



Moritz Harder

„Entweder sind die durch Zufall entstanden oder Gott hatte seine Finger im Spiel“

Eine Interviewstudie zu Kindervorstellungen über das
Naturphänomen Fluss im Kontext des Conceptual Change

Harder

**„Entweder sind die durch Zufall entstanden
oder Gott hatte seine Finger im Spiel“**

Moritz Harder

„Entweder sind die durch Zufall entstanden oder Gott hatte seine Finger im Spiel“

Eine Interviewstudie zu Kindervorstellungen
über das Naturphänomen Fluss im Kontext
des Conceptual Change

Verlag Julius Klinkhardt
Bad Heilbrunn • 2018

k

Die vorliegende Arbeit wurde von der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität zu Köln als Dissertation unter dem Titel „'Entweder sind die durch Zufall entstanden oder Gott hatte seine Finger im Spiel' Eine Interviewstudie zu Kindervorstellungen über das Naturphänomen Fluss im Kontext des Conceptual Change“ angenommen.

Gutachterinnen: Prof. Dr. Schmeinck, Prof. Dr. Blaseio.

Tag der Disputation: 13.01.2017.

Dieser Titel wurde in das Programm des Verlages mittels eines Peer-Review-Verfahrens aufgenommen.
Für weitere Informationen siehe www.klinkhardt.de.

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

2018.kg. © by Julius Klinkhardt.

Das Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt.

Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung
des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen,
Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Bild Umschlagseite 1: © Daria, 8 Jahre.

Druck und Bindung: AZ Druck und Datentechnik, Kempten.

Printed in Germany 2018.

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem alterungsbeständigem Papier.

ISBN 978-3-7815-2213-8

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung	15
2 Theoretischer Bezugsrahmen	19
2.1 Konstruktivistische Sichtweisen	19
2.2 Conceptual Change als Rahmenkonzept	20
2.2.1 Der Kategorienansatz und entwicklungspsychologische Aspekte	20
2.2.2 Die klassische Conceptual Change Theorie und instruktionspsychologische Aspekte	23
2.2.3 Der Knowledge-in-Pieces Ansatz und kognitionspsychologische Aspekte	26
2.2.4 Der Rahmentheorieansatz	27
2.2.5 Der Kontext Ansatz	31
2.2.6 Der Task-dependent Ansatz	34
2.2.7 „Hot“ Conceptual Change und motivationspsychologische Aspekte	38
2.2.8 Ein multidimensionaler Ansatz	41
2.3 Einordnung von Begrifflichkeiten in der Forschung zu Vorstellungen	44
2.3.1 Vorstellungen aus konstruktivistisch-didaktischer Perspektive	47
2.3.2 Alltagsvorstellungen und wissenschaftliche Vorstellungen	49
2.4 Wege der Vorstellungsveränderung	50
2.5 Zusammenfassung	53
3 Stand der Forschung	57
3.1 Untersuchungen zu Vorstellungen von Kindern über Flüsse	57
3.1.1 Zusammenfassung	67
4 Forschungsfragen und Untersuchungsdesign	69
4.1 Forschungsfragen	69
4.2 Untersuchungsdesign	71
5 Methodologie	73
5.1 Methodologische Positionierung	73
5.2 Gütekriterien qualitativer Forschung	75
5.3 Forschung mit Kindern	76
5.4 Bestimmung des Forschungsfeldes	78
5.4.1 Anforderung an die Stichprobe	78
5.4.2 Anforderungen an den Ort der Datenerhebung	78
6 Umsetzung und Durchführung	81
6.1 Erhebungsverfahren	81
6.1.1 Methode zur Erhebung von Kinderzeichnungen	84
6.1.2 Methode zur Erhebung von Interviews	84
6.2 Durchführung der Erhebung	90
6.2.1 Erhebungsphase 1	95

