene Testhefte herausgefunden werden könnte, ob die geringe Reliabilität des vorliegenden Wortschatzmoduls abhängig von der Itempositionierung war.

Zusammenfassend ist zu konstatieren, dass die Ergebnisse des Fragebogens bezüglich der Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* aufgrund der schlechten Reliabilitäten nicht einsetzbar waren und daher auch zur Arrondierung der qualitativen Befunde nicht in Betracht kamen. Kontrastierend hierzu sind allerdings die Stellenwerte weiterer möglicher Einflussvariablen zu sehen: Verbalisierungsfähigkeit, Interesse und Gesprächspartnerbeziehung sind Skalen mit guten Reliabilitäten.

VI.2.5 Gesprächsmuster

Phase. Die Kategorie Phase ist als deskriptive Variable hinzugenommen worden, um einen vertiefenden Eindruck von der Kommunikationssituation und Hinweise auf die Intensität der Kommunikation zu erhalten. Die Kategorie Phase ist in drei Variablen unterteilt, die jeweils spezifische, zeitlich aufeinander folgenden Abschnitte in der vorliegenden Kommunikationssituation charakterisieren, in denen die Gesprächspartner bestimmte Arbeitsschritte durchführten und kommentierten (vgl. Kap. V.2). Die Kategorie Phase bildet somit keine Fähigkeit ab, die einen Beitrag zur Analyse der Kommunikationskompetenzstruktur leistet und findet sich aus diesem Grund nur im Kodiermanual nicht aber im Kompetenzstrukturmodell wieder (vgl. Kap. IX.5).

Wie in der Abbildung 45 ersichtlich wird, nehmen die drei Phasen in der Kommunikationssituation über die Gesamtstichprobe charakteristische Verhältnisse ein. Die Phase Selektion ist geprägt von wenigen kurzen Sprecherwechseln sowie wenigen Wörtern. Diese Aspekte nehmen über die Phase Organisation bis hin zur Phase Integration stetig zu.

Einen Erklärungsansatz, der sich mehr auf die Phaseneinteilung der vorliegenden Ergebnisse bezieht und auch den Bezug zwischen Textverarbeitung in einer bildlichen Darstellung herstellt, liefern kognitionspsychologische Studien. Sie wurden z. T. in Ansätzen im theoretischen Teil der vorliegenden Arbeit für die Komponente *Wissen* aufgegriffen (vgl. Kap. II.4.2.1). Schnotz (2001a) nimmt in seinem Modell der Text- und Bildverarbeitung an, dass Text und Bild als verschiedene externe Repräsentationen mit unterschiedlichen mentalen Repräsentationsformen der Speicherung im Arbeitsgedächtnis in Verbindung stehen. Dabei handelt es sich bei einem Text um eine propositionale Repräsentation, bei einem Bild um ein mentales Modell (Schnotz, 2001a). Propositionale Einheiten bestehen aus Propositionen, die als mentale Gedächtniseinheiten aufgefasst

werden und in ihrer Struktur Sätzen der gesprochenen Sprache ähneln. Sie beschreiben einen Gegenstand mit Hilfe mentaler Symbole (Schnotz, 2001a). Mentale Modelle stellen Objekte dar, in denen die realen oder logischen Strukturen eines Gegenstandes bzw. Sachverhalts analog abgebildet sind (Schnotz & Bannert, 2003). Schnotz (2001a) geht davon aus, dass ein mentales Modell und die propositionalen Repräsentation in Wechselwirkung stehen und ineinander überführbar sind. So können anhand eines mentalen Modells Informationen in Form von Propositionen generiert oder basierend auf der propositionalen Repräsentation ein mentales Modell aufgebaut oder ein bereits bestehendes Modell verändert werden (Schnotz, 2001a). Propositionen werden dann folglich der integrativen Text- und Bildverarbeitung bei Bedarf in sprachliche Äußerungen umgesetzt und damit externalisiert (Schnotz, 2001a).

Die Ergebnisse der Methode, Begriffe wie im vorliegenden Fall in einem bildähnlichen Verbund zu organisieren und ihre Bezüge zueinander schriftlich zu versprachlichen, kann mit Hilfe des Modells der integrativen Text- und Bildverarbeitung erklärt werden. Die Analyse von Begriffen und Verbindungen in einer Concept Map führt zur Speicherung der in ihr dargestellten Informationen in Form von Propositionen oder in Form eines mentalen Modells, dem Propositionen entnommen werden können. Umgekehrt kann entsprechend die Konstruktion einer Concept Map als Übersetzung von Text zu Concept Map aufgefasst werden, bei der die Prozesse Selektion, Organisation und Integration ablaufen. Mit Hilfe dieses theoretischen Bezugsrahmens wären auch die ansteigenden Zeiten, sowie Zunahme der (längeren) Sprecherwechsel und Anzahl der Wörter in Bezug auf die drei Phasen zu erklären.

VI.3 Inhaltliche Diskussion

Die Struktur der fachlichen Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht wurde vorliegend in einem ersten Ansatz modelliert. Ausgehend von den zugrunde gelegten Kommunikationsstandards K1, K5 und K8 (vgl. Kap. II.3.2) sind in diesem Bereich bislang keine Studien zur theoretisch fundierten und empirisch überprüften Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz bekannt.⁸⁶ Aus diesem Grund wurde u.a. auf Studien zur Gesprächsanalyse (Deppermann & Hartung, 2003), zur Expertiseforschung (Kroß & Lind, 2001), zur Argumentationsforschung (Leitão, 2000) sowie zur Experten-Laien-Kommunikation (Bromme et al., 2004) zurückgegriffen.

VI.3.1 Modellkomponenten

Obwohl sich die theoretisch postulierten Komponenten anhand der empirischen Daten bestätigen ließen, musste das deduktive Modell nach der Sichtung des Videomaterials induktiv erweitert werden. Diese Vorgehensweise war nötig, um dem Anspruch einer umfassenden qualitativen Inhaltsanalyse gerecht zu werden (vgl. Kap. IV.5.2.1). Diese erste Veränderung des Modells anhand der empirischen Daten ist als weiteres Ergebnis der vorliegenden Studie zu bewerten und soll im Folgenden vor dem fachlichen Hintergrund diskutiert werden. Des Weiteren werden auch hier die Korrelationsanalysen zur internen Konsistenz aller Komponenten mit in die Diskussion

⁸⁶ Zu den weiteren Kommunikationsstandards bspw. zur Diagrammkompetenz, die laut KMK-Papieren Teil der Kommunikationskompetenz sind, existieren bereits Forschungsarbeiten (KMK, 2005a; z.B. Lachmayer, 2008).

aufgenommen. Es wurde diesbezüglich erwartet, dass die Indikatoren einer Komponente hohe Korrelationen aufweisen und so Hinweise auf die Komponentenkonsistenz geben.

Wissen.⁸⁷ Die Komponente *Wissen* wurde um die Variable *Wissensnahe Äußerungen* ergänzt. Diese Ergänzung war zwingend notwendig, um dem Exhaustivitätskriterium zu entsprechen, da andernfalls – im Falle der Nichtkodierung – grob gegen die theoretischen Kodierungsregeln verstoßen würde (Früh, 2007). Nach Früh (2007) muss jeder festgelegten Kodiereinheit eine Kodierung zugeordnet werden. Daraus ergab sich allerdings das Problem, dass diese Kategorie bspw. immer dann gewählt wurde, wenn die Gesprächspartner zustimmten, was per se nicht zwingend auch eine inhaltliche Äußerung darstellen muss. Der Blick auf die deskriptiven Befunde der Gesprächstranskripte bestätigt dieses Dilemma (vgl. Abbildung 40 sowie Abbildung 43): Innerhalb der Komponente *Wissen* nehmen die *Wissensnahen Äußerungen* den zweithöchsten Stellenwert ein. Im gleichen Zusammenhang wird auch anhand der Abbildung 40 deutlich, dass der Anteil der Variable *Zustimmungen* sehr hoch ist. Hier bedingen sich die Variablen *Wissensnahe Äußerungen* und *Zustimmungen* aufgrund der formal-technischen Anwendung des Kategoriensystems gegenseitig und können nicht unabhängig voneinander betrachtet werden. Voraussetzungsreichend ist aus den Ergebnissen der Regressionsanalysen zu schlussfolgern, dass die induktive Erweiterung der Komponente *Wissen* zwar dem methodischen Anspruch der Exhaustivität genüge, der Indikator *Wissensnahe Äußerungen* allerdings keine Wirkung auf die *Wissenskommunikation* zeigt und als Prädiktor nicht bedeutsam wurde.

Die Korrelationen der Variablen innerhalb der Komponente *Wissen* zeigen zwei nennenswerte Ergebnisse: a) *Definieren* und *Nachfragen* sowie b) *Nachfragen* und *Wissensnahe Äußerungen* stehen jeweils in einem mittleren Zusammenhang.

Ursprünglich wurde der Indikator *Definieren* eingesetzt, um die lokale Kohärenz auf der Textverstehensebene zu operationalisieren (Kroß & Lind, 2001). Die Variable *Nachfragen* ist als Indikator für die unterste Textverstehensebene eingesetzt worden (Rost-Roth, 2003). Der Zusammenhang der beiden ersten Indikatoren ist insofern bemerkenswert, als dass sie theoretisch zwei verschiedenen Ebenen zugeordnet wurden. Würde der Indikator *Definieren* weitergefasst werden, so dass sich die durch ihn abgebildeten Prozesse nicht nur auf die Textverständnisebene beziehen, sondern als alltagssprachige Bedeutungsbeschreibung aufgefasst werden können, die keiner Repräsentationstheorie unterliegen, könnten die Ergebnisse einfacher interpretiert werden (Stanaityte, 2005). In diesem Fall würde sich der im Folgenden als Alltagsdefinition bezeichnete ursprüngliche Indikator *Definieren* erweitern. Der ursprüngliche Indikator *Definieren* wird in der Regel dann eingesetzt, wenn Vermutungen aufgestellt oder Modelle konstruiert werden, die von dem Gesprächspartner nachvollzogen und gemeinsam mit ihm diskutiert werden sollen. Der Begriff Alltagsdefinition ist eine Erscheinung im semantischen Diskurs der alltäglichen Sprache und wird nach Stanaityte (2005) als definitionsähnliche Verfahren im alltäglichen Leben verstanden, die der Erläuterung einer Wortbedeutung oder der Erklärung einer Sache dienen. Es sind also Bedeutungsbeschreibungen, die die Identifikation des bezeichneten Bezugsgegenstan-

⁸⁷ An dieser Stelle sei noch einmal darauf hingewiesen, dass die Erhebung der Komponente *Wissen* mittels Videographie auf rein quantitativer Ebene erfolgte.

des in einer Rede bzw. einem Text ermöglichen. Diese Erläuterungen können sowohl einzelne Wörter, Sätze als auch ganze Textsegmente umfassen. Mit dieser Erweiterung des Indikators *Definieren* lässt sich der Zusammenhang zum *Nachfragen* eindeutiger interpretieren. In den Ergebnissen ist zu erkennen, dass die Schüler in einer Art Frage-Antwort-Kombination bezüglich Unverständlichkeiten bei ihrem Gesprächspartner nachfragen. Dieser versucht Wortbedeutungen oder Dinge daraufhin zu definieren. Es handelt sich bei den Definitionsversuchen um Textausschnitte, in denen Ansichten über Wörter und Wortbedeutungen geäußert und als sprachliches Ergebnis dieser Reflexion gedeutet werden können. Diese Reflexion wird von den Gesprächspartnern einerseits zur Selbstkontrolle erzeugt, andererseits, um die erwünschte Kohärenz zu gewährleisten, damit das Gegenüber diese möglichst lückenlos rekonstruieren kann (Stanaityte, 2005).

Der zweite Zusammenhang *Nachfragen* – *Wissensnahe Äußerungen* wird unter Verweis auf die bereits genannten Kodierungen der *Wissensnahen Äußerungen* und der Variable *Zustimmung*, Indikator der Komponente *Audience Design* erwähnt, die aufgrund des Exhaustivitätskriteriums einen methodisch verursachten, erheblichen Stellenwert bekommen haben. Auch in diesem Fall können die Variablen *Nachfragen* und *Wissensnahe Äußerungen* nicht getrennt voneinander betrachtet werden, da die Antwort auf eine Frage in Form einer *Zustimmung* oder *Ablehnung* nach dem vorliegenden Kategoriensystem mit der Kategorie *Wissensnahe Äußerung* kodiert werden muss. Des Weiteren liefert der vorliegende Befund aber auch Hinweise für ein typisches Kommunikationsmuster sowie für die Art der Fragestellung. Aufgrund des Zusammenhangs der vorliegenden Indikatoren ist anzunehmen, dass viele Fragen der Gesprächspartner im geschlossenen Format gestellt werden. Ein Gesprächspartner stellt eine Entscheidungsfrage, auf die sein Gegenüber nur mit „Ja“ oder „Nein“ antworten kann und diesbezüglich zustimmt oder ablehnt. Die Analyse der Gesprächsmuster bestätigt diese Annahme (vgl. Kap. V.1).

Die weiteren Korrelationen innerhalb der Komponente *Wissen* weisen keine Zusammenhänge auf, die auf eine konsistente Operationalisierung der Komponente hinweisen würden (vgl. Kap. V.2). Aufgrund dieser empirischen Befunde müssen möglicherweise weitere Variablen in die Operationalisierung der Komponente *Wissen* einbezogen werden, damit das Konstrukt detaillierter abgebildet und ggf. auch mehrfach untergliedert werden kann.

Wortschatz.⁸⁸ Aus bereits erwähnten technischen Gründen konnte die mittlere Wortschatzkategorie *Konkreta+Abstrakta* nicht erfasst werden (vgl. Kap. V.2). Dieses Problem wirkt sich des Weiteren auch auf die Variable *Basiswörter* der Komponente *Wortschatz* aus, die dementsprechend unter dieser Einschränkung zu betrachten ist: Die Erfassung der *Basiswörter* durch die Software erfolgt aufgrund der vorliegenden grammatischen Beugungsproblematik der gesprochenen Sprache größtenteils über Wortstämme und konnte demnach nicht alle *Basiswörter* erkennen. Dem könnte in nachfolgenden Studien insofern begegnet werden, dass einzelne Gesprächstranskripte qualitativ-inhaltlich ausgewertet würden und eine Vorabkodierung durch

⁸⁸ An dieser Stelle sei darauf hingewiesen, dass die Erhebung der Komponente *Wortschatz* mittels Videographie auf rein quantitativer Ebene erfolgte. Ebenfalls wurde bereits Stellung zu den beschriebenen Einschränkungen genommen. Damit werden die nachfolgend diskutierten Befunde lediglich als Indizien für die Wirkung der Komponente *Wortschatz* verstanden.

die Software wie sie in dieser Studie vorliegt, mit einer sich anschließenden Beobachterausswertung ergänzend nachkodiert werden würde. Dieses zeitlich äußerst aufwändige Verfahren, das die Kenntnis des Basiswortschatzes sowie des Fachwortschatzes durch den Beobachter voraussetzt, müsste sich dann aus testökonomischen Gründen auf die Auswertung weniger einzelner Gesprächstranskripte beschränken.

Des Weiteren hätten im vorliegenden Fall auch die Kategorisierung innerhalb der Komponente *Wortschatz* gröber gefasst werden können, um dem Exhaustivitätskriterium nach Früh (Früh, 2007) voll zu entsprechen und demnach keine Leerstellen bestehen zu lassen. Folglich wären in der Komponente *Wortschatz* drei verbleibende Kategorien zu nennen: die erste Kategorie enthielte die *Basiswörter* zusammen mit den *Konkreta+Abstrakta*, in der zweiten und dritten Kategorie verblieben wie bereits dargestellt der *domänenunspezifischer* und der *domänenspezifischer Fachwortschatz*.

Darüber hinaus wurde in der Wortschatzkomponente die Variable *Anzahl der Wörter* aufgenommen, um einen genaueren Einblick in die Datenlage zu erhalten. Jedoch zeigten die höchst signifikanten Ergebnisse der Korrelationsanalysen einen sehr starken Zusammenhang zwischen der Variable *Anzahl der Wörter* und der Variable *Basiswortschatz*. Daraus kann geschlossen, dass diese beiden Indikatoren nicht trennscharf und somit fast deckungsgleich in den Korrelationsanalysen erscheinen. Die Befunde deuten darauf hin, die Variable *Anzahl der Wörter* nicht als Indikator in das Kompetenzstrukturmodell aufzunehmen. Zu überlegen wäre an dieser Stelle, inwiefern der *Basiswortschatz* getrennt von der *Anzahl der Wörter* mit einem weiteren Erhebungsinstrument bspw. einem Fragebogen erfolgreich erfasst werden kann.

Argumentstruktur.⁸⁹ Die Variablen zur *Argumentstruktur* haben sich als trennscharf erwiesen und zeigen teilweise eindeutige Zusammenhänge in Form von Abgrenzungen zwischen den Variablen *Argumentstruktur einzeln* und *Argumentstruktur vernetzt*. Je mehr die Schüler einzeln argumentierten, desto weniger trat die Variable *Argumentstruktur vernetzt* in den Gesprächstranskripten auf. Aufgrund der Ergebnislage verbleibt die Komponente *Argumentstruktur* im Kompetenzstrukturmodell.

Metakognitive Äußerungen. Es hat sich bei der Auswertung der Gesprächstranskripte erwiesen, dass strategische Äußerungen zum Vorgehen bei der Bearbeitung der Lernumgebung einen erheblichen Stellenwert einnahmen und neben den thematisch-inhaltlichen Äußerungen (Komponente *Wissen*) häufig von den Gesprächspartnern angemerkt wurden.

Da sich in verschiedenen Studien metakognitive Lernstrategien als bedeutsam erwiesen haben, muss für das hier vorgestellte Kompetenzstrukturmodell zur Kommunikation auch die Metakog-

⁸⁹ Im folgenden Fließtext werden aus Gründen der Leserfreundlichkeit die Variablenlabels *Argumentstruktur niedrig*, *mittel* und *hoch*, die bislang im Sinne eines Terminus technicus verwendet wurden, z.T. durch erweiterte Redewendungen ersetzt. *Argumentstruktur niedrig* entspricht im Folgenden der Redewendung einfache oder rudimentäre (Argument-)Struktur; *Argumentstruktur mittel* entspricht im Folgenden der Redewendung mittlere (Argument-)Struktur; *Argumentstruktur hoch* entspricht im Folgenden der Redewendung komplexe, vollständige, integrierte oder hochwertige (Argument-)Struktur. Nach dem gleichen Muster werden auch die Variablen des *Argumentationsprozesses* durch leserfreundliche Redewendungen ersetzt.

nition als mögliche Einflussvariable angesehen werden (Hasselhorn, 2001). Unter Metakognition ist allgemein zu verstehen, dass Individuen über eigene kognitive Zustände oder Funktionen in Form von Kontrolle, Steuerung und Regulation reflektieren (Hasselhorn, 2001). Dabei werden metakognitive Lernstrategien von metakognitivem Wissen unterschieden. Unter metakognitiven Lernstrategien werden Aktivitäten der Kontrolle des Lernprozesses verstanden, die als Planungs-, Überwachungs-, Steuerungs- und Evaluationsaktivitäten über kognitive Funktionen dienen. Sie werden in einer Art Reflexions- bzw. Manipulationsprozess überwacht (Looß, 2007; Großschedl & Harms, 2009). Demgegenüber steht das metakognitive Wissen über persönliche Interessen und Fähigkeiten sowie Wissen über die Ausführung, Anwendung und Zweckdienlichkeit von Lernstrategien (Harms, 2007; Flavell, 1984; Großschedl & Harms, 2009).

Die Definition metakognitiver Lernstrategien als Fähigkeit zur Selbstregulation positioniert diese induktive Erweiterungskomponente in die ursprünglich angenommene Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* (vgl. Abbildung 50). Unter dem Eindruck der gewonnenen Ergebnisse der vorliegenden Gesprächstranskripte in Bezug auf die Äußerungen der Gesprächspartner, trägt Metakognition offensichtlich zur Entwicklung von selbstregulativen Fähigkeiten bei und kommt in der vorliegenden Kommunikationssituation zwischen den Schülern zur Anwendung (Hasselhorn, 2001).

Im Fall der Komponente *Metakognitive Äußerungen* muss vorausschauend erwähnt werden, dass die induktive Erweiterung zwar aufgrund der Datenlage im Modell vorgenommen wurde, die Komponente mit ihren abbildenden Variablen jedoch keine statistisch bedeutsamen Korrelationen zu den übrigen Komponenten der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* aufwies (vgl. Kap. V.2). Daraus ist zu entnehmen, dass diese Variablen keine homogene Komponente abbilden. Das legt einerseits den Schluss nahe, dass bei der induktiven Komponentenbildung grundlegende theoretische Arbeit notwendig ist, um in Anbetracht der niedrigen Korrelationskoeffizienten die Komponente *Metakognitive Äußerungen* inhaltlich zu reanalysieren. Diese Indikatoren müssen bezüglich ihrer Komponentenoperationalisierung erneut überprüft und theoretisch eingebettet werden. Sollte sich allerdings auch hierbei herausstellen, dass diese Komponente keinen zusammenhängend Wert in Bezug auf die *Individuelle Wissensrepräsentation* besitzt, muss sie als Teil des vorliegenden Kompetenzstrukturmodells ausgeschlossen werden. Andererseits stellt sich bezüglich der niedrigen Korrelationen die Frage, ob in einer anderen Kommunikationssituation, in der nicht zeitgleich eine gemeinschaftliche Concept Map durch die Gesprächspartner angefertigt wird, *Metakognitive Äußerungen* eine entscheidende Rolle spielen würden.

Argumentationsprozess.⁹⁰ Die Korrelationen innerhalb der Komponente *Argumentationsprozess* zeigen ähnliche Zusammenhänge wie die Variablen innerhalb der *Argumentstruktur*. Dies

⁹⁰ Im folgenden Fließtext werden aus Gründen der Leserefreundlichkeit die Variablenlabels *Argumentationsprozess niedrig*, *mittel* und *hoch*, die bislang im Sinne eines Terminus technicus verwendet wurden, z.T. durch erweiterte Redewendungen ersetzt. *Argumentationsprozess niedrig* entspricht im Folgenden der Redewendung einfacher oder rudimentärer (Argumentations-)Prozess; *Argumentationsprozess mittel* entspricht im Folgenden der Redewendung mittlerer (Argumentations-)Prozess; *Argumentationsprozess hoch* entspricht im Folgenden der Redewendung komplexer, vollständiger, integrierter oder hochwertiger (Argumentations-)Prozess.

spricht für eine schlüssige Abbildung der Komponente durch die aufgestellten Indikatoren und bekräftigen Befunde entsprechender Arbeiten zur Argumentationsforschung (Leitão, 2000; Kollar, 2006).

Zieht man hier die deskriptiven Befunde hinzu, fällt auf, dass die Schüler im Gesamtdiskurs wenig integrative Argumente produzierten (vgl. Kap. V.3). Die Ergebnisse können vor dem in Kapitel II.4.3.2 dargestellten theoretischen Hintergrund so interpretiert werden, dass in einem *Argumentationsprozess niedrig* die Produktion eines neuen Arguments eine anspruchsvolle Aktivität darstellt, wenn das neue Argument die im Strukturmodell nach Toulmin (1996) enthaltenden Strukturkomponenten besitzt. Dabei wird vermutet, dass eine niedrigere Argumentstrukturqualität deutlich negativere Effekte auf weitere Variablen hat als eine niedrige Argumentationsprozessqualität. Kollar (2006) zeigte diesbezüglich, dass selbst eine niedrige Prozessqualität noch zu einer tieferen Elaboration führen kann, als dies bei einer niedrigen Strukturqualität möglich ist. Diese kann nur aus der Formulierung einer Behauptung bestehen, im Vergleich dazu kann aber eine niedrige Prozessqualität eine hohe Strukturqualität besitzen. Diese Ausführungen können mit Hilfe der vorliegenden Datenlage nicht eindeutig bestätigt werden. Dennoch liefert die Fachliteratur hier einen Hinweis darauf, dass eventuell Strukturqualität und Prozessqualität keine getrennten Komponenten darstellen, sondern als eng in Zusammenhang stehende Qualitätsmerkmale beim Argumentieren interpretiert werden können (vgl. auch den Einfluss *Argumentstruktur* auf die *Wissenskommunikation* in Kap. VI.3.3). Aufgrund der Ergebnislage verbleibt die Komponente *Argumentationsprozess* im Kompetenzstrukturmodell.

Audience Design. Auch die Komponente *Audience Design* erfuhr eine Erweiterung in Form der Variable *Akustisches Nichtverstehen*. Hier lag der Fall ähnlich wie bei den *Wissensnahen Äußerungen*: Die Variable *Akustisches Nichtverstehen* der induktiv erweiterten Kategorie *Audience Design* ließ sich in den Gesprächstranskripten zwar beobachten, es kann ihr aber im Endeffekt kein großer Stellenwert beigemessen werden (vgl. Abbildung 43). Demnach wurde hier formal dem Exhaustivitätskriterium entsprochen, die deskriptiven Ergebnisse sowie die interpretierten Korrelations- und Regressionsanalysen zeigen jedoch keine Bedeutsamkeit dieser Variable in Form eines Einflusses auf die *Wissenskommunikation* (vgl. Kap. VI.3.3).

Die Ergebnisse zum *Audience Design* entsprechen nicht den Erwartungen der theoretischen Ausführungen (Bromme et al., 2004; Clark, 1996). Die Heuristiken zum Groundingprozess nach Clark (1996) sowie die Indikatoren zur Antizipation und Adaptation stehen laut Korrelationsanalysen in keinem Zusammenhang zueinander. Eine mögliche Erklärung für diese Ergebnislage wäre, dass die Schüler nonverbale Zeichen wie Kopfnicken für den Groundingprozess sowie für die Antizipation und Adaptation verwendet haben, die als Anzeichen für stattfindendes *Audience Design* nur teilweise in den Kodierungen berücksichtigt werden konnten. Ebenfalls kann die Vermutung aufgestellt werden, dass die Schülerdyaden, die sich teilweise aus befreundeten Gesprächspartnern zusammensetzten (vgl. Abbildung 48) eine Art internen Code nutzten, um die Prozesse des *Audience Designs* in der Kommunikationssituation zu signalisieren, zu dem außerhalb der Freundschaft Stehende keinen direkten Zugang besitzen. Hierzu müsste die Zusammensetzung der Dyaden einer stärkeren Kontrolle unterliegen: Befreundete Dyaden müssten in einem Kontrollgruppendesign nicht befreundeten Dyaden vergleichend gegenüber gestellt werden.

