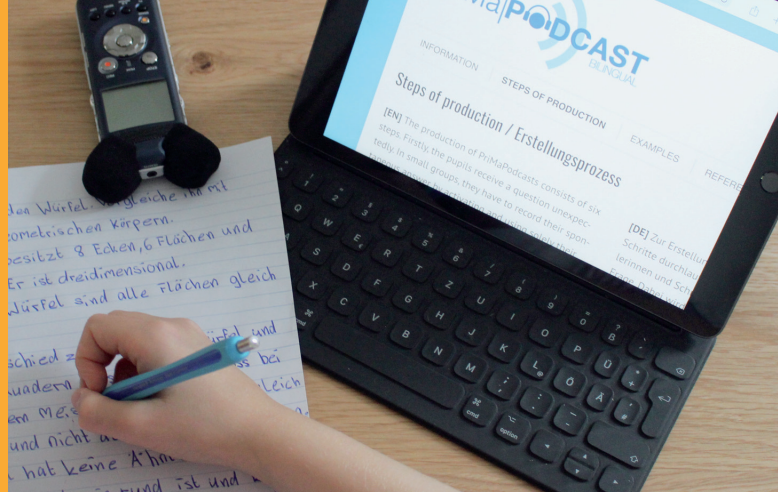


40



Empirische Studien zur Didaktik der Mathematik

Rebecca Klose

Mathematische Begriffsbildung

PriMaPodcasts
im bilingualen Kontext

WAXMANN

Empirische Studien zur Didaktik der Mathematik

herausgegeben von

Aiso Heinze und
Marcus Schütte

Band 40

Wissenschaftlicher Beirat

Tommy Dreyfus (Tel Aviv University, Israel)
Uwe Gellert (Freie Universität Berlin)
Gabriele Kaiser (Universität Hamburg)
Christine Knipping (Universität Bremen)
Konrad Krainer (Universität Klagenfurt, Österreich)
Götz Krummheuer (Universität Frankfurt)
Kristina Reiss (Technische Universität München)
Kurt Reusser (Universität Zürich, Schweiz)
Heinz Steinbring (Universität Duisburg-Essen)

Editorial

Der Mathematikunterricht steht vor großen Herausforderungen: Neuere empirische Untersuchungen legen (erneut) Defizite und Unzulänglichkeiten offen, deren Analyse und Behebung einer umfassenden empirischen Erforschung bedürfen. Der Erfolg derartiger Bemühungen hängt in umfassender Weise davon ab, inwieweit hierbei auch mathematikdidaktische Theoriebildung stattfindet. In der Reihe „Empirische Studien zur Didaktik der Mathematik“ werden dazu empirische Forschungsarbeiten veröffentlicht, die sich durch hohe Standards und internationale Anschlussfähigkeit auszeichnen. Das Spektrum umfasst sowohl grundlagentheoretische Arbeiten, in denen empirisch begründete, theoretische Ansätze zum besseren Verstehen mathematischer Unterrichtsprozesse vorgestellt werden, als auch eher implementative Studien, in denen innovative Ideen zur Gestaltung mathematischer Lehr-Lern-Prozesse erforscht und deren theoretische Grundlagen dargelegt werden. Alle Manuskripte müssen vor Aufnahme in die Reihe ein Begutachtungsverfahren positiv durchlaufen. Diese konsequente Begutachtung sichert den hohen Qualitätsstandard der Reihe.

Rebecca Klose

Mathematische Begriffsbildung

PriMaPodcasts im bilingualen Kontext



Waxmann 2022
Münster • New York

Gießener Dissertation im Fachbereich Sozial- und Kulturwissenschaften

Bibliografische Informationen der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.dnb.de> abrufbar.

Empirische Studien zur Didaktik der Mathematik, Band 40

Print-ISBN 978-3-8309-4422-5

E-Book-ISBN 978-3-8309-9422-0

∇ Waxmann Verlag GmbH, 2022

www.waxmann.com

info@waxmann.com

Umschlaggestaltung: Christian Averbek, Münster

Titelbild: Rebecca Klose

Für Mia Jolie und Annabelle

Danksagung

Das Leben bietet so mancherlei Überraschung und Unvorhergesehenes – so wie auch die anfängliche Arbeit an dieser Dissertation. In meiner ersten Elternzeit als Grundschullehrerin im Vorbereitungsdienst übte ich eine befristete Nebentätigkeit als Wissenschaftliche Mitarbeiterin an der Justus-Liebig-Universität in Gießen aus. In dieser Zeit galt mein Interesse der Verbindung von Mathematik und Sprache sowie dem bilingualen Mathematikunterricht. Nach einigen Monaten, einer ausgiebigen Literaturrecherche sowie ersten Datenerhebungen fiel schließlich meine Entscheidung, den Vorbereitungsdienst erst einmal hintenanzustellen. Ein besonderer Dank für diese Gelegenheit gilt Herrn Prof. Dr. Christof Schreiber. Er war es, der mir diesen Weg nicht nur eröffnete und für gute Rahmenbedingungen sorgte, sondern mich stets aus fachdidaktischer Perspektive beriet, vielfach ermutigte und immer an mich glaubte. Neben der interessanten Arbeit in Forschung und Lehre denke ich gerne an unsere gemeinsamen Auftritte auf nationalen und internationalen Tagungen, gemeinsame Publikationen, die errungene Auszeichnung für den fraMediale-Preis und vieles mehr. Vielen Dank, lieber Christof, für diese einprägsame, sehr lehrreiche und schöne Zeit! Ein weiterer besonderer Dank gilt Frau Prof. Dr. Susanne van Minnen. Sie war es, die mich insbesondere in lerntheoretischer und sprachwissenschaftlicher Hinsicht begleitete und beriet. Auf diese Weise eröffnete sie mir einen weiteren Blickwinkel auf meine Forschungsarbeit und die erhobenen Daten. Gerne denke ich zurück an unsere gemeinsame Teilnahme am Bundeskongress der Deutschen Gesellschaft für Sprachheilpädagogik (dgs) und die neuen und unvergesslichen Eindrücke. Vielen Dank, liebe Susanne, für deine herzliche und ermutigende Art sowie die wegweisenden, stets sehr konstruktiven Fachgespräche.

Ein weiterer Dank gilt den Schülerinnen und Schülern sowie den Lehrkräften der bilingualen Grundschulen, die an der Studie teilnahmen und mir dadurch erst die Erhebung meiner Daten ermöglichten. Bedanken möchte ich mich auch an dieser Stelle bei den verschiedenen studentischen Mitarbeiterinnen, die mich an die bilingualen Schulen begleiteten, erste Transkripte erstellten und formatierten und mich dabei unterstützten, gemeinsam die Daten im Sinne der Interaktionsanalyse zu betrachten. Besonders zu erwähnen sind dabei Kristina Hassinger, Hannah Kromm, Eileen Baschek, Hannah Sommer, Milena Jung, Rebecca Jänicke, Mirjam Hohenberger, Maren Scheuermann, Laura Giesbrecht und Ina Herkenhoff. Weiterhin danke ich den lieben Kolleginnen und Kollegen aus dem Doktorandenkolloquium der Mathematikdidaktik in Gießen sowie Judith Jung, die mich ebenfalls darin unterstützten, die Daten zu interpretieren.

Nicht zuletzt möchte ich meiner lieben Familie und meinen Freundinnen und Freunden danken, die mich in dieser Zeit begleiteten und unterstützten. Danke für eure Geduld und die schönen gemeinsamen Momente der Abwechslung! Danke Andi, dass du mich in meinem Vorhaben bestärkt hast. Meinen Eltern, Schwiegereltern und Geschwistern danke ich für alle kleinen und großen Gefallen!

Rebecca Klose

Inhalt

1	Einführung.....	13
1.1	Zur Verbindung von Fach und Sprache.....	13
1.2	Problemstellung: Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht.....	14
1.3	Zur Zielsetzung der Arbeit	15
1.4	Zur Struktur der Arbeit.....	16
2	Zum Begriff und zur Begriffsbildung.....	21
2.1	Fachdidaktische Sichtweisen.....	21
2.2	Wissenschaftstheoretische Zugänge	23
2.2.1	Philosophische Annäherungen	24
2.2.2	Psychologische Annäherungen.....	25
2.2.3	Lerntheoretische Annahmen.....	31
2.2.4	Annahmen der kognitiven Linguistik	34
2.3	Zur Analyse von Begriffsbildungsprozessen in der Mathematikdidaktik ..	39
3	Zur Bildung von Begriffen im Mathematikunterricht	45
3.1	Zur Einteilung mathematischer Begriffe	45
3.2	Zur Zielsetzung mathematischer Begriffsbildung	48
3.3	Mathematische Begriffsbildungsprozesse in der Grundschule	50
3.3.1	Wege zur Einführung geometrischer Begriffe.....	50
3.3.2	Begriffsarbeit im Unterricht	52
3.4	Fachsprache im Kontext mathematischer Begriffsbildung	60
3.4.1	Zur Bedeutung der Fachsprache	60
3.4.2	Das Register der mathematischen Fachsprache.....	61
3.4.3	Die Fachsprache und andere Sprachregister.....	75
3.5	Zur Bildung geometrischer Begriffe.....	77
3.5.1	Geometrisches Denken.....	77
3.5.2	Der Würfel.....	81
3.5.3	Symmetrie.....	85
4	Grundlagen zum Spracherwerb bilingualer Kinder.....	95
4.1	Spracherwerb	95
4.1.1	Begriffsbestimmung	95