6 Inhaltsverzeichnis

6.2.2 Intervention	97
6.2.3 Erhebungsphase 2	101
6.2.4 Aufzeichnung	101
6.3 Datenaufbereitungsverfahren	102
6.4 Auswertungsverfahren	105
6.4.1 Qualitative Inhaltsanalyse	106
7 Ergebnisdarstellung und Interpretation	119
7.1 Ergebnisse der Bildanalyse	119
7.1.1 Bilder als eigenständige Datenquelle	119
7.1.2 Bilder im Kontext der Interviews	130
7.2 Schülervorstellungen zum Naturphänomen Fluss	134
7.2.1 Vorstellungen zu geomorphologischen Eigenschaften von Flüssen	135
7.2.2 Vorstellungen zu hydrologischen Eigenschaften von Flüssen	179
7.2.3 Vorstellungen zu Menschen und Flüssen	189
7.2.4 Herkunft des Wissens	192
7.2.5 Zusammenfassung zu den Vorstellungen	193
7.3 Zum Einfluss des Lebensumfelds auf die Schülervorstellungen	195
7.4 Zur Konstanz von Schülervorstellungen zum Naturphänomen Fluss	202
7.4.1 Konstanz auf individueller Ebene	202
7.4.2 Konstanz von Vorstellungen zum Naturphänomen Fluss auf kategorialer Ebene	211
7.5 Zum Einfluss einer Intervention auf die Schülervorstellungen	219
7.6 Strukturen von Schülervorstellungen zum Naturphänomen Fluss	227
7.6.1 Parallelvorstellungen	227
7.6.2 Zur Kommunikation von Vorstellungen	230
8 Diskussion, Reflexion und Ausblick	235
8.1 Diskussion der Ergebnisse	235
8.2 Kritische Reflexion der Methodik	240
8.3 Ausblick	241
Literaturverzeichnis	243
Anhang	251
Übersichtstabelle zu regionalen Unterschieden	252
Tabellen zum Einfluss einer Intervention	258

Abbildungsverzeichnis

2.1	Die ontologischen Kategorien und ihre hierarchisch angeordneten Subkategorien (Chi et al. 1994).	22
2.2	Posner et al. (1982) Conceptual Change Model nach Dole & Sinatra (1998).	25
2.3	Mentale Modelle der Erde nach Vosniadou & Brewer (1992).	28
2.4	Zugrundeliegende hypothetische Konzeptstruktur eines initialen mentalen Modells der Erde eines Kindes (nach Vosniadou (1994))	30
2.5	Hierarchisches Kontextmodell nach Caravita & Halldén (1994).	34
2.6	Konzepte als kognitive Werkzeuge bei der Konstruktion von Wissen nach Schnotz & Preuß (1997) und Schnotz & Bannert (2003)	36
2.7	Ein synthetisches Modell der Erde von Schnotz & Preuß (1997) nach Vosniadou & Brewer (1992)	37
2.8	Generisches Conceptual Change Modell nach Tyson et al. (1997).	41
2.9	Multidimensionales Rahmenmodell des Conceptual Change nach Tyson et al. (1997).	42
2.10	Conceptual Change als dynamischer Prozess der konzeptuellen Veränderung in einer Zeitperiode nach Tyson et al. (1997).	42
2.11	Hypothetisches Modell der Kommunikation als Werkzeug zur Rekonstruktion von Vorstellungen.	47
2.12	Kontinuierliche und diskontinuierliche Lernwege nach Duit (1996).	51
2.13	Die Reaktionen Lernender auf anomale Daten nach Chinn & Brewer (1993).	52
3.1	Die fünf Stufen des Verständnisses von Flüssen nach Dove et al. (1999).	63
3.2	Unterschiede in den Flussformen der Kinderzeichnungen aus der Studie von Mackintosh (2004).	65
4.1	Untersuchungsdesign: Erhebung von Datenmaterial an zwei Standorten.	72
6.1	Unterschiede im Erhebungsprozess zwischen Bildern und Interviews.	82
6.2	Verknüpfung der Erhebungstechniken Zeichnen und Interviews zur Rekonstruktion von Vorstellungen.	83
6.3	Ablaufmodell eines problemzentrierten Interviews nach Mayring (2002).	88
6.4	Zeitlicher Verlauf der Datenerhebungen für die Stichproben der beiden Erhebungsorte.	92
6.5	Beispiele aus der Pilotphase der Bilderstellung.	94
6.6	Fünf Beispiele gemalter Wasserfälle aus der Pilotphase (zwischen Bild 1 und Bild 2 sieht man die Problematik des „Abmalens“; Bild 4 zeigt, wie nachträglich ein Wasserfall dem Bild hinzugefügt wurde.)	94
6.7	Flussmodell aus der Intervention.	98
6.8	Phasenmodell zur Verbindung von qualitativen und quantitativen Verfahren (Mayring 2015, S. 21).	107