Zusammenfassend ergab die Analyse der Gesprächstranskripte eine weitreichende Modifikation des Gesamtmodells in Bezug auf die Komponenten.

Innerhalb der Komponente *Wissen* erwiesen sich die Variablen *Definieren* und *Nachfragen* als relevante Indikatoren des Konstrukts *Wissen*. Es muss vertiefend analysiert werden, inwiefern die Variable *Wissensnahe Äußerungen* als Indikator der Komponente *Wissen* im Modell verbleiben kann.

Inwiefern die Komponente *Wortschatz* zur Strukturierung des Modells beiträgt, kann aufgrund der methodisch bedingten Probleme bei der Erhebung nicht abschließend beurteilt werden. Die Variable *Anzahl der Wörter* verbleibt nicht im Modell.

Die Komponenten *Argumentstruktur* und *Argumentationsprozess* verbleiben wie angenommen im Modell.

Die Komponenten *Audience Design* und *Metakognitive Äußerungen* zeigen keine interne Konsistenz der Indikatoren und müssen aus diesem Grund aus dem Modell entfernt werden.

Um die Komponenten im Hinblick auf ihre Zuordnung zu den zwei Dimensionen zu prüfen und infolgedessen eine weiterführende Konstruktvalidierung des Modells vorzunehmen, werden die Korrelationsergebnisse zur genauen Verortung der Komponenten im Folgenden diskutiert.

VI.3.2 Binnenstrukturen der Dimensionen

Bezüglich der Binnenstruktur wurde angenommen, dass die Komponenten einer Dimension mittlere Korrelationen zueinander aufzeigen, was als Hinweise auf die Zusammengehörigkeit dieser Komponenten innerhalb einer Dimension interpretiert werden kann.

Individuelle Wissensrepräsentation. Sieht man sich die Ergebnisse der Korrelationen zwischen den Komponenten der angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* an, so zeigt sich nur in Bezug auf die *Argumentstruktur* ein tendenzielles Muster. Hier ist ersichtlich, dass die *Argumentstruktur einzeln* negativ und die *Argumentstruktur vernetzt* positiv mit den beiden anderen Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* der *Individuellen Wissensrepräsentation* korrelieren. Das heißt, ein tiefergehendes Textverständnis (Variable *Schlussfolgern*) hängt positiv mit der vernetzten Produktion eines Arguments zusammen. Im Vergleich dazu ist das vertiefte Textverständnis (Variable *Schlussfolgern*) negativ mit der einzelnen Produktion eines Arguments verknüpft. Ebenfalls zeigt sich in Übereinstimmung mit der Argumentationsliteratur (Leitão, 2001) ein Trend, dass die Nutzung aller drei der im Argumentstrukturmodell nach Toulmin (1996) enthaltenen Komponenten mit einem tiefergehendem Textverständnis in Zusammenhang standen, während die Produktion von Argumenten, die lediglich aus unbegründeten Behauptungen bestanden, offensichtlich nicht mit einer tieferen Elaboration der Lerninhalte einher ging und in der Tendenz negativ mit dem *Wissen* assoziiert war.

Ein ähnliches Muster wie zwischen der Strukturqualität und dem *Wissen* zeigt sich ebenfalls in Bezug auf den *Wortschatz*, Variable *Basiswortschatz* und der Komponente *Argumentstruktur*.⁹¹ Der *Basiswortschatz* hängt positiv mit der vernetzten Produktion eines Arguments zusammen. Im Vergleich dazu ist der *Basiswortschatz* negativ mit der einzelnen Produktion eines Arguments verknüpft.

Auffallend war, dass dieses Befundmuster, dass die *Argumentstruktur* in Bezug zur Komponente *Wissen* und *Wortschatz* zeigte, bei den *Metakognitiven Äußerungen* nicht bestätigt werden konnte. Hier trat in Bezug auf die Korrelationskoeffizienten der entgegengesetzte Fall ein: Schüler, die häufig einzelne rudimentäre *Argumentstrukturen* nutzten, also unbegründete Behauptungen äußerten, führten auch häufiger Äußerungen der Kategorie *Sonstige* an. Darunter fielen Äußerungen, die keinen Bezug zum Thema oder zur Konstruktion der Concept Map aufwiesen. Dieses Bild änderte sich, wenn die Schüler gemeinsam mittlere Strukturqualitäten produzierten. Diese Kategorie ist negativ mit der Kategorie *Sonstige* verbunden. Es wird demnach deutlich, dass Schüler, die sich nicht mit dem vorliegenden Arbeitsauftrag befassen, kurze themenferne Äußerungen in die Kommunikationssituation einwarfen, die aus einer Behauptung oder Feststellung bestehen. Diese Behauptungen werden vom Gegenüber nicht weitergehend beachtet und auch nicht argumentativ im Sinne der vernetzten Struktur erweitert, so dass der Rückbezug zum fachlichen Thema immer wieder stattfinden kann. Dies bestätigt auch die Analyse der Gesprächsmuster (vgl. Kap.V.1) sowie die Analyse des Einflusses der *Metakognitiven Äußerungen* auf die *Wissenskommunikation*.

Die Korrelationsanalysen belegen, dass zwischen den Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* und ihrer zugeordneten Dimension in Bezug auf einige Variablen Zusammenhänge bestehen. Die Ergebnisse liefern diesbezüglich also Hinweise, dass sich die theoretisch postulierten Komponenten einerseits nicht vollständig einem übergreifenden Faktor zuordnen ließen, andererseits über bestimmte Aspekte dennoch zusammenhängen. Dabei wird das Individuum weiterhin als zentral für diese Anlagen angesehen. Daraus ergibt sich in Anlehnung an die ursprünglich angenommene Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation*, dass im Folgenden die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* unter dem Begriff *individuelle Komponenten* weitergeführt werden. Dieses Ergebnis deutet allerdings auch darauf hin, dass die Auswahl der Komponentenindikatoren des Modells in einer Reanalyse überdacht werden muss.

Wissenskommunikation. In Bezug auf die Strukturmodellierung der beiden Komponenten der angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* lässt sich aufgrund der Korrelationsanalysen, die in Kapitel V.2 dargestellt sind, zusammenfassend festhalten, dass es sich beim *Argumentationsprozess* sowie beim *Audience Design* um mehr oder weniger eigenständige Kategorien handelt, die nicht mittels eines übergreifenden Faktors zusammenhängen. Es bestehen demnach keine Verbindungen zwischen den Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* der ursprünglich angenommenen Dimensionen *Wissenskommunikation*.

⁹¹ Die *Argumentstruktur* korreliert ebenfalls nach dem beschriebenen Muster mit der *Anzahl der Worte*, jedoch wird dieser Zusammenhang aufgrund der oben genannten Ausführungen zur Korrelation *Basiswortschatz* – *Anzahl der Wörter* nicht näher ausgeführt und nur Bezug auf eine der beiden Variablen genommen.

Eine mögliche Erklärung dieser Ergebnisse könnte in der herangezogenen Literatur begründet sein, die zur Operationalisierung der Komponenten herangezogen wurde. Die verschiedenen Komponenten und die jeweiligen Indikatoren sind möglicherweise nicht präzise genug beschrieben, so dass die Indikatoren eventuell anderen als den in der Originalliteratur intendierten Komponenten zugeordnet wurden. Beispielsweise wurde die Variable *Paraphrasieren* als Indikator für die Antizipation und Adaptation der Komponente *Audience Design* zugeordnet. Kommunikationswissenschaftliche Theorien sehen in der Äußerung einer Paraphrase eine Verstehenshaltung im Gespräch. Der Gesprächspartner möchte wissen und verstehen, was der andere zu sagen hat (von Kanitz, 2008). Hier wird paraphrasieren also auf der sprachlichen Ebene beschrieben. Der Blick in die Expertiseforschung ordnet das *Paraphrasieren* jedoch der Komponente *Wissen* zu. Die Autoren Kroß & Lind (Kroß & Lind, 2001) sehen im *Paraphrasieren* zwischen Alltags- und Fachsprache einen Indikator für das Hinzufügen von Wissen durch Wissenserzeugung mittels Inferenzen. Die abweichende Bedeutung des Begriffs wie Kroß & Lind ihn definieren, ist möglicherweise auch – in Abgrenzung zur sprachlichen Begriffsverwendung in der Gesprächsanalyse – im Untersuchungsdesign ihrer Studie zu sehen: Problemlösen an Beispielaufgaben mittels lautem Denken, das in einem zweiten Schritt über das Schlussfolgern zur Wissenserzeugung führen kann. Die Erzeugung von Wissen wurde auch in der vorliegenden Studie mit der Wirkung von *Wissenskommunikation* auf die Wissenskonstruktion untersucht. Insofern wäre die Definition der Variable *Paraphrasieren* nach Kroß & Lind (2001) für das vorliegende Strukturmodell denkbar gewesen.

Eine weitere Erklärung der vorliegenden Ergebnisse durch Befunde aus der Expertiseforschung könnte die domänenspezifische Qualität von Selbsterklärungen sein (Kroß & Lind, 2001). Übertragen auf die vorliegende Situation der Kommunikation in Dyaden könnte das bedeuten, dass das biologische Thema einen bedeutenden Einfluss auf die Qualität des Gesprächs haben könnte. Aufgrund der Domänenspezifität erlaubt die Untersuchung und das angewandte Kategoriensystem keine generellen Aussagen über die Struktur der Kommunikationskompetenz.

Zusammenfassend ergeben die Ausführungen zu den Analysen der Binnenstruktur *Individuelle Wissensrepräsentation* Beziehungen zwischen einzelnen Komponenten des Kompetenzstrukturmodells durch herausgestellte Variablen. Die postulierte Modellstruktur der zwei Dimensionen und ihren zugeordneten Komponenten wurde in der angenommenen Form nicht bestätigt.

Es stellte sich anhand der Korrelationen heraus, dass die Komponente *Wissen* sowie die Komponente *Wortschatz* mit der *Argumentstruktur* über die beschriebenen Variablen *Schlussfolgern* und *Basiswortschatz* verbunden sind.

Den Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* müssen als *dialogische Komponenten* mehr Eigenständigkeit zugeordnet (vgl. Kap. VI.3.5).

Die Darstellung der Komponentenstruktur müsste weitergehend präzisiert werden (vgl. Kap. VII.1).

Inwiefern sich die Modellkomponenten der *Individuellen Wissensrepräsentation*⁹² wie erwartet auch auf die *Wissenskommunikation* auswirkten, wird im folgenden Abschnitt thematisiert. Ebenfalls wird hier diskutiert, wie die *Wissenskommunikation* die *Wissenskonstruktion* beeinflusst.

VI.3.3 Zusammenhänge zwischen den Dimensionen

Im Kompetenzstrukturmodell der vorliegenden Arbeit wurden der *Individuellen Wissensrepräsentation* die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz*, *Argumentstruktur* und *Metakognitive Äußerungen* zugeordnet, die in einer Kommunikationssituation aus theoretischer Sicht eine vieldiskutierte Rolle spielen (Aitchison, 1997; Deppermann & Hartung, 2003; Schnotz, 1994). Es scheint somit plausibel, dass die *Individuelle Wissensrepräsentation* die *Wissenskommunikation* beeinflusst. Daraus ergab sich die Annahme, dass die einzelnen Komponenten der ursprünglich angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* einen Einfluss auf die Komponenten *Argumentationsprozess* und *Audience Design* der ursprünglich angenommenen Dimension *Wissenskommunikation* haben.

Laut Ergebnisdarstellung konnten Zusammenhänge mit mittleren bis starken Effekten zwischen verschiedenen Komponenten durch Modellberechnungen festgestellt werden (vgl. Kap. V.5).

Wissen – Wissenskommunikation. Schüler, die in der Kommunikationssituation häufig schlussfolgerten, nutzen auch häufiger integrierte Argumentationsprozesse bzw. weniger rudimentäre Argumentationsprozesse (vgl. Abbildung 53 und Abbildung 54). Dieses Ergebnis scheint sich in die Befunde der Fachliteratur einzureihen, indem Vorwissen, Wissen und Textwissen als wichtige Prädiktoren für den Argumentationsprozess angesehen werden (Willenberg, Gailberger & Krelle, 2007, S. 121). In der Literatur werden ebenfalls Wirkungen in die andere Richtung des Modells, vom *Argumentationsprozess* in Richtung Wissenserwerb, berichtet. Dies war in der vorliegenden Arbeit allerdings nur insofern Untersuchungsgegenstand, als dass die Wirkung der *Wissenskommunikation* auf die gemeinsame Wissenskonstruktion der Dyaden, nicht auf den individuellen Wissenserwerb, analysiert wurde. Lerner erwerben umso mehr (domänenübergreifendes) Wissen, je höher die Qualität ihrer *Argumentationsprozesse* sind (Kollar, 2006; Leitão, 2000). Dieser Befund lässt Rückschlüsse auf eine mögliche Wechselwirkung zwischen den Komponenten *Wissen* und *Argumentationsprozess* zu, der für die Restrukturierung des Kompetenzmodells hinweisend ist (vgl. Kap. VI.3.5).

Der vermutete Einfluss des domänenspezifischen Vorwissens auf die *Wissenskommunikation* konnte in Bezug auf die Datenerhebung der Komponente *Wissen* mittels begleitendem Fragebogen nicht nachgewiesen werden (vgl. Kap. VI.2.4). Dieser Befund scheint im Widerspruch mit den empirischen Befunden zu stehen (Kroß & Lind, 2001; Lind, Friege & Sandmann, 2005). Ein wichtiges Wesensmerkmal der vorliegenden Studie war allerdings, dass es sich bei den Probanden um

⁹² In der nachfolgenden Diskussion der Ergebnisse werden die ursprünglichen Begriffsbezeichnungen *Individuelle Wissensrepräsentation* und *Wissenskommunikation* weiterhin verwendet und erst in Kap. VI.3.5 als *individuelle* und *dialogische Komponenten* bezeichnet. Dort erfolgt aufgrund der interpretierten Ergebnisse ein Fazit für die Strukturmodellierung der Kommunikationskompetenz. Dieses Vorgehen begründet sich im Bezug zu den Fragestellungen und Hypothesen, in denen die ursprünglichen Formulierungen der beiden angenommenen Dimensionen bestehen bleiben.

Schüler mit insgesamt eher geringem Vorwissen handelte, was die Unterschiede zu den Studien von Kroß & Lind (2001) sowie Lind et al. (2005) erklären könnte. In diesen Studien wurden Experten mit Novizen verglichen, die Ergebnisse dieser Studien beruhen entsprechend auf viel größeren Vorwissensunterschieden. Mit großer Wahrscheinlichkeit ist das Ergebnis der vorliegenden Arbeit auf die methodischen Schwierigkeiten des Vorwissenstests im Begleitfragebogen zurückzuführen (vgl. Kap. VI.2.4).

Die durchgeführten Regressionsanalysen zeigten einen deutlichen Zusammenhang der Variablen *Wissensnahe Äußerungen* und *Zustimmungen*. Die *Wissensnahen Äußerungen* wurden bereits in Bezug auf die deskriptiven Befunde als Quasi-Vorhersagewert für die *Zustimmungen* analysiert (vgl. Abbildung 56 sowie Kap. VI.3.3).

Die Variable *Paraphrasieren*, als eingesetzter Indikator für die Adaptation und Antizipation, wird durch die beiden Wissensvariablen *Grafisches Schlussfolgern* sowie *Nachfragen* vorhergesagt. Dabei scheint der positive Zusammenhang zwischen dem stärkeren Prädiktor *Grafisches Schlussfolgern* und dem *Paraphrasieren* insofern schlüssig, als dass bei der *Wissenskommunikation* bezüglich der grafische Darstellung mit Hilfe einer Concept Map der Gesprächspartner durch verschiedene Erklärungsbeiträge dem Gegenüber eine inhaltlich-semantische Struktur näher bringt. Je öfter die Schüler *Grafisch Schlussfolgerten*, desto häufiger fanden Paraphrasierungsprozesse statt.

Unerwartet erscheint allerdings der negative Zusammenhang zwischen der Wissensvariable *Nachfragen* und dem *Paraphrasieren*. Laut Ergebnis der Regressionsanalyse paraphrasierten die Schüler um so weniger, je häufiger im Diskursprozess nachgefragt wurde. Eine mögliche Erklärung kann darin gesehen werden, dass den Schülern keine sprachlichen Erklärungsvarianten zur Verfügung standen. Der fehlende individuelle Erfahrungshintergrund zum Thema sowie das ebenfalls nicht vorhandene domänenspezifische Vorwissen bedingt die individuumsspezifische Ausdrucksweise. Die Schüler konnten Phänomene nicht mit anderen Worten umschreiben, weil ihnen keine domänenspezifische sprachliche Alternative bekannt war. Eine weiterführende Aufklärung dieser Variablenbeziehung könnte durch die qualitative Analyse der Gesprächstranskripte geleistet werden.

Wortschatz – Wissenskommunikation. Die Ergebnisse der Regressionsanalysen bezüglich des Wortschatzeinflusses auf den *Argumentationsprozess* stellen sich ergänzend dar: Die *Anzahl der Wörter* sowie der *spezifische Fachwortschatz* sind mit dem *Argumentationsprozess* *niedrig* negativ assoziiert. Im Vergleich dazu lassen sich die Voraussagen des *Argumentationsprozesses* *mittel* und *hoch* durch diese beiden Wissensvariablen laut Regressionsmodellen positiv formulieren. Das bedeutet, je häufiger die Schüler den *spezifischen Fachwortschatz* anwenden, desto öfter fanden auch *Argumentationsprozesse* statt, die mindestens aus Argument und Gegenargument bestanden. Des Weiteren sagt ein umfangreicher *Basiswortschatz* die häufigere Benutzung des *Argumentationsprozesses* *hoch* voraus. Diese Befunde können hinsichtlich der Annahmen der Argumentationsforschung im deutschdidaktischen Bereich eingeordnet werden. Willenberg, Gailberger & Krelle (2007, S. 120) nehmen in ihrem postulierten Kompetenzmodell zur Argumentation an, dass der allgemeine individuelle Wortschatz als situative Komponente in einer Kommunikationssituation eine von mehreren Einflussvariablen auf die Argumentation ist. Dabei un-

terscheiden sie jedoch nicht nach Niveaustufen des Wortschatzes. Sie geben des Weiteren an, dass Jugendliche diesen Wortschatz u. a. erst erlernen müssen, um angemessen argumentieren zu können.

Erwähnenswert ist der Einfluss des *spezifischen Fachwortschatzes* auf die Variable *Ablehnung* der Komponente *Audience Design*. Hier zeigt sich ein positiver Zusammenhang, der möglicherweise ebenfalls auf Defizite im Bereich des Fachvokabulars hinweist. Je häufiger die Gesprächspartner den *spezifischen Fachwortschatz* benutzten, desto öfter wurden auch *Ablehnungen* im Gespräch genutzt. Das kann damit zusammenhängen, dass die Schüler im Umgang mit dem Fachvokabular unsicher waren und eher vorsichtig-ablehnend auf den Einsatz von Fachwörtern reagiert haben. Dieser Eindruck verstärkt sich unter dem Aspekt, dass sie im Vorfeld der Videographie eingehend darauf hingewiesen wurden, basierend auf ihren eigenen Entscheidungen nur fachlich korrekte Ergebnisse in der Concept Map zu fixieren. Forschungen zur Fachsprache, die auch als Sprachbarriere wirken kann, bestätigen diesen Ansatz insofern, als dass die Verständigung der Kommunikationspartner dann gestört ist, wenn der Rezipient eine ihm mitgeteilte Aussage nicht mehr so versteht, wie sie vom Kommunikator gemeint ist (Eckhardt, 2000). Auch an dieser Stelle wäre die qualitative Auswertung einzelner Gesprächstranskripte hilfreich.

Argumentstruktur – Wissenskommunikation. Im Bereich der Komponente *Argumentstruktur* wird die *Argumentstruktur einzeln mittel* als negative Einflussvariable auf den *Argumentationsprozess hoch* vom Regressionsmodell ausgewiesen (vgl. Abbildung 66). Konkret bedeutet dies, dass Schüler, die häufig alleine Argumente produzierten, die aus zwei Elementen der in Kap. II.4.2.4.2 vorgestellten *Argumentstruktur* bestehen, weniger dreischrittige Argumentationsprozesse mit ihrem Gesprächspartner innerhalb der Kommunikationssituation durchführten. Einerseits kann sich in diesem Ergebnis ein Schülertypus abbilden, der eine gestellte Aufgabe eher alleine als mit seinem Partner im Diskurs löst. Dagegen spricht allerdings die Tatsache, dass diesbezüglich auch Einflüsse der *Argumentstruktur einzeln* auf den *Argumentationsprozess mittel* existieren müssten, die allerdings in den Modellberechnungen nicht angezeigt werden. Demnach ist dieses Ergebnis dahingehend zu interpretieren, dass die alleinige Produktion einer zweistufigen *Argumentstruktur* für einen Gesprächsteilnehmer eine hohe kognitive Anforderung stellt, indem zwei Strukturkomponenten miteinander verbunden werden müssen. Der Gesprächsteilnehmer ist anschließend ggf. nicht mehr in der Lage, die verschiedenen Standpunkte, die in Argument und Gegenargument geäußert wurden, integrativ in einer dritten Argumentationsprozessebene zu verbinden. Zu unterscheiden ist an dieser Stelle explizit, dass die Produktion neuer Argumente nicht in gleicher Weise als Indikator für eine niedrige Prozessqualität angesehen werden kann wie die Argumentstrukturproduktion, die lediglich Behauptungen enthalten kann, als Indikator für eine niedrige Strukturqualität aufgefasst werden kann. Auch die Produktion neuer Argumente hat das Potenzial, dass die Schüler dabei Wissen elaborieren, was mit einem höheren Wissenserwerb in Zusammenhang steht, insbesondere dann, wenn diese neuen Argumente von hoher Strukturqualität sind. Ähnliche Ergebnisse werden auch von weiteren Studien berichtet, in denen die Probanden ebenfalls wenig integrative Argumente produzierten, aber dennoch durch die Verwendung einer komplexen Strukturqualität Wissen erworben haben (Kollar, 2006).

Vor dem dargestellten theoretischen Hintergrund können die Ergebnisse so interpretiert werden, dass die Produktion eines neuen Arguments in einem *Argumentationsprozess niedrig*, eine anspruchsvolle Aktivität darstellt, wenn das neue Argument die im Strukturmodell nach Toulmin (1996) enthaltenden Strukturkomponenten besitzt. Dabei wird vermutet, dass eine niedrigere Argumentstrukturqualität deutlich negativere Effekte auf weitere Variablen hat, als die Argumentationsprozessqualität. Kollar (2006) zeigte diesbezüglich, dass selbst eine niedrige Prozessqualität zu einer tieferen Elaboration führen kann als eine niedrige Strukturqualität, da diese nur aus der Formulierung einer Behauptung bestehen kann, im Vergleich dazu aber eine niedrige Prozessqualität eine hohe Strukturqualität besitzen kann. Diese Ausführungen können mit Hilfe der vorliegenden Datenlage nicht eindeutig beantwortet werden. Wie bereits in Kap. VI.3.1 ausgeführt, existiert auch an dieser Stelle unter Bezugnahme der Fachliteratur ein erneuter Hinweis darauf, dass Strukturqualität und Prozessqualität keine getrennten Komponenten darstellen, sondern als eine Qualitätssteigerung bei der Argumentproduktion in einer Kommunikationssituation interpretiert werden können.

Der starke Zusammenhang von Struktur und Prozess lässt sich ebenfalls aufgrund der vorliegenden Befunde zur Binnenstrukturanalyse der Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* vermuten. Hier zeigt sich ein Zusammenhang zwischen der Variable *Schlussfolgern* und verschiedenen Variablen der Komponente *Argumentstruktur* (vgl. Kap. V.5). Dieser Zusammenhang wiederholt sich in ähnlicher Form beim *Argumentationsprozess*: Je höher die Qualität des Argumentationsprozesses (bzw. die *Argumentstruktur*) desto positiver stellte sich der Einfluss durch die vorhersagende Variable *Schlussfolgern* dar. Es scheinen hier also ähnliche Abhängigkeitsstrukturen vorzuliegen, die eventuell in den Komponenteneigenschaften begründet sein könnten.

Würde die Korrelation der Variable *Schlussfolgern* und der Komponente *Argumentstruktur* in umgekehrter Richtung als in Kapitel VI.3.1 dargestellt gedeutet, wäre der Hinweis auf einen Zusammenhang der *Argumentstruktur* und dem *Argumentationsprozess* noch deutlicher. Hier wurde angenommen, dass eine hohe Strukturqualität einen positiven Einfluss auf die Wissenskomponente besitzt. Aufgrund der Korrelationsanalysen, die einen ungerichteten Zusammenhang bezeugen, ließe sich ebenso darstellen, dass die Wissensvariable *Schlussfolgern* einen Einfluss auf die Qualität der *Argumentstruktur* besitzt. Diese Darstellung würde die Vermutung stützen, dass Struktur- und Prozessqualität eventuell eine Komponente darstellen bzw. durch einen übergreifenden Faktor miteinander verbunden sind.

Metakognition – Wissenskommunikation. Der positive Einfluss der *Metakognitiven Äußerungen* auf die Variable *Zustimmung* ist auf das nach inhaltsanalytischen Maßstäben konstruierte Kategoriensystem zurückzuführen. Hier liegt der gleiche Erklärungsansatz zu Grunde wie bereits in Kapitel VI.3.1 zum Zusammenhang zwischen den *Wissensnahen Äußerungen* und der Variable *Zustimmung* beschrieben.