4.1.2	Phasen des kindlichen Spracherwerbs.....	98
4.2	Mehrsprachigkeit.....	109
4.3	Bilingualität	110
4.4	Zum Erwerb zweier Sprachen	111
4.4.1	Der bilinguale Spracherwerb.....	111
4.4.2	Spracherwerbsbedingungen bilingualer Kinder	112
4.4.3	Lexikalische Fähigkeiten bilingualer Kinder	115
4.4.4	Kommunikative Strategien bilingualer Kinder.....	116
4.4.5	Zur Gestik bilingualer Kinder.....	118
5	Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht.....	121
5.1	Mehrsprachigkeit an Schulen	121
5.2	Mehrsprachigkeit und Mathematiklernen.....	126
5.2.1	Forschungen zum Mathematiklernen unter Bedingungen der Mehrsprachigkeit	127
5.2.2	Sprachförderung und Sprachbildung im Mathematikunterricht der Grundschule.....	129
5.3	Bilingualer Unterricht.....	133
5.3.1	Begriffsbestimmung	133
5.3.2	Zum Konzept.....	135
5.3.3	Zum Verhältnis von Sprach- und Inhaltslernen.....	138
5.3.4	Bilingualer Unterricht versus Fremdsprachenunterricht	140
5.3.5	Zur Begriffsbildung im bilingualen Unterricht	142
5.3.6	Zum Einsatz zweier Sprachen	144
5.3.7	Didaktisch-methodische Überlegungen.....	145
5.4	Bilingualer Mathematikunterricht	147
5.4.1	Hintergründe.....	147
5.4.2	Zum Verhältnis von Sprach- und Mathematiklernen	148
5.4.3	Zum Interkulturellen Lernen	149
5.4.4	Bilinguales Mathematiklernen in der Grundschule.....	151
5.4.5	Vorteile und Vorbehalte	152
5.4.6	Beispiel einer mehrsprachigen Schule.....	154
6	Methodologische Überlegungen und methodisches Vorgehen	157
6.1	Methodologische Überlegungen.....	157

6.1.1	Empirische Sozialforschung.....	157
6.1.2	Prinzipien und Methoden der qualitativen Sozialforschung.....	158
6.1.3	Qualitative Schul- und Unterrichtsforschung.....	159
6.1.4	Qualitative und Interpretative Forschung in der Mathematikdidaktik .	160
6.2	Forschungsfragen.....	163
6.3	Methodisches Vorgehen	165
6.3.1	Zur Methode ‚PriMaPodcast‘	165
6.3.2	Vorarbeiten.....	171
6.3.3	Zur Datenerhebung.....	172
6.3.4	Zur Datenfixierung	174
6.3.5	Zur Datenanalyse.....	176
6.3.6	Zur Datenauswertung	178
7	Empirisches Beispiel ‚Der Würfel‘	181
7.1	Spontanaufnahme	181
7.2	Drehbuch I.....	196
7.3	Rohfassung	199
7.4	Redaktionssitzung.....	200
7.5	Drehbuch II.....	202
7.6	Audio-Podcast	205
8	Empirische Analysen.....	207
8.1	Überblick zu den Datensätzen.....	207
8.2	Datensatz 1: symmetry	209
8.2.1	Zusammenfassungen	209
8.2.2	Schlussfolgerungen zur Verwendung von Fachsprache.....	216
8.2.3	Schlussfolgerungen zum Einfluss der Erstellungsphasen	222
8.3	Datensatz 2: cube.....	226
8.3.1	Zusammenfassungen	226
8.3.2	Schlussfolgerungen zur Verwendung von Fachsprache.....	229
8.3.3	Schlussfolgerungen zum Einfluss der Erstellungsphasen	235
8.4	Datensatz 3: Symmetrie.....	238
8.4.1	Zusammenfassungen	238
8.4.2	Schlussfolgerungen zur Verwendung von Fachsprache.....	244

8.4.3	Schlussfolgerungen zum Einfluss der Erstellungsphasen	247
8.5	Datensatz 4: Würfel	249
8.5.1	Auswertung 1: Spontanaufnahme.....	250
8.5.2	Auswertung 2: Drehbuch I und Rohfassung.....	265
8.5.3	Auswertung 3: Redaktionssitzung, Drehbuch II und Audio-Podcast... 278	
8.5.4	Zusammenfassungen	296
8.5.5	Schlussfolgerungen zur Verwendung von Fachsprache.....	301
8.5.6	Schlussfolgerungen zum Einfluss der Erstellungsphasen	305
8.6	Empirische Erkenntnisse aus der Studie.....	308
8.6.1	Zur Verwendung von Fachsprache.....	308
8.6.2	Zum Einsatz des Erhebungsinstrumentes	312
8.6.3	Weitere Erkenntnisse	315
9	Resümee.....	319
9.1	Reflexion der Ergebnisse.....	319
9.1.1	Zum Einsatz des Erhebungsinstrumentes.....	319
9.1.2	Zur Auswahl der Zielsprachen	320
9.1.3	Zur Auswahl der Begriffe.....	321
9.2	Unterrichtspraktische Hinweise.....	323
9.3	Ausblick.....	327
9.3.1	Mathematische Begriffsbildung im bilingualen Kontext	327
9.3.2	Beitrag zur Sachfachdidaktik für den bilingualen Mathematikunterricht.....	329
	Literatur	331
	Abbildungsverzeichnis	359
	Tabellenverzeichnis	361
	Transkriptverzeichnis.....	363

Der Anhang steht online unter <https://www.waxmann.com/buch4422> zum Download bereit.

„Sprache im Fachunterricht ist wie ein Werkzeug, das man gebraucht, während man es noch schmiedet.“ (Butzkamm 1989, 110)

1 Einführung

1.1 Zur Verbindung von Fach und Sprache

Aufgabe jedes Faches ist es, spezifische Fachinhalte zu vermitteln und die Lernenden in ihren Erkenntnisprozessen zu unterstützen. Jedes Fach hat dazu eigene Fachbegriffe, (fach-)sprachliche Zugänge und Arbeitsweisen. Der Sprache und insbesondere den sprachlichen Fähigkeiten von Schülerinnen und Schülern kommt aus heutiger Sicht hinsichtlich des Lernerfolgs in der Schule eine große Bedeutung zu. Dass Sprache und Fachunterricht eng aneinandergespleißt sind, wird auch im angeführten Zitat hervorgehoben. Sprache ist einerseits ein noch nicht fertig gestelltes Werkzeug, stellt andererseits jedoch das Medium zur Erschließung und Bearbeitung von Inhalten im Fachunterricht dar. Im Bildungskontext Schule muss Sprache sowohl als Alltagssprache als auch als Bildungssprache erst noch an und in der Auseinandersetzung mit Fachinhalten erworben und weiter geschärft werden. Bezüglich der Fachsprache geht es darum, ihren fachgebundenen Wortschatz, die sprachlichen Strukturen und domänenspezifischen Textformen zu erwerben.

Der enge Zusammenhang von Fach und Sprache bezieht sich auch auf den Mathematikunterricht, wenngleich Mathematik lange Zeit als sprach- und kommunikationsarmes Unterrichtsfach angesehen wurde. Nach heutigen Erkenntnissen nimmt Sprache beim Mathematiklernen und bei der mathematischen Begriffsbildung eine bedeutende Rolle ein.

„Sprache ist entscheidend für den Aufbau mathematischer Begriffe und für den verständigen Erwerb mathematischen Wissens und mathematischer Verfahren.“ (Verboom 2011, 40)

Maier und Schweiger (1999) unterscheiden zwei Funktionen der Sprache im Mathematikunterricht. Die *kognitive* Funktion der Sprache dient dem Erkenntnisgewinn und steht mit der Bildung mathematischer Begriffe in einem engen Zusammenhang. Durch die *kommunikative* Funktion von Sprache kann wiederum ein Austausch über individuelle Denkprozesse stattfinden (vgl. ebd., 11). Es ist die Fachsprache, die nach Meyer und Tiedemann (2017) beim Mathematiklernen sowohl eine kognitive als auch eine kommunikative Funktion erfüllt (vgl. ebd., 43). Unter einer sozio-linguistischen Perspektive ist die Fachsprache ferner als „fachspezifische Kommunikation im Unterricht“ (Jörissen & Schmidt-Thieme 2015, 394) zu verstehen. Sie ermöglicht erst einen Bezug zu den fachlichen Gegenständen und Sachverhalten. Auf diese Weise stehen die Entwicklungen

sprachlicher und fachlicher Kompetenzen insbesondere auch beim Mathematiklernen in einem engen Zusammenhang.