6.9	Ablaufschema der Datenaufbereitung mit der genutzten Software und den damit durchgeführten Aufbereitungsschritten.	112
6.10	a) Baumstruktur des Kategoriensystems. b) Nutzung des Kategoriensystems und mögliche Kodierungen.	113
6.11	Ablauf der Kodierung mit deduktiven (Haupt-)Kategorien und induktiven Kategorien (in Anlehnung an König & Kummer (2011, S. 13)).	114
7.1	Beispiel für ein Bild (K39), das keine Informationen über die Flussumgebung enthält.	121
7.2	Ankerbeispiel für die Subkategorie „ländliche Gegend“ (Ki11).	121
7.3	Ankerbeispiel für die Subkategorie „parkähnliche Gegend“ (Ki20).	122
7.4	Ankerbeispiel für die Subkategorie „städtische Umgebung“ (K37).	122
7.5	Ankerbeispiel für die Subkategorie „Strand“ (Ki10).	123
7.6	Ankerbeispiel für die Subkategorie „Berge ländliche Gegend“ (K22).	123
7.7	Ankerbeispiel für die Subkategorie „Postkartenausschnitt“ (K16).	126
7.8	Ankerbeispiel für die Subkategorie „ganzer Fluss“ (K05).	126
7.9	Sechs Komplexitätsstufen der dargestellten Flussverläufe aus den Kinderbildern.	128
7.10	Erweitertes Kinderbild aus Interview K21_PrK.	132
7.11	Erweitertes Kinderbild aus Interview K03_PrK.	133
7.12	Verbindung und Bedeutung der Begriffe „Vorstellung“, „Kategorie“ und „Aussage“.	135
7.13	Beispiele für diverse Flussformen	137
7.14	Beispielskizzen aus Interview Ki07_PrK für eine variable Flussform.	138
7.15	Anzahl der Kodierungen pro Dokument in der Kategorie „Flussentstehung“.	148
7.16	Concept Map Flussentstehung K37_PrK	149
7.17	Concept Map Flussentstehung K05_PrK	150
7.18	Concept Map Flussentstehung Ki02_PoK	150
7.19	Concept Map Flussentstehung K22_PrK	151
7.20	Concept Map Flussentstehung K40_PrK	152
7.21	Anzahl der Kodierungen pro Dokument in der Kategorie „Flussveränderung“.	153
7.22	Concept Map Flussveränderung K14_PrK	157
7.23	Concept Map Flussveränderung K05_PrK	158
7.24	Concept Map Flussveränderung K04_PrK	159
7.25	Concept Map Flussveränderung Ki04_PoK	159
7.26	Concept Map Flussveränderung Ki18_PrK	160
7.27	Concept Map Flussveränderung Ki18_PoK	160
7.28	Anzahl der Kodierungen pro Dokument in der Subkategorie „Linear“.	163
7.29	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von Meer zu Meer.	164
7.30	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von einer Quelle zum Meer.	164
7.31	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen Meer und Bergen.	165

7.32	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen See und Meer.	165
7.33	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf begrenzt auf beiden Seiten von Land.	165
7.34	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf begrenzt auf beiden Seiten von Bauwerken.	166
7.35	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von Land zum Meer.	166
7.36	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von See zu See.	166
7.37	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von einer Quelle zu einem See.	167
7.38	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen dem Meer und einem Bauwerk.	167
7.39	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen Bergen und Land.	167
7.40	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen einer Quelle und Land.	168
7.41	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen den Bergen und einem Bauwerk.	168
7.42	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen Land und einem Bauwerk.	169
7.43	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen einem See und Land.	169
7.44	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen einem Wasserfall und Land.	169
7.45	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von einer Quelle zu einem Fluss.	169
7.46	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf zwischen zwei Quellen.	170
7.47	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von den Bergen zu einem See.	170
7.48	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von den Bergen zu einem Fluss.	171
7.49	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von den Bauwerk zu einem Fluss.	171
7.50	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von Land zu einem Fluss.	171
7.51	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von einem Bach zum Fluss in einen See.	172
7.52	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von einem Bach zum Fluss ins Meer.	172
7.53	Schematische Beispielskizze für einen linearen Flussverlauf von einem Wasserfall zum Meer.	172
7.54	Schematische Beispielskizze für einen Flussverlauf als Kreislauf vom Meer ins Meer zurück.	175
7.55	Schematische Beispielskizze für einen Flussverlauf in Kreisform.	175