Nach den Modellberechnungen bleibt die weitere negativ wirkende Einflussvariable *Sonstige* auf den Aspekt *Zustimmungen* als Ergebnis bestehen. Je häufiger sich die Schüler mit Themen außerhalb des biologischen Themas oder der Konstruktion der Concept Map verbal befassten, desto weniger *Zustimmungen* wurden geäußert. Dieses Ergebnis entspricht den beobachteten Ge-

sprachsmustern insofern, als dass mindestens ein Gesprächspartner der Dyade immer wieder den Bezug zur Aufgabe herstellte, wenn sein Gegenüber sich mit anderen Dingen beschäftigte, also Äußerungen im Bereich *Sonstiges* meistens ohne *Zustimmung* blieben (vgl. Kap.V.1 sowie Kap. VI.3.6). Allerdings bleibt fragwürdig, ob die Variable *Sonstige* wirklich als Indikator der *Metakognitiven Äußerungen* angesehen werden kann. Eine nachbearbeitende theoretische Klärung müsste an dieser Stelle die induktive Variable notwendigerweise begründen.

Die Analysen zwischen den Komponenten *Argumentationsprozess* und *Metakognitive Äußerungen* bekräftigen diesen Erklärungsansatz zur Variable *Sonstige* wie in Kapitel V.5 dargestellt wurde.

Die ausbleibenden Einflüsse der Komponente *Metakognitive Äußerungen* auf die Komponenten der *Wissenskommunikation* in der vorliegenden Studie unterstreichen die bereits im Modell skizzierte Abgrenzung dieser Komponente und erhärten einerseits den Verdacht, die Komponente als eigenständigen Teil der Kommunikationskompetenz anzusehen. Diese Abgrenzung ist insofern sinnvoll und lässt sich damit begründen, dass die insgesamt niedrigen Korrelationen zwischen den Binnenkomponenten der ursprünglich angenommenen Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation* für eine Separation der *Metakognitiven Äußerungen* sprechen. Sie kann damit für die vorliegenden Kommunikationssituation grundsätzlich als differenziertes Konstrukt ausgewiesen werden, das in keinem übergeordneten Zusammenhang mit den drei anderen *individuellen Komponenten* zu sehen ist.

Andererseits – und diese Vermutung stützt sich eher auf die Theorien und Befunde in der Gesprächsanalytischen Forschung – könnte angesichts der niedrigen Korrelationen zwischen der Komponente *Metakognitive Äußerungen* und der *Wissenskommunikation* tatsächlich kein Zusammenhang existieren (vgl. Kap.V.5). Es stellt sich die Frage, ob in einer anderen Kommunikationssituation, in der nicht zeitgleich eine gemeinschaftliche Concept Map durch die Gesprächspartner angefertigt würde, *Metakognitive Äußerungen* in Bezug auf die *Wissenskommunikation* eine entscheidende Rolle spielen. Dieser Befund kann also auch als Indiz für die Existenz einer außerhalb der Kommunikationskompetenz liegenden Komponente gewertet werden, die in der vorliegenden spezifischen Bearbeitungssituation zur Kontrolle des Lernprozesses zwar vorkommt, aber in Bezug auf die *Wissenskommunikation* keinen entscheidenden Faktor darstellt. Eventuell wurden also an dieser Stelle Indikatoren berücksichtigt, die eher mit den aktuellen Lernbedingungen und den damit verbundenen Lernhandlungen zusammenhängen, als dass diese Indikatoren die allgemeine Operationalisierung der fachlichen Kommunikationskompetenz darstellten. Zu überlegen wäre, inwiefern Kommunikationssituationen zwischen Schülern im Unterricht in Reinform stattfinden, wenn die Komponente *Metakognitive Äußerungen* beim Erfüllen der Arbeitsaufträge in Partnerarbeit unerwähnt bliebe. Des Weiteren stellt sich die Frage, ob generell Partnerarbeitsphasen, in der eine *Wissenskommunikation* stattfindet, ohne die Verwendung *Metakognitiver Äußerungen* überhaupt existieren.

Zusammenfassend konnten Einflüsse der <i>Individuellen Wissensrepräsentation</i> auf die <i>Wissenskommunikation</i> festgestellt werden. Diese Zusammenhänge sind laut Ergebnisdarstellung durch herausgestellte einzelne Variablen der angenommenen Komponenten begründet. Dem-

nach können die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz*, *Argumentstruktur* und *Argumentationsprozess* mit ihren wesentlichen Aspekten im Modell verortet werden. Alle weiteren beobachteten Aspekte sind im Sinne eines deskriptiven Charakters zu interpretieren, um beurteilen zu können, wann tatsächlich fachlicher Austausch in der Kommunikationssituation findet.

Einflüsse durch individuelle und situative (biologisches Thema, Concept Mapping) Besonderheiten scheinen die *Wissenskommunikation* teilweise zu dominieren.

Wissenskommunikation – Wissenskonstruktion. Bei der Betrachtung der Zusammenhänge zwischen der *Wissenskommunikation* und der Wissenskonstruktion wird jeweils der *Argumentationsprozess hoch* als Einflussvariable auf die Indikatoren Vernetzung und Komplexität signifikant. Diese positiven Zusammenhänge zwischen einem dreistufigen Argumentationsprozess bis zur Integration zweier verschiedener Standpunkte und der Komplexität sowie der Vernetztheit lassen sich durch Befunde verschiedener Studien bestätigen. Sampson & Clark (2008) zeigten in ihrer Studie zum kollaborativen Lernen, dass Schüler in Gruppen Argumente eher und vollständiger produzierten als alleine. Dieser Befund wurde auch in Vorarbeiten zu der vorliegenden Studie bestätigt: Wissen kann in einer Kommunikationssituation offenbar besser abgerufen und strukturiert werden als alleine. Dieser Wissensabruf sowie seine Strukturierung sind allerdings situationsgebunden und nicht beständig (Kramer et al., 2008). Kollar (2006) beschreibt in seinen Arbeiten zum forschenden Lernen in der Biologie die Brücke zwischen gemeinsamer Argumentationsaktivität und dem Nutzen für den individuellen Wissenserwerb. Er betont den positiven Zusammenhang zwischen hoher Prozessqualität und dem individuellen Wissenserwerb. Bei dem vorliegenden Befund kann also davon ausgegangen werden, dass es möglicherweise einen individuellen Wissenserwerb gibt, der sich in der Strukturiertheit und Vernetztheit der Concept Maps widerspiegelt. Um genaue Aussagen darüber zu machen, ob über die gemeinsame Wissenskonstruktion auch der individuelle Wissenserwerb gefördert wird, müsste an den Prozess des Concept Mappings ein erneuter individueller Wissenstest zur Überprüfung gegliedert sein.

Aus den Ergebnissen geht hervor, dass nicht die gesamte Komponente *Argumentationsprozess* als Prädiktor für die Wissenskonstruktion in den Modellierungen ausgewiesen wird, sondern nur die Variable *Argumentationsprozess hoch*. Weiterhin konnten keine Einflüsse der Komponente *Audience Designs* auf die Wissenskonstruktion nachgewiesen werden.

VI.3.4 Einflussvariablen

Weitere Einflussvariablen, die den Lernerhintergrund repräsentieren (Interesse, Gesprächspartnerbeziehung, Gesprächssozialisation), wurden als mögliche Einflussfaktoren auf die *Wissenskommunikation* sowie die Wissenskonstruktion untersucht. Einige der untersuchten Einflussvariablen wurden in unterschiedlicher Stärke als Vorhersagewerte für die *Wissenskommunikation* und die Wissenskonstruktion identifiziert. An dieser Stelle sei auf die teilweise gerin-

ge Anzahl der Items der einzelnen Variablen kritisch hingewiesen. Die empfohlene Itemanzahl von fünf Items pro Komponente ist z.T. unterschritten, was auch ein Grund für die geringen Reliabilitäten der Skalen sein kann. Diese geringe Itemzahl birgt neben der in Kapitel VI.2.1 beschriebenen Stichprobengröße weitere Einschränkungen im Hinblick auf die Generalisierbarkeit der Ergebnisse. Damit werden die nachfolgend diskutierten Befunde lediglich als Indizien für die Wirkung der Einflussvariablen verstanden. Um aussagekräftigere Ergebnisse zu gewinnen, wären Testungen mit einer höheren Itemzahl und einer größeren Stichprobe notwendig. Unter diesen gegebenen Einschränkungen werden die bisherigen Ergebnisse gedeutet.

Interesse – Wissenskommunikation. Das situationale Interesse stellte sich in den Regressionsanalysen als signifikanter Vorhersagewert für die *Wissenskommunikation* mit den Komponenten *Argumentationsprozess niedrig* und *hoch* heraus. Schüler, die Interesse am Thema „Rauschdrogen im Straßenverkehr“ besaßen, wiesen häufiger rudimentäre oder integrierte Argumentationsprozessqualitäten auf. Dieser Einfluss des situationalen Interesses auf zwei qualitativ unterschiedliche Formen des Argumentationsprozesses erscheint zunächst widersprüchlich, kann aber in Bezug zu den Ausführungen von Kollar (2006) gesetzt werden, der begründet, dass ein rudimentärer Argumentationsprozess ebenfalls eine tiefergehende Elaborationstätigkeit aufweist, sofern er sich auf einem hohen Strukturniveau befindet (vgl. hierzu auch Kap. VI.3.3). Ebenfalls führt Kollar (2006) in diesem Zusammenhang an, dass die Produktion von Gegenargumenten im mündlichen Diskurs für die Kommunikationspartner mit weniger Kosten verbunden ist, als die Produktion von integrativen Argumenten.

Des Weiteren wurde in den Regressionsanalysen der Einfluss eines einzelnen Item zur Einschätzung der eigenen Perspektivübernahmefähigkeit im Rahmen der Antizipation und Adaptation auf die beschriebenen Argumentationsprozesse als Vorhersagewert herausgestellt (vgl. hierzu auch Kap. IV.3.2.1).

Gesprächssozialisation/ Gesprächspartnerbeziehung – Wissenskommunikation. Es ergab sich laut Ergebnisdarstellung kein genereller Einfluss der Gesprächssozialisation auf die *Wissenskommunikation*. Hinsichtlich dieser Einflussvariable weichen die Ergebnisse von Befunden von Ullrich & Kreppner (1997) sowie McElvany (2008) ab, nach denen die Gesprächssozialisation einen erheblichen Einfluss auf die kommunikative Leistung besitzt. Für diesen gegensätzlichen Befund ist folgender Erklärungsansatz möglich: Die im begleitenden Fragebogen eingesetzten Items zeigten bei der Skalierung eine zu geringe Reliabilität (Cronbachs Alpha=.478), um das Konstrukt Gesprächssozialisation zuverlässig abzubilden (vgl. Kap. IV.3.2.2). Möglicherweise wäre eine Analyse der Einzelitems dieser Skala hier fruchtbarer, um Beziehungen der Gesprächssozialisation auf die *Wissenskommunikation* nachweisen zu können.

Auch wenn sich insgesamt kein Einfluss der Kommunikationsfähigkeit zeigte, konnten doch für einzelne Items Zusammenhänge zur *Wissenskommunikation* nachgewiesen werden:

Ein Einzelitem zur Einschätzung der eigenen Perspektivübernahmefähigkeit im Rahmen der Antizipation und Adaptation (vgl. Kap. IV.3.2.1) erwies sich als bedeutsamer Vorhersagewert für die Variable *Wiederholungen*. Dies scheint einleuchtend in Bezug auf den negativen Vorhersagewert zur Variable *Wiederholungen*. Je eher die Schüler sich als fähig einschätzten, die Perspektive übernehmen zu können, desto weniger *Wiederholungen* traten im Kommunikationsprozess auf.

Dies kann als Hinweis auf den Zusammenhang zwischen der Ermittlung des Common Grounds und dem konstanten Verlauf der Kommunikationssituation interpretiert werden (Bromme & Rambow, 2001).

Ein weiteres Item, in dem die Bezugnahme des Gesprächspartners in einer Kommunikationssituation selbst eingeschätzt werden sollte (vgl. Kap. IV.3.2.1), wurde als signifikanter Prädiktor für die Komponente *Audience Design*, Aspekt *Rezeptionssignale*, ermittelt. Je höher die Schüler ihre Fähigkeit einschätzten, auf die Redebeiträge des Gesprächspartners einzugehen, desto mehr *Rezeptionssignale* traten in den Gesprächstranskripten auf. In der vorliegenden Studie können die Befunde dahingehend interpretiert werden, *Rezeptionssignale* als Indikator dafür anzusehen, dass Schüler auf die Redebeiträge ihres Gesprächspartners zunächst reagieren, um anschließend Stellung dazu nehmen zu können. Damit scheinen sie auch die Theorien und empirischen Befunde zum Groundingprozess zu bestätigen, nach denen Rezeptionssignale der Gesprächspartner eingesetzt werden, um dem Gegenüber zu signalisieren, inwieweit er verstanden wurde (Clark & Brennan, 1991).

Es bleibt zu erwähnen, dass sich keine der aufgeführten Einflussvariablen als Vorhersagewert für alle Komponenten der *Wissenskommunikation* erwiesen hat. Die Befunde weisen darauf hin, dass eine differenzierte Betrachtung der einzelnen Komponenten notwendig ist, um die unterschiedlichen Einflussvariablen bei der Diagnose und Förderung von Kommunikationskompetenz berücksichtigen zu können.

Ungeklärt bleibt, warum die Gesprächspartnerbeziehung keinen zu berücksichtigenden Einflussfaktor zur *Wissenskommunikation* darstellt.

Gesprächspartnerbeziehung – Wissenskonstruktion. Die Gesprächspartnerbeziehung wurde in den Modellberechnungen als Vorhersagewert für die Vernetztheit und die Komplexität der Concept Maps vorhergesagt. Das heißt, je eher die Gesprächspartnerbeziehung von den Schülern positiv bewertet wurde, desto höher fielen die Vernetztheit und die Komplexität der Concept Maps im Wissenskonstruktionsprozess aus. Dieses Ergebnis bestätigt die Annahmen von Clark (1996) und Bromme (2001), die davon ausgehen, dass bekannte Gesprächspartner ihre individuellen Bezugsrahmen aufgrund von beschriebenen Heuristiken eher zur Deckung bringen können, als Personen, die sich fremd sind. Die in Kapitel VI.3.6 zu analysierenden Gesprächsmuster zeigen ähnliche Ergebnisse.

VI.3.5 Fazit Kompetenzstrukturmodell der fachlichen Kommunikation im Biologieunterricht

Das angenommene Strukturmodell zur Kommunikationskompetenz muss in seiner Komplexität reduziert werden. Die beteiligten Aspekte müssen aus den angenommenen Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur* herausgelöst werden und in eine Restrukturierung des Modells mit einfließen. Ergänzend müsste das Kompetenzstrukturmodell durch latente Variablen, die derzeit nicht unmittelbar, aber aus der Datenstruktur ersichtlich sind, modifiziert werden (vgl. Kap. VII.1). Für diese Restrukturierung muss u.a. der Bezug zwischen den individuellen Komponenten *Wissen* und *Argumentstruktur* sowie zwischen *Wortschatz* und *Argumentstruktur* über ihre einflussstarken Indikatoren *Schlussfolgern* und *Basiswortschatz* dargestellt werden.

Ebenfalls müssten die beiden Komponenten *Argumentstruktur* und *Argumentationsprozess* in die Restrukturierung mit aufgenommen werden.

Des Weiteren muss überprüft werden, wie die Komponente *Argumentstruktur* im Modell verortet ist. Stellen die vorliegenden Ergebnisse zu den Komponenten *Argumentstruktur* und *Argumentationsprozess* tatsächlich Hinweise einer zusammenhängenden Komponente dar? In diesem Fall könnte es sich um eine latente Variable handeln, die nicht direkt beobachtbar ist.

Die Komponente *Metakognitive Äußerung* nimmt nach den Ausführungen in Kapitel VI.3.1 und VI.3.3 unter den spezifischen Bedingungen dieser Arbeit eine Sonderstellung ein. Ihre Rolle für die Modellierung der Kommunikationskompetenz kann mit Hilfe der bisherigen Ergebnisse nicht abschließend beantwortet werden.

VI.3.6 Gesprächsmuster

Die beobachteten Gesprächsmuster der fachlich provozierten Kommunikationssituation zeigen verschiedene Ergebnisse, die sich u. a. mit den Theorien und empirischen Befunden des Audience Designs nach Clark (1996; Bromme et al., 2004) erklären lassen. Danach müssen die Gesprächspartner ihre individuellen Bezugsrahmen zur Deckung bringen, um einen Common Ground herzustellen und so das Kommunikationsziel zu erreichen. Das geschieht umso leichter, je ähnlicher die individuellen Bezugsrahmen sind.

Die vorliegenden Befunde zeigen bei den beobachteten Dyaden bestimmte Kommunikationsmuster: Die Schüler explizieren Begründungen oder Beispiele zur Vertretung ihres Standpunktes teilweise nicht mehr ausdrücklich, um den Gesprächspartner zu überzeugen. Dennoch kam es in den Diskurssituationen zu einer Einigung zwischen den Gesprächspartnern. Ebenfalls konnte beobachtet werden, dass Vorgehensweisen von einem Gesprächspartner explizit begründet wurden, d. h. eine hohe Argumentstruktur angewendet wurde, bzw. ein Gesprächspartner die Lösung der Aufgabe erklärend übernahm. Diese Beobachtungen könnten ein Hinweis auf unterschiedliche Wissensstrukturen der Gesprächspartner sein, die im Sinne von Clark (1996) und Bromme et al. (2004) in Form der individuellen Bezugsrahmen der Gesprächspartner nur schwer zu einem gemeinsamen Bezugsrahmen (Common Ground) gebracht werden können. Antizipiert ein Gesprächspartner das niedrigere Wissensniveau seines Gegenübers, wird in der Folge der Prozess der Adaptation deutlich, indem der leistungsstärkere Schüler bspw. seine Handlungsweise intensiver begründet. Im Fall von weniger Erklärungen und Begründungen durch die Gesprächspartner müsste davon ausgegangen werden, dass die Gesprächspartner ähnliche Wissensstrukturen besitzen. In diesem Fall können die Ergebnisse auch durch die Studie von Sampson & Clark (2008) gestützt werden. Die Autoren fanden heraus, dass Schüler in Gruppenarbeit eher und vollständiger Argumente produzierten als alleine. Diese bessere durch Kollaboration entstehende Argumentationsproduktivität geschieht nach Meinung von Sampson & Clark (2008) auch, wenn Schüler dem anderen Standpunkt zuhören und dementsprechend über das Problem von einem anderen Standpunkt aus nachdenken können. Ebenfalls werden die Ergebnisse durch die Arbeiten von Kollar (2006) gestützt, der die Produktion einer dreistufigen Argumentstruktur mit einem höheren Wissenserwerb belegt. Das kann dazu dienen, dem Gegenüber überzeugend den eigenen Standpunkt mitzuteilen. Um diese Vermutungen bewerten zu können, müssten in nach-

folgenden Studien Befunde über die individuellen Wissensstrukturen der Gesprächspartner erhoben werden.

Eine weitere Interpretation dieses Befundes legt allerdings auch nahe, dass volitionale Faktoren in einer Kommunikationssituation berücksichtigt werden müssen. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie lassen diesbezüglich keine Schlussfolgerungen zu, dennoch werfen sie – wie auch die Ausführungen zum kollaborativen Lernen zeigen – die Frage auf, ob die Schüler mit einem anderen Thema, in einer anderen Dyadenkonstellation oder auch mit einer anderen Intention der Kommunikationssituation bspw. zum Erreichen eines persönlichen Ziels zu besseren Kommunikationsleistungen fähig gewesen wären.

Eine Überprüfung der themenspezifischen Abhängigkeit der kommunikativen Kompetenz ist insbesondere unter Berücksichtigung der verwendeten Kompetenzdefinition, die explizit die Domänen- und Kontextspezifität von Kompetenzen betont, sinnvoll (Klieme & Leutner, 2006a). Besonders mit der Perspektive der Kompetenzförderung im Bereich Kommunikation ergibt sich zwangsläufig die Notwendigkeit der themenspezifischen Vermittlung, denn auf Grund der Spezifität erscheint eine direkte Übertragbarkeit der Kommunikationskompetenz von Thema zu Thema – in Bezug auf die Kompetenz Fachwissen auch von Basiskonzept zu Basiskonzept – als durchaus fraglich bzw. müsste eingehend untersucht werden.

Ein weiterer Aspekt, der in den Videobeobachtungen deutlich wurde, war die Diskrepanz zwischen mündlichen Äußerungen und Verschriftlichung. Der Zusammenhang zwischen diesen beiden Modalitäten des Sprachgebrauchs in den Concept Maps zeigte in den Videos einerseits eindeutig den Entwicklungsprozess der Schüler in der mündlich-kommunikativen sowie schriftlichen Situation. Andererseits zeichnet sich hierdurch die Diskrepanz zwischen den beiden Sprachformen – mündliche versus schriftliche Sprache – ab, die in der vorliegenden Arbeit unterschiedliche Adressaten zum Ziel hatten. Unter der Schreibkompetenz wird nach Harsch, Neumann, Lehmann & Schröder (2007) u. a. die Fähigkeit verstanden, Texte adressatengerecht präzise zu formulieren. Dafür nennen andere Autoren verschiedene charakteristische Lebensspannen (10–15 Jahre), in denen sich bspw. die sprachliche Umsetzung von Wissen über Sachstrukturen erst entwickelt (Feilke, 1996). Die hier untersuchten Schüler gehören dieser relevanten Altersgruppe an, so dass die Ergebnisse in folgender Weise verstanden werden können: Die Schüler hatten zunächst beim Sprechen einen anderen Adressaten vor sich als bei der Verschriftlichung ihrer Diskussionsergebnisse. Diese Diskrepanz kann dazu beitragen, dass sie in der Phase der *Integration*, in der die Begriffe zu einem Netzwerk zusammengefügt und die Verbindungen benannt werden sollten, vermehrt darauf geachtet haben, Fachwörter einzubauen, da ihnen bewusst war, dass die Concept Maps für wissenschaftliche Forschungszwecke, also in einem offiziellen Referenzrahmen genutzt werden sollten. Somit änderte sich der Adressat innerhalb der Kommunikationssituation. Deutlich wurde diese Diskrepanz besonders an Begriffen, die keine eindeutige Zuordnung zum Bereich Fachwortschatz hatten z. B. der Begriff Reiz. Viele Schüler diskutierten zunächst über den Reiz, im Sinne von Anziehungskraft, etwas auszuprobieren. Anschließend beim Fixieren der Diskussionsergebnisse schrieben sie dann allerdings die fachlich intendierte – wenn auch fachwissenschaftlich nicht korrekte – Definition „Weiterleitung innerhalb der Nerven“ auf.

Des Weiteren können diese empirischen Befunde mit Hilfe von polysemen Begriffen interpretiert werden (Fischer, 1998). Diese polysemen Begriffe können sowohl auf der Ebene von Fach- sowie auch auf der Alltagssprachlichen Ebene verwendet werden. Unterschiedliche Konzepte (Alltagsvorstellungen vs. fachlich korrekte Vorstellung) werden durch dieselben Wörter ausgedrückt. Auch Wellington & Osborne (2001) berichten diesbezüglich von Befunden, die belegen, dass neben dem Unverständnis von wissenschaftlichen Begriffen auch Schwierigkeiten mit alltäglichen Begriffen auftreten, die im naturwissenschaftlichen Kontext verwendet werden.

VII Ausblick

Im Folgenden werden Überlegungen zu weiterführenden Forschungsfragen, die sich aus den empirischen Befunden ergeben sowie die praktische Relevanz der zentralen Befunde für den Unterricht dargestellt.

VII.1 Überlegungen zu weiterführenden Forschungsfragen

Mit den vorliegenden Befunden zur Strukturmodellierung ergeben sich Ansätze für weiterführende Forschungsfragen auf dem Gebiet der Kommunikationskompetenz.

Im Bereich der Kompetenzmodellierung müssten die Ergebnisse zu den relevanten Variablen der Kommunikationskompetenz so umstrukturiert und anschließend validiert werden, dass die Struktur der Kommunikationskompetenz klarer wird. Möglicherweise könnten Faktorenanalysen Aufschluss darüber geben, wie die Aspekte der Komponenten innerhalb von Dimensionen oder Faktoren besser anzuordnen sind. Eventuell ergeben sich diesbezüglich „Expertisestufungen“ der Kategorien, die belegen, dass die sprachliche Ebene nicht von der Wissensebene zu trennen ist. In diesem Bereich sind auch langfristig weitere Kompetenzmodellierungen anzusiedeln, die sich mit der Entwicklung der Kommunikationskompetenz befassen bzw. diese bei Schülern verschiedener Jahrgangsstufen ggf. identifizieren. Die Klärung ob sich die nachgewiesenen Aspekte auch in jüngeren Klassenstufen finden lassen und in welcher Ausprägung, wäre Aufgabe weiterer Forschung.

Um die Modellkomponenten sowie mögliche Wechselwirkungen eingehender zu untersuchen und so weitere Hinweise zur Modellstruktur zu erhalten, wären Veränderungsmessungen und Vergleiche in einem Kontrollgruppen- und/oder Pre-Posttest-Design denkbar. So könnte der vielzitierte Einfluss des Vorwissens auf die *Wissenskommunikation* erneut überprüft werden, da sich in der vorliegende Arbeit, wie beschrieben, kein prägnanter Effekt der domänenspezifischen Vorwissensabhängigkeit auf Kommunikationsprozesse ergeben hat. An dieser Stelle könnte eingehend untersucht werden, ob eine Wissensvermittlung zu einem höheren Einsatz von Fachvokabular führt bzw. ob und inwiefern die dialogischen Komponenten im Vergleich zu wenig Vorwissen beeinflusst werden.

In diesem Zusammenhang wäre ebenfalls interessant, wie Dyaden in Bezug auf die Kombination ihres unterschiedlichen individuellen Vorwissens miteinander kommunizieren. Befunde in der Experten-Laien-Kommunikation zeigen verschiedene Gesprächsmuster bzw. ab einem bestimmten Grad an Wissen auch verkapseltes Wissen, das nicht mehr kommunizierbar ist (Bromme et al., 2004). Diese Befunde einer echten Experten-Novizen-Kommunikation werden in durchschnittlichen Schulklassen allerdings eher selten anzutreffen sein, die Gesprächsmuster der Studie weisen nicht darauf hin. Demnach könnten an dieser Stelle z.B. Teilnehmer von Schülerolympiaden oder von weiteren Begabtenwettbewerben in die Stichprobe mit einbezogen werden, um deutliche Effekte zu erhalten (Lind & Sandmann, 2003; Mackensen-Friedrichs, 2004). Es bleibt deshalb nachfolgenden Studien überlassen, die Wissensaspekte in den Dyaden systematisch zu variieren und aus diesen kontrollierten Settings Schlussfolgerungen für die *Wissenskommunikation* zu erhalten.