Dieser wird auch durch die Bildungsstandards zum Fach Mathematik verdeutlicht. In den Bildungsstandards wird Sprachkompetenz allgemein als ein „integrierter Bestandteil mathematischer Kompetenz im Sinne der *mathematical literacy*“ (Linneweber-Lammerskitten 2013, 151; Hervorhebung im Original) angesehen. Mathematische Bildung umfasst demnach neben der Anwendung von Wissen und Können stets den sprachlichen Austausch über Mathematik als auch eine diskursive Auseinandersetzung mit der Weltsicht anderer (vgl. ebd., 154). Es werden verschiedene allgemeine mathematische Kompetenzen, wie das ‚Kommunizieren‘ und ‚Darstellen‘, und diverse inhaltsbezogene mathematischen Kompetenzen, wie ‚Raum & Form‘ und ‚Muster & Strukturen‘, unterschieden. Das ‚Kommunizieren‘ im Sinne der Bildungsstandards sieht nach diesem Verständnis die sachgerechte Verwendung von Fachbegriffen, das Beschreiben von Vorgängen sowie das gemeinsame Reflektieren beim Mathematiklernen vor (vgl. KMK 2005, 8). Der Inhaltsbereich ‚Raum & Form‘ schließt die Orientierung im Raum, den Umgang mit geometrischen Figuren und einfachen geometrischen Abbildungen sowie das Messen und Vergleichen von Flächen- und Rauminhalten mit ein (vgl. ebd., 10). Die Berücksichtigung und Verbindung der verschiedenen allgemeinen und inhaltsbezogenen mathematischen Kompetenzen sowie eine Implementierung verschiedener Sprachanlässe im Mathematikunterricht ermöglichen neben einer inhaltlichen Auseinandersetzung insbesondere die Unterstützung fachspezifischer und allgemein sprachlicher Kompetenzen (vgl. Jörissen & Schmidt-Thieme 2015). Wenngleich der Fachunterricht im deutschen Schulsystem zumeist in der Unterrichtssprache Deutsch erfolgt, rücken im Zuge der Internationalisierung und Globalisierung zunehmend der Einfluss weiterer natürlicher Sprachen sowie zweitsprachliche Lernprozesse beim Mathematiklernen in den Fokus des Interesses.

1.2 Problemstellung: Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht

Die Bundesrepublik Deutschland hat sich in den vergangenen Jahrzehnten zu einem beliebten Einwanderungsland mit einer multikulturellen und mehrsprachigen Gesellschaft entwickelt. In den deutschen Bildungsinstitutionen des Elementar-, Primar- und Sekundarstufenbereichs I stellt Deutsch mittlerweile für fast jedes dritte Kind eine Zweitsprache dar (vgl. KMK 2012, 2). Vor diesem Hintergrund gewinnen Theorien zum (bilingualen) Spracherwerb und die Berücksichtigung der Herkunftssprachen von Schülerinnen und Schülern an Bedeutung. Sprachkompetenz bildet nicht nur die Basis für die emotionale, soziale und kognitive Entwicklung eines Kindes (vgl. Hessisches Ministerium für Soziales und Integration & Hessisches Kultusministerium 2014, 66). Gerade im Hinblick auf die Verbindung von Fach und Sprache (siehe Kapitel 1.1) stellt Sprachkompetenz eine Schlüsselqualifikation für den schulischen und beruflichen Erfolg und damit für die gesellschaftliche Teilhabe dar.

Aus diesem Grund wird Sprachförderung in neuerer Zeit als Querschnittsaufgabe aller Fächer postuliert. Verschiedene Bildungseinrichtungen nehmen neben sprachstrukturellen Förderungsaspekten vermehrt sprachbildende Aspekte in den Blick. Sprachbildung setzt sich sowohl die aktive Auseinandersetzung mit weiteren natürlichen Sprachen als auch die Wertschätzung anderer Herkunft- und Familiensprachen zum Ziel (vgl. Reich 2008, 21). Für den Mathematikunterricht in der Primarstufe wurden in diesem Zuge Materialien und praxisorientierte Handbücher für eine fachbezogene Sprachförderung entwickelt (z.B. Abshagen 2015; Weis 2013b; siehe dazu ausführlich Kapitel 5.1).

Des Weiteren wurden Ansätze betrachtet und konzipiert, die einen ressourcenorientierten Blick auf Mehrsprachigkeit im Unterricht einnehmen. Setati (2005, 447) gibt dazu Hinweise für den englischsprachigen Raum (siehe auch Barwell 2015; Moschkovich 2009; Schader 2012). Mehrsprachigkeit kann im Mathematikunterricht vielfältige Formen einnehmen – von der Verwendung *verschiedener* Sprachen im Unterricht (v.a. in multilingualen Ländern wie Südafrika) bis hin zur Verwendung einer *zusätzlichen* Zielsprache. Die Thematik der vorliegenden Arbeit richtet den Fokus auf *Content and language integrated learning* (CLIL). Bei CLIL handelt es sich um ein pädagogisches Konzept, welches Fachlernen und Fremdspracherwerb als integriert betrachtet. CLIL wird auf europäischer Ebene als Oberbegriff für verschiedene bilinguale Modelle verwendet (vgl. European Commission 2006). Innerhalb der Fremdsprachenforschung ist bilinguales Lernen bereits seit vielen Jahren im Fokus des Interesses. CLIL wird mittlerweile als eine sehr effektive Methode angesehen, eine Fremdsprache an authentischen Inhalten zu erwerben. Im Gegensatz zum traditionellen Fremdsprachenunterricht geht es nicht primär um das *Erlernen* einer Fremdsprache. Es findet vielmehr ein *Erwerb* natürlicher Sprachen an authentischen Fachinhalten statt. Aus fachdidaktischer Perspektive und speziell im Bereich der Mathematikdidaktik mangelt es jedoch diesbezüglich an Untersuchungen und empirischer Fundierung (vgl. Liebold 2013, 1). Obwohl das Fach Mathematik schon seit Ende der 1990er Jahren in den bilingualen Fächerkanon aufgenommen wurde (vgl. KMK 2006, 17), liegt für den Mathematikunterricht noch kein theoretisch fundiertes Konzept in Form einer „eigenständigen Sachfachdidaktik“ (Küppers 2013, 308) vor. Dennoch wird bilinguales Mathematiklernen an Schulen in verschiedenen Bundesländern derzeit praktiziert.

1.3 Zur Zielsetzung der Arbeit

Begriffsbildung stellt die Schnittmenge der beiden Komponenten des sprachlichen und fachlichen Lernens dar. Dies trifft auch auf den bilingualen Unterricht zu (vgl. Fries 2013; Bonnet, Breidbach & Hallet 2009). Im Hinblick auf die Thematik der mathematischen Begriffsbildung von bilingual unterrichteten Schülerinnen und Schülern ist es Ziel der vorliegenden Arbeit, die folgende Frage zu beantworten:

Inwieweit verwenden bilingual unterrichtete Schülerinnen und Schüler einer vierten Klasse mathematische Fachsprache zur Beschreibung geometrischer Begriffe in den Zielsprachen Deutsch und Englisch?

In Anbetracht dessen, dass die Aneignung einer Fachterminologie im Mathematikunterricht parallel zu einer inhaltlich-konzeptionellen Begriffsbildung verlaufen sollte, wird im Rahmen dieser Arbeit untersucht, auf welche konzeptionellen Begriffsvorstellungen bzw. auf welches Begriffsverständnis sprachliche Äußerungen der Schülerinnen und Schüler hindeuten und welche fachsprachlichen Mittel sie diesbezüglich in ihren verbalen Äußerungen nutzen. Des Weiteren wird erforscht, welche Kommunikationsmittel und kommunikativen Strategien in den schülerbezogenen Darstellungen der Begriffe zum Einsatz kommen (siehe dazu ausführlich Kapitel 6.2).

Zur Untersuchung des dargelegten Forschungsinteresses wird primär eine mathematikdidaktische Perspektive unter Berücksichtigung bedeutender sprachwissenschaftlicher Erkenntnisse, insbesondere zum (bilingualen) Spracherwerb und zur Mehrsprachigkeit im Kontext Schule, eingenommen. Die Darstellung und Diskussion um den bilingualen (Mathematik-)Unterricht erfolgt u.a. in Bezug auf Theorien der Fremdsprachen- und CLIL-Forschung. Als Erhebungsinstrument der qualitativen Studie wird die Methode ‚PriMaPodcast‘ (Schreiber 2012) genutzt, bei welcher die Schülerinnen und Schüler einer vierten Klasse Audio-Podcasts zu mathematischen Begriffen auf Deutsch und Englisch aufnehmen. Zur Erstellung von mathematischen Audio-Podcasts durchlaufen sie sechs Schritte (siehe dazu Kapitel 6.3.1). Auch das Erhebungsinstrument ist Gegenstand der Untersuchung (siehe dazu ausführlich Kapitel 6.2). Die empirische Studie ist in der qualitativen Schul- und Unterrichtsforschung zu verorten und folgt einer rekonstruktiv-interpretativen Methodologie (siehe Kapitel 6.1).

1.4 Zur Struktur der Arbeit

Die Arbeit besteht aus zwei Teilen. Bei dem vorliegenden Band handelt es sich um Teil 1. Teil 2 umfasst den unveröffentlichten Transkriptband mit den ausführlichen Auswertungen. Im Anhang¹ werden exemplarisch Transkripte zu einem Datensatz dargelegt. Teil 1 ist in drei thematische Bereiche gegliedert.