7.56	Schematische Beispielskizze für einen Flussverlauf als Kreislauf von einem See zurück in den See.	176
7.57	Schematische Beispielskizze für einen Flussverlauf als Kreisform mit Ausfluss.	176
7.58	Skizze für einen Flussverlauf als Kreisform mit Ausfluss aus Interview K13_PrK2.	177
7.59	Schematische Beispielskizze für einen Flussverlauf als ein Netzwerk von Flüssen.	177
7.60	Schematische Beispielskizze für einen Flussverlauf, der einmal um die Erdkugel fließt.	178
7.61	Schematische Beispielskizze für einen Flussverlauf, der zuerst linear von einem See ausgehend in einem Kreislauf endet.	179
7.62	Kinderskizze eines Flussverlaufs aus Interview K22_PrK2. Sie zeigt ein Netzwerk von sich kreuzenden Flüssen.	179
7.63	Anzahl der Kodierungen pro Dokument in der Kategorie „Herkunft des Flusswassers“.	189
7.64	Anzahl der kategoriebezogenen Kodierungen	194
7.65	Anzahl der kategoriebezogenen Kodierungen pro Kategorie für eine bis zehn Kodierungen (N=120).	195
7.66	Hypothetisches Modell zur Struktur von Parallelvorstellungen zum Naturphänomen Fluss.	228
7.67	Hypothetisches Modell zur Beschreibung von initial verbalisierten Vorstellungen in Form des Hypothesisierens.	232
8.1	Modell zur Differenzierung der Konstruktion bzw. Rekonstruktion von Vorstellungen als Teil von Forschung.	238

Tabellenverzeichnis

2.1	Einflussfaktoren auf den Conceptual Change nach Pintrich et al. (1993). . .	39
2.2	Vergleich der Beschreibungen unterschiedlicher Conceptual Change Grade nach Tyson et al. (1997).	43
2.3	Korrespondierende Termini für die Komplexitätsebenen im gedanklichen, sprachlichen und referentiellen Bereich (Gropengießer 1997).	45
3.1	Elemente der einzelnen Vorstellungen nach Shepardson et al. (2007). . . .	66
3.2	Übersicht der Studien zu Kindervorstellungen von Flüssen.	68
6.1	Begriffsbestimmung qualitativ orientierter Interviewformen nach Mayring (2002, S. 66 f.).	85
6.2	Interviewleitfaden zum Thema „Flüsse“.	90
6.3	Erhebungszeitpunkte für die Bilder.	96
6.4	Beispielausschnitt Transkript Ki15_PoK.	105
6.5	Kategorisierung qualitativer Auswertungsverfahren nach Huber (2014). .	106
6.6	Beispielausschnitt von Transkript Ki15_PoK mit explizierender Zusammenfassung.	109
6.7	Beispiel für explizierende Zusammenfassung	111
6.8	Intercoderübereinstimmung nach Holsti (1969) (R) und Brennan & Prediger (1981) (Cohens Kappa).	116
7.1	Die Häufigkeitstabelle der Subkategorien der Bildkategorie „Flussumgebung“.	120
7.2	Kreuztabelle der Bildkategorie Flussumgebung und den Erhebungsorten Köln und Kiel.	124
7.3	Häufigkeitstabelle der Bildkategorie Flussumgebung.	125
7.4	Kreuztabelle der Bildkategorie Flussumgebung und den Erhebungsorten Köln und Kiel.	125
7.5	Häufigkeitstabelle Komplexitätsstufen.	127
7.6	Kreuztabelle der Komplexitätsstufen und der Erhebungsorte Köln und Kiel.	129
7.7	Häufigkeitstabelle der Arbeitsaufträge.	130
7.8	Kreuztabelle der Arbeitsaufträge (A) und der Bildkategorie Flussausschnitt.	131
7.9	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Flussform.	136
7.10	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zu den Unterschieden von Flüssen.	139
7.11	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zu der Entstehung von Flüssen. . .	142
7.12	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Veränderung von Flüssen. . . .	152
7.13	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zum Verlauf von Flüssen.	161
7.14	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zum linearen Verlauf von Flüssen. .	162
7.15	Vorstellungen eines Flusses als Oberflächenabfluss der Landmasse.	173
7.16	Vorstellungen eines Flusses als Verbindung zwischen Gewässern.	174