Ein methodischer Anknüpfungspunkt kann in der Vermeidung von kleinschrittigen Regressionsmodellen liegen. Es müsste darüber nachgedacht werden, ob Strukturgleichungsmodelle als ein mögliches Alternativanalyseinstrument für zukünftige Untersuchungen einsetzbar wären. Diesbezüglich

müssten die statistischen Voraussetzungen geklärt werden. In Bezug auf eine deutlich zu vergrößernde Stichprobe ergäben sich hier weitere Überlegungen zum Einsatz quantifizierbarer Erhebungsinstrumente mit dem Anspruch, die Kommunikationskompetenz reliabel und valide abbilden zu können. Pfadmodelle erlauben, in theoretisch abgesicherten Modellen Wirkungszusammenhängen explorativ nachzugehen und die aufgestellten Hypothesen empirisch zu überprüfen. Hiermit könnten auch Wirkungszusammenhänge relevanter Drittvariablen nachgewiesen werden – wie das Interesse oder die Gesprächspartnerbeziehung, beides Variablen, für die auch in der vorliegenden Studie statistisch bedeutsame prognostische Werte identifiziert werden konnten. Dementsprechend könnte ein denkbare Strukturmodell zur Kommunikationskompetenz aus den Komponenten *Wissen*, *Wortschatz*, *Argumentstruktur* und *Argumentationsprozess* bestehen, die durch die Drittvariablen Interesse und Gesprächspartnerbeziehung beeinflusst werden. Auch Studien zum kollaborativen Lernen führen an, dass volitionale Faktoren innerhalb einer kommunikativen Arbeitsgruppe Einfluss auf das Kommunikationsergebnis haben können. Die vorliegenden Ergebnisse bestätigen diesen Einfluss des situationalen Interesses auf Variablen des *Argumentationsprozesses*. Mit der Berücksichtigung volitionaler Einflussfaktoren kann in diesem Zusammenhang der vielzitierten Kompetenzdefinition nach Weinert (2001) entsprochen werden, der eine Verbindung zwischen kognitiven und motivationalen Anteilen formuliert. Diese Überlegungen sind auch mit den verwendeten Kompetenzdefinition in den KMK-Bildungsstandards in Einklang zu bringen (KMK, 2005a).

Die Ergebnisse liefern über die Forschung zur Kompetenzmodellierung hinaus Ausgangspunkte für Interventionsstudien, in denen Möglichkeiten der Förderung von Kommunikationskompetenz entwickelt und evaluiert werden können. Dafür eignen sich Veränderungsmessungen und Vergleichsstudien gleichermaßen. Nachfolgende Untersuchungen müssen auf der Basis dieser ersten Ergebnisse spezifisch entwickelte Kommunikationsmethoden für den praktischen Einsatz im Unterricht testen und untersuchen, ob sich diese Methoden eignen Kommunikationskompetenz effektiv zu schulen. Die Entwicklung spezifischer Methoden für den Bereich Kommunikation wird im folgenden Abschnitt näher dargestellt.

VII.2 Praktische Relevanz für den Unterricht

Die Befunde der vorliegenden Arbeit bestätigen die Komponenten *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur*, *Argumentationsprozess* und *Audience Design* als Komponenten der Kommunikationskompetenz. Des Weiteren ergeben sich Hinweise auf eine metakognitive Komponente, die allerdings aufgrund ihres sehr geringen Einflusses nur eingeschränkt und mit Vorsicht als Vorhersagekomponente für eine generelle Kommunikationskompetenz zu interpretieren ist. Ebenfalls zeigen die Befunde, dass die Binnenstruktur des angenommenen Modells nicht in der erwarteten Form bestätigt werden konnte, da sich bestimmte Komponenten als teilweise eigenständig darstellten und in Folge dessen bei der Diagnose und Förderung einzeln Berücksichtigung finden sollten.

Es zeigten sich Zusammenhänge zwischen dem *Wissen* und der *Argumentstruktur* sowie zwischen *Wortschatz* und der *Argumentstruktur*. Diese Relationen könnten genutzt werden, um Ansätze für eine systematische individuelle Förderung zu entwickeln. Des Weiteren bestehen zwischen den an-

genommenen Dimensionen Zusammenhänge, die darauf hinweisen, dass es Bezüge zwischen den individuellen⁹³ und den dialogischen⁹⁴ Komponenten gibt.

Nach den Befunden verschiedener Studien zu urteilen, lässt sich zusammenfassend festhalten, dass sich kommunikative Kompetenzen im Fachunterricht zwar unbewusst einstellen, auch wenn sie nicht explizit gefördert werden, allerdings entsprechen sie nicht der definierten Qualität und sind nicht bei der Mehrheit der Schüler vorzufinden (OECD, 2005). Wie könnte auf der Grundlage der vorliegenden Ergebnisse die Diagnose und kontrollierte Förderung der Kommunikationskompetenz im Unterricht aussehen?

Einen ersten Ansatzpunkt liefern die methodischen Vorschläge zur Förderung der Kommunikationsfähigkeit im Unterricht von Klippert (2002) oder auch das Methoden-Handbuch für den deutschsprachigen Fachunterricht von Leisen (1999/2003): Diese Vorschläge können in Teilen durch die vorliegenden empirischen Befunde gestützt werden. Klippert (2002) beschreibt die Förderung der Kommunikationskompetenz hauptsächlich in der Bereitstellung von Sprechchancen, um beispielsweise Übungen zum überzeugenden Argumentieren durchzuführen. Dieser Ansatz wird durch die vorliegenden empirischen Befunde gestützt, muss aber aufgrund der Ergebnisse erweitert werden. Für eine auf die hier vorliegende Weise konzipierte Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht muss beispielsweise auch der Aspekt der Domänenspezifität berücksichtigt werden. Das kann insofern gelingen, als dass die Befunde zu den Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* der vorliegenden Studie genutzt werden, um Schülern die fachbezogene *Wissenskommunikation* näher zu bringen. Hier ergeben sich für die Diagnose der individuellen Komponenten im Biologieunterricht verschiedene Ansatzpunkte.

Generell haben sich die theoretisch abgeleiteten Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* in der vorliegenden Kommunikationssituation empirisch bestätigen lassen. Demzufolge ist anzunehmen, dass sich die Kommunikationskompetenz über die Fähigkeiten in diesen individuellen Komponenten fördern lässt.

Die individuellen Komponenten *Wissen* und *Wortschatz* des angenommenen Kompetenzstrukturmodells wiesen in der vorliegenden Arbeit keine statistisch bedeutsamen Zusammenhänge zueinander auf. Als eine Erklärung wurde u. a. der Einfluss weiterer, bisher nicht in das Modell einbezogener Indikatoren diskutiert. Zur Einschätzung dieses Sachverhaltes müssen möglicherweise weitere biologische Themenkomplexe und Konzepte berücksichtigend in eine Analyse einfließen. Nach den vorliegenden Befunden könnte demnach angeregt werden, *Wortschatz* sowie *Wissen* auch getrennt voneinander zu fördern. So könnte beispielsweise eine Förderung des *Wortschatzes* im Einüben wissenschaftlicher Redewendungen bei der Anwendung des naturwissenschaftlichen Erkenntnisweges

⁹³ Im Folgenden werden unter dem Begriff *individuelle Komponenten* in Anlehnung an die ursprünglich angenommene Dimension *Individuelle Wissensrepräsentation Wissen, Wortschatz und Argumentstruktur* gezählt, die sich laut Ergebnislage nicht vollständig als Komponenten eines übergreifenden Faktors bestätigen ließen. Dennoch wird das Individuum als zentraler gemeinsamer Bezugsrahmen angesehen.

⁹⁴ Im Folgenden werden unter dem Begriff *dialogische Komponenten* in Anlehnung an die ursprünglich angenommene Dimension *Wissenskommunikation Argumentationsprozess und Audience Design* gezählt, die sich laut Ergebnislage nicht als Komponenten eines übergreifenden Faktors bestätigen ließen. Dennoch wird das Gespräch als zentraler gemeinsamer Bezugsrahmen angesehen.

erfolgen. Dieser sprachförderliche Prozess wäre weitestgehend domänenspezifisch ausgerichtet, aber nicht fest an einem biologischen Thema verankert.

Sprache soll am Verstehen der Schüler, an ihren Wissensnetzen sowie ihrem Sprachvermögen ausgerichtet werden. Das setzt voraus, dass in Interaktionen zwischen Schülern, aber auch zwischen Lehrern und Schülern an das vorhandene Wissen angeknüpft werden muss, damit die Unterrichtssprache verständlich bleibt. Sprache ist demnach nicht nur Transportmittel für Inhalte, sondern auch Konstruktionsmittel für ein domänenspezifisches Verständnis. Diese Fähigkeit sollte in einem diskursiven und kommunikativen Fachunterricht dahingehend genutzt werden, dass Schüler sich über die Sprachbedeutung klarer werden und Sprache explizit einsetzen. Das kann in Bezug auf die Fachsprache bedeuten, dass Sprache im Fachunterricht sensibler unterrichtet werden müsste und beispielsweise Fachbegriffe definiert und vokabelartig gelernt werden könnten. Nach einer Studie von Graf (1989) werden Schüler im naturwissenschaftlichen Unterricht mit einer Vielzahl von Begriffen konfrontiert (Berck & Graf, 1992). Durchschnittlich treten in einer Unterrichtsstunde ca. neun neue Fachbegriffe auf, in Schulbuchtexten ist jedes 25. Wort ein neuer Fachbegriff, wobei etwa die Hälfte der Fachbegriffe nur einmal erwähnt wird (Stäudel, Franke-Braun & Parchmann, 2008). Hieraus ergibt sich, dass die fachliche Kommunikation durch das Kommunizieren und Reflektieren von Fach- und Alltagsbegriffen der fachlichen Gegenstände explizit Beachtung finden sollte.

Ein wesentlicher Punkt, der an dieser Stelle nicht unerwähnt bleiben soll, ist die Vorbildfunktion der Lehrersprache. Nach Bandura (1963; 1976) kann sich ein Individuum aufgrund eines kognitiven Lernprozesses infolge von Verhaltensbeobachtung anderer Individuen sowie der darauffolgenden Konsequenzen neue Verhaltensweisen aneignen oder schon bestehende Verhaltensmuster weitgehend verändern. Demnach müssen sich auch Lehrer in einer beispielsweise lehrerzentrierten Stunde ihrer Vorbildfunktion in Bezug auf Sprache bewusst sein und unverständliche Monologe vermeiden.

Neben der Beziehung *Wissen – Argumentstruktur* haben sich auch Befunde zur Beziehung *Wortschatz – Argumentstruktur* gezeigt. Dabei wurde auch klar, dass der Einsatz des fachspezifischen Vokabulars in den beobachteten Schülerdiskussionen äußerst gering ausfiel. Hier könnte ein Ansatzpunkt zur Förderung der Kommunikationskompetenz gesehen werden. In der Annahme, dass in lehrerzentriert gestalteten Stunden die Einführung von neuem Fachvokabular stärker in den Vordergrund rückt, kann in schülerzentrierten Stunden eher der Umgang mit diesem Fachvokabular geübt werden. Die Förderung des biologischen Fachwortschatzes bzw. seine Anwendung wird in den KMK-Bildungsstandards explizit durch die Formulierung eines eigenen Standards formuliert und unterstreicht demnach die Relevanz dieser Fähigkeit. Hiernach sollen „Schüler den Bedeutungsgehalt von fachsprachlichen bzw. alltagssprachlichen Texten [...] in strukturierter sprachlicher Darstellung beschreiben und erklären.“ (KMK, 2005a). Nach den vorliegenden Befunden zu urteilen, scheint es förderlich mit Schülern ein (domänenspezifisches) Wortschatztraining durchzuführen.

Wie die Befunde zu den *Argumentationsprozessen* zeigen, müssen Schüler zum Sprechen ermutigt werden und ihnen die Bedeutung vernetzter *Argumentationsprozesse* klar gemacht werden. Ebenfalls müssen die Schüler sich bewusst darüber werden, welche Funktionen verschiedene *Argumentstrukturen* besitzen, um sie sinnvoll einsetzen zu können und so Sachverhalte und Meinungen zu transportieren und transparent zu machen. Zu Befürworten wäre an dieser Stelle Formulierungshilfen, Wiederholungssequenzen oder unterstützende Satzmuster einzuüben, die dazu beitragen kön-

nen, fachsprachlich strukturiertes Sprechen zu erlernen. So können Schüler neben der fachlich korrekten Sprache auch lernen, eigene Vorstellungen über einen Sachverhalt überzeugend und tiefgründig anhand bestimmter Sprachstrukturen zu verbalisieren. Gerade in Bezug auf die KMK-Bildungsstandards im Kompetenzbereich Kommunikation ist es nötig alltags- und gesellschaftsrelevante Themen zu erörtern (KMK, 2005a). Dies kann nur geschehen, wenn Schüler in der Lage sind, *Wissen* in korrekten Fachvokabeln zu artikulieren und sie in strukturierten Argumenten vorzutragen.

Des Weiteren zeigten sich Bezüge zwischen den Variablen *Schlussfolgern* (individuelle Komponente *Wissen*) und des *Argumentationsprozesses*. Aufgrund dieser höchst signifikanten Befunde kann vermutet werden, dass eine Förderung dieser individuellen Komponente sich ebenfalls in einer Erhöhung der wissenskommunikativen Fähigkeiten im Bereich *Argumentationsprozess* zeigt. Schlussfolgerungen können nicht ohne Wissenshintergrund vollzogen werden (vgl. hierzu Kap. II.4.2.3), was u.a. die Bedeutung der Wissensvermittlung im Unterricht betont. Allerdings muss auch hier auf die hochgradige Domänenspezifität hingewiesen werden, die es notwendig erscheinen lässt, jedes biologische Thema bzw. biologische Konzept eigenständig anzusehen und mit der entsprechenden begrifflichen Gewichtung zu vermitteln. Schmiemann (2008) konnte u.a. diesbezüglich nachweisen, dass fachwissenschaftliche Begriffe für die Themenvermittlung in Abhängigkeit zum entsprechenden Konzept einen zentralen Aspekt darstellen. So betont er die Bedeutung der Fachsprache beim Konzept Vererbung im Vergleich zum Konzept Blutkreislauf, das auch weitgehend ohne Kenntnis der entsprechenden Fachbegriff zu verstehen sei (Schmiemann, 2008).

Vor der systematischen Förderung der Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht mit Hilfe dieser vorgeschlagenen ersten Maßnahmen steht sicherlich noch ein Stück Arbeit auch in Bezug auf die Diagnostik. Dennoch stellen die genannten unterrichtlichen Aktionen eine erste Möglichkeit dar, sich dem Konstrukt Kommunikation zu nähern und Schüler dafür zu sensibilisieren. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen u.a. Ansätze im individuell zu fördernden Bereich *Wissen*, *Wortschatz* und *Argumentstruktur*, in denen erste Fördermaßnahmen entwickelt werden können, um Schülern das fachliche kommunizieren zu vermitteln. Verschiedene Studien, deren Ergebnisse teilweise anhand der vorliegenden Befunde bestätigt werden, haben gezeigt, dass der Ansatz, fachliche Sprache nebenbei zu vermitteln zum Scheitern verurteilt ist. Lehrer müssen ihren Schülern auch in diesem Kompetenzbereich explizit Unterricht erteilen und für eine (binnen-)differenzierte Förderung sorgen.

VIII Literatur

- Aitchison, J. (1997). *Wörter im Kopf. Eine Einführung in das mentale Lexikon*. Tübingen: Niemeyer.
- Alderson, J. C. & Banerjee, J. (2002). Language testing and assessment (Part 2). *Language Teaching*, 35, 79-113.
- American Psychological Association. (2001). *Publication Manual* (5. Aufl.). Washington: American Psychological Association.
- Arbinger, R. (1997). *Psychologie des Problemlösens. Eine anwendungsorientierte Einführung*. Darmstadt: Primus Verlag.
- Argyle, M. (1972). *Soziale Interaktion* (2. Aufl.). Köln: Kiepenheuer & Witsch.
- Artelt, C., McElvany, N., Christmann, U., Richter, T., Groeben, N., Köster, J. et al. (2007). *Förderung von Lesekompetenz - Expertise*. Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), Bildungsforschung (Bd. 17). Berlin: BMBF.
- Attleslander, P. (2000). *Methoden der empirischen Sozialforschung* (9. Aufl.). Berlin: de Gruyter.
- Backhaus, K., Erichson, B., Plinke, W. & Weiber, R. (2003). *Multivariate Analysemethoden. Eine anwendungsorientierte Einführung* (10. Aufl.). Berlin: Springer.
- Bandura, A. (1976). *Lernen am Modell*. Stuttgart: Klett-Cotta.
- Bandura, A. & Walters, R. H. (1963). *Social Learning and Personality Development*. New York: Holt, Rinehart & Winston.
- Barlett, F. C. (1932). *Remembering: A Study in Experimental and Social Psychology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Barlett, F. C. (1958). *Thinking*. New York: Basic Books.
- Baumert, J. (1997). *TIMSS - Mathematisch-Naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich. Deskriptive Befunde*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Klieme, E., Neubrand, M., Prenzel, M. & Schiefele, U. (Hrsg.). (2001). *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich*. Opladen: Leske + Budrich.
- Baumert, J., Stanat, P. & Demmrich, A. (2001). PISA 2000. Untersuchungsgegenstand, theoretische Grundlagen und Durchführung der Studie. In J. Baumert, E. Klieme, M. Neubrand et al. (Hrsg.), *PISA 2000. Basiskompetenzen von Schülerinnen und Schülern im internationalen Vergleich* (S. 13-68). Opladen: Leske & Budrich.
- Bayer, K. (1999). *Argument und Argumentation. Logische Grundlagen der Argumentationsanalyse*. Studienbücher zur Linguistik. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Bayrhuber, H., Bögeholz, S., Elster, D., Hammann, M., Hößle, C., Lücken, M. et al. (2007). Biologie im Kontext. Ein Programm zur Kompetenzförderung durch Kontextorientierung im Biologieunterricht und zur Unterstützung von Lehrerprofessionalisierung. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 60, 282-286.
- Bayrhuber, H. & Kull, U. (Hrsg.). (2005). *Linder Biologie. Lehrbuch für die Oberstufe* (22. Aufl.). Braunschweig: Schroedel.
- Beck, B. & Klieme, E. (2007). *Sprachliche Kompetenzen. Konzepte und Messung. DESI-Studie (Deutsch Englisch Schülerleistungen International)*. Weinheim: Beltz.
- Becker-Mrotzek, M. & Vogt, R. (2001). *Unterrichtskommunikation. Linguistische Analysemethoden und Forschungsergebnisse*. Tübingen: Niemeyer Verlag.
- Berck, K.-H. & Graf, D. (1992). Begriffsauswahl und Begriffsvermittlung - Überblick über den Forschungsstand für den Biologieunterricht. In L. Staack & H. Entrich (Hrsg.), *Sprache und Verstehen im Biologieunterricht*. Alsbach: Leuchtturm-Verlag.

- bik-Lehrerset-Berlin. (2008). Rauschdrogen im Straßenverkehr. On *bik - Biologie im Kontext. Aufgaben-CD*. Kiel: IPN.
- bik-Lehrerset Berlin. (2008). *Rauschdrogen im Straßenverkehr* [CD-ROM]. Kiel: IPN.
- BLK-Projektgruppe "Innovationen im Bildungswesen". (1997). *Gutachten zur Vorbereitung des Programms "Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts"*. Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Hrsg.). Letzter Zugriff am 10.04.2009, Verfügbar unter <http://www.blk-bonn.de/papers/heft60.pdf>.
- Bloh, E. & Lehmann, B. (2002). *Online Pädagogik. Grundlagen der Berufs- und Erwachsenenbildung*. Schorndorf: Schneider.
- Bortz, J. (2005). *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler* (6. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bortz, J. & Döring, N. (2006). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler* (4. Aufl.). Heidelberg: Springer.
- Bos, W., Hornberg, S., Arnold, K.-H., Faust, G., Fried, L., Lankes, E.-M. et al. (2007). *IGLU 2006. Lesekompetenzen von Grundschulkindern in Deutschland im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Bos, W., Lankes, E. M., Prenzel, M., Schwippert, K., Walther, G. & Valtin, R. (2003). *Erste Ergebnisse aus IGLU. Schülerleistungen am Ende der vierten Jahrgangsstufe im internationalen Vergleich*. Münster: Waxmann.
- Bos, W. & Tarnai, C. (1999). Content analysis in empirical social research. *International Journal of Educational Research*, 21, 659-671.
- Brinker, K. & Sager, S. F. (2001). *Linguistische Gesprächsanalyse. Eine Einführung*. W. Besch & H. Steinecke (Hrsg.), *Grundlagen der Germanistik*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Bromme, R. & Bündler, W. (1994). Fachbegriffe und Arbeitskontext: Unterschiede in der Struktur chemischer Fachbegriffe bei verschiedenen Nutzergruppen. *Sprache & Kognition*, 13, 178-190.
- Bromme, R. & Jucks, R. (2001). Wissendivergenz und Kommuniaktion: Lernen zwischen Experten und Laien im Netz. In F. W. Hesse & H. F. Friedrich (Hrsg.), *Partizipation und Interaktion im virtuellen Seminar* (S. 81-103). Münster: Waxmann.
- Bromme, R., Jucks, R. & Rambow, R. (2003). Wissenskommunikation über Fächergrenzen: Ein Trainingsprogramm. *Wirtschaftspsychologie*, 3, 94-102.
- Bromme, R., Jucks, R. & Rambow, R. (2004). Experten-Laien-Kommunikation im Wissensmanagement. In G. Reinmann & H. Mandl (Hrsg.), *Der Mensch im Wissensmanagement: Psychologische Konzepte zum besseren Verständnis und Umgang mit Wissen* (S. 176-188). Göttingen: Hogrefe.
- Bromme, R. & Rambow, R. (2001). Experten-Laien-Kommunikation als Gegenstand der Expertiseforschung: Für eine Erweiterung des psychologischen Bildes vom Experten. In R. K. Silbereisen & M. Reitzle (Hrsg.), *Psychologie 2000. Bericht über den 42. Kongress der Deutschen Gesellschaft für Psychologie in Jena 2000* (S. 541-550). Lengerich: Pabst Science Publishers.
- Brosius, H.-B. & Koschel, F. (2001). *Methoden der empirischen Kommunikationsforschung. Eine Einführung*. Wiesbaden: Westdeutscher Verlag.
- Bühl, A. (2008). *SPSS 16. Einführung in die moderne Datenanalyse*. München: Pearson Studium.
- Bühler, K. (1978). *Sprachtheorie. Die Darstellungsfunktion der Sprache*. Frankfurt am Main: Ullstein.
- Butterworth, B. (1980). Evidence from pauses in speech. In B. Butterworth (Hrsg.), *Language Production* (Bd. 1, S. 155-176). Speech and Talk. London: Academic Press.
- Bybee, R. (2002). Scientific Literacy - Mythos oder Realität. In W. Gräber, P. Nentwig, T. Koblalla et al. (Hrsg.), *Scientific Literacy: Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung* (S. 21-45). Opladen: Leske + Budrich.

- Campbell, N. A. & Reece, J. B. (2006). *Biologie* (A. Held, J. Karow, J. Markl et al., Übers. 6. Aufl.). München: Pearson Studium.
- Carey, S. (1991). Knowledge acquisition: Enrichment or conceptual change? In S. C. R. & Gelman (Hrsg.), *The Epigenesis of Mind. Essays on Biology and Cognition* (S. 257-291). Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Chi, M. T. H. (1984). Bereichsspezifisches Wissen und Metakognition. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Hrsg.), *Metakognition, Motivation und Lernen* (S. 211 - 232). Stuttgart: Kohlhammer.
- Clark, H. H. (1992). *Arenas of Language Use*. Chicago: University of Chicago Press.
- Clark, H. H. (1996). *Using Language*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Clark, H. H. & Brennan, S. E. (1991). Grounding in communication. In L. B. Resnick, J. M. Levine & S. D. Teasley (Hrsg.), *Perspectives on socially shared cognition* (S. 127-149). Washington: American Psychological Association.
- Clark, H. H. & Brennan, S. E. (1996). Conceptual Pacts and Lexical Choice in Conversation. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory and Cognition*, 22, 1482-1493.
- Clark, H. H. & Carlson, T. B. (1982). Hearers and Speech Acts. *Language*, 58, 332-373.
- Clark, H. H. & Marshall, C. R. (1981). Definite references and mutual knowledge. In A. K. Joshi, B. L. Webber & I. A. Sag (Hrsg.), *Elements of discourse understanding* (S. 10-63). Cambridge: Cambridge University Press.
- Clark, H. H. & Schaefer, E. F. (1989). Contributing to discourse. *Cognitive Science Education*, 13, 259-294.
- Clark, H. H. & Wilkes-Gibbs, D. (1986). Referring as a collaborative process. *Cognition*, 22, 1-39.
- Clausen, M., Reusser, K. & Klieme, E. (2003). Unterrichtsqualität auf der Basis hoch-inferenter Unterrichtsbeurteilungen. Ein Vergleich zwischen Deutschland und der deutschsprachigen Schweiz. *Unterrichtswissenschaft*, 31, 122-141.
- Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences* (2. Aufl.). Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates.
- Coseriu, E. (1988). *Sprachkompetenz: Grundzüge der Theorie des Sprechens*. Tübingen: Francke.
- Dalehefte, I. M. (2007). *Unterrichtsskripts - ein multikriterialer Ansatz. Eine Videostudie zum Zusammenspiel von Mustern unterrichtlicher Aktivitäten, Zielorientierung und prozessorientierter Lernbegleitung*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität. Letzter Zugriff am 01.12.2008, Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00002662.
- de Vries, E., Lund, K. & Baker, M. (2002). Computer-Mediated epistemic dialogue: Explanation and argumentation as vehicles for understanding scientific notions. *The Journal of Learning Sciences*, 11, 63-103.
- Demuth, R., Parchmann, I., Ralle, B. & Gräsel, C. (2005). Chemie im Kontext [Elektronische Version]. Letzter Zugriff am 26.05.2009 Verfügbar unter <http://www.chik.de/index2.htm>.
- Deppermann, A. & Hartung, M. (2003). *Argumentieren in Gesprächen. Gesprächsanalytische Studien*. Tübingen: Stauffenburg.
- Deutsche Gesellschaft für Psychologie. (1997). *Richtlinien zur Manuskriptgestaltung* (2. Aufl.). Göttingen: Hogrefe.
- Dillenbourg, P. (1999). What do you mean by collaborative learning? In P. Dillenbourg (Hrsg.), *Collaborative-learning: Cognitive and Computational Approaches* (S. 1-19). Oxford: Elsevier.
- Dittmar, N. (2004). Transkription. Ein Leitfaden mit Aufgaben für Studenten, Forscher und Laien. In R. Bohnsack, C. Lüders & J. Reichertz (Hrsg.), *Qualitative Sozialforschung* (Bd. 10). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Dornseiff, F. (2004). *Der deutsche Wortschatz nach Sachgruppen* (8. Aufl.). Berlin: de Gruyter.