Der erste Bereich umfasst die *theoretische Grundlegung (T1–T4)*. Im zweiten Bereich wird das *Design (D1–D3)* der empirischen Studie erläutert. Der dritte Bereich stellt die *Ergebnisse (E1–E3)* dar (siehe Tabelle 1.4):

1 Der Anhang zum Buch steht online unter www.waxmann.com/buch4422 zum kostenlosen Download zur Verfügung.

1) Theoretische Grundlegung (T1–T4)			
T1 (Kapitel 2): Bildung mathematischer Begriffe	T2 (Kapitel 3): Begriffsbildung im Mathematikunter- richt	T3 (Kapitel 4): (Bilingualer) Spracherwerb	T4 (Kapitel 5): Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht
2) Design (D1–D2)			
D1 (Kapitel 6): Methodologie und Methode		D2 (Kapitel 7): Empirisches Beispiel	
3) Ergebnisse (E1–E2)			
E1 (Kapitel 8): Empirische Analysen Empirische Erkenntnisse aus der Studie		E2 (Kapitel 9): Resümee	

Tab. 1.4: Überblick zur Struktur der Arbeit

Die *theoretische Grundlegung (T1–T4)* erfolgt in vier Teilbereichen:

Der *erste Teilbereich (T1)* bezieht sich auf theoretische Aspekte hinsichtlich der Bildung mathematischer Begriffe im bilingualen Unterricht. Dazu erfolgt im zweiten Kapitel zunächst eine fachdidaktische Annäherung an den Begriff und die Begriffsbildung (2.1). Zwei Stränge mathematischer Begriffsbildung werden näher beschrieben, indem auf relevante wissenschaftstheoretische Zugänge (2.2) Bezug genommen wird. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass ‚Begriff‘ nicht nur in alltags- bzw. fachsprachlicher Hinsicht oftmals verschieden gebraucht wird, sondern dies auch in unterschiedlichen Disziplinen der Fall ist. Eine Übersetzung in andere Sprachen wie ins Englische mit ‚concept‘ oder ‚notion‘ kann sich ebenso als problematisch darstellen und in Folge dessen Missverständnisse und Irritationen hervorrufen. Umso wichtiger erscheint eine Klärung des ‚Begriffs‘ und der ‚Begriffsbildung‘ aus unterschiedlichen Perspektiven zu Beginn. In Kapitel 2.3 erfolgt dazu ein Überblick über Analyseschemata, welche mitunter im Kontext der interpretativen Erforschung des Mathematikunterrichts genutzt werden.

Auf dieser Grundlage wird *im zweiten Teilbereich (T2)* die Bildung mathematischer Begriffe im Mathematikunterricht näher charakterisiert. Zunächst wird eine Einteilung mathematischer Begriffe (3.1) vorgenommen, um daraufhin die Zielsetzung (3.2) und den Prozess (3.3) mathematischer Begriffsbildung mit Blick auf die Primarstufe darzubieten. Weiterhin zeigt die in Verbindung mit mathematischen Begriffsbildungsprozessen stehende Fachsprache (3.4) eine hohe Relevanz auf. Die Bedeutung (3.4.1) sowie das Register (3.4.2) der mathematischen Fachsprache werden mittels einer sozilinguistischen Perspektive, auch in Bezug zu anderen Sprachregistern (3.4.3), näher dargestellt. Hierbei werden sowohl verschiedene semiotische Modi als auch fachsprachliche

Merkmale betrachtet. Im Sinne des Forschungsinteresses erfolgt in Kapitel 3.4.2 hinsichtlich des Mathematikunterrichts eine linguistische Gegenüberstellung fachsprachlicher Mittel in der deutschen und englischen Sprache. Da in der empirischen Studie zwei geometrische Begriffe von besonderer Relevanz sind, wird im Weiteren die Bildung geometrischer Begriffe (3.5) detaillierter betrachtet. Neben Annahmen zum geometrischen Denken (3.5.1) wird der Fokus auf die geometrischen Begriffe ‚Würfel‘ (3.5.2) und ‚Symmetrie‘ (3.5.3) gerichtet. An dieser Stelle beziehen sich die Ausführungen zur Thematisierung der beiden Fachbegriffe weitestgehend auf den Grundschulunterricht. Die Verwendung (fach-)sprachlicher Mittel hinsichtlich beider Begriffe ist Untersuchungsgegenstand der empirischen Studie.

Im *dritten Teilbereich (T3)* werden grundlegende Theorien und Begriffe zum (bilingualen) Spracherwerb geklärt: Dazu werden im *vierten Kapitel* zunächst der Begriff des Spracherwerbs als solcher (4.1.1) sowie die Phasen des kindlichen Spracherwerbs (4.1.2) näher bestimmt. Im Sinne des Forschungsinteresses werden Besonderheiten der deutschen Sprache denen der englischen Sprache gegenübergestellt. Daraufhin werden die Begriffe ‚Mehrsprachigkeit‘ (4.2) und ‚Bilingualität‘ (4.3) erläutert. In Kapitel 4.4 wird der Frage nachgegangen wie Kinder zwei Sprachen erwerben. Dazu wird die Bilingualität als Sonderfall des Spracherwerbs betrachtet (4.4.1) und Spracherwerbsbedingungen von bilingualen Kindern (4.4.2) gesondert in den Blick genommen. Im Sinne des Forschungsinteresses wird daraufhin der Fokus auch auf die lexikalischen Fähigkeiten (4.3.3), auf bestimmte Kommunikationsstrategien (4.4.4) und auf die Gestik (4.4.5) bilingualer Kinder gerichtet.

Der *vierte Teilbereich (T4)* nimmt gesondert das Konstrukt der Mehrsprachigkeit im Mathematikunterricht der Grundschule in den Blick: Zunächst wird im *fünften Kapitel* die Mehrsprachigkeit im Regelunterricht näher beschrieben (5.1). Es werden Hintergründe dargelegt und Möglichkeiten aufgezeigt, wie der derzeitige Mathematikunterricht Mehrsprachigkeit in einem ressourcenorientierten Sinne berücksichtigen kann. Daraufhin wird der Zusammenhang von Mehrsprachigkeit und Mathematiklernen (5.2) insofern betrachtet, dass auf aktuelle Forschungen zum Mathematiklernen unter Bedingungen von Mehrsprachigkeit verwiesen wird und wichtige Erkenntnisse zur Sprachfähigkeit dargelegt werden (5.2.1). Weiterhin werden Möglichkeiten und Ansätze zur Sprachförderung im Mathematikunterricht der Grundschule aufgezeigt (5.2.2). In Kapitel 5.3 wird der Fokus gezielt auf den bilingualen Unterricht gerichtet. Nach einer Begriffsbestimmung (5.3.1) wird das Konzept des bilingualen Unterrichts in Bezug auf CLIL näher beschrieben (5.3.2) und das Verhältnis von Sprach- und Inhaltlernen anhand verschiedener bilingualer Modelle erläutert (5.3.3). Im Sinne des Forschungsinteresses wird der Frage nach der Begriffsbildung im bilingualen Unterricht (5.3.5) auch in Abgrenzung zum herkömmlichen Fremdsprachenunterricht (5.3.4) nachgegangen. Möglichkeiten für eine didaktisch-methodische Gestaltung des bilingualen Unterrichts in der Grundschule werden daraufhin aufgezeigt (5.3.7). Auf dieser Grundlage soll der bilinguale Mathematikunterricht gesondert in den Blick genommen werden (5.4). Wie anfangs erläutert, gibt es bislang keine eigene Sachfachdidaktik für den bilingualen Mathematikunterricht. An dieser Stelle sollen also zunächst Hintergründe in Form von ersten theoretischen Überlegun-

gen aufgezeigt werden (5.4.1). Das Verhältnis von Sprach- und Mathematiklernen wird anhand eines ausgewählten Modelles diskutiert (5.4.2). Möglichkeiten interkulturellen Lernens im Mathematikunterricht werden vorgestellt (5.4.3) und erste didaktisch-methodische Überlegungen (5.4.4.) angestellt. Nachdem ein Überblick zu Vorteilen und Vorbehalten gegeben wird (5.4.5), soll abschließend die mögliche Umsetzung eines bilingualen Mathematikunterrichts anhand eines Beispiels dargestellt werden (5.4.6).

Das *Design der empirischen Studie (D1 und D2)* wird in den Kapiteln 6 und 7 erläutert:

Im *sechsten Kapitel (D1)* erfolgen zunächst Ausführungen zur Methodologie hinsichtlich der qualitativen Studie (6.1). In Kapitel 6.2 werden daraufhin die Forschungsfragen der vorliegenden Arbeit aufgeführt. Auf dieser Grundlage wird das methodische Vorgehen in Kapitel 6.3 ausführlich erläutert. Nach der Darstellung des Erhebungsinstruments ‚PriMaPodcast‘ (6.3.1), folgen Angaben zu den Vorarbeiten (6.3.2) sowie zum Vorgehen bei der Erhebung (6.3.3), Fixierung (6.3.4), Analyse (6.3.5) und Auswertung (6.3.6) der Daten.

Das empirische Beispiel ‚der Würfel‘ im *siebten Kapitel (D2)* soll das methodische Vorgehen illustrieren. Das Vorgehen in allen Erstellungsphasen wird exemplarisch durch die Darstellung von Transkripten bzw. Transkriptauschnitten und der Abbildung von Lernartefakten dargelegt (siehe Kapitel 7.1 bis Kapitel 7.6). Der umfangreiche Datensatz ist auch online einsehbar. Auswertungen befinden sich auch in Kapitel 8.5.