7.17	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zum Verlauf von Flüssen als Kreislauf.	174
7.18	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zu den Abzweigungen von Flüssen.	178
7.19	Häufigkeitstabelle der Kategorien zu hydrologischen Eigenschaften von Flüssen.	180
7.20	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Bewegung des Flusswassers, bei denen ein Richtungswechsel der Fließrichtung möglich ist.	181
7.21	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Bewegung des Flusswassers mit geringer Häufigkeit, bei denen ein Richtungswechsel der Fließrichtung möglich ist.	183
7.22	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Bewegung des Flusswassers, bei denen ein Richtungswechsel der Fließrichtung nicht möglich ist.	184
7.23	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Bewegung des Flusswassers mit geringer Häufigkeit, bei denen ein Richtungswechsel der Fließrichtung nicht möglich ist.	186
7.24	Häufigkeitstabelle der Subkategorien über die Herkunft des Flusswassers mit erklärenden Ankerbeispielen.	188
7.25	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Hauptkategorie Menschen und Flüsse.	190
7.26	Häufigkeitstabelle der Subkategorien zur Herkunft des Wissens über Flüsse.	192
7.27	Auflistung der häufigsten Subkategorien in den einzelnen Hauptkategorien.	196
7.28	Quantitative Unterschiede in den Vorstellungen zum Naturphänomen Fluss zwischen Erhebungsstandorten Kiel und Köln.	197
7.29	Regionale Häufigkeit der Metakategorie „Flüsse als Oberflächenabfluss der Landmasse“.	201
7.30	Regionale Häufigkeit der Metakategorie „Flüsse als Verbindung von Gewässern“.	201
7.31	Grad der individuellen Übereinstimmungen der Hauptkategorien der Kinder der Kölner Stichprobe zwischen den Interviews der ersten und zweiten Erhebungsphase (Q_{ij} -Werte).	204
7.32	Häufigkeitsverteilung der Q_{ij} -Werte von Kindern der Kölner Stichprobe.	205
7.33	Codesegmentbeispiel für $Q_{ij} = 0$ (K12).	205
7.34	Codesegmentbeispiel für $Q_{ij} = 1$ (K42).	206
7.35	Codesegmentbeispiel für $0 < Q_{ij}(+) < 1$ mit der Erweiterung der Vorstellungen im zweiten Interview (K26).	207
7.36	Codesegmentbeispiel für $0 < Q_{ij}(-) < 1$ mit einer Reduzierung der Vorstellungen von der ersten zur zweiten Erhebungsphase (K32).	208
7.37	Codesegmentbeispiel für $0 < Q_{ij}(\pm) < 1$ (K95).	209
7.38	Einteilung der Q_{ij} -Werte auf kategorialer Ebene.	211
7.39	Übereinstimmende Kodierungen aus dem Vergleich der Kodierungen aus der ersten (PrK1) und zweiten Erhebungsphase (PrK2) für die Hauptkategorie „Flussformen“.	212
7.40	Übereinstimmende Kodierungen aus dem Vergleich der Kodierungen aus der ersten (PrK1) und zweiten Erhebungsphase (PrK2) für die Hauptkategorie „Flussunterschiede“.	213

7.41	Übereinstimmende Kodierungen aus dem Vergleich der Kodierungen aus der ersten (PrK1) und zweiten Erhebungsphase (PrK2) für die Hauptkategorie „Flussentstehung“	214
7.42	Übereinstimmende Kodierungen aus dem Vergleich der Kodierungen aus der ersten (PrK1) und zweiten Erhebungsphase (PrK2) für die Hauptkategorie „Flussveränderung“	215
7.43	Übereinstimmende Kodierungen aus dem Vergleich der Kodierungen aus der ersten (PrK1) und zweiten Erhebungsphase (PrK2) für die Hauptkategorie „Flussverlauf“	216
7.44	Übereinstimmende Kodierungen aus dem Vergleich der Kodierungen aus der ersten (PrK1) und zweiten Erhebungsphase (PrK2) für die Hauptkategorie „Flusswasser“	217
7.45	Übereinstimmende Kodierungen aus dem Vergleich der Kodierungen aus der ersten (PrK1) und zweiten Erhebungsphase (PrK2) für die Hauptkategorie „Menschen und Flüsse“	218
7.46	Aufzählung der eher konstanteren bis konstanteren Kategorien des Erhebungsortes Köln (N = 24 Kinder).	219
7.47	Vergleich der Interviews von beiden Erhebungszeitpunkten der Kieler Stichprobe (N = 19).	220
7.48	Veränderungen von Vorstellungen nach einer Intervention in der Kategorie „Flussformen“ von Kind Ki02.	222
7.49	Veränderungen von Vorstellungen nach einer Intervention in der Kategorie „Flussformen“ von Kind Ki05.	222
7.50	Veränderungen von Vorstellungen nach einer Intervention in der Kategorie „Flussverlauf“ in den drei Subkategorien „Meer - Meer“, „See - Meer“ und „See - See“ (X=Vorstellung kodiert).	225
7.51	Interviewausschnitt zur Entstehung von Flüssen von Kind K03 (PrK1). . .	230
7.52	Interviewausschnitt zur Entstehung von Flüssen von Kind K15 (PrK1). . .	231
7.53	Interviewausschnitt zu Unterschieden von Flüssen von Kind Ki13 (PrK). . .	231
1	Quantitative Unterschiede in den Vorstellungen zum Naturphänomen Fluss zwischen Erhebungsstandorten Kiel und Köln aller Kategorien. . .	252

1 Einleitung

„Ohne die Kenntnis des Standpunktes des Schülers ist keine ordentliche Belehrung desselben möglich. Man weiß ja sonst nicht, was vorauszusehen, wo anzuknüpfen ist.“