- Dörnyei, Z. (2003). Attitudes, orientations and motivation in language learning: Advances in theory, research and applications. In Z. Dörnyei (Hrsg.), *Attitudes, Orientations and Motivation in Language Learning: Advances in Theory, Research and Applications* (S. 3-32). Oxford: Blackwell Publishing.
- Driver, R., Newton, P. & Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84, 287-312.
- Dubs, R. (1995). Konstruktivismus: Einige Überlegungen aus der Sicht der Unterrichtsgestaltung. *Zeitschrift für Pädagogik* 41, 889-903.
- Duchàcek, O. (1973). Über verschiedene Typen sprachlicher Felder und die Bedeutung ihrer Erforschung. In L. Schmidt (Hrsg.), *Wortfeldforschung* (S. 436-452). Darmstadt: WBG.
- Dudel, J., Menzel, R. & Schmidt, R. F. (1996). *Neurowissenschaft*. Berlin: Springer.
- Duden. (2007). *Die deutsche Rechtschreibung* (24. Aufl. Bd. 1). Mannheim: Dudenverlag.
- Duit, R. (1995). Zur Rolle der konstruktivistischen Sichtweise in der naturwissenschaftsdidaktischen Lehr- und Lernforschung. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41, 905-923.
- Duit, R. (2000). Konzeptwechsel und Lernen in den Naturwissenschaften in einem mehrperspektivischen Ansatz. In R. Duit & C. von Rhöneck (Hrsg.), *Ergebnisse fachdidaktischer und psychologischer Lehr-Lern-Forschung* (S. 77-103). Kiel: IPN.
- Eckhardt, B. (2000). *Fachsprache als Kommunikationsbarriere? Verständigungsprobleme zwischen Juristen und Laien*. Wiesbaden: Deutscher Universitäts Verlag.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1976). Halbinterpretative Arbeitstranskriptionen [Heuristic Interpretative Auditory Transcriptions]. *Linguistische Berichte*, 45, 21-41.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1979a). Erweiterte Halbinterpretative Arbeitstranskription (HIAT 2) Intonation. *Linguistische Berichte*, 59, 51-75.
- Ehlich, K. & Rehbein, J. (1979b). Zur Notierung nonverbaler Kommunikation für diskursanalytische Zwecke (HIAT 2). In P. Winkler (Hrsg.), *Methoden der Analyse von Face-to-Face-Situationen* (S. 302-329). Stuttgart: Metzler.
- Eschenhagen, D., Kattmann, U. & Rodi, D. (2006). *Fachdidaktik Biologie*. Köln: Aulis Verlag Deubner.
- Europarat. (2001). *Gemeinsamer Europäischer Referenzrahmen für Sprachen: lernen, lehren, beurteilen*. Berlin: Langenscheidt.
- Eysenck, M. & Keane, M. T. (2000). *Cognitive psychology: A students handbook* (4. Aufl.). Hove: Psychology Press.
- Feilke, H. (1996). Die Entwicklung der Schreibfähigkeiten. In H. Günther & O. Ludwig (Hrsg.), *Schrift und Schriftlichkeit* (S. 1178-1191). Berlin: de Gruyter.
- Fend, H. (2003). *Entwicklungspsychologie im Jugendalter* (3. Aufl.). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Fischer, H. E. (1998). Scientific Literacy und Physiklernen. *Zeitschrift für die Didaktik der Naturwissenschaften*, 2, 41-52.
- Fischer, H. E. & Neumann, K. (2006). Video based analysis of surface- and deepstructure of science lessons - power and limits [Elektronische Version]. *ESERA Summerschool*, 15-22.07.2006. Letzter Zugriff am 06.12.2008 Verfügbar unter <http://www.naturfagsenteret.no/esera/ss2006/BragaHEF.pdf>.
- Flavell, J. H. (1984). Annahmen zum Begriff Metakognition sowie zur Entwicklung von Metakognition. In F. E. Weinert & R. H. Kluwe (Hrsg.), *Metakognition, Motivation und Lernen* (S. 23-31). Stuttgart: Verlag W. Kohlhammer.
- Fleiss, J. L. & Cohen, J. (1973). The equivalence of weighted kappa and the intraclass correlation coefficient as measures of reliability. *Educational and Psychological Measurement*, 33, 613-619.

- Flick, U. (1995). *Qualitative Forschung. Theorie, Methoden, Anwendung in Psychologie und Sozialwissenschaften*. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt.
- Foppa, K. (1984). Redeabsicht und Verständigung. *Manuskripte*, 23, 73-76.
- Franke, G. (2005). *Facetten der Kompetenzentwicklung. Schriftenreihe des Bundesinstituts für Berufsbildung, Bonn*. Bielefeld: Bertelsmann.
- Freese, J. & Machander, D. (2006). *NATURA 7/8. Biologie für Gymnasien*. Stuttgart: Klett.
- Friege, G. & Lind, G. (2003). Allgemeine und fachspezifische Problemlösekompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 9, 63-74.
- Fritz, G. & Hundsnurscher, F. (1994). *Handbuch der Dialoganalyse*. Tübingen: Niemeyer.
- Früh, W. (2007). *Inhaltsanalyse*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- Fussell, S. & Krauss, R. M. (1992). Coordination of knowledge in communication: Effects of speakers' assumptions about what others know. *Journal of Personality and Social Psychology*, 62, 378-391.
- Goldman-Eisler, F. (1968). *Psycholinguistics. Experiments in Spontaneous Speech*. London: Academic Press.
- Gräber, W., Nentwig, P., Koballa, T. & Evans, R. (2002). *Scientific Literacy. Der Beitrag der Naturwissenschaften zur Allgemeinen Bildung*. Opladen: Leske und Budrich.
- Graf, D. (1989). *Begriffslernen im Biologieunterricht der Sekundarstufe I - Empirische Untersuchungen und Häufigkeitsanalysen*. Frankfurt am Main: Lang.
- Greve, W. & Wentura, D. (2002). *Wissenschaftliche Beobachtungen. Eine Einführung*. Weinheim: Beltz PVU.
- Groeben, N. & Hurrelmann, B. (2002). *Medienkompetenz: Voraussetzungen, Dimensionen, Funktionen*. Weinheim: Juventa Verlag.
- Groeben, N., Schreier, M. & Christmann, U. (1993). Fairness beim Argumentieren: Argumentationsintegrität als Wertkonzept einer Ethik der Kommunikation. *Linguistische Berichte*, 147, 355-382.
- Gropengießer, H. (1997). Schülervorstellungen zum Sehen. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 3, 71 - 87.
- Großschedl, J. & Harms, U. (2009). Metakognition. Kiel: IPN.
- Habermas, J. (1995). *Theorie des kommunikativen Handelns*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Hall, R. (2000). Video-recording as theory. In R. A. Lesh & A. E. Kelly (Hrsg.), *Handbook of Research Design in Mathematics & Science Education* (S. 457-486). Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum.
- Hammann, M. (2004). Kompetenzentwicklungsmodelle. *MNU*, 57, 196-203.
- Harms, U. (2007). Theoretische Ansätze zur Metakognition. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien in der biologiedidaktischen Forschung* (S. 129-140). Berlin: Springer Verlag.
- Harms, U., Mayer, J., Hammann, M., Bayrhuber, H. & Kattmann, U. (2004). Kerncurriculum und Standards für den Biologieunterricht in der gymnasialen Oberstufe. In H.-E. Tenorth (Hrsg.), *Kerncurriculum Oberstufe II, Biologie, Chemie, Physik, Geschichte, Politik* (S. 22-84). Weinheim: Beltz.
- Harsch, C., Neumann, A., Lehmann, R. & Schröder, K. (2007). Schreibfähigkeit. In B. Beck & E. Klieme (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen. Konzepte und Messung. DESI-Studie* (S. 42-62). Weinheim: Beltz.
- Hartig, J. (2007). Skalierung und Definition von Kompetenzniveaus. In B. Beck & E. Klieme (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen* (S. 83 - 99). Weinheim: Beltz.

- Hartig, J. & Jude, N. (2007). *Empirische Erfassung von Kompetenzen und psychometrische Kompetenzmodelle* (Bd. 20). J. Hartig, E. Klieme, N. Jude et al. (Hrsg.), *Bildungsforschung Band 20. Möglichkeiten und Voraussetzungen technologiebasierter Kompetenzdiagnostik*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Hartig, J. & Klieme, E. (2006). Kompetenzen und Kompetenzdiagnostik. In K. Schweizer (Hrsg.), *Leistung und Leistungsdiagnostik* (S. 127-143). Berlin: Springer.
- Hasselhorn, M. (2001). Metakognition. In D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (2. Aufl.). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Heinemann, W. & Viehweger, D. (1991). *Textlinguistik. Eine Einführung*. Tübingen: Niemeyer.
- Heller, K. A. & Perleth, C. (2000). *Kognitiver Fähigkeitstest KFT 4-12 für 4. bis 12. Klassen, Revision*. Göttingen: Beltz.
- Helmke, A. (1992). *Selbstvertrauen und schulische Leistungen*. Göttingen: Hogrefe - Verlag.
- Helmke, A. & Hosenfeld, I. (2004). Vergleichsarbeiten - Standards - Kompetenzstufen: Begriffliche Klärung und Perspektiven. In M. Wosnitza, A. Frey & R. S. Jäger (Hrsg.), *Lernprozess, Lernumgebungen und Lerndiagnostik. Wissenschaftliche Beiträge zum Lernen im 21. Jahrhundert* (S. 56-75). Landau: Verlag Empirische Pädagogik.
- Helmke, A. & Weinert, F. E. (1997). Bedingungsfaktoren schulischer Leistungen. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Unterrichts und der Schule* (Bd. 3, S. 71-176). Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D: Praxisgebiete. Serie I: Pädagogische Psychologie. Göttingen: Hogrefe.
- Herrmann, T. (2003). Planung und Regulation der Sprachproduktion. In T. Herrmann & J. Grabowski (Hrsg.), *Sprachproduktion* (S. 309-331). Göttingen: Hogrefe.
- Herrmann, T. & Grabowski, J. (1994). *Sprechen. Psychologie der Sprachproduktion*. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.
- Hiebert, J., Gallimore, R., Garnier, H., Givvin, K. B., Hollingsworth, H., Jacobs, J. et al. (2003). *Teaching Mathematics in Seven Countries - Results From the TIMSS 1999 Video Study*. Washington D.C.: National Center for Education Statistics.
- Hitzler, S. & Messmer, H. (2008). Gespräche als Forschungsgegenstand in der Sozialen Arbeit. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 244-260.
- Hofer, M. (2003). Argumentieren. In T. Herrmann & J. Grabowski (Hrsg.), *Sprachproduktion* (Bd. 1, S. 801-824). Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie III: Sprache. Göttingen: Hogrefe.
- Horton, W. S. & Keysar, B. (1996). When do speakers take into account common ground? *Cognition*, 59, 91-117.
- Howlett, A. C., Champion-Dorow, T. M., McMahon, L. L. & Westlake, T. M. (1991). The Cannabinoid Receptor: Biochemical and Cellular Properties in Neuroblastoma Cells. *Pharmacology, Biochemistry & Behavior*, 40, 565-569.
- Hugener, I., Pauli, C. & Reusser, K. (2006). Videoanalysen. In E. Klieme, C. Pauli & K. Reusser (Hrsg.), *Dokumentation der Erhebungs- und Auswertungsinstrumente zur schweizerisch-deutschen Videostudie. Unterrichtsqualität, Lernverhalten und mathematisches Verständnis* (Bd. 3). Materialien zur Bildungsforschung (Bd. 15). Frankfurt am Main: Gesellschaft zur Förderung Pädagogischer Forschung (GFPF).
- Jacobs, J. K., Kawanaka, T. & Stigler, J. W. (1999). Integrating qualitative and quantitative approaches to the analysis of video data on classroom teaching. *International Journal of Educational Research*, 31, 717-724.
- Johnson-Laird, P. N. (1983). *Mental models*. Cambridge, MA: Harvard University Press.

- Jude, N. & Klieme, E. (2007). Sprachliche Kompetenz aus Sicht der pädagogisch-psychologischen Diagnostik. In B. Beck & E. Klieme (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen* (S. 9-22). Weinheim: Beltz.
- Julien, R. M. (1997). *Drogen und Psychopharmaka*. Heidelberg: Spektrum.
- Kallmeyer, W. & Schütze, F. (1976). Konversationsanalyse. *Studium Linguistik*, 1, 1-28.
- Käsermann, M.-L. & Foppa, K. (2003). Sprachproduktion im Gespräch. In T. Herrmann & J. Grabowski (Hrsg.), *Sprachproduktion* (S. 767-799). Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie III: Sprache (Bd. 1). Göttingen: Hogrefe.
- Kintsch, W. (1986). Learning from Text. *Cognition and Instruction*, 3, 87-108.
- Kintsch, W. (1988). The Role of Knowledge in Discourse Comprehension: A Construction-Integration Model. *Psychological Review*, 95, 163-182.
- Kintsch, W. (1996). Lernen aus Texten. In J. Hoffmann (Hrsg.), *Lernen* (S. 503-528). Göttingen: Hogrefe.
- Kintsch, W. & van Dijk, T. A. (1987). Toward a Model of Text Comprehension and Production. *Psychological Review*, 85, 363-394.
- Klein, W. P. (2003). Die Spannung zwischen Fach- und Gemeinsprache als Anlass für Sprachreflexion. *Deutschunterricht*, 56, 28-32.
- Klieme, E., Avenarius, H., Blum, W., Döbrich, P., Gruber, H., Prenzel, M. et al. (2003). *Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards: Eine Expertise*. Berlin: Bundesministerium für Bildung und Forschung.
- Klieme, E. & Hartig, J. (2007). Kompetenzkonzepte in den Sozialwissenschaften und im erziehungswissenschaftlichen Diskurs. In M. Prenzel, I. Gogolin & H.-H. Krüger (Hrsg.), *Kompetenzdiagnostik* (S. 11-29). Wiesbaden: VS Verlag für Sozialwissenschaften.
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006a). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Überarbeitete Fassung des Antrags an die DFG auf Einrichtung eines Schwerpunktprogramms [Elektronische Version], 52, 876-903. Letzter Zugriff am 25.03.2009 Verfügbar unter http://kompetenzmodelle.dipf.de/images/sppfiles/files/antrag_spp_kompetenzmodelle.pdf.
- Klieme, E. & Leutner, D. (2006b). Kompetenzmodelle zur Erfassung individueller Lernergebnisse und zur Bilanzierung von Bildungsprozessen. Beschreibung eines neu eingereichten Schwerpunktprogramms der DFG. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 876-903.
- Klieme, E. & Steinert, B. (2004). Einführung der KMK-Bildungsstandards. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 57, 132-137.
- Klippert, H. (2002). *Kommunikationstraining. Übungsbausteine für den Unterricht* (9. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- KMK. (1997). Grundsätzliche Überlegungen zu Leistungsvergleichen innerhalb der Bundesrepublik Deutschland, Konstanzer Beschluss [Elektronische Version]. Letzter Zugriff am 01.04.2008 Verfügbar unter http://www.kmk.org/fileadmin/doc/Bildung/IVA/IVA-Beschluesse/36_Konstanzer-Beschluss.pdf.
- KMK. (2004a). *Bildungsstandards für die erste Fremdsprache (Englisch/ Französisch) für den Mittleren Schulabschluss*. München: Wolters Kluwer.
- KMK. (2004b). *Bildungsstandards im Fach Deutsch für den mittleren Bildungsabschluss*. München: Wolters Kluwer.
- KMK. (2005a). *Bildungsstandards im Fach Biologie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Luchterhand - Wolters Kluwer.

- KMK. (2005b). *Bildungsstandards im Fach Physik für den Mittleren Schulabschluss*. München: Wolters Kluwer.
- KMK. (2005c). *Bildungsstandards im Fach Chemie für den Mittleren Schulabschluss*. München: Wolters Kluwer.
- Kobarg, M. (2009). *Unterstützung unterrichtlicher Lernprozesse aus zwei Perspektiven: eine Gegenüberstellung*. Münster: Waxmann.
- Kobarg, M. & Seidel, T. (2003). Prozessorientierte Lernbegleitung im Physikunterricht. In T. Seidel, M. Prenzel, R. Duit et al. (Hrsg.), *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"* (S. 151-200). Kiel: IPN-Materialien.
- Kobarg, M. & Seidel, T. (2007). Prozessorientierte Lernbegleitung - Videoanalysen im Physikunterricht der Sekundarstufe I. *Unterrichtswissenschaft*, 35, 148-168.
- Kollar, I. (2006). *Webbasiertes Forschendes Lernen in der Biologie. Effekte internaler und externaler Kooperationskripts auf Prozesse und Ergebnisse des gemeinsamen Argumentierens*. F. W. Hesse (Hrsg.), *Wissensprozesse und digitale Medien* (Bd. 4). Berlin: Logos.
- Köller, O. (2008a). Bildungsstandards - Verfahren und Kriterien bei der Entwicklung von Messinstrumenten. *Zeitschrift für Pädagogik*, 54, 163-173.
- Köller, O. (2008b). Bildungsstandards in Deutschland: Implikationen für die Qualitätssicherung und Unterrichtsqualität. In M. A. Meyer, M. Prenzel & S. Hellekamps (Hrsg.), *Perspektiven der Didaktik, Zeitschrift für Erziehungswissenschaft, Sonderheft 9* (S. 47-59). Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Könneker, C. (2008). Was macht eine Leitdisziplin aus? In 3sat (Ed.), *scobel*.
- Kopperschmidt, J. (2000). *Argumentationstheorie zur Einführung*. Hamburg: Junius Verlag.
- Kowal, S. & O'Connell, D. (2003). Zur Transkription von Gesprächen. In U. Flick, E. von Kardoff & I. Steinke (Hrsg.), *Qualitative Forschung: Ein Handbuch* (S. 436-446). Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Kramer, B. (2005). *Mentale Integration von Text und Bild beim Lernen mit Multimedia am Beispiel der olfaktorischen Signaltransduktion*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität. Letzter Zugriff am 03.03.2008, Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00001546.
- Kramer, G., Nitz, S., Nerdel, C. & Prechtel, H. (2008). *Influence of biology related communication on knowledge representation* [Abstract]. Seventh Conference of European Researchers in Didactics of Biology, ERIDOB, 16. - 20.9.2008, Niederlande, Utrecht.
- Krapp, A. (1992). Das Interessenkonstrukt. Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht einer Person-Gegenstands-Konzeption. In A. Krapp & M. Prenzel (Hrsg.), *Interesse, Lernen, Leistung* (S. 297-329). Münster: Aschendorff.
- Krapp, A. (1998a). Entwicklung und Förderung von Interessen im Unterricht. *Psychologie in Erziehung und Unterricht*, 45, 186-203.
- Krapp, A. (1998b). Interesse. In H.-D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 213-218). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Krippendorff, K. (1980). *Content Analysis. An Introduction to its Methodology*. Beverly Hills: Sage.
- Kroß, A. & Lind, G. (2001). Einfluss von Vorwissen auf Intensität und Qualität des Selbsterklärens beim Lernen mit biologischen Beispielaufgaben. *Unterrichtswissenschaft*, 29, 5-25.
- Kuckartz, U. (2007). *Einführung in die computergestützte Analyse qualitativer Daten*. Wiesbaden: Verlag für Sozialwissenschaften.
- Kunnan, A. J. (1999). Recent developments in language assessment. *Annual Review of Applied Linguistics*, 19, 235-253.

- Lachmayer, S. (2008). *Entwicklung und Überprüfung eines Strukturmodells der Diagrammkompetenz für den Biologieunterricht*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität. Letzter Zugriff am 20.02.2009, Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00003041.
- Langenscheidt. (1991). *Basic German Vocabulary*. Berlin: Langenscheidt.
- Laschitzka, S. & Machander, D. (2007). *NATURA 9/10. Biologie für Gymnasien*. Stuttgart: Klett.
- Lauf, E. (2001). ".96 nach Holsti". Zur Reliabilität von Inhaltsanalysen und deren Darstellung in kommunikationswissenschaftlichen Fachzeitschriften. *Publizistik*, 1, 57-68.
- Leisen, J. (1999/2003). *Methoden-Handbuch - Deutschsprachiger Fachunterricht (DFU)*. Bonn: Varus.
- Leitão, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human Development*, 43, 332-360.
- Leitão, S. (2001). Analyzing changes in view during argumentation: A quest for method [Elektronische Version]. *Forum Qualitative Sozialforschung, Online Journal*, 2. Letzter Zugriff am 03.03.2009 Verfügbar unter <http://www.qualitative-research.net/index.php/fqs/article/view/907/1983>.
- Leitão, S. (2003). Evaluating and Selecting Counterarguments. *Studies of Children's Theoretical Awareness. Written Communication*, 20, 269-306.
- Leutner, D., Klieme, E., Meyer, K. & Wirth, J. (2004). Problemlösen. In PISA-Konsortium-Deutschland (Hrsg.), *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs* (S. 147-175). Münster: Waxmann.
- Levelt, W. J. M. (1989). *Speaking: From intention to articulation*. Cambridge, MA: Massachusetts Institute of Technology Press.
- Lienert, G. & Raatz, U. (1994). *Testaufbau und Testanalyse* (5. Aufl.). Weinheim: Beltz.
- Lind, G., Friege, G. & Sandmann, A. (2005). Selbsterklären und Vorwissen. *Empirische Pädagogik*, 19, 1-27.
- Lind, G. & Sandmann, A. (2003). Lernstrategien und Domänenwissen. *Zeitschrift für Psychologie*, 211, 171-192.
- Looß, M. (2007). Lernstrategien, Lernorientierungen, Lern(er)typen. In D. Krüger & H. Vogt (Hrsg.), *Theorien der biomedizinischen Forschung* (S. 141-152). Berlin: Springer.
- Lüllmann, H., Mohr, K. & Hein, L. (2006). *Pharmakologie und Toxikologie. Arzneimittelwirkungen verstehen - Medikamente gezielt einsetzen* (16. Aufl.). Stuttgart: Thieme.
- Lyons, J. (1983). *Semantik* (Bd. 2). München: Beck.
- Mackensen-Friedrichs, I. (2004). *Förderung des Expertiseerwerbs durch das Lernen mit Beispielaufgaben im Biologieunterricht der Klasse 9*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität Letzter Zugriff am 26.06.2008, Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00001303.
- MacWhinney, B. (Hrsg.). (2000). *The CHILDES-Project: Tools for Analyzing Talk*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.
- Mandl, H. & Gerstenmaier, J. (1998). *Die Kluft zwischen Wissen und Handeln: Empirische und theoretische Lösungsansätze*. Göttingen: Hogrefe.
- Markova, I., Graumann, C. F. & Foppa, K. (1995). *Mutualities in Dialogue*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Marslen-Wilson, W. & Tyler, L. K. (1980). The temporal structure of spoken language understanding. *Cognition*, 8, 1-71.
- Marttunen, M. & Laurinen, L. (2001). Learning of argumentation skills in networked and face-to-face environments. *Instructional Science*, 29, 127-153.

- Mayring, P. (2002). *Einführung in die qualitative Sozialforschung. Eine Anleitung zu qualitativem Denken*. Weinheim: Beltz.
- Mayring, P. (2007). *Qualitative Inhaltsanalyse*. Weinheim: Beltz.
- McClelland, D. (1973). Testing for competence rather than for "intelligence". *American Psychologist*, 28, 1-14.
- McElvany, N. (2008). *Förderung von Lesekompetenz im Kontext Familie*. Münster: Waxmann.
- Merten, K. (1977). *Kommunikation: Eine Begriffs- und Prozessanalyse*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Merten, K. (1983). *Inhaltsanalyse: Eine Einführung in Theorie, Methode und Praxis*. Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Mintzes, J. J. & Wandersee, J. H. (1998). Research in science teaching and learning: A human constructive view. In J. J. Mintzes, J. H. Wandersee & J. D. Novak (Hrsg.), *Teaching Science Understanding. A Human Constructivist View*. San Diego: Academic Press.
- Mintzes, J. J., Wandersee, J. H. & Novak, J. D. (1997). Meaningful learning in science: The human constructive perspective. In G. D. Phye (Hrsg.), *Handbook of Academic Learning*. Orlando: Academic Press.
- Morse, J., M. & Richards, L. (2002). *Read me first for a User's Guide to Qualitative Methods*. Thousand Oaks: Sage.
- Muckenfuß, H. (1995). *Lernen im sinnstiftenden Kontext. Entwürfe einer zeitgemäßen Didaktik des Physikunterrichts*. Berlin: Cornelsen.
- Nentwig, P., Parchmann, I., Demuth, R., Gräsel, C. & Ralle, B. (2005). Chemie im Kontext - From situated learning in relevant contexts to a systematic development of basic chemical concepts. In P. Nentwig & D. Waddington (Hrsg.), *Making it Relevant - Context Based Learning of Science* (S. 155-174). Münster: Waxmann.
- Nentwig, P. & Schanze, S. (2007). Making it comparable - Standards in science education. In D. Waddington, P. Nentwig & S. Schanze (Hrsg.), *Making it Comparable - Standards in Science Education* (S. 11-19). Münster: Waxmann.
- Nerdel, C. (2003). *Die Wirkung von Animation und Simulation auf das Verständnis von stoffwechselphysiologischen Prozessen*. Kiel: Christian-Albrechts-Universität. Letzter Zugriff am 15.02.2008, Verfügbar unter http://eldiss.uni-kiel.de/macau/receive/dissertation_diss_00000727.
- Nickerson, R. S. (1999). How we know - and sometimes misjudge - what others know: Imputing one's own knowledge to others. *Psychological Bulletin*, 125, 737-759.
- Nickerson, R. S. (2001). The projective way of knowing: A useful heuristic that sometimes misleads. *Current Directions in Psychological Science*, 10, 168-172.
- North, B. (2000). *The development of a common framework scale of language proficiency* (Bd. 8). Theoretical Studies in Second Language. New York: Peter Lang.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, 937-949.
- OECD (Hrsg.). (2005). *PISA 2003 Technical Report*. Paris: OECD-Publishing.
- Osborne, J., Erduran, S. & Simon, S. (2004). Enhancing the Quality of Argumentation in School Science. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Ossimitz, G. (2000). *Entwicklung systemischen Denkens - Theoretische Konzepte und empirische Untersuchungen*. München: Profil Verlag.
- Paivio, A. & Harshman, R. (1983). Factor analysis of a questionnaire on imagery and verbal habits and skills. *Canadian Journal of Psychology*, 37, 461-483.