Die *Ergebnisse der vorliegenden Arbeit (E1 und E2)* stellen die empirischen Analysen und empirischen Erkenntnisse aus der Studie in Kapitel 8 sowie das Resümee in Kapitel 9 dar:

Im *achten Kapitel (E1)* werden die empirischen Analysen dargeboten. Zunächst wird in Kapitel 8.1 ein Überblick zu den vier Datensätzen und den Sprachkenntnissen der Schülerinnen und Schüler gegeben. Daraufhin werden in Kapitel 8.2 bis Kapitel 8.5 die aus der Analyse und Auswertung hervorgehenden Zusammenfassungen und Schlussfolgerungen zu allen vier Datensätzen dargelegt. In Kapitel 8.5 werden zusätzlich Auswertungen dargelegt. Kapitel 8.6 stellt die zentralen Erkenntnisse aus der Studie im Hinblick auf das Forschungsinteresse dar.

Das *Kapitel 9 (E2)* rundet mit einem abschließenden Resümee die Arbeit ab. Das Kapitel 9.1 umfasst Reflexionen zum Einsatz des Erhebungsinstruments (Kapitel 9.1.1), der Auswahl der Zielsprachen (Kapitel 9.1.2) sowie der Auswahl der Begriffe (Kapitel 9.1.3). Weiterhin werden unterrichtspraktische Hinweise gegeben (Kapitel 9.2). Der Ausblick (Kapitel 9.3) zeigt weiteren Forschungsbedarf im Hinblick auf die mathematische Begriffsbildung im bilingualen Kontext auf (Kapitel 9.3.1). Es werden ferner konzeptionelle Überlegungen zu einer Sachfachdidaktik für den bilingualen Mathematikunterricht getroffen (Kapitel 9.3.2).

2 Zum Begriff und zur Begriffsbildung

2.1 Fachdidaktische Sichtweisen

Begriffe spielen in der Mathematik und im Mathematikunterricht eine zentrale Rolle. Bereits Wittenberg charakterisiert die Mathematik im Titel seiner Promotionsarbeit als ein Experiment reinen Denkens, eines Denkens in Begriffen (Wittenberg 1957). In der fachdidaktischen Literatur werden grundsätzlich zwei Aspekte mathematischer Begriffsbildung unterschieden (z.B. Lambert 2003, Hischer 2012). Begriffsbildung im *kulturhistorischen* Sinne betrachtet den historischen Entwicklungsprozess von Begriffen innerhalb der mathematischen Wissenschaft. In dieser Hinsicht werden mathematische Begriffe als konventionelle Begriffe angesehen, „die einen langen Entwicklungsprozess durchlaufen haben, wodurch sie immer weiter ausgeschärft und für eine entsprechende Theorie exaktifiziert wurden“ (Laakmann 2013, 13). Begriffsbildung in einem *ontogenetischen* Sinne nimmt den Begriffsbildungsprozess des Individuums in den Blick. Zu Schulbeginn stehen die Kinder noch am Anfang ihres mathematischen Begriffsbildungsprozesses. Ihre individuellen Begriffe können sich in der Kommunikation mit anderen allmählich ausschärfen und in einem langen Prozess zu konventionellen Begriffen werden (vgl. ebd., 15).

„Da ‚Bildung‘ sprachlich sowohl einen *Prozess* als auch einen *Zustand* bezeichnet, wird durch die Bezeichnung ‚*Begriffsbildungsprozess*‘ eine besondere Qualität von ‚Begriffsbildung‘ hervorgehoben, nämlich der prozessurale, dynamische Aspekt.“ (Hischer 2012, 35; Hervorhebung im Original)

Für den Mathematikunterricht bedeutet dies, dass die Erfahrungen der Kinder aufgegriffen und Wissensstrukturen durch Interaktion und Kommunikation mit anderen intersubjektiv angeeignet und ausgehandelt werden (vgl. ebd., 36) mit dem Ziel, ein Begriffsverständnis aufzubauen (siehe dazu ausführlich Kapitel 3). Auf diese Weise bleiben mathematische Begriffe „in gewissem Masse [sic] unscharf und nichtkategorisch, dazu teilweise subjektiv und einer Entwicklung unterworfen. Sie widersetzen sich so einer vollständigen und endgültigen Festlegung, wie sie durch eine formale Axiomatik angestrebt wird“ (Wittenberg 1957, 280).

Verschiedene wissenschaftstheoretische Zugänge wie die Philosophie, die Psychologie, die Lerntheorie und die (kognitive) Linguistik haben unser heutiges Verständnis des mathematischen Begriffs und der Bildung mathematischer Begriffe maßgeblich mitgeprägt (siehe Kapitel 2.2). Auf dieser Grundlage lassen sich in der mathematikdidaktischen Literatur unterschiedliche Akzentuierungen in Bezug auf die Bestimmung mathematischer Begriffe vernehmen. Maier und Schweiger (1999) verstehen mathematische Begriffe „als vernetztes Wissen über mathematische Objekte, Beziehungen, Operationen und Strukturen“ (ebd., 58). In einem engeren Sinne spricht Franke (2007) dann von einem Begriff, „wenn damit nicht nur ein einzelner Gegenstand – oder auch Ereignis usw. – bezeichnet wird, sondern eine Kategorie, eine Klasse assoziiert wird, in die der konkrete Gegenstand einzuordnen ist“ (ebd., 94). Holland (2007) charakterisiert den

Begriffsbildungsprozess als einen Vorgang, in dem Objekte mit gemeinsamen Merkmalen bzw. Eigenschaften unter einem Begriffsnamen zu einer Menge zusammengefasst werden (ebd., 45). Der mathematische Begriff setzt sich folglich aus einem Begriffsnamen und einer Menge zusammengefasster Merkmale zusammen. Duval (2000) verweist ferner auf eine Abstraktheit mathematischer Begriffe:

„We do not have any perceptive or instrumental access to mathematical objects, even the most elementary, as for any object or phenomenon of the external world. We cannot see them, study them through a microscope or take a picture of them. The only way of gaining access to them is using signs, words or symbols, expressions or drawings.“ (ebd., 61)

In Anlehnung an Duval ist Steinbring (2009) der Auffassung, dass mathematische Begriffe „keine empirischen Dinge, sondern (...) Beziehungen“ (ebd., 108) darstellen. Dieser Auffassung sind auch Schülke und Söbbeke (2010), die konstatieren, dass mathematische Begriffe

„keine empirischen Dinge, Gegenstände oder Eigenschaften von Gegenständen (...) sind. (...) Es sind vielmehr die theoretischen Beziehungen und die Funktionen, die diese Gegenstände oder Eigenschaften *für* etwas übernehmen, die den mathematischen Begriff ausmachen.“ (ebd., 18; Hervorhebung im Original)

Als Gegenposition weist Dörfler (2015) den mathematischen Objekten keine Abstraktheit im vorherigen Sinne zu. Er bezieht sich in seinen Ausführungen ebenfalls auf ‚abstrakte Objekte‘, wenngleich er ihnen keine metaphysische Rolle und Existenz zuschreibt (vgl. ebd., 33). Mit seiner semiotischen Sichtweise sieht er die Grundlage für mathematisches Denken in den mathematischen Zeichensystemen und ihrem Gebrauch:

„Die Vorstellungen über die abstrakten Objekte haben ihren Ausgangspunkt in den Zeichen der Mathematik. Den abstrakten Objekten gleich welcher Art werden ausschließlich solche Eigenschaften und Beziehungen zugeschrieben, die unabhängig von den abstrakten Objekten durch irgendwelche Zeichen formulierbar, beschreibbar und definierbar sind.“ (ebd., 44)

Weigand (2015) greift verschiedene Zugänge und Verständnisweisen auf und bestimmt den Begriff und die Begriffsbildung wie folgt:

„Ein Begriff kann ein Objekt bezeichnen, wie etwa *Mittelsenkrechte*, eine Klasse von Gegenständen, wie etwa *Viereck*, oder er kann einen Sachverhalt, ein Verfahren oder eine Handlung ausdrücken, wie etwa *Gauß-Algorithmus*. Ein Begriff wird durch ein Wort oder ein Zeichen – insbesondere ein Symbol – ausgedrückt oder dargestellt, dem eine bestimmte *Bedeutung* zukommt, welches ihm durch eine einzelne Person zugewiesen wird, oder die sich durch eine Diskussion oder einen Konsens in der „mathematischen Gemeinschaft“ ergibt. Das kann durchaus ein langwieriger Prozess sein, bei dem es Änderungen, Eingrenzungen oder Erweiterungen geben kann. *Bedeutungen* ergeben sich dabei in den Wechselbeziehungen zwischen Zeichen- bzw. Symbolsystemen und Gegenstands- bzw. Referenzbereichen.“ (ebd., 255f.; Hervorhebung im Original)

2.2 Wissenschaftstheoretische Zugänge

Die beiden Aspekte mathematischer Begriffsbildung beruhen auf verschiedenen wissenschaftstheoretischen Zugängen und ihren Annäherungen zum Begriff und zur Begriffsbildung (vgl. dazu auch Hischer 2012²). Hischer (2012) betont, dass die Didaktik der Mathematik im Zusammenhang mit der Bildung von Begriffen subjektive und intersubjektive Strukturen des Wissens zu betrachten hat und stets in Wechselwirkung mit der Mathematik „als fachlicher Mutterwissenschaft“ (ebd., 36) steht. Dieses Kapitel stellt eine Auswahl theoretischer Modelle in Bezug auf den Prozess der Begriffsbildung vor, welche im Verlaufe der Geschichte aus verschiedenen Wissenschaften hervorgegangen sind. Unter Einbezug dieser Modelle soll sowohl in diesem Kapitel, als auch in weiteren Abschnitten, das heutige Verständnis mathematischer Begriffsbildung näher dargelegt werden. Die folgenden Ausführungen nehmen insbesondere Bezug auf solche Zugänge, die den ontogenetischen Aspekt mathematischer Begriffsbildung betreffen (Philosophie, Psychologie, Lerntheorie, kognitive Linguistik; siehe Abbildung 2.2).