Mit diesem Zitat spricht Diesterweg 1850 das aus, was mittlerweile als didaktisches Allgemeinwissen bezeichnet werden kann (Duit 1997). Seit den 1970er Jahren wurden weltweit die Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern¹ zum Forschungsgegenstand didaktischer Forschung untersucht (Duit 1997). Die Forderung, Kindervorstellungen im Sinne von Lernvoraussetzungen als Ausgangspunkt zur Planung und Gestaltung von Lehre zu betrachten (Kosack & Schmeinck 2004), kann somit als Begründung inhaltsanalytischer Forschungsarbeit im didaktischen Kontext gewertet werden. Geht man einen Schritt weiter, kann darüber hinaus der Prozess des Lernens als Entwicklung und Veränderungen von Vorstellungen beschrieben werden. Dies ist ein Ansatz, der die Grundlage der Theorien des Conceptual Change bildet, welcher auf der Basis einer konstruktivistischen Sichtweise des Lernens als theoretischer Bezugsrahmen der vorliegenden Forschungsarbeit betrachtet werden kann (vgl. Abschnitt 2, S. 19). Gerade im naturwissenschaftlichen Bereich finden sich zahlreiche Studien, deren zentraler Forschungsgegenstand die Vorstellungen im schulischen Kontext und deren Veränderungen ist (Duit 2009). Auch im Sachunterricht befasst sich didaktische Forschung mit Lehr-Lernprozessen von Kindern, deren Konzeptualisierung eines transdisziplinären Lernbereichs sich u.a. an einer elementaren didaktischen Fragestellung orientieren sollte: *„Wie ist die Perspektive der Kinder auf ihre Welt und auf ihre Sachen?“* (Wiesemann & Wille 2014, S. 1). Dies manifestiert sich gleichzeitig zusammenfassend im Bildungsanspruch des modernen Sachunterrichts, der u.a. Schülerinnen und Schüler in der Wahrnehmung und dem Verstehen von Phänomenen und Zusammenhängen der Lebenswelt unterstützen und unter Berücksichtigung von (vorschulischen) Erfahrungen eine belastbare Grundlage für die Zukunft aufbauen soll (GDSU 2013, S. 9). Die Spanne sachunterrichtlicher Themen umfasst dabei die Aspekte der Lebenswelt aus sozial- und naturwissenschaftlicher, geographischer, historischer und technischer Perspektive, deren Thematisierung auf inhaltlicher Ebene nicht immer trennscharf zu differenzieren ist. Dennoch erfordert die Abgrenzung eines spezifischen, auf Inhalte zu Kindervorstellungen fokussierten Forschungsgegenstandes einen abgrenzenden Rahmen, der wiederum die Aspekte der Lebenswelt auf einzelne Perspektiven reduziert. Gerade im Bereich der Grundschule und somit der für den Sachunterricht relevanten Schulform finden sich, mit der Ausnahme der naturwissenschaftlichen Perspektive, im Vergleich zur Sekundarstufe deutlich weniger Forschungsarbeiten zu Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern (Duit 2009). Das trifft auch für die geographische Perspektive zu, was ebenfalls aus geographiedidaktischer Sicht attestiert wird (Reinfried 2010). Vor allem im Bereich der physischen Geographie im Sinne eines naturwissenschaftlichen Aspekts der Geographie spielen die vermeintlich basalen landschaftlichen Phänomene wie Gebirge, Flüsse oder Wüsten und deren Zusammenhänge trotz ihres grundlegenden Bildungspotentials keine große Rolle

¹ Wenn im Folgenden die Begriffe Schüler oder Lehrer in der maskulinen Form verwendet werden, geschieht dies aus Gründen der besseren Lesbarkeit. Sämtliche Schreibweisen gelten grundsätzlich für beiderlei Geschlechter und die feminine Form ist ebenfalls ausdrücklich gemeint.