- Parchmann, I., Demuth, R., Ralle, B., Paschmann, A. & Huntemann, H. (2001). Chemie im Kontext - Begründung und Realisierung eines Lernens in sinnstiftenden Kontexten. *Praxis der Naturwissenschaften - Chemie in der Schule*, 1, 2-7.
- Pekrun, R. (2002). Familie, Schule und Entwicklung. In S. Walper & R. Pekrun (Hrsg.), *Familie und Entwicklung: Aktuelle Perspektiven der Familienpsychologie* (S. 84-105). Göttingen: Hogrefe.
- Perfetti, C. A. (1985). *Reading Ability*. New York: Oxford University Press.
- Petko, D., Waldis, M., Pauli, C. & Reusser, K. (2003). Methodologische Überlegungen zur videogestützten Forschung in der Mathematikdidaktik. Ansätze der TIMSS 1999 Video Studie und ihrer schweizerischen Erweiterung. *ZDM*, 35, 265-280.
- Polanyi, M. (1966). *The Tacit Dimension*. New York: Doubleday.
- Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E. et al. (2004). *PISA 2003: Der Bildungsstand der Jugendlichen in Deutschland - Ergebnisse des zweiten internationalen Vergleichs*. Münster: Waxmann.
- Prenzel, M., Artelt, C., Baumert, J., Blum, W., Hammann, M., Klieme, E. et al. (2007). *PISA 2006. Die Ergebnisse der dritten internationalen Vergleichsstudie*. Münster: Waxmann.
- Prenzel, M., Krapp, A. & Schiefele, H. (1986). Grundzüge einer pädagogischen Interessentheorie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 32, 163-173.
- Prenzel, M., Seidel, T., Lehrke, M., Rimmel, R., Duit, R., Euler, M. et al. (2002). Lehr-Lernprozesse im Physikunterricht - Eine Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, Beiheft, 139-156.
- Purves, W. K., Sadava, D., Orians, G. H. & Heller, C. (2006). *Biologie* (A. Held, M. Niehaus-Osterloh, L. Seidler et al., Übers. 7. Aufl.). München: Elsevier.
- Reinmann-Rothmeier, G., Mandl, H., Erlach, C. & Neubauer, A. (2001). *Wissensmanagement lernen*. Weinheim: Beltz.
- Renkl, A. (1997). Learning from worked out examples: A study on individual differences. *Cognitive Science*, 21, 1-29.
- Renkl, A., Gruber, H. & Mandl, H. (1995). Kooperatives problemorientiertes Lernen in der Hochschule [Elektronische Version]. *Forschungsbericht der Ludwig-Maximilians-Universität München*, 46. Letzter Zugriff am 01.04.2008 Verfügbar unter <http://epub.ub.uni-muenchen.de/154/>.
- Resnick, L. B., Salmon, M., Zeitz, C., Wathen, S. H. & Holowchak, M. (1993). Reasoning in Conversation. *Cognition and Instruction*, 11, 347-364.
- Rimmel, R. (2008). *Videograph* (Version 4.1.4) [Computer Software]. Kiel: Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften.
- Rosch, E. (1975). Cognitive representation of semantic categories. *Journal of experimental Psychology*, 104, 192-233.
- Rössler, P. (2005). *Inhaltsanalyse*. Konstanz: UVK Verlagsgesellschaft.
- Rost-Roth, M. (2003). Fragen - Nachfragen - Echofragen. Formen und Funktionen von Interrogationen im gesprochenen Deutsch [Elektronische Version]. *Linguistik online*, 13. Letzter Zugriff Verfügbar.
- Rubin, H. & Rubin, I. S. (2005). *Qualitative Interviewing. The Art of Hearing Data*. Thousand Oaks: Sage.
- 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* [Elektronische Version]. Letzter Zugriff am 14.12.2008 Verfügbar unter <http://redie.uabc.mx/vol2no1/contents-ruizpri.html#Concept%20maps>.
- 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, 569-600.

- Rumelhart, D. E. (1980). Schemata: The building blocks of cognition. In R. J. Spiro, B. Bruce & W. F. Brewer (Hrsg.), *Theoretical Issues in Reading and Comprehension*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Sacks, H. & Schegloff, E. A. (1979). Two preferences in the organization of reference to persons in conversation and their interaction. In G. Psathas (Hrsg.), *Everyday Language: Studies in Ethnomethodology* (S. 15-21). New York: Irvington Press.
- Sampson, V. & Clark, D. (2008). The Impact of Collaboration on the Outcomes of Scientific Argumentation [Elektronische Version]. *Wiley InterScience*, 1-37. Letzter Zugriff Verfügbar.
- Sampson, V. & Clark, D. (2009). The impact of collaboration on the outcomes of scientific argumentation. *Science Education*, 93, 448-484.
- Schaefer, G. (1980). Die Wissenschaftssprache der Biologie im Lichte "inklusive Denkens". In G. Schaefer & W. Loch (Hrsg.), *Kommunikative Grundlagen des naturwissenschaftlichen Unterrichts* (S. 99-135). Weinheim und Basel: Beltz.
- Schank, R. C. & Abelson, R. P. (1977). *Scripts, plans, goals, and understanding: An inquiry into human knowledge structures*. Hillsdale, NJ: Erlbaum.
- Schecker, H. & Parchmann, I. (2006). Modellierung naturwissenschaftlicher Kompetenz. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 12, 45-66.
- Schiefele, U. (1991a). Interesse und Textrepräsentation - Zur Auswirkung des thematischen Interesses auf unterschiedliche Komponenten der Textrepräsentation unter Berücksichtigung kognitiver und motivationaler Kontrollvariablen. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 5, 245-259.
- Schiefele, U. (1991b). Interest, learning and motivation. *Educational Psychologist*, 26, 299-323.
- Schiefele, U. & Krapp, A. (1996). Topic interest and free recall of expository text. *Learning and Individual Difference*, 8, 141-160.
- Schiefele, U. & Pekrun, R. (1996). Psychologische Modelle des fremdgesteuerten und selbstgesteuerten Lernens. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Psychologie des Lernens und der Instruktion* (S. 249-278). Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich D: Praxisgebiete. Serie I: Pädagogische Psychologie (Bd. 2). Göttingen: Hogrefe.
- Schmalhofer, F. (1996). Maschinelles Lernen. In J. Hoffmann & W. Kintsch (Hrsg.), *Lernen* (S. 445-501). Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie II: Kognition (Bd. 7). Göttingen: Hogrefe.
- Schmiemann, P. (2008). *Modellierung von Schülerkompetenzen im Bereich des biologischen Fachwissens. Unveröffentlichte Dissertation*. Universität Duisburg-Essen.
- Schnotz, W. (1988). Textverstehen als Aufbau mentaler Modelle. In H. Mandl & H. Spada (Hrsg.), *Wissenspsychologie* (S. 299-330). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. (1994). *Aufbau von Wissenstrukturen: Untersuchungen zur Kohärenzbildung beim Wissenserwerb mit Texten*. D. Frey, E. Lantermann, R. Silbereisen et al. (Hrsg.), Fortschritte der psychologischen Forschung. Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. (2001a). Wissenserwerb mit Multimedia. *Unterrichtswissenschaft*, 29, 292-318.
- Schnotz, W. (2001b). Textverständnis. In H.-D. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (2. Aufl., S. 709-717). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. (2002). Wissenserwerb mit Texten, Bildern und Diagrammen. In L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (3. Aufl., S. 65-81). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (1999a). Einflüsse der Visualisierungsform auf die Konstruktion mentaler Modelle beim Text- und Bildverstehen. *Zeitschrift für Experimentelle Psychologie*, 46, 217-236.
- Schnotz, W. & Bannert, M. (2003). Construction and interference in learning from multiple representation. *Learning and Instruction*, 13, 141-156.

- Schrader, F.-W. (2006). Diagnostische Kompetenz von Eltern und Lehrern. In D. H. Rost (Hrsg.), *Handwörterbuch Pädagogische Psychologie* (S. 95-100). Weinheim: Beltz.
- Schrader, F.-W. & Helmke, A. (2002). Alltägliche Leistungsbeurteilung durch den Lehrer. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessungen in Schulen* (S. 45-58). Weinheim: Beltz.
- Schriefers, H. (1999). Morphologie und Worterkennung. In A. Friederici (Hrsg.), *Sprachrezeption* (S. 117-153). Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie III: Sprache (Bd. 2). Göttingen: Hogrefe.
- Schulz von Thun, F. (1981). *Miteinander reden: 1. Störungen und Klärungen. Allgemeine Psychologie der Kommunikation*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Sebald, F. R., Prechtel, H. & Bayrhuber, H. (2003). Komplexität als didaktische Herausforderung: Kontextualisierung und Interesse im Neurobiologieunterricht. In A. Bauer, H. Bayrhuber, A. Bittner et al. (Hrsg.), *Entwicklung von Wissen und Kompetenzen im Biologieunterricht: Internationale Tagung der Sektion Biologiedidaktik im VDBiol, Berlin, 14.09.-19.09.2003* (S. 123-126). Kiel: IPN.
- Seidel, T. (2003). *Lehr-Lernskripts im Unterricht*. Münster: Waxmann.
- Seidel, T. & Prenzel, M. (2003). Videoanalyse als Methode in der Lehr-Lern-Forschung. *Journal für Lehrerinnen- und Lehrerbildung*, 1, 54-61.
- Seidel, T., Prenzel, M., Duit, R. & Lehrke, M. (2003). *Technischer Bericht zur Videostudie "Lehr-Lern-Prozesse im Physikunterricht"*. Kiel: IPN-Materialien.
- Seidel, T., Prenzel, M., Rimmel, R., Dalehefte, I. M., Herweg, C. & Kobarg, M. (2006). Blicke auf den Physikunterricht. Ergebnisse der IPN Videostudie. *Zeitschrift für Pädagogik*, 52, 798-821.
- Selting, M., Auer, P., Barden, B., Bergmann, J., Couper-Kuhlen, E., Günther, S. et al. (1998). Gesprächsanalytisches Transkriptionssystem (GAT). *Linguistische Berichte*, 173, 91-122.
- Senatsverwaltung für Bildung Jugend und Sport Berlin. (2006). *Rahmenlehrplan für die Sekundarstufe I, Jahrgangsstufe 7-10, Biologie*. Berlin: Oktoberdruck AG.
- Seufert, T. (2003). *Wissenserwerb mit multiplen Repräsentationen: Wirksamkeit von Kohärenzbildungshilfen*. Berlin: Logos.
- Shannon, C. E. & Weaver, W. (1949). *A Mathematical Model of Communication*. Urbana, IL: University of Illinois Press
- Sheull, T. J. (1986). Cognitive conceptions of learning. *Review of Educational Research*, 56, 411-436.
- Stanaityte, G. (2005). *Alltagsdefinitionen und ihre Funktionen*. Mannheim: Universität Mannheim. Letzter Zugriff am 01.05.2009, Verfügbar unter <http://madoc.bib.uni-mannheim.de/madoc/volltexte/2007/1518/>.
- Stäudel, L., Franke-Braun, G. & Parchmann, I. (2008). Sprache, Kommunikation und Wissenserwerb im Chemieunterricht. *Naturwissenschaften im Unterricht Chemie*, 19, 4-9.
- Steiner, G. (2001). Lernen und Wissenserwerb. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (S. 137-205). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Stigler, J. (1998). Video surveys: New data for the improvement of classroom instruction. In S. G. Paris & H. M. Wellman (Hrsg.), *Global Prospects for Education. Development, Culture and Schooling* (S. 129-168). Washington D.C.: American Psychological Association.
- Strack, M. (2004). *Sozialperspektivität. Theoretische Bezüge, Forschungsmethodik und wirtschaftspsychologische Praktikabilität eines beziehungsdiagnostischen Konstrukts*. Göttingen: Universitätsverlag.
- Stracke, I. (2004). *Einsatz computerbasierter Concept Maps zur Wissensdiagnose in der Chemie*. Münster: Waxmann.

- Tergan, S.-O. (1989). Psychologische Grundlagen der Erfassung individueller Wissensrepräsentation. Teil I: Grundlagen der Wissensmodellierung. *Sprache & Kognition*, 8, 152-165.
- Terhart, E. (1999). Konstruktivismus und Unterricht. Gibt es einen neuen Ansatz in der Allgemeinen Didaktik? *Zeitschrift für Pädagogik*, 45, 629-647.
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Toulmin, S. (1996). *The Uses of Argument* (2. Aufl.). Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Tünnermann, M., Stein, J. & Buntrock, A. (2008). *Sehfähigkeit und deren Beeinflussung durch Alkohol und Drogen* [CD-ROM]. Kiel: IPN.
- Ulewicz, M. & Beatty, A. (2001). *The power of video technology in international comparative research in education*. Washington: National Academies Press.
- Ullrich, M. & Kreppner, K. (1997). Noten der Kinder - Noten der Eltern? Familienkommunikation im Spiegel der Schulnoten pubertierender Kinder. *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 29, 330-349.
- Urhahne, D. (2002). *Motivation und Verstehen. Studien zum computergestützten Lernen in den Naturwissenschaften*. Münster: Waxmann.
- van Boxtel, C., van der Linden, J. & Kanselaar, G. (2000). Collaborative Learning tasks and the elaboration of conceptual knowledge. *Learning and Instruction*, 10, 311-330.
- van der Meer, E. & Klix, F. (2003). Die begriffliche Basis der Sprachproduktion. In T. Herrmann & J. Grabowski (Hrsg.), *Sprachproduktion* (S. 333-359). Enzyklopädie der Psychologie. Themenbereich C: Theorie und Forschung. Serie III: Sprache (Bd. 1). Göttingen: Hogrefe.
- van Dijk, T. A. & Kintsch, W. (1983). *Strategies of Discourse Comprehension*. New York: Academic Press.
- Vollmer, G. (1980). *Sprache und Begriffsbildung im Chemieunterricht*. Frankfurt: Diesterweg.
- von Aufschnaiter, S. & Welzel, M. (2001). *Nutzung von Videodaten zur Untersuchung von Lehr-Lern-Prozessen*. Münster: Waxmann.
- von Kanitz, A. (2008). *Gesprächstechnik ansprechend gestalten*. Planegg: Rudolf Haufe Verlag.
- Voss, J. F. & Means, M. L. (1991). Learning to reason via instruction in argumentation. *Learning and Instruction*, 1, 337-350.
- Watzlawick, P. (1987). *Wie wirklich ist die Wirklichkeit? Wahn, Täuschung, Verstehen*. München: Piper.
- Weinberger, A., Ertl, B., Fischer, F. & Mandl, H. (2005). Epistemic and social scripts in computer-supported collaborative learning. *Instructional Science*, 33, 1-30.
- Weinberger, A., Fischer, F. & Mandl, H. (2002). *Gemeinsame Wissenskonstruktion computervermittelter Kommunikation: Wirkungen von Kooperationskripts auf den Erwerb anwendungsorientierten Wissens*. Forschungsbericht 156. München: Ludwig-Maximilians-Universität, Lehrstuhl für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie.
- Weinert, F. E. (2001). Vergleichende Leistungsmessung in Schulen - Eine umstrittene Selbstverständlichkeit. In F. E. Weinert (Hrsg.), *Leistungsmessung in Schulen* (S. 17-31). Weinheim: Beltz.
- Wellington, J. & Osborne, J. (2001). *Language and Literacy in Science Education*. Buckingham: Open University Press.
- Wild, K.-P. & Krapp, A. (2001). Pädagogisch-psychologische Diagnostik. In A. Krapp & B. Weidenmann (Hrsg.), *Pädagogische Psychologie* (4. Aufl., S. 513-564). Weinheim: Beltz Psychologie Verlags Union.
- Wild, K.-P. & Schiefele, U. (1994a). Aufmerksamkeit als Mediator des Einflusses von Interesse auf die Lernleistung. *Sprache & Kognition*, 13, 138-145.

- Wild, K.-P. & Schiefele, U. (1994b). Lernstrategien im Studium: Ergebnisse zur Faktorenstruktur und Reliabilität eines neuen Fragebogens. *Zeitschrift für Differentielle und Diagnostische Psychologie*, 15, 185-200.
- Willenberg, H. (2007a). *Kompetenzhandbuch für den Deutschunterricht. Auf der empirischen Basis des DESI-Projekts*. Baltmannsweiler: Schneider Verlag Hohengehren.
- Willenberg, H. (2007b). Wortschatz. In B. Beck & E. Klieme (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen. Konzepte und Messung. DESI-Studie (Deutsch Englisch Schülerleistungen International)* (S. 130-139). Weinheim: Beltz.
- Willenberg, H., Gailberger, S. & Krelle, M. (2007). Argumentation. In B. Beck & E. Klieme (Hrsg.), *Sprachliche Kompetenzen* (S. 118-129). Weinheim: Beltz.
- Winkler, K. & Mandl, H. (2003). *Wissensmanagement in Communities: Communities als zentrales Szenario der Weiterbildungslandschaft im dritten Jahrtausend*. Praxisberichte der Ludwig-Maximilians-Universität. München: Ludwig-Maximilians-Universität
- Winterhalter, M., Wolke-Scheuermann, C. & Großmann, I. (2008). *Drogen wirken auf unser Nervensystem*. Kiel: IPN.
- Wirtz, M. & Caspar, F. (2002). *Beurteilerübereinstimmung und Beurteilerreliabilität*. Göttingen: Hogrefe.
- Yin, Y., Vanides, J., Ruiz-Primo, M. A., Ayala, C. C. & Shavelson, R. J. (2005). Comparison of two concept-mapping techniques: Implications for scoring, interpretation and use. *Journal of Research in Science Teaching*, 42, 166-184.

IX Anhang

IX.1 **Abbildungsverzeichnis**

Abbildung 1: Anatomie des menschlichen Gehirns, Hypophyse ist relativ zu groß gezeichnet, sie hat beim Menschen Kirschkerndgröße (Bayrhuber & Kull, 2005, S. 235).....	6
Abbildung 2: Die wichtigsten sensorischen und motorischen Regionen der Großhirnrinde des Menschen	7
Abbildung 3: Erregungsübertragung hier am Beispiel der motorischen Endplatte einschließlich des Acetylcholinreislaufs (Bayrhuber & Kull, 2005, S. 207).....	12
Abbildung 4: Die Netzhaut. Die menschliche Netzhaut weist fünf Neuronenschichten (Ganglienzellen, bipolare Zellen, Horizontal- und amakrine Zellen, Sehzellen, Pigmentzellen) auf, die in einem gemeinsamen Prozess visuelle Information empfangen und verarbeiten. (Bayrhuber & Kull, 2005, S. 218)	15
Abbildung 5: Die Anatomie des binokularen Sehens, dargestellt ist das menschliche Gehirn von unten gesehen.	18
Abbildung 6: Tertiärstruktur des Cannabinoidrezeptors (nach Howlett et al., 1991)	25
Abbildung 7: Signaltransduktion, cAMP als sekundärer Botenstoff	26
Abbildung 8: Visualisierung des Common-Ground-Modells (Bromme et al., 2004; nach Clark, 1996)	46
Abbildung 9: Dimensionen des Kompetenzstrukturmodells der fachbezogenen Kommunikation im Biologieunterricht	46
Abbildung 10: Strukturierung der Dimension <i>Individuelle Wissensrepräsentation</i> mit der Komponente <i>Wissen</i> sowie dem Aspekt deklaratives domänenspezifisches Wissen und den dazugehörigen Indikatoren	53
Abbildung 11: Strukturierung der Dimension <i>Individuelle Wissensrepräsentation</i> mit der Komponente <i>Wortschatz</i> sowie den Aspekten <i>Basiswortschatz</i> , <i>Konkreta+Abstrakta</i> , <i>domänenspezifischer Fachwortschatz</i> und <i>domänenunspezifischer Fachwortschatz</i>	57
Abbildung 12: Argumentstrukturmodell nach Toulmin (1996, S. 95)	59
Abbildung 13: Vereinfachte Argumentstruktur.....	60
Abbildung 14: Strukturierung der Dimension <i>Individuelle Wissensrepräsentation</i> mit der Komponente <i>Argumentstruktur</i> und den Aspekten <i>Beobachtung</i> , <i>Behauptung</i> , <i>Begründung</i> sowie den durch Gliederungspunkte kenntlich gemachten Indikatoren.....	62
Abbildung 15: Strukturierung der Dimension <i>Wissenskommunikation</i> mit der Komponente <i>Argumentationsprozess</i> und den Aspekten <i>Argument</i> , <i>Gegenargument</i> und <i>integratives Argument</i>	66
Abbildung 16: Modell der Wissenskommunikation (Bromme et al., 2004; nach Clark, 1996), P ₁ = Person 1, P ₂ = Person 2	68
Abbildung 17: Anker-Adjustierungs-Heuristik für die Vermutung von Wissen, Einstellungen und Meinungen bei Anderen (Nickerson, 2001, S. 169)	71
Abbildung 18: Strukturierung der Dimension <i>Wissenskommunikation</i> mit der Komponente <i>Audience Design</i> und den Aspekten <i>Common Ground</i> , <i>Antizipation</i> und <i>Adaptation</i> sowie die durch Gliederungspunkte kenntlich gemachten Indikatoren.....	73
Abbildung 19: Strukturmodell der fachbezogenen Kommunikationskompetenz.....	75
Abbildung 20: Übersicht zur Konzeption der Datenerhebung, die verschiedenen Erhebungen lagen direkt hintereinander, d. h. der Erhebungszeitraum wurde nicht unterbrochen, VT = Vortest, NT = Nachtest, t = zeitlicher Rahmen	83
Abbildung 21: Concept Map des Begriffs Concept Map (Ruiz-Primo, 2000)	112
Abbildung 22: Fixierte partnerzentrierte Kamera während der Schülerarbeitsphase dargestellt aus der Vogelperspektive, S ₁ : Schüler 1, S ₂ : Schüler 2, CM: Concept Map, K: Kamera mit Standmikrofon, U: Umschlag	116

Abbildung 23: Chronologischer Ablauf der Transkription.....	117
Abbildung 24: Screenshot des Videographen mit Videofenster, in dem die Schülerdyaden zu sehen sind (links oben, aus Datenschutzrechtlichen Gründen geschwärzt), Transkriptfenster (rechts oben) und Kodierleiste (unter Video- und Transkriptfenster liegend) (Rimmele, 2008).....	122
Abbildung 25: Strukturtypen nach Yin et al. (2005), (a) Lineare Verbindung, (b) Kreisstruktur, (c) Sternstruktur, (d) Baumstruktur, (e) Netzstruktur.....	126
Abbildung 26: Bezug der Kategorien zum theoretischen Konstrukt nach Früh (2007, S. 89)	128
Abbildung 27: Verfahren zur Entwicklung von Kategoriensystemen für die Analyse von Videodaten, angelehnt an Bos & Tarnai (1999) und Jacobs et al. (1999)	130
Abbildung IV-9: Verfahren zur Entwicklung von Beobachtungsinstrumenten (Kategorien- und Ratingsysteme) für die Analyse von Unterrichtsvideos, angelehnt an Bos & Tarnai (1999) und Jacobs et al. (1999).	130
Abbildung 29: Qualität des Argumentes mit den Strukturen Beobachtung, Behauptung und Begründung.....	134
Abbildung 30: Kodierfall <i>Argumentstruktur niedrig</i>	135
Abbildung 31: Kodierfall <i>Argumentstruktur mittel</i>	136
Abbildung 32: Kodierfall <i>Argumentstruktur hoch</i>	136
Abbildung 33: Kodierfall <i>Argumentstruktur einzeln</i> , GP1 = Gesprächsperson 1; GP2 = Gesprächsperson 2	137
Abbildung 34: Kodierfall <i>Argumentstruktur vernetzt</i> , GP1 = Gesprächsperson 1; GP2 = Gesprächsperson 2	137
Abbildung 35: Schematische Darstellung des <i>Argumentationsprozesses</i>	139
Abbildung 36: Darstellung der verschiedenen Aspekte eines Boxplots, hier auch mit der Angabe des Mittelwerts.....	147
Abbildung 37: Deduktives Kategoriensystem zur Erfassung fachlicher Kommunikationskompetenz im Biologieunterricht	155
Abbildung 38: Veränderung des deduktiven Kompetenzstrukturmodells aufgrund der empirischen Befunde, die entfernte Variable <i>Konkreta+Abstrakta</i> ist grau gekennzeichnet.....	156
Abbildung 39: Induktiv erweitertes Kompetenzstrukturmodell, die Veränderungen sind schwarz hervorgehoben, die bekannten deduktiven Variablen sind grau zurückgestellt und dienen in diesem Fall nur der vollständigen Darstellung.....	160
Abbildung 40: Häufigkeiten der Variablen aus der Komponente <i>Wissen</i> , $N = 30$	163
Abbildung 41: Häufigkeiten der Variablen der Komponente <i>Argumentstruktur</i> , $N = 30$	164
Abbildung 42: Häufigkeiten der Variablen der Komponente <i>Argumentationsprozess</i> , $N = 30$	165
Abbildung 43: Häufigkeiten der Variablen der Komponente <i>Audience Design</i> , $N = 30$	167
Abbildung 44: Häufigkeiten der Variablen der Komponente <i>Metakognitive Äußerungen</i> , $N = 30$	168
Abbildung 45: Häufigkeiten der Variablen der Komponente <i>Phase</i> , $N = 30$	169
Abbildung 46: Häufigkeiten der Variablen der Komponente <i>Sprecherwechsel</i> , $N = 30$	170
Abbildung 47: Verteilung des Interesses, $N = 30$	171
Abbildung 48: Konstrukt Gesprächspartnerbeziehung mit Darstellung der Einzelitems, $N = 50$	172
Abbildung 49: Umgang mit der deutschen Sprache, $N = 56$	173
Abbildung 50: Modifiziertes Strukturmodell der Kommunikationskompetenz	175
Abbildung 51: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothese H 2	188
Abbildung 52: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 2.1 und H 2.2.....	190
Abbildung 53: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess niedrig</i> durch die Komponente <i>Wissen</i>	191
Abbildung 54: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess hoch</i> durch die Komponente <i>Wissen</i>	192
Abbildung 55: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Wiederholungen</i> durch die Komponente <i>Wissen</i>	193