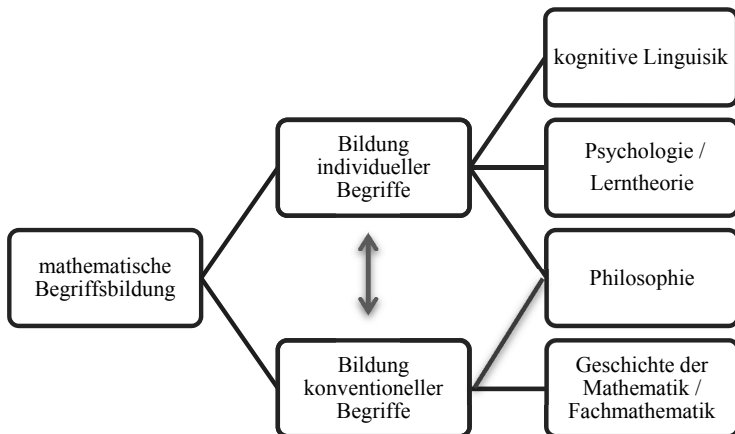


Abb. 2.2: Aspekte mathematischer Begriffsbildung und Einflüsse wissenschaftstheoretischer Zugänge (angelehnt an Hischer 2012, 36)

Als erste aller Wissenschaften beschäftigte sich die Philosophie (Kapitel 2.2.1) mit dem Phänomen des Begriffs und der Begriffsbildung, auch in Verbindung zur Sprache. Daneben bestanden seit Ende des 19. Jahrhunderts vermehrt psychologische (Kapitel 2.2.2) und lerntheoretische Annahmen (Kapitel 2.2.3) sowie Ansätze der kognitiven

2 Hischer (2012) legt die beiden Aspekte mathematischer Begriffsbildung näher dar und bezieht sich in einem Schaubild insbesondere auf folgende wissenschaftstheoretische Zugänge: ‚Psychologie‘, ‚Pädagogik‘, ‚Philosophie‘ und ‚Geschichte der Mathematik‘. Diesbezüglich nimmt er jedoch keine weiteren Ausführungen vor. In Anlehnung an Grzesik (1992), Weth (1999) und Kadunz (2010) werden im Folgenden insbesondere die Bereiche ‚Philosophie‘, ‚Psychologie‘, ‚Lerntheorie‘ und ‚kognitive Linguistik‘ für das Verständnis des Begriffs aus Sicht der Mathematikdidaktik näher in Betracht gezogen.

Linguistik (Kapitel 2.2.4), welche einen Einfluss auf die Pädagogik, den Mathematikunterricht (Kapitel 3) sowie auf mathematikdidaktische Forschungen (Kapitel 2.3) nahmen.

2.2.1 Philosophische Annäherungen

Die Bildung von Begriffen beim Individuum wird in der Philosophie im Rahmen der Erkenntnistheorie betrachtet, d.h. es geht um epistemologische bzw. intersubjektive Strukturen des Wissens, über die Menschen gleichermaßen verfügen (vgl. Hischer 2012, 36). Der erkenntnistheoretische, objektive Idealismus verlieh dem Begriff als „primäre Erkenntnisquelle“ (Grzesik 1992, 42) und „grundlegende Realität“ (ebd.) eine sehr hohe Bedeutung. Der griechische Philosoph und Mathematiker Platon verstand den Begriff als Abbild dessen, was der Mensch bereits vor der Geburt als Urbild angeschaut hatte. Hierbei wurde davon ausgegangen, dass Erscheinungen des Urbilds derzeit sinnlich wahrgenommen und somit erneut in Erinnerung gerufen werden konnten. Als eine Art Mythos wurde die Begriffsbildung demnach als ein Prozess der Wiedererinnerung angesehen. Auf diese Weise verstand Platon mathematische Begriffe als „Ideen“ (Weth 1999, 42), welche eine eigene Existenz im „Ideenhimmel“ (ebd.) haben und welche Mathematiker entdecken bzw. im Denken erfassen können. Weiterhin beschäftigte sich Platon mit der Richtigkeit der Benennung eines Begriffs, d.h. mit der Frage, welches der richtige Name von einem Gegenstand sein konnte (vgl. Pfister 2011, 15).

Aristoteles, ein Schüler Platons, wiederum verstand mathematische Begriffe als eigene Konstruktionen des menschlichen Denkens. Demnach wurden Begriffe von Mathematikern nicht entdeckt, sondern vielmehr konstruiert (vgl. Weth 1999, 42). In Verbindung mit der Versprachlichung eines Begriffs stellte Aristoteles als erster fest, „dass geschriebene Zeichen für gesprochene Laute stehen, dass gesprochene Laute Symbole für seelische Widerfahrnisse und dass diese wiederum Abbildungen von Dingen (pragmata) sind“ (ebd., 35)³.

Der Empirismus sah den Erkenntnisgewinn allein durch und in den sinnlichen Erfahrungen. Locke formulierte: „All unsere Erkenntnis stammt aus der Erfahrung und nichts ist im Verstand, was nicht (vorher) in der Empfindung war“ (entnommen aus Edelmann 2000, 115). Begriffe hatten demzufolge einen vergleichsweise geringeren Geltungsanspruch. In Verbindung mit Eigennamen wurden sie einzelnen sinnlichen Wahrnehmungen zugeordnet und konnten ebenso auf andere übertragen werden, sodass sie langfristig als allgemeine Namen angesehen werden konnten. Locke griff zudem den Gedanken Aristoteles auf und verstand Wörter als Zeichen für geistige Zustände. Er bezeichnete diese Zustände ebenfalls als ‚Ideen‘ und unterschied zwischen besonderen Ideen (z.B. Rechteck) und allgemeinen Ideen (z.B. Viereck). „Von zahlreichen besonderen Ideen abstrahiert der Verstand eine allgemeine Idee und erlernt entsprechend den Gebrauch allgemeiner Ausdrücke“ (Pfister 2011, 67).

3 Nach Pfister (2011) kann diese Annahme als erste Theorie des Zeichens und der Bedeutung angesehen werden (vgl. ebd., 35).

Zu einer Verbindung verschiedener Ansätze kam es im kritischen Realismus durch Kant. Seine Annahme bestand darin, dass passiv eintretende Sinnesdaten durch beides – sowohl durch angeborene Formen der sinnlichen Wahrnehmung, als auch durch Grundfunktionen des Verstandes – aktiv geordnet und in Klassen kategorisiert werden können. Dem Subjekt wurde demnach eine aktive geistige Arbeit zugesprochen. Begriffe entstanden zwar weiterhin in Einzelfällen, diese Einzelfälle wurden jedoch durch die Leistung des Verstandes synthetisiert. Die Erkenntnis, dass ein Begriff somit nicht nur im Verhältnis zu einer Klasse stand, sondern wiederum selbst eine Klasse von Fällen repräsentieren konnte, war ein wegweisender Ansatz (vgl. Grzesik 1992, 43f.). In einer in 1800 erschienenen Vorlesung zur Logik äußerte sich Kant auf folgende Weise:

„Um aus Vorstellungen Begriffe zu machen, muß man also *komparieren, reflektieren und abstrahieren* können; denn diese drei logischen Operationen des Verstandes sind die wesentlichen und allgemeinen Bedingungen zur Erzeugung eines Begriffs überhaupt.“ (Kant 1959, Bd.III, A145f., entnommen aus Grzesik 1992, 44; Hervorhebung im Original)

Bedeutende Vertreter der Sprachphilosophie entwickelten im Verlaufe der Zeit weitere Annahmen zur Bedeutung sprachlicher Zeichen. So sei beispielsweise auf die Aussage von Leibniz verwiesen:

„Niemand soll befürchten, daß die Betrachtung der Zeichen uns von den Dingen wegführt, im Gegenteil, sie führt uns in das Innerste der Dinge.“ (entnommen aus Morris 1972, 17)

Leibniz maß insbesondere der natürlichen Sprache eine wichtige Funktion bei:

„Ohne eine natürliche Sprache kann nicht erklärt werden, was eine künstliche ideale Sprache ausdrücken und repräsentieren soll.“ (Pfister 2011, 82)

Wittgenstein sah die Bedeutung der sprachlichen Zeichen in ihrem Gebrauch. Der Gebrauch von Zeichen unterliegt seiner Auffassung nach bestimmten Regeln. In einem solchen Verständnis verglich er Sprache mit dem Sinnbild eines Spiels bzw. einer Vielzahl von Spielen. Wie ein Spiel gewisse Regeln vorschreibt, bestimmte ein Sprachspiel wie bestimmte Zeichen gebraucht werden können (vgl. Pfister 2011, 292).

Husserl wiederum unterschied den Begriff vom Wort. Er sah den Begriff als die „mehr oder minder schwankende Wortbedeutung“ (Husserl LU II/I, 5, entnommen aus Meyer 2010, 51) an. In seinem Verständnis umfasst der Begriff die Gesamtheit der Bedeutungen eines Zeichens (vgl. ebd.). Weitere Ausführungen zu den sprachlichen Zeichen sind dem Kapitel 2.2.4 zu entnehmen.