in der Bildungslandschaft der Grundschule, was sich im geringen Anteil naturgeographischer Inhalte im Sachunterricht widerspiegelt (Blaseio 2004, S. 323 f.). Dabei bilden diese die Basis zum Verständnis der physischen Lebenswelt und beeinflussen maßgeblich das Leben der Menschen (GDSU 2013). Um Einblicke in die Lernvoraussetzungen der Schülerinnen und Schüler im Sachunterricht in Form von Vorstellungen in Bezug auf naturgeographische Inhalte zu gewinnen, ist es notwendig, sich auch mit den scheinbar einfachen, aber grundlegenden Naturphänomenen auseinanderzusetzen und sie zum Gegenstand didaktischer Forschung zu machen. Es finden sich in der Literatur nur wenige Studien, die sich mit solchen Vorstellungen und deren Veränderungen unter Bezug auf die Theorieansätze des Conceptual Change mit Schülerinnen und Schülern der Primarstufe beschäftigen (Reinfried & Schuler 2009). Ein solches Naturphänomen stellen beispielsweise Flüsse dar. Flüsse bilden die Lebensadern unserer Landschaft. Menschen haben sich an Flüssen und Bächen angesiedelt. Sie dienen unter anderem der Trinkwassergewinnung, als Transport- und Reisewege, der Energiegewinnung und der allgemeinen Wasserversorgung. In vielen Städten sind sie unmittelbar in die wahrnehmbare Lebensumwelt der Kinder integriert und können so bewusst oder unbewusst eine Rolle in deren Leben spielen. Darüber hinaus sind in fast jedem Jahr Flusshochwasser Thema in den Medien bzw. können Kinder davon in unterschiedlichem Ausmaß betroffen sein. In der Grundschule bietet sich die Auseinandersetzung mit dem Naturphänomen „Fluss“ somit als integratives und perspektivübergreifendes (vgl. GDSU (2013)) Thema an. Unter dieser Prämisse gestaltet sich auch die Ableitung des Forschungsgegenstandes der vorliegenden Untersuchung, die im geographischen Sinne als Kartierung der gedanklichen Aspekte von Grundschulkindern über das Naturphänomen „Fluss“ bezeichnet werden kann. Das Ziel dieser Arbeit bildet somit zum einen die Untersuchung von Vorstellungen von Schülerinnen und Schülern zum Naturphänomen Fluss und zum anderen deren (qualitative) Strukturen potentieller Veränderungen. Im Fokus der Untersuchung stehen dabei die geomorphologischen und hydrologischen Aspekte des Phänomens sowie deren Wechselwirkung und Einfluss auf und mit dem Leben der Menschen (vgl. Abschnitt 4, S. 69). Dabei zieht sich der Kontext Schule, in der Natur der Sache liegend, durch das gesamte Forschungsvorhaben, von den zugrundeliegenden Lehr-Lerntheorien, der Fragestellung bis hin zu den an der empirischen Untersuchung beteiligten Personen und dem Kontext des Untersuchungsfeldes. Die Ergebnisse sollen dabei helfen, das Verständnis des Naturphänomens Fluss in der Lebenswelt der Kinder besser zu begreifen und im didaktischen Gefüge einordnen zu können. Dabei spielen die inhaltlichen und strukturellen Aspekte der Kindervorstellungen eine zentrale Rolle, um daraus Handlungsmöglichkeiten für den Sachunterricht ableiten zu können. Bereits vorhandene Studien (vgl. u.a. Dove et al. (1999); Mackintosh (2004)) zu diesem Themengebiet fokussieren als zentralen Forschungsgegenstand die Vorstellungen der Kinder, beziehen potentielle Veränderungen aber nicht mit ein (vgl. Abschnitt 3, S. 57). Die vorliegende Arbeit gliedert sich über die Einleitung hinaus in acht weitere Abschnitte. Im folgenden zweiten Abschnitt werden der theoretische Bezugsrahmen und die dieser Arbeit zugrundeliegenden Begrifflichkeiten definiert und beschrieben. Im dritten Teil folgt die Aufbereitung des aktuellen Forschungsstandes und das Aufzeigen von Forschungsdesiderata. Im vierten Abschnitt werden die Forschungsfragen der Studie erläutert sowie ein passendes Untersuchungsdesign vorgestellt. Kapitel fünf dient der methodologischen Positionierung dieser Arbeit und bildet die Grundlage für die Wahl der Methoden, auf welche neben der Durchführung der Studie im sechsten Abschnitt eingegangen wird. Die Präsen- ta-

tion und Interpretation der Ergebnisse folgt in Kapitel sieben. Kapitel acht diskutiert die Ergebnisse vor dem Hintergrund der vorhandenen Studien und des theoretischen Bezugsrahmens. Abgeschlossen wird die vorliegende Arbeit mit einer kritischen Reflexion des Forschungsprozesses, abschließenden Folgerungen und einem Ausblick auf die Weiterentwicklung des Forschungsfeldes und möglichen Implikationen für die schulische Praxis.

2 Theoretischer Bezugsrahmen

Das folgende Kapitel stellt den theoretischen Bezugsrahmen dieser Arbeit vor und beleuchtet diesen aus unterschiedlichen Perspektiven, um dem Forschungsgegenstand, den Kindervorstellungen zum Naturphänomen Flüsse, angemessen begegnen zu können.