Abbildung 56: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Zustimmungen</i> durch die Komponente <i>Wissen</i>	194
Abbildung 57: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Paraphrasieren</i> durch die Komponente <i>Wissen</i>	195
Abbildung 58: Einfluss der signifikanten Variablen der Komponente <i>Wissen</i> auf die <i>Wissenskommunikation</i> ; rote Pfeile stellen negative Zusammenhänge dar, grüne Pfeile zeigen einen positiven Einfluss an.....	196
Abbildung 59: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 2.3 und H 2.4.....	197
Abbildung 60: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess niedrig</i> durch die Komponente <i>Wortschatz</i>	198
Abbildung 61: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess mittel</i> durch die Komponente <i>Wortschatz</i>	199
Abbildung 62: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess hoch</i> durch die Komponente <i>Wortschatz</i>	200
Abbildung 63: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Ablehnungen</i> durch die Komponente <i>Wortschatz</i>	201
Abbildung 64: Einfluss der signifikanten Variablen der Komponente <i>Wortschatz</i> auf die <i>Wissenskommunikation</i> ; rote Pfeile stellen negative Zusammenhänge dar, grüne Pfeile zeigen einen positiven Einfluss an.....	202
Abbildung 65: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 2.5 und H2.6	203
Abbildung 66: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess hoch</i> durch die Komponente <i>Argumentstruktur</i>	204
Abbildung 67: Darstellung der möglichen Wirkungsweise der <i>Metakognitiven Äußerungen</i> auf die Komponente <i>Argumentationsprozess</i> und auf die Komponente <i>Audience Design</i>	205
Abbildung 68: Grafische Darstellung des Ergebnisses der Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Zustimmungen</i> durch die Komponente <i>Metakognitive Äußerungen</i>	206
Abbildung 69: Hypothesenmodell zur Skizzierung der Hypothesen H 3.1 und H 3.2	207

IX.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Verteilungsmuster von Cannabinoidrezeptoren beim Menschen	24
Tabelle 2: Übersicht Stichprobe	84
Tabelle 3: Überblick über die Erhebungsinstrumente und ihre erfassten Konstrukte; VT=Vortest; NT=Nachtest; KFT_R=Kognitiver Fähigkeitstest; CM-Partner=Concept Map Partneraufgabe	85
Tabelle 4: Tabellarische Übersicht zur Skala Vorwissen Sinnes- und Neurophysiologie, Teil Auge	93
Tabelle 5: Tabellarische Übersicht zur Skala Vorwissen Sinnes- und Neurophysiologie, Teil ZNS.....	95
Tabelle 6: Tabellarische Übersicht zur Skala Vorwissen zum Kontext und zur geplanten Unterrichtseinheit ...	97
Tabelle 7: Tabellarische Übersicht zur Skala Wortschatz 1a.....	100
Tabelle 8: Tabellarische Übersicht zur Skala Wortschatz 1b	102
Tabelle 9: Tabellarische Übersicht zur Skala Selbsteinschätzung Wortschatz 2	104
Tabelle 10: Tabellarische Übersicht zur Selbsteinschätzung der Verbalisierungsfähigkeit/ Ausdrucksfähigkeit	105
Tabelle 11: Tabellarische Übersicht zur Selbsteinschätzung der Kommunikationsfähigkeit.....	106
Tabelle 12: Tabellarische Übersicht zum individuellen Interesse.....	107
Tabelle 13: Tabellarische Übersicht zum situationalen Interesse	108
Tabelle 14: Tabellarische Übersicht zur Gesprächssozialisation.....	110
Tabelle 15: Kameraskript nach Hugener et al. (2006).....	115
Tabelle 16: Transkriptionsmanual; angewandte Transkriptionsregeln in der vorliegenden Arbeit (in Anlehnung an Kallmeyer & Schütze, 1976; Kuckartz, 2007).....	119
Tabelle 17: Graphenmaße und ihre Beschreibung sowie die Variablenbezeichnung der im Vortest (VT) partnerschaftlich (_p_) angefertigten Concept Maps.	125
Tabelle 18: Kodierverfahren des vorliegenden Kategoriensystems.....	146
Tabelle 19: Klassifikation des Korrelationskoeffizienten r (Bühl, 2008, S. 346).....	148
Tabelle 20: Klassifikation der Effektgröße ϵ^2 (Bortz, 2005, S. 464).....	150
Tabelle 21: Intercoder- und Intracoder-Reliabilitäten der Kategorien zur Erfassung kommunikativer Strukturen im Biologieunterricht anhand von 13,3% des Gesamtmaterials (4 von 30 Videos).....	161
Tabelle 22: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente <i>Wissen</i> , $N = 30$	176
Tabelle 23: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente <i>Wortschatz</i> , $N = 30$	177
Tabelle 24: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente <i>Argumentstruktur</i> , $N = 30$	177
Tabelle 25: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente <i>Metakognitive Äußerungen</i> , $N = 30$	178
Tabelle 26: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten <i>Wissen</i> und <i>Wortschatz</i> , $N = 30$	178
Tabelle 27: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten <i>Wissen</i> und <i>Argumentstruktur</i> , $N = 30$	179
Tabelle 28: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten <i>Wissen</i> und <i>Metakognitiven Äußerungen</i> , $N = 30$	180
Tabelle 29: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten <i>Wortschatz</i> und <i>Argumentstruktur</i> , $N = 30$	181
Tabelle 30: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten <i>Wortschatz</i> und <i>Metakognitive Äußerungen</i> , $N = 30$	181
Tabelle 31: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten <i>Argumentstruktur</i> und <i>Metakognitiven Äußerungen</i> , $N = 30$	182
Tabelle 32: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente <i>Argumentationsprozess</i> , $N = 30$	184
Tabelle 33: Korrelationen nach Pearson innerhalb der Komponente <i>Audience Design</i> , $N = 30$	184
Tabelle 34: Korrelationen nach Pearson zwischen den Komponenten <i>Audience Design</i> und <i>Argumentationsprozess</i> , $N = 30$	185
Tabelle 35: Alternative Bezeichnungen der Variablen in der Regressionsanalyse (vgl. auch Backhaus et al., 2003)	189

Tabelle 36: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess niedrig</i> (AP_niedrig_M), $N = 30$	190
Tabelle 37: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess hoch</i> (AP_hoch_M), $N = 30$	192
Tabelle 38: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Wiederholungen</i> (AD_W_m), $N = 30$	193
Tabelle 39: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Zustimmungen</i> (AD_Z_m), $N = 30$	194
Tabelle 40: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Paraphrasieren</i> (AD_P_m), $N = 30$	195
Tabelle 41: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess niedrig</i> (AP_niedrig_M), $N = 30$	198
Tabelle 42: Regressionsanalyse der unabhängigen Variable spezifischer Fachwortschatz auf die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess mittel</i> (AP_mittel_M), $N = 30$	199
Tabelle 43: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess hoch</i> (AP_hoch_M), $N = 30$	200
Tabelle 44: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Ablehnungen</i> (AD_A_m), $N = 30$	201
Tabelle 45: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess hoch</i> (AP_hoch_M), $N = 30$	204
Tabelle 46: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Zustimmungen</i> (AD_Z_m), $N = 30$	206
Tabelle 47: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Vernetztheit der Concept Map</i> ; $N = 30$	208
Tabelle 48: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Komplexität der Concept Map</i> , $N = 30$	208
Tabelle 49: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess niedrig</i> (AP_niedrig_M); $N = 30$	210
Tabelle 50: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Argumentationsprozess hoch</i> (AP_hoch_M); $N = 30$	210
Tabelle 51: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Wiederholungen, Komponente Audience Design</i> (AD_W_m), $N = 30$	211
Tabelle 52: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Rezeptionssignale, Komponente Audience Design</i> (AD_R_m), $N = 30$	211
Tabelle 53: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Vernetztheit</i> (VT_p_Net2_G); $N = 30$	211
Tabelle 54: Ergebnis der schrittweisen Regressionsanalyse für die abhängige Variable <i>Komplexität</i> (VT_p_KPX2_G), $N = 30$	212
Tabelle 55: Korrelationen nach Pearson der Komponenten <i>Wissen</i> und der Komponente <i>Argumentationsprozess</i> , $N = 30$	286
Tabelle 56: Korrelationen nach Pearson der Komponenten <i>Wissen</i> und der Komponente <i>Audience Design</i> , $N = 30$	286
Tabelle 57: Korrelationen nach Pearson der Komponente <i>Wortschatz</i> und der Komponente <i>Argumentationsprozess</i> , $N = 30$	287
Tabelle 58: Korrelationen nach Pearson der Komponente <i>Wortschatz</i> und der Komponente <i>Audience Design</i> , $N = 30$	287

Tabelle 59: Korrelationen nach Pearson der Komponente <i>Argumentstruktur</i> und der Komponente <i>Argumentationsprozess</i> , $N = 30$	288
Tabelle 60: Korrelationen nach Pearson der Komponente <i>Argumentstruktur</i> und der Komponente <i>Audience Design</i> , $N = 30$	288
Tabelle 61: Korrelationen nach Pearson der Komponente <i>Metakognitive Äußerungen</i> und der Komponente <i>Argumentationsprozess</i> , $N = 30$	289
Tabelle 62: Korrelationen nach Pearson der Komponente <i>Metakognitive Äußerungen</i> und der Komponente <i>Audience Design</i> , $N = 30$	289

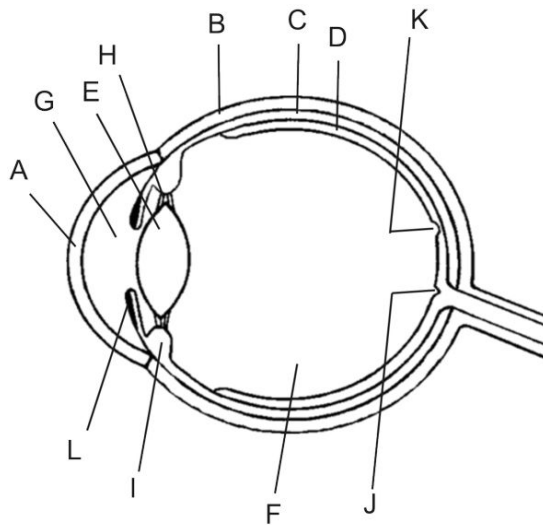
IX.3 Fragebogen

IX.3.1 Vortest

Die richtige Antwortalternative, soweit vorhanden, ist kursiv gesetzt. Die angegebenen Abkürzungen verweisen auf den Test und die Itemnummer im Fragebogen.

Vorw_1a_VT, Vorw_1b_VT, Vorw_1c_VT, Vorw_1d_VT, Vorw_1e_VT, Vorw_1f_VT, Vorw_1g_VT, Vorw_1h_VT, Vorw_1i_VT, Vorw_1j_VT, Vorw_1k_VT, Vorw_1l_VT,

Ordne den unten stehenden Begriffen jeweils den korrekten Buchstaben aus der Abbildung zu und schreibe den Buchstaben unter den richtigen Begriff.



Lederhaut	Hornhaut/ Cornea	Glaskörper	Linsenbänder
Aderhaut	Regenbogenhaut	Linse	Netzhaut/ Retina
vordere Augenkammer	Blinder Fleck	Ziliarmuskel	Gelber Fleck

Vorw_2_VT

Die Pupille des menschlichen Auges ist dunkel, weil...

- ... die Linse dunkel eingetrübt ist.
- ... das Licht sich dort bricht und so eine optische Täuschung hervorruft.
- ... *man auf den im Dunkeln liegenden Augenhintergrund blickt.*
- ... sie so das einfallende Licht am besten absorbieren kann.

Vorw_3_VT

Benenne genau, welches Organ des menschlichen Körpers sieht.

Vorw_4_VT

Welche Aufgabe haben Transmitter im Körper? Sie ...

- ... transportieren Sauerstoff im Blut.
- ... transportieren Kohlendioxid im Blut.
- ... *leiten Informationen von Nervenzelle zu Nervenzelle weiter.*
- ... übermitteln Sinneswahrnehmungen vom Sinnesorgan zum Gehirn.

Vorw_5_VT

Limbisches System, Großhirn, Hypothalamus und Brücke sind Teile des menschlichen Gehirns! Kennst du weitere Teile?

Vorw_6_VT

Welcher Teil des Zentralen Nervensystems liegt nicht im Kopf?

Vorw_7_VT

Wie heißt der Teil des Gehirns, in dem Emotionen verarbeitet werden?

- Brücke
- Großhirn
- Hypothalamus
- Limbisches System*

Fakt_1_VT

Die Iris des Auges...

- ... *vergrößert und verkleinert die Lichteinlassöffnung am Auge.*
- ... ist die Bindegewebsschicht am Auge.
- ... reguliert die Versorgung der farbigen Regenbogenhaut.
- ... ist die Lichteinlassöffnung im Auge.

Fakt_2_VT

Wie nennt man die Stelle des schärfsten Sehens?

- Netzhaut
- Gelber Fleck*
- Blinder Fleck
- Pigmentschicht

Fakt_3_VT

Es gibt im Auge einen Mechanismus für die Anpassung an verschiedene Lichtstärken. Kreuze die richtige Antwort an!

- Die Regenbogenhaut verkleinert die Lichteinlassöffnung bei Helligkeit.
- Die Regenbogenhaut vergrößert die Lichteinlassöffnung bei Helligkeit.
- Die Pupille vergrößert die Lichteinlassöffnung bei Dunkelheit.
- Die Pupille verkleinert die Lichteinlassöffnung bei Dunkelheit.

Fakt_4_VT

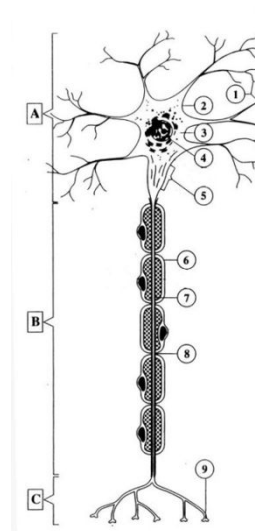
Welcher der folgenden Stoffe ist **nicht** unmittelbar an der Erregungsweiterleitung von Nervenzelle zu Nervenzelle beteiligt?

- Calciumionen
- Natriumionen
- Enzyme zum Spalten
- Adrenalin

Fakt_5_VT

Die Buchstaben A, B und C im rechten Bild stehen in dieser Reihenfolge für...

- ... Synapse, Axon, Dendrit.
- ... Axon, Dendrit, Synapse.
- ... Soma (Zellkörper), Axon, Endverzweigung des Axon.
- ... Soma (Zellkörper), Nervenzellen, Endverzweigung des Axon.

**Fakt_6_VT**

Der Ziliarmuskel ist über die Linsenbänder mit der elastischen Linse verbunden. Will man ein entferntes Objekt scharf sehen, müssen Ziliarmuskel, Linsenform und Linsenbänder jeweils bestimmte Formen annehmen. Kreuze die richtige Antwort an!

- Ziliarmuskel entspannt, Linse kugelig, Linsenbänder gedehnt.
- Ziliarmuskel zusammengezogen, Linse kugelig, Linsenbänder gedehnt.
- Ziliarmuskel entspannt, Linse abgeflacht, Linsenbänder gedehnt.
- Ziliarmuskel zusammengezogen, Linse abgeflacht, Linsenbänder entspannt.

WS_1_VT, WS_2_VT

Finde jeweils einen genaueren Ausdruck für das durchgestrichene Verb „sagen“ und schreibe es jeweils in die Lücken!

Hanna sagte zu Frank: „Mit dir gehe ich nicht mehr zum Konzert. Denn du hast mich vor meiner besten Freundin schlecht gemacht.“

- a) Frank sagte _____: „Das stimmt überhaupt nicht. Sie ist über dich hergezogen.“
- b) Hanna sagte _____ daraufhin: „Meine beste Freundin würde das niemals tun!“

WS_3_VT, WS_4_VT, WS_5_VT

Gib dem Bild einen Titel (1) _____ und bezeichne die beiden nummerierten Gegenstände (2, 3) mit korrekten Begriffen.



WS_6a_VT, WS_6b_VT, WS_6c_VT

Kreuze das passende Wort an, das aus einer Reihe von fünf Wörtern am **ehesten** zu dem fettgedruckten Wort **passt**.

a) schwer				
<input type="checkbox"/> leicht	<input type="checkbox"/> massiv	<input type="checkbox"/> dick	<input type="checkbox"/> ansehnlich	<input type="checkbox"/> schwach
b) Detail				
<input type="checkbox"/> Teil	<input type="checkbox"/> Versicherung	<input type="checkbox"/> Einzelheit	<input type="checkbox"/> Notiz	<input type="checkbox"/> Gegenteil
c) wagen				
<input type="checkbox"/> sich vorsehen	<input type="checkbox"/> überraschen	<input type="checkbox"/> zupacken	<input type="checkbox"/> Risiken eingehen	<input type="checkbox"/> neu beginnen

WS_7a_VT, WS_7b_VT, WS_7c_VT, WS_7d_VT

Welche Bedeutung haben folgende Worte? Kreuze an!

a) zoomen			
<input type="checkbox"/> ausleuchten oder verdunkeln	<input type="checkbox"/> scharf oder unscharf einstellen	<input type="checkbox"/> aufnehmen oder fallen lassen	<input type="checkbox"/> heranholen oder wegrücken
b) Boom			
<input type="checkbox"/> Wertsteigerung	<input type="checkbox"/> Aufschwung	<input type="checkbox"/> Modeerscheinung	<input type="checkbox"/> Explosion
c) Akkommodation			
<input type="checkbox"/> Anpassung des Auges an die Sehtfernung	<input type="checkbox"/> Anpassung des Ohres an die Lautstärke	<input type="checkbox"/> Anpassung der Reizschwelle an einen Reiz	<input type="checkbox"/> Anpassung des Körpers an den Konsum von Drogen
d) Trommelfell			
<input type="checkbox"/> Bindegewebssäckchen am Mittelohr	<input type="checkbox"/> Bindegewebshäutchen zwischen Mittel- und Innenohr	<input type="checkbox"/> Bindegewebssäckchen am Außenohr	<input type="checkbox"/> Bindegewebshäutchen zwischen Außen- und Mittelohr

IX Anhang

Verb-Ausdr_1, Verb-Ausdr_2, Verb-Ausdr_3, Verb-Ausdr_4, Kom_1, Kom_2, Kom_3, Kom_4, Wortsch_1, Wortsch_2, Wortsch_3, Wortsch_4, Wortsch_5

Bitte lies dir die folgenden Aussagen durch und gib an, inwieweit sie auf dich zutreffen.

		trifft nicht zu	trifft etwas zu	trifft ziemlich zu	trifft völlig zu
		0	1	2	3
Verb-Ausdr__1	Ich kann mich sprachlich klar und verständlich ausdrücken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verb-Ausdr__2	Ich habe oft Ideen, die ich nur mit Schwierigkeiten ausdrücken kann.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verb-Ausdr__3	Ich habe häufig Schwierigkeiten, anderen Leuten Dinge mit Worten zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Verb-Ausdr__4	Ich kann meine Gedanken gut in Worte fassen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kom_1	Ich gehe in Diskussionen fast immer auf die Redebeiträge meines Gesprächspartners ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kom_2	Ich höre meinem Gesprächspartner aufmerksam zu.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kom_3	Mir ist es wichtig, meine Meinung in Diskussionen darzustellen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kom_4	Wenn ich jemandem etwas erkläre, versuche ich mir vorher vorzustellen, was er zu einem Thema schon weiß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wortsch_1	Ich lerne gerne neue Begriffe und integriere sie in meinen Wortschatz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wortsch_2	Mir macht es große Schwierigkeiten, mich genau und richtig auszudrücken.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wortsch_3	Ich habe einen großen Wortschatz.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wortsch_4	Mir fallen für Wörter oft gleichbedeutende andere Bezeichnungen ein.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wortsch_5	Mir fällt es schwer, in einem Gespräch einen Inhalt erneut, aber mit anderen Worten zu erklären.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IX.3.2 Nachtest

Kreuze an!

		trifft nicht zu	trifft etwas zu	trifft ziem- lich zu	trifft völlig zu
		0	1	2	3
SitInd_1	Ich finde das Thema „Sinnesorgane – Nervensystem - Drogen“ sehr interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SitInd_2	Das Thema macht mir viel Spaß.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
SitInd_3	Ich finde das Thema langweilig.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gespräch_K_1	Ich diskutiere sehr gerne mit anderen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gespräch_K_2	Bei uns zu Hause wird viel miteinander ge- redet..	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Gespräch_K_3	Ich treffe mich mit Freunden, um mich mit ihnen zu unterhalten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IndInt_1	Ich lese privat gerne über naturwissen- schaftliche Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IndInt_2	Ich spreche gerne mit Freunden über na- turwissenschaftliche Themen.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
IndInt_3	Ich finde Biologieunterricht interessant.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GP_Bez_1	Ich bin mit meinem Gesprächspartner be- freundet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GP_Bez_2	Ich habe mit meinem Gesprächspartner schon oft zusammengearbeitet.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GP_Bez_3	Ich sitze im Unterricht in der Regel neben meinem Gesprächspartner.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
GP_Bez_4	Ich mag meinen Gesprächspartner nicht.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

IX.4 Leitfaden für die Erstellung der Concept Maps (Schülermaterial)

Wir möchten etwas darüber erfahren, was ihr denkt und miteinander beredet, wenn ihr gemeinsam **ein** Begriffsnetz (Concept Map) zum Thema „Sinnesphysiologie“ konstruiert. Wichtig dabei ist, dass ihr bei der Konstruktion miteinander **redet**. Diese Erhebungen gehen nicht in die Benotung ein und dienen ausschließlich wissenschaftlichen Zwecken.

Arbeitsaufträge:

- 1) Nutzt bitte die unterschiedlich farbigen Stifte, die euch ausgeteilt werden und einigt euch jeder auf eine Farbe.
- 2) Ihr erhaltet klebende Karten und ein DIN-A₃-Blatt.
- 3) Schreibt bitte jeweils in der gewählten Farbe euren Code (Anfangsbuchstabe Vorname Vater, Anfangsbuchstabe Vorname Mutter und Geburtstag (TTMM) Mutter) auf das DIN-A₃-Blatt.
- 4) Ordnet und schiebt die Karten so lange auf dem DIN-A₃-Blatt, bis die Begriffe in einer für euch sinnvollen Anordnung zueinander stehen und eurem Wissen am besten entsprechen. Redet dabei ständig miteinander über eure Entscheidungen und Gedanken!
- 5) Klebt die Karten anschließend fest.
- 6) Verbindet Begriffe, zwischen denen Beziehungen bestehen, mit einem Pfeil und beschriftet ihn. Redet dabei miteinander über eure Entscheidungen, Gedanken und Notizen!
- 7) Versucht möglichst viele Begriffe zu verarbeiten und schafft zwischen ihnen so viele Verbindungen wie möglich.

Regeln:

- I) Verwendet keine Doppelpfeile! Entscheidet euch für eine Pfeilrichtung. Falls ihr euch nicht auf eine Richtung festlegen könnt, zeichnet zwei Pfeile ein und beschriftet die Pfeile jeweils einzeln!
- II) Ihr müsst nicht alle vorgegebenen Begriffe verwenden und nicht jeder Begriff muss mit jedem anderen Begriff verknüpft sein. Fügt bitte **keine** neuen Begriffe hinzu!
- III) Eure CM muss fachlich korrekt sein.
- IV) Ihr müsst während der Konstruktion der CM möglichst pausenlos mit eurem Partner sprechen. Kommentiert jeden Gedanken und jede Notiz beim Entwerfen der CM laut.
- V) Ordnet eure Äußerungen dabei bitte nicht besonders, sondern sprecht möglichst natürlich und so, wie ihr es sonst auch tut.
- VI) Solltet ihr für eine längere Zeit still sein, werden wir euch wie folgt zum Weiterreden auffordern: Bitte weiterreden./ Das Reden bitte nicht vergessen./ Bitte äußert eure Gedanken.