2.2.2 Psychologische Annäherungen

Die Psychologie nimmt vornehmlich das Individuum in den Blick und untersucht allgemein den Aufbau kognitiver Strukturen, d.h. die subjektiven Strukturen des Wissens (vgl. Hischer 2012, 35). Achs experimentelle Untersuchung „Über die Begriffsbildung“ (1921) stellt die erste bedeutende Arbeit über das Erlernen eines für das Individuum neuen Begriffs dar. In experimentellen Studien wurden Bedingungen untersucht, welche zum Erlernen eines neuen Begriffs führen. Demnach wurde Begriffsbildung als Prozess der

Begriffsfindung verstanden (vgl. Grzesik 1992, 45f). Die durch die Experimente gewonnenen Erkenntnisse konnten jedoch nicht ohne weiteres auf den Unterricht übertragen werden, da sie in vielerlei Hinsicht nicht den Lernbedingungen und -prozessen des Unterrichts entsprachen. Dennoch gaben sie einen detaillierten und reichhaltigen Aufschluss über Prozesse des Begriffslernens (vgl. ebd., 49), auch in Verbindung mit der Sprache. Im Weiteren werden Theorien von Piaget und Wygotski dargelegt. Abschließend werden aktuelle Erkenntnisse der Entwicklungspsychologie kurz erläutert.

Piaget: Stufentheorie der Intelligenzentwicklung

Piaget stellte mit seiner *Stufentheorie der Intelligenzentwicklung* einen wegweisenden entwicklungspsychologischen Ansatz dar. Piagets Theorie entwickelte sich auf Grundlage experimenteller Untersuchungen zum räumlichen Denken (z.B. Piaget & Inhelder 1971). Piaget unterteilte die kognitive Entwicklung von der Geburt bis zum Alter von 16 Jahren in vier Stufen und nahm diesbezüglich eine Unterscheidung verschiedener Ebenen des Wissens vor (vgl. Kesselring 1999, 100f.). Auf wesentliche Aspekte dieser Theorie soll im Folgenden näher eingegangen werden.



Abb. 2.2.2: Stufentheorie der Intelligenzentwicklung nach Piaget

Für das logische und wissenschaftliche Denken des Erwachsenen werden bereits im ersten Stadium wichtige Fundamente gelegt. Charakteristisch für diese *sensomotorische Stufe* ist, dass sich der Säugling allmählich von seinen Eltern ablöst und bedingt durch motorische Fortschritte grundlegende Erfahrungen zur Selbst- und Raumwahrnehmung macht. Von der Geburt bis zum Alter von bis zu zwei Jahren zeichnet sich demnach ein enormer Entwicklungsprozess ab. Bereits im Alter von 18 Monaten bilden sich erste Vorstellungen von Raum, Zeit und Kausalität (vgl. ebd., 103). Diese Vorstellungen beruhen auf Verinnerlichung von motorischen Handlungen (vgl. ebd., 110). Handeln und Wissen bilden in diesem Stadium noch eine Einheit, d.h. Zeichen und Gegenstände bleiben auf dieser Stufe untrennbar. Erst auf der nächsten Stufe verselbständigen sich Zeichen gegenüber dem Bezeichneten. Die *präoperationale Stufe* umfasst das Kleinkind- und Vorschulalter von bis zu sieben Jahren. Wenngleich im ersten Abschnitt dieses Zeitraums zunächst der primäre Spracherwerb stattfindet, erfolgt darauf basierend im zweiten Abschnitt „die Grundlegung des begrifflichen und logischen Denkens“ (vgl. ebd., 113).

„Durch Gebrauch des wichtigsten Zeichensystems, der Sprache, wird nicht nur die Entwicklung des Denkens erheblich gefördert, sondern der Gedankenaustausch zwischen verschiedenen Personen überhaupt erst ermöglicht.“ (ebd., 115)

Auf dieser Stufe bleibt das Denken jedoch zunächst vorbegrifflich bzw. präoperativ. Kinder sind noch nicht imstande, begrifflich zu denken – bedingt „durch das Fehlen logischer Operationen“ (Sodian 2012, 388). Eine Operation im Sinne Piagets meint „die

Möglichkeit, interne Repräsentationen mental zu manipulieren“ (ebd.). Mentale Repräsentationen sind logisch in dem Sinne, dass sie auf Grundlage realer Handlungen, organisierte Strukturen bilden und demnach einem System von Regeln folgen (vgl. ebd.). Es handelt sich bei Operationen folglich um verinnerlichte und umkehrbare bzw. reversible Handlungen, die miteinander zu einem System koordiniert sind (vgl. Piaget 1957, 45). Nach Piaget ist ein Begriff

„in der Tat nur ein Aktions- und Operationsschema, und erst indem man die Handlungen ausführt, welche A und B erzeugen, wird man feststellen können, ob sie miteinander vereinbar sind oder nicht.“ (Piaget 1992, 36)

Experimentelle Studien zeigten, dass Kinder im Alter von drei Jahren nicht in der Lage waren, zwischen Einzelnem und Allgemeinem zu unterscheiden. Ihre Schlussweise war noch transduktiv⁴. Zwar konnten sie sich im Alter von fünf bis sechs Jahren bereits Beziehungen aller Art (räumlich und zwischenmenschlich) vorstellen (vgl. Kesselring 1999, 120), jedoch lässt sich erst auf der nächsten Stufe, der *konkret-operationalen Stufe* (sieben bis elf Jahre), eine deutliche Weiterentwicklung der Vorstellungsfähigkeit vernehmen. Die Vorstellung geht über die von Zuständen hinaus und betrifft ebenso Bewegungen und Veränderungen. Demnach lernen Kinder im Grundschulalter beispielsweise Gegenstände nach zwei Kriterien (z.B. Form und Größe) gleichzeitig zu klassifizieren. Sie sind generell zu elementaren logischen und mathematischen Operationen fähig, wenngleich das Denken noch anschauungsgebunden bleibt. Ab einem Alter von ca. elf Jahren dringen Kinder auf der *formal-operationalen Stufe* allmählich zu formalen und abstrakten Überlegungen vor. Anders als Kinder im Grundschulalter sind sie nicht mehr auf konkretes Anschauungsmaterial angewiesen. Es werden vielmehr deduktive Schlüsse gezogen, d.h. aus bestimmten Voraussetzungen bzw. Prämissen werden Folgerungen bzw. Konsequenzen hergeleitet.

„Den neuen absoluten Bezugsrahmen bildet ein Gefüge von logisch-mathematischen Abhängigkeiten und naturwissenschaftlichen Gesetzeszusammenhängen, also eine ideelle Wirklichkeit.“ (Kesselring 1999, 141)

Aus heutiger Sicht bestehen in Bezug auf Piagets Theorie insbesondere drei Hauptkritikpunkte (vgl. Sodian 2012, 390):

- (1) Die Theorie bleibt hinsichtlich der von Piaget beschriebenen Entwicklungsmechanismen zu vage.
- (2) Empirischen Prüfungen zufolge gibt es eine weit größere Variabilität zu verschiedenen Zeitpunkten der Entwicklung als Piaget beschreibt.
- (3) Insbesondere die kognitiven Fähigkeiten von Säuglingen und Kindern sollen von Piaget maßgeblich unterschätzt worden sein (vgl. ebd.).

4 Transduktiv: Es wird vom Einzelnen zum Einzelnen geschlossen.

Wygotski: Stufen der Begriffsentwicklung

Das Verhältnis von Denken und Sprechen stellte in der Psychologie immerfort eine besondere Problemstellung dar. Der sowjetische Psychologe Wygotski näherte sich diesem Aspekt ebenso durch experimentelle Untersuchungen zur Begriffsentwicklung an. Seinem Verständnis zufolge stehen das begriffliche Denken und das sprachliche Denken in einem engen Zusammenhang:

„Das begriffliche Denken ist unmöglich außerhalb des sprachlichen Denkens; ein neues wesentliches Moment dieses ganzen Prozesses ist der spezifische Gebrauch des Wortes, die funktionale Anwendung eines Zeichens als Mittel zur Begriffsbildung.“ (Wygotski 1991, 117; Hervorhebung im Original)

Die Begriffsentwicklung läuft nach Wygotski (1991) im Wesentlichen auf drei Stufen ab und erstreckt sich über mehrere Jahre. Begriffsbildung, d.h. „die Tatsache, daß ein Wort eine Bedeutung annimmt“ (ebd., 116), versteht er als Ergebnis einer „komplexen aktiven Tätigkeit (das Operieren mit einem Wort oder Zeichen), an der alle intellektuellen Funktionen in einem spezifischen Zusammenhang beteiligt sind“ (ebd.). Seiner Auffassung zufolge sind erst Jugendliche in der Lage, diesen Prozess vollständig zu beherrschen.

Auf der ersten Stufe besteht die Bedeutung des Wortes in einer „*ungestalteten synkretischen Verkettung einzelner Gegenstände*“ (ebd., 120; Hervorhebung im Original). Verschiedenartige, nicht im Zusammenhang stehende Elemente werden miteinander verbunden und lassen zunächst ein diffuses Bild entstehen. Aufgrund subjektiver Wahrnehmungen nehmen Kinder im weiteren Prozess Gruppierungen vor und leiten Repräsentationen ab, die wiederum zu einer einzigen Bedeutung zusammengeführt werden. In diesem Prozess beginnt das Kind bereits mithilfe von bedeutungstragenden Wörtern zu kommunizieren. Beziehen sich diese Wörter auf konkrete Objekte der Umwelt, können sie sogar den Bedeutungen gleicher Wörter im Sprachgebrauch Erwachsener entsprechen. Auf diese Weise können sich Bedeutungen kindlicher Worte und erwachsener Worte decken. Dennoch unterscheiden sich die dahinterstehenden Denkwege maßgeblich (vgl. ebd., 121f.).

Auf der zweiten Stufe der Begriffsentwicklung können bisher erlangte Erfahrungen zwar systematisiert und geordnet werden. Ein „Denken in Begriffen“ (ebd., 122) kann zu diesem Zeitpunkt von den Kindern jedoch noch nicht erreicht werden. Wygotski spricht bei dem dahinterstehenden Denkverfahren vielmehr von einem „*Denken in Komplexen*“ (ebd., 123; Hervorhebung im Original). Das Komplexdenken zeichnet sich durch ein zusammenhängendes, objektives Denken aus, welches auf vielfältigen oder zufälligen faktischen Beziehungen beruht. Gegenstände können auf Grundlage von konkret-entdeckten Beziehungen in einer gemeinsamen Gruppe vereint und in Komplexen zusammengefasst werden. Wie auch der Begriff ist der Komplex „eine Verallgemeinerung oder Vereinigung konkreter Dinge“ (ebd., 124). Die Unterscheidung liegt aber im Folgenden:

„Während einem Begriff logisch untereinander identische Beziehungen eines einheitlichen Typus zugrunde liegen, beruht der Komplex auf den verschiedenartigsten faktischen Beziehungen, die oft nichts miteinander gemeinsam haben.“ (ebd. 124)

Auf Grundlage von Komplexen kann der sprachliche Austausch zwischen Erwachsenen und Vorschulkindern, welche sich gewöhnlich auf der Stufe der Komplexbildung befinden, gelingen. Handelt es sich um denselben (gegenständlichen) Bezugspunkt, wird gegenseitiges Verstehen möglich. Dennoch sei zu beachten, dass Kinder von Erwachsenen geäußerte Wörter oftmals einfach in ihren Sprachgebrauch eingliedern. Die dahinterstehende Denkweise ist aufgrund ihres Intellekts für diese Kinder noch nicht erfassbar. Die Bedeutung bzw. der Inhalt des Wortes kann auf diese Weise nicht vollständig erfasst werden. Demnach können kindliche Verallgemeinerungen in ihrer äußeren Form bereits an den Begriff eines Erwachsenen erinnern, wenngleich sie in ihrer psychologischen Form d.h. ihrer Entwicklung nach, noch etwas ganz anderes darstellen:

„Die Wörter des Kindes können in ihrer dinglichen Bezogenheit mit denen des Erwachsenen zusammenfallen, brauchen sich in der Bedeutung aber nicht decken.“
(ebd., 145)

Dieses Konstrukt nennt Wygotski „Pseudobegriffe“ (ebd., 133). Pseudobegriffe bilden einerseits eine Verbindung zwischen dem konkret-anschaulichen und dem abstrakten Denken des Kindes (vgl. ebd., 136). Andererseits finden sie sich zudem auf der Ebene des alltäglichen Denkens wieder.

Auf der dritten Stufe wird der Fokus auf bestimmte Merkmale gerichtet, welche aus übrigen Merkmalen abstrahiert werden. Dies erfolgt auf Grundlage eines Abstraktionsprozesses (vgl. ebd., 152). Zur Entstehung eines Begriffs kommt es dann,

„wenn eine Reihe *abstrahierter Merkmale wieder synthetisiert* und die so gewonnene *abstrakte Synthese zur Grundform des Denkens wird*, mit der das Kind seine Umwelt erfäßt und deutet.“ (ebd., 156; Hervorhebung im Original).

Auf Grundlage experimenteller Untersuchungen weist Wygotski insbesondere dem Wort eine Schlüsselrolle im Begriffsentwicklungsprozess zu. Denn erst durch das Wort kann der Fokus auf bestimmte Merkmale gerichtet werden, um diese zu synthetisieren. Das Wort symbolisiert den abstrakten Begriff „und operiert mit ihm als dem höchsten Zeichen des menschlichen Denkens“ (ebd., 157). Ferner stellt das Wort auf den unterschiedlichen Stufen ein „Mittel für verschiedene intellektuelle Operationen“ (ebd.) dar.

Überdies untersuchte Wygotski (1991) insbesondere die Entwicklung wissenschaftlichen Denkens im Kindesalter, indem er wissenschaftlichen Begriffen Alltagsbegriffe gegenüberstellte. Sein Erklärungsansatz liegt in entgegengesetzten Begriffsentwicklungsprozessen dieser beiden Begriffsarten. Wie bereits skizziert eignen sich Kinder zunächst Alltagsbegriffe, sogenannte „spontane Begriffe“ (ebd., 211), auf eine eher unbewusste Art und Weise in einem langfristigen Prozess an. Hinter der Nutzung eines Alltagsbegriffs steht eine Vorstellung von einem Ding oder einer Sache. Eine bewusste Einsicht in den Begriff fehlt jedoch weitestgehend, d.h. der Gebrauch des Begriffs bzw. das eigentliche Objekt ist vorherrschend. Der eigene Denk- und Vorstellungsakt bleibt zunächst unbewusst und demnach unreflektiert. Im Gegensatz dazu erfolgt die Aneignung eines wissenschaftlichen Begriffs zu einem späteren Zeitpunkt, nämlich erst im Schulalter des Kindes. Dies geht mit psychologischen Reifeprozessen einher. Um einen wissenschaftlichen Begriff überhaupt verstehen zu können, muss der Entwicklungsprozess der

Alltagsbegriffe bereits ein bestimmtes Niveau erreicht haben. Alltagsbegriffe bilden demzufolge die Grundlage zur Entwicklung von wissenschaftlichen Begriffen. Wissenschaftliche Begriffe sind nach Wygotski wiederum „das Tor, durch welches das Bewußtwerden in das Reich der kindlichen Begriffe tritt“ (ebd., 210). Die Stärke der wissenschaftlichen Begriffe zeigt sich in den höheren Strukturen der „bewußten Einsicht und Willkürlichkeit“ (ebd., 255), welche Alltagsbegriffe zu diesem Zeitpunkt nicht aufweisen. Indem sich Kinder nun im Schulalter mit wissenschaftlichen Begriffen beschäftigen, werden wichtige Voraussetzungen für die bewusste Einsicht in Alltagsbegriffe geschaffen. Denn Alltagsbegriffe können erst richtig verstanden werden, wenn ein Kind sich mit höheren Eigenschaften eines Begriffs zunächst einmal auseinandergesetzt und auf diese Weise Strukturen geschaffen hat. Hierdurch entsteht das Potential, dass Alltagsbegriffe ebenfalls in Richtung der höheren Eigenschaften durchdrungen werden können. Die wissenschaftliche Begriffsentwicklung setzt sich wiederum im weiteren Verlauf in entgegengesetzter Richtung, d.h. in persönlichen und konkreten Erfahrungen, fort. Dies führt folglich ebenso zu einem umfassenderen Begriffsverständnis der wissenschaftlichen Begriffe.

Aktuelle Entwicklungen in der Forschung

Wenngleich ältere entwicklungspsychologische Theorien von der Annahme ausgehen, dass sich die formale Struktur kindlicher Begriffe grundlegend von der Erwachsener unterscheidet, sehen neuere Forschungen vermehrt Ähnlichkeiten zwischen dem begrifflichen Denken von Kindern und Erwachsenen. Einigkeit besteht dahingehend, dass bereits Säuglinge Begriffe bilden und diese als Fundament induktiver Schlüsse nutzen. So geht Sodian (2002) von der Annahme aus, dass bereits Kinder am Ende des ersten Lebensjahres wissenschaftsbasierte Konzepte aufweisen. Neuere Forschungen untersuchen insbesondere die Veränderungen der Inhalte kindlicher Begriffe im Verlaufe der Entwicklung (vgl. ebd., 468).

Das Verhältnis von Denken und Sprechen ist auch derzeit Untersuchungsgegenstand verschiedener kognitionswissenschaftlicher Disziplinen. Neuere Forschungen der Entwicklungspsychologie untersuchen grundlegende Zusammenhänge und Kontinuitäten zwischen vorsprachlicher und sprachlicher Kognition. Die komparative Entwicklungspsychologie befasst sich in diesem Zusammenhang mit kognitiven Fähigkeiten von Menschen und Tieren im Vergleich zueinander (vgl. Rakoczy & Haun 2012, 337). Die Frage nach der Rolle der Sprache beim Denken stellt sich dabei in zweierlei Form (vgl. ebd., 359):

- (1) Inwiefern beeinflusst der Erwerb von Sprache an sich das Denken?
- (2) Inwiefern beeinflusst der Erwerb einer bestimmten Sprache das Denken? (vgl. ebd.)

Zu (1): Um zu untersuchen, inwiefern sich die Kognition von Individuen, die einer Sprache (unabhängig der Frage welcher) mächtig sind, von denen unterscheidet, die es nicht sind, lassen sich nur bedingt Studien mit anderen Tierarten durchführen. Vielmehr werden Studien durchgeführt, welche die Sprachfähigkeit und das Ausmaß des