IX.5 Kodiermanual

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
Wissen		Wiederholen (I_W_W)	Wiederholungsstrategien	aufzählen der 12 Concept Map (CM) Begriffe	S2: Bogengänge. (DA2202 EA3103, Z. 480)	Satz
		Nachfragen (I_W_N)	inhaltliches nachfragen, bezüglich Verständnis	expliziter Rückgriff auf Wissensquelle des Gesprächspartners (GP)	S2: Was verstehst du denn unter Gehörschnecke? (DA2202 EA3103, Z. 187)	
		Schlussfolgerungen (I_W_schluss)	logische Inferenzen unter Verwendung der Informationen des Gesprächspartners (GP) sowie des eigenen Vorwissens	hinzufügen von Wissen durch Wissenserzeugung mittels logischer Inferenzen	S1: Aber wenn du betrunken bist, dann schwankst du doch immer. Also du hast doch extreme Gleichgewichtsstörungen. (DC0803 MU2812, Z. 278)	
		grafisches Schlussfolgern (I_W_CS)	grafisches Schlussfolgern in Form von Anordnen der Begriffe; Herleiten der Beziehungen	Inferenzen, die explizit dem Beschreiben der Zusammenhänge und dem Aufbau der CM dienen. Suche nach Beziehungen zwischen vorkommenden Begriffen in der CM; Verbindung Wissen+CM	S2: [...] Dann ist ja eher diese Reihenfolge, dass dann Pupille, Auge und dann der Sehnerv, der das leitet. (DM2709 RD2907, Z. 141-143)	
		Definieren (I_W_D)		GP kennt den Begriff, erinnert die Definition jedoch nicht auf Anhiß bzw. GP kennt den Begriff nicht und versucht die Definition zu rekonstruieren.	S1: Na, Reiz ist aber alles, also Reiz ist ja auch wenn man also... wenn man was sieht oder so, ist ja auch ein Reiz oder so, wenn man was hört. (DA2202 EA3103, Z. 140-142)	
		Fehlerdiagnose beim Elaborieren (I_W_F)		Zurücknahme von Bedeutungen, Verstärken von Bedeutungen, Korrigieren alter Informationen	S2: Hier kann man keine Entfernungen einschätzen. S1: Ja, durch den Tunnelblick, aber... S2: Nein, das ist kein Tunnelblick. (DM2709 RD2907, Z. 467-470)	

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
		Monitoring (I_W_M)		Zweifel oder Wiedererkennen von Lerninhalten; Inhaltlich Interessantes oder Neues wird kommentiert. Referenzquellen: Bezug zur Lebenswelt, Fach, Unterricht	S1: Aber trotzdem haben wir doch gerade gelernt, dass der Sehnerv das zum Gehirn leitet. (DA2202 EA3103, Z. 376) S2: Sind doch auch auf der..., das hatten wir mal in NTU, Netzhaut, Sinneszellen und Nervenzellen. (VV0301 DP2604, Z. 163)	
		Wissensnahe Äußerungen (I_W_nahe)		Äußerungen können nicht eindeutig einer Unterkategorie zugeordnet werden, sind aber eindeutig im Wissensbereich zu verorten, haben Bezug zu vorherig geäußerten Wissensinhalt	S2: [...] der Reiz nach Drogen, die Drogen beeinflussen die Pupille und das Auge. S1: Ja! (DM1903 MS1010, Z. 169–170)	
Wortschatz	Basiswörter	Basiswörter	2000 Einträge im Grundwortschatz von Langenscheidt (1991)	bekannte Wörter, die zu einem Thema einfallen, werden als erste gelernt und am meisten benutzt	Haus, Hund, Eltern, Tag	einzelnes Wort
	Konkreta/Abstrakta	Konkreta	außerhalb des Basiswortschatzes im vermuteten Sprachgebrauch von Neuntklässlern Substantive werden in zwei Gruppen unterteilt: Konkreta und Abstrakta	Konkreta: konkrete Substantive, die erkennbare, gegenständliche Dinge, die sinnlich wahrgenommen werden können, bezeichnen; Eigennamen, Gattungsnamen, Stoffbezeichnungen, Sammelbezeichnungen (Kollektiva)	Kran, Mädchen, Berlin, Familie, Redner	
		Abstrakta		Abstrakta bezeichnen abstrakte Substantive, etwas Nichtgegenständliches in der Wirklichkeit, das nicht sinnlich wahrgenommen werden kann;	Frieden, Moral, Demut, Bündnis, Stil	

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
				<p>Abstrakta müssen gesucht und präsentgehalten werden;</p> <p>Neubildung durch Substantivierungen von Infinitiven, Adjektiven und anderen Wortarten = unbegrenzte Gruppe</p> <p>Sie werden gewählt, um möglichst konzentriert Sachverhalte darzustellen: Bsp. Gesetzestext</p> <p>Abstrakta beziehen sich auf Eigenschaften, Zustände, Vorgänge/Prozessuales, Beziehungen, Hörbares</p>		
Fachsprache		domänenunspezifischer Fachwortschatz (unspez_FW)	Glossar NATURA 7/8 + 9/10	<p>allg. biol. Fachwortschatz</p> <p>keine Vermutungen, genaue Definition der Worte</p> <p>Wort muss erlernt worden sein, erinnert werden, um Wort ggf. in einem vernetzten Gebiet vorzutragen</p> <p>oft Komposita und/oder Fremdwörter.</p> <p>müssten als Einträge in Fach- oder Fremdwörterbüchern deklariert werden können.</p>	Zelle, Nerven	
		domänenspezifischer Fachwortschatz (spez_FW)		<p>bezeichnet den speziellen, engen Ausschnitt der Wörter aus der vorliegenden Unterrichtseinheit sowie die 12 Begriffe, die in der CM-Aufgabe vorgegeben wurden.</p>	Aktionspotenzial, Nervenzelle, Sinneszelle, Gehirn, Auge, Sehnerv, Hörnerv, Gehörschnecke, Bogengänge, Reiz, Reaktionszeit, Drogen, Alkohol, Pupille	

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
Argumentstruktur	einzel	Argumentstruktur niedrig (AS_e_niedrig)	Argumente, die lediglich aus einer Behauptung bestehen und von einem GP geäußert werden.	Behauptung hat hohen Allgemeinheitsgrad; einen Standpunkt, eine Sichtweise einbringen, vorschlagen; Nennen eines Faktos	S1: Die Reaktionszeit hängt doch auch vom Reiz ab, [...] (RB0503 HN2208, Z. 376)	Segment
		Argumentstruktur mittel 1 (AS_e_mittel)	Argumente, die zusätzlich zu einer Behauptung eine Beobachtung beinhalten und von einem GP geäußert werden.	Beobachtung realer Situationen, Bezug zu einer Autorität (Buch, Lehrer)	S1: Die Reaktionszeit hängt doch auch vom Reiz ab, wenn ich jetzt... Ich muss doch erstmal einen Reiz kriegen, um überhaupt zu reagieren und dann – sag ich mal zu sehen (RB0503 HN2208, Z. 376)	
		Argumentstruktur mittel 2 (AS_e_mittel)	Argumente, die zusätzlich zu einer Behauptung eine Begründung beinhalten und von einem GP geäußert werden.	Begründung = stützen, absichern, erläutern, folgern		
		Argumentstruktur hoch (AS_e_hoch)	Argumente, die aus einer Behauptung , einer Begründung und einer Beobachtung bestehen und von einem GP geäußert werden	s. o.	S1: Die Reaktionszeit hängt doch auch vom Reiz ab, wenn ich jetzt... Ich muss doch erstmal einen Reiz kriegen, um überhaupt zu reagieren und dann – sag ich mal zu sehen [...] Guck mal, manchmal ist es dunkel, plötzlich geht das Licht an, dann kriegt ich erstmal einen Reiz, dann ist das die Reaktionszeit und dann sieht man, oder? (RB0503 HN2208, Z. 376–378)	

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
	vernetzt	Argumentstruktur niedrig (AS_v_niedrig)	Argumente, die lediglich aus einer Behauptung bestehen und von jeweils einem der GP geäußert werden.	Behauptung hat hohen Allgemeinheitsgrad; einen Standpunkt, eine Sichtweise einbringen, vorschlagen; Nennen eines Fakttes	S1: Und die Sinneszellen sind doch im Gehirn, oder? (KK0206 WA1904, Z. 95-97)	
		Argumentstruktur mittel 1 (AS_v_mittel)	Argumente, die zusätzlich zu einer Behauptung eine Beobachtung beinhalten und von beiden GP in wechselnden Sprechakten geäußert werden.	Beobachtung realer Situationen, Bezug zu einer Autorität (Buch, Lehrer)	S1: Und die Sinneszellen sind doch im Gehirn, oder? S2: Sinneszellen hast du mehrere. Du hast auch in den Handflächen Sinneszellen, damit du spüren kannst. Sinneszellen sind überall. (KK0206 WA1904, Z. 95-100)	
		Argumentstruktur mittel 2 (AS_v_mittel)	Argumente, die zusätzlich zu einer Behauptung eine Begründung beinhalten und von beiden GP in wechselnden Sprechakten geäußert werden.	Begründung = stützen, absichern, erläutern, folgern		
		Argumentstruktur hoch (AS_v_hoch)	Argumente, die aus einer Behauptung , einer Begründung und einer Beobachtung bestehen und von beiden GP in wechselnden Sprechakten geäußert werden	s. o.	S1: Und die Sinneszellen sind doch im Gehirn, oder? S2: Sinneszellen hast du mehrere. Du hast auch in den Handflächen Sinneszellen damit du spüren kannst. Sinneszellen sind überall. S1: Die führen die Gedanken, das Gefühle zum Gehirn, oder? (KK0206 WA1904, Z. 95-102)	

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
Metakognitive Äußerungen		Äußerung zur Methode CM (I_MÄ_CM)	Kontrolle der eigenen kognitiven Funktionen: Fertigkeiten der Planung, Überwachung und Steuerung	GP äußert sich explizit zur Lernumgebung, zum Anordnen der Begriffe	S2: [...] Dann können wir das hier in die Mitte legen, ne? (TS2810 DF1608, Z. 50)	Satz
		Prozessorientierte Äußerungen (I_MÄ_PO)		GP beschreibt ihre Vorgehensweise	S1: Also, soll ich nochmal vorlesen? (DCo803 MU2812, Z. 11)	
		Monitoring (I_MÄ_M)	Verständnis bzw. Unverständnis sowie reflektierende Beurteilungen der eigenen Vorgehensweise auf der Ebene der metakognitiven Äußerungen; Vergewissern, Nachfragen um eine schlussendliche Bestätigung zu bekommen;	S1: So ganz gefällt mir das noch nicht. (DCo803 MU2812, Z. 129)		
		Metakognitivnahe Äußerungen (I_MÄ_nahe)	Äußerungen können nicht eindeutig zugeordnet werden, sind aber eindeutig im Metakognitiven Bereich zu verorten, haben Bezug zu vorherig geäußertem metakognitiven Inhalt	S1: Erstmal, wie alles angeordnet ist oder wie? S2: Genau. (IB182 YL1003, Z. 30–31)		
		sonstige Äußerungen (I_MÄ_sonst)	Alle nicht-inhaltlichen Äußerungen der GP, die keiner anderen Kategorie zugeordnet werden können.	S1: Ich bin nicht verfressen. (AC2104 GU0104, Z. 351)		

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
Argumentationsprozess		Argumentationsprozess niedrig (AP_niedrig)	neues Argument	thematischer Neuigkeitswert, Startpunkt einer Diskussion, keine Reaktion auf unmittelbar zuvor geäußertes Argument;	S1: Oder ist Bogengänge das hier? Ich glaube, das ist das Außenohr. Das muss irgendwie so drin sein. (RB0503 HN2208, Z. 484)	Segment
		Argumentationsprozess mittel (AP_mittel)	neues Argument – Gegenargument	Angriff auf das zuvor geäußerte Argument; gleiches Thema oder Idee wie vorheriges Argument; Bezug auf zuvor geäußertes Argument muss erkennbar sein, muss im weitesten Sinne dem Argument kritisch gegenüber stehen; meistens vom GP geäußert. Gegenargumente können allgemeine Kritik sein, Anzweifeln des Wahrheitsgehaltes des Arguments, Infragestellen der einzelnen Argumentkomponenten etc.	S1: Oder ist Bogengänge das hier? Ich glaube, das ist das Außenohr. Das muss irgendwie so drin sein. S2: Nein, ich glaub nicht, das ist irgendwie so drin, dass es das so weiterleitet, oder so. (RB0503 HN2208, Z. 484–485)	
		Argumentationsprozess hoch (AP_hoch)	neues Argument – Gegenargument – integratives Argument	Teile des zuvor geäußerten Arguments und des zuvor geäußerten Gegenarguments werden zueinander in Beziehung gesetzt. Integratives Argument muss Bezug auf das zuvor geäußerte Gegenargument nehmen und somit auch auf das ursprüngliche neue Argument in dieser Argumentationssequenz. Integrative Argumente können Beobachtungen des ursprünglich neuen Arguments aufnehmen und in die Begründung des Gegenarguments einfließen lassen oder bspw. das ursprünglich neue Argument aufgrund des Gegenarguments präzisieren.	S1: Oder ist Bogengänge das hier? Ich glaube, das ist das Außenohr. Das muss irgendwie so drin sein. S2: Nein, ich glaub nicht, das ist irgendwie so drin, dass es das so weiterleitet, oder so. S1: Oder ist es das dann mit dem Hörnerv oder mit der Gehörschnecke? (RB0503 HN2208, Z. 484–485)	

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
Audience Design		Zustimmung (AD_Z)		Wenn der GP Zustimmung äußert, kann der Sprecher daraus ableiten, in wie weit er verstanden wurde.	S1: Aber können wir ja schon mal das da hinlegen. S2: Ja. (EE0206 WG1902, z. 39-40)	Satz
		Ablehnung (AD_A)		Wenn der GP Unverständnis äußert, kann der Sprecher daraus ableiten, in wie weit er nicht verstanden wurde. Ebenfalls können Ablehnungen auch Verständnisäußerungen enthalten.	S1: [...] Vom Auge geht es ins Gehirn. S2: Nein. (GB0804 RS3004, Z. 228-230)	
		Rezeptionssignale (AD_R)		Feedbacksignale zeigen direkte Interaktion an.	S1: Wie in diesem komischen Test. S2: Mhm. (PR2305 BM0210, Z. 41-48)	
		Paraphrasieren (AD_P)		fremdbezogen; Antizipation und Adaptation; sprachliche Anpassung an das vermutete Wissen des anderen. Fachsprache-Alltagssprache, Wiederholung des Inhalts mit anderen Worten	S1: Ja, der Sehnerv, der funktioniert sozusagen nicht mehr so richtig. S2: Wie? S1: Der ist eingeschränkt. (EE0206 WG1902, Z. 353-354)	
		Wiederholungen (AD_W)		Worttreue Wiederholungen des eben Gesagtem, um GP vom Inhalt zu überzeugen, um darüber nachzudenken und/oder Zeit zu gewinnen, um Schreibprozess zu begleiten.	S2: Ähm, dann machen wir einfach ähm, wird negativ beeinflusst. S1: Hä? S2: Ja, wird negativ beeinflusst. (EE0206 WG1902, Z. 256-258)	

IX Anhang

Komponente	Oberkategorie	Kategorie/ (Variablenabkürzung)	Definition/Inhalt	Beschreibung	Ankerbeispiel	Kodiereinheit
		Akustisches Nichtverstehen (AD_AN)		GP hat Äußerung des GP akustisch nicht verstanden und fragt nach.	S1: Die Pupille wird langsamer? S2: Pille, was? S1: Die Pupille wird langsamer? (HA0411 JC2109, Z. 336–338)	

IX.6 Transkripte

Die analysierten Gesprächstranskripte befinden sich aufgrund ihrer umfangreichen Seitenzahlen auf einer CD-ROM. Diese Daten dürfen außerhalb der autorisierten Arbeitsgruppe nicht zur weiteren Analyse verwendet oder veröffentlicht werden.

IX.7 Korrelationsanalysen

Tabelle 55: Korrelationen nach Pearson der Komponenten Wissen und der Komponente Argumentationsprozess, N = 30

	Argumentationsprozess niedrig (AP_niedrig_m)	Argumentationsprozess mittel (AP_mittel_m)	Argumentationsprozess hoch (AP_hoch_m)
Wiederholen (I_W_W_m)	-,259	,269	,071
Nachfragen (I_W_N_m)	-,017	-,123	,180
Definieren (I_W_D_m)	-,114	,069	,110
Fehlerdiagnose (I_W_F_m)	-,006	-,256	,224
Grafisches Schlussfolgern (I_W_GS_m)	-,021	,100	-,164
Schlussfolgern (I_W_schluss_m)	-,435*	-,108	,718**
Monitoring (I_W_M_m)	,401*	-,293	-,176
Wissens nahe Äußerungen (I_W_nahe_m)	-,257	,084	,262

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Tabelle 56: Korrelationen nach Pearson der Komponenten Wissen und der Komponente Audience Design, N = 30

	Akustisches Nichtverstehen (AD_AN_m)	Rezeptions- signale (AD_R_m)	Zustimmun- gen (AD_Z_m)	Paraphrasie- ren (AD_P_m)	Wiederholun- gen (AD_W_m)	Ablehnungen (AD_A_m)
Wiederholen (I_W_W_m)	,340#	-,052	-,214	-,136	-,058	,269
Nachfragen (I_W_N_m)	-,109	-,265	,189	-,250	-,093	,071
Definieren (I_W_D_m)	,053	-,179	,118	-,379*	-,176	,093
Fehlerdiagnose (I_W_F_m)	,103	-,114	,042	-,358#	,312#	-,030
Grafisches Schlussfolgern (I_W_GS_m)	-,031	,208	,030	,512**	,232	,104
Schlussfolgern (I_W_schluss_m)	,056	-,190	-,234	-,325#	,242	-,234
Monitoring (I_W_M_m)	-,297	-,051	,222	,294	-,536**	-,073
Wissens nahe Äußerungen (I_W_nahe_m)	-,011	,193	,375*	-,113	-,016	,063

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

IX Anhang

Tabelle 57: Korrelationen nach Pearson der Komponente *Wortschatz* und der Komponente *Argumentationsprozess*, $N = 30$

	Argumentationsprozess niedrig (AP_niedrig_m)	Argumentationsprozess mittel (AP_mittel_m)	Argumentationsprozess hoch (AP_hoch_m)
unspezifischer Fachwortschatz (unspez_Fachw_G)	-,219	-,069	,345#
spezifischer Fachwortschatz (spez_Fachw_G)	-,475**	,458*	,052
Anzahl der Wörter (Wörter_G)	-,523**	,296	,427*
Basiswortschatz (Basiswort- schatz_G)	-,513**	,248	,476**

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Tabelle 58: Korrelationen nach Pearson der Komponente *Wortschatz* und der Komponente *Audience Design*, $N = 30$

	Akustisches Nichtverstehen (AD_AN_m)	Wiederholungen (AD_W_m)	Ablehnungen (AD_A_m)	Rezeptions- signale (AD_R_m)	Zustimmungen (AD_Z_m)	Paraphrasieren (AD_P_m)
unspezifischer Fachwortschatz (unspez_Fachw_G)	,136	,066	-,132	,164	-,057	,068
spezifischer Fachwortschatz (spez_Fachw_G)	,297	-,038	,587**	-,124	-,033	-,028
Anzahl der Wörter (Wörter_G)	-,022	,233	-,134	-,037	,055	,012
Basiswortschatz (Basis- wortschatz_G)	-,084	,175	-,170	-,079	,088	,020

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

IX Anhang

Tabelle 59: Korrelationen nach Pearson der Komponente *Argumentstruktur* und der Komponente *Argumentationsprozess*, $N = 30$

	Argumentationsprozess niedrig (AP_niedrig_m)	Argumentationsprozess mittel (AP_mittel_m)	Argumentationsprozess hoch (AP_hoch_m)
Argumentstruktur einzeln niedrig (AS_e_niedrig_M)	,273	,046	-,389*
Argumentstruktur einzeln mittel (AS_e_mittel_M)	,259	,131	-,535**
Argumentstruktur einzeln hoch (AS_e_hoch_M)	-,302	,110	,278
Argumentstruktur vernetzt niedrig (AS_v_niedrig_M)	-,085	-,214	,364*
Argumentstruktur vernetzt mittel (AS_v_mittel_M)	-,264	,139	,215
Argumentstruktur vernetzt hoch (AS_v_hoch_M)	-,245	-,073	,402*

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Tabelle 60: Korrelationen nach Pearson der Komponente *Argumentstruktur* und der Komponente *Audience Design*, $N = 30$

	Akustisches Nicht- verstehen (AD_AN_m)	Wieder- holungen (AD_W_m)	Ab- lehnungen (AD_A_m)	Rezeptions- signale (AD_R_m)	Zustimmun- gen (AD_Z_m)	Para- phrasieren (AD_P_m)
Argumentstruktur einzeln niedrig (AS_e_niedrig_M)	,279	-,413*	,364*	,094	,110	-,159
Argumentstruktur einzeln mittel (AS_e_mittel_M)	,157	-,399*	,300	-,027	,201	-,035
Argumentstruktur einzeln hoch (AS_e_hoch_M)	,073	-,270	,253	-,014	-,024	,000
Argumentstruktur vernetzt niedrig (AS_v_niedrig_M)	-,071	,667**	-,402*	-,174	-,281	-,183
Argumentstruktur vernetzt mittel (AS_v_mittel_M)	-,354	-,258	-,104	,184	,170	,442*
Argumentstruktur vernetzt hoch (AS_v_hoch_M)	-,179	,461*	-,325	-,009	-,190	,042

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

IX Anhang

Tabelle 61: Korrelationen nach Pearson der Komponente *Metakognitive Äußerungen* und der Komponente *Argumentationsprozess*, $N = 30$

	Argumentationsprozess niedrig (AP_niedrig_m)	Argumentationsprozess mittel (AP_mittel_m)	Argumentationsprozess hoch (AP_hoch_m)
Prozessorientiert (I_MÄ_P_m)	,169	-,062	-,234
Concept Map (I_MÄ_CM_m)	-,127	,282	-,171
Sonstige (I_MÄ_sonst_m)	,248	-,064	-,188
Monitoring (I_MÄ_M_m)	-,113	-,011	,152
Metakognitivnahe Äußerungen (I_MÄ_nahe_m)	,023	,065	-,075

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Tabelle 62: Korrelationen nach Pearson der Komponente *Metakognitive Äußerungen* und der Komponente *Audience Design*, $N = 30$

	Akustisches Nichtverstehen (AD_AN_m)	Wiederholungen (AD_W_m)	Ab- lehnungen (AD_A_m)	Rezeptions- signale (AD_R_m)	Zu- stimmungen (AD_Z_m)	Paraphra- sieren (AD_P_m)
Prozessorientiert (I_MÄ_P_m)	-,224	-,025	-,003	-,243	,067	,175
Concept Map (I_MÄ_CM_m)	,265	,039	,181	-,017	-,161	,065
Sonstige (I_MÄ_sonst_m)	,103	-,151	-,058	,016	-,456(*)	-,217
Monitoring (I_MÄ_M_m)	-,023	,224	-,105	-,053	-,016	-,009
Metakognitivnahe Äußerungen (I_MÄ_nahe_m)	-,082	-,091	-,145	,339	,472(**)	-,047

*** $p < .001$; ** $p < .01$; * $p < .05$; # $p < .1$

Danksagung

Dank gilt meinen Betreuern, Prof.Dr.Helmut Prechtel und Prof.Dr.Claudia Nerdel, die mich bei der Anfertigung der vorliegenden Dissertation konstruktiv, geduldig und fürsorglich unterstützt haben. Sie waren stets für meine Fragen erreichbar und gaben mir großen Freiraum die vorliegende Arbeit eigenständig zu gestalten.

Ich danke Prof.Dr.Ute Harms für die familienfreundlichen Arbeitsbedingungen sowie die vertraglichen Voraussetzungen, die maßgeblich dazu beigetragen haben, diese Arbeit fertig stellen zu können. Ebenfalls bedanke ich mich - nicht nur in diesem Zusammenhang - auch bei Prof.Dr.Horst Bayrhuber.

Ich danke Dr.Markus Lücken für seine freundliche, ausdauernde und umfangreiche Beratung und Unterstützung bei statistischen Problemen sowie Prof.Dr.Claus Carstensen für seine Hilfe.

Ausdrücklich möchte ich mich bei den Lehrern des Berliner bik-Schulsets bedanken. Ohne ihre unermüdliche und eifrige Unterstützung wäre die Durchführung der Studie nicht möglich gewesen. Ebenfalls bedanke ich mich bei den Schülern, die an dieser Untersuchung teilgenommen haben. Mit ihrer Einwilligung, sich beim fachbezogenen Kommunizieren filmen zu lassen, konnte diese Studie stattfinden.

Ich danke den Kollegen des Projekts „Biologie im Kontext“ für inspirierende und vielseitige Projekttreffen, anregende Gespräche und die so entstandene (wissenschaftliche) Gemeinschaft.

Des Weiteren gilt mein Dank allen IPN Kollegen für kleine und große (wissenschaftliche) Gespräche zwischendurch, für ihre hilfsbereite Unterstützung in kritischen Phasen und Lebenslagen sowie speziell der Biologieabteilung auch für ihre belebende Mensa- und Kaffeerundenkultur.

Besonderer Dank gilt Sandra Nitz, die unermüdlich transkribiert, Daten verwaltet und weitere hilfreiche Aufgaben übernommen hat. Insbesondere danke ich in diesem Zusammenhang Franziska Clemens für ihre zusätzliche tatkräftige und flexible Unterstützung, ohne die die Videodatenerhebung an Berliner Schulen nicht möglich gewesen wäre. Ausdrücklich möchte ich mich auch bei Imke Senftleben bedanken, die sich unermüdlich mit Schülergesprächen in jedweder Form konstruktiv auseinander gesetzt und die Kodierungsdiskussionen durch wertvolle Beiträge bereichert hat. Ich weiß eure Arbeit sehr zu schätzen!

Für das Korrekturlesen bedanke ich mich sehr herzlich bei Kristina Brandstädter, Dr.Ingrid Glowinski, Jörg Großschedl, Dr.Markus Lücken, Dr.Philipp Schmiemann und Mareike Schreiber.

Mein besonderer Dank gilt meiner Familie: Ich danke meinen Eltern für ihr unendliches Zutrauen in mein Tun und ihre in allen Phasen dieser Arbeit absolut verlässliche Unterstützung. Boy danke ich für seine Unterstützung, sein Verständnis, seine Geduld und seine Rücksichtnahme sowie für die nutzbringenden und aufbauenden Gespräche zu jeder Tages- und Nachtzeit. Tomke danke ich für ihr Dasein. Beide haben dazu beigetragen, meinen Blick auf das Wesentliche zu lenken.

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Dissertation – abgesehen von der Beratung durch meinen Betreuer Prof.Dr.Helmut Prechtel – nach Inhalt und Form mein eigenes Werk ist. Bei ihrer 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 diese Arbeit weder vollständig, noch in Teilen an anderer Stelle im Rahmen eines Prüfungsverfahrens vorgelegt, veröffentlicht oder zur Veröffentlichung eingereicht worden ist.

Kiel, 28. Mai 2009, Gesa Kramer