2.1 Konstruktivistische Sichtweisen

Die konstruktivistischen Sichtweisen haben sich in den letzten Jahrzehnten als maßgeblicher theoretischer Rahmen in der modernen Lehr-Lern-Forschung entwickelt (Steffe & Gale 1995; Tobin 1993) und behaviouristische Theorien in der Bildung abgelöst (Duit & Treagust 1998). Nach Widodo & Duit (2004) ist der Plural „konstruktivistische Sichtweisen“ bewusst zu wählen, da die gängige Literatur ein weites Spektrum konstruktivistischer Ansätze eröffnet (Good et al. 1993). In den 1990er Jahren hat sich ein „moderater“ Konstruktivismus in seinen Varianten als Brücke zwischen dem „radikalen“ Konstruktivismus und der Positionen des „sozialen“ Konstruktivismus in den Didaktiken der Naturwissenschaften durchgesetzt (Gerstenmaier & Mandl 1995). Der moderate Konstruktivismus geht zum einen davon aus, dass jedes Wissen individueller Konstruktion unterliegt, lässt im Gegensatz zum radikalen Konstruktivismus aber die grundsätzliche Existenz einer Realität zu (Widodo & Duit 2004). Er umfasst somit ontologische und epistemologische Ansichten². Zugleich spielt die soziale Situation, in der es zur Konstruktion von Wissen kommt, eine entscheidende Rolle. Es gibt jedoch unterschiedliche Sichtweisen der Vertreter des moderaten Konstruktivismus in Bezug auf die Kriterien der Selbstbestimmtheit und Selbstregulierung in Lernprozessen (Möller 1999). Während Gerstenmaier & Mandl (1995) das Kriterium des selbstgeteuerten Lernenden in den Fokus rücken, zeichnet sich nach Dubs (1995) der moderate Konstruktivismus dadurch aus, dass die Lehrkraft in aufwändigen Lehr-Lernarrangements Impulse zur kognitiven Anregung beisteuert. Bliss (1996) betont ebenfalls die Notwendigkeit von Strukturierungshilfen für die Lernenden durch die Lehrenden und bezieht sich damit auf Wygotskis Theorie der „Zone der nächsten Entwicklung“. Dessen Theorie besagt, dass der Unterschied (die Zone der proximalen Entwicklung) zwischen der tatsächlichen Entwicklung von Kindern und der potentiellen Entwicklung nur mit Hilfe von Erwachsenen überbrückt werden kann (Wygotski 1978). Widodo & Duit (2004) fassen zusammen, dass die Fokussierung konstruktivistischer Ansätze auf der individuellen Konstruktion von Wissen liegt. Was bedeutet, dass *„die Lernenden sich ihr Wissen auf Grundlage der bereits vorhandenen Vorstellungen selbst konstruieren müssen“* (Widodo & Duit 2004, S. 234). Somit fällt im schulischen Kontext zum einen den vorunterrichtlichen Vorstellungen der Schülerinnen und Schüler eine bedeutende Rolle zu (Duit & Treagust 1998), zum anderen ist die Veränderung und Weiterentwicklung dieser Vorstellungen hin zu wissenschaftlichen Vorstellungen das, was lernen ausmacht (Duit & Treagust 2003). Dieser Prozess der Konzeptveränderung wird als „Conceptual Change“ bezeichnet³.

² Ontologisch $\approx$ gebunden an etwas Wirkliches. Es ist das Fragen nach dem Sein. Epistemologisch $\approx$ Erkenntnis betreffend. Es ist das Fragen nach dem Erkennen.

³ Der Begriff „Conceptual Change“ stammt aus dem anglo-amerikanischen Sprachraum.

2.2 Conceptual Change als Rahmenkonzept

Der Begriff „Conceptual Change“ hat seine Ursprünge in den 1960er Jahren und basiert auf Kuhn (1967) und seiner „Struktur der wissenschaftlichen Revolutionen“. Die genannte Arbeit sieht den Verlauf der Wissenschaftsgeschichte geprägt durch revolutionäre Paradigmenwechsel. Der Wechsel von alten wissenschaftlichen Theorien zu neuen Erklärungsansätzen erfolgt in vielen Fällen nicht durch die Weiterentwicklung der bis dahin gültigen Paradigmen, sondern erfährt durch die neuen Theorien eine revolutionäre und somit schlagartige Veränderung der Paradigmen. Als Beispiel sei hier der Wechsel von der klassischen Physik zur Quantenphysik oder die Relativitätstheorie Einsteins erwähnt. Die Arbeit Kuhns liefert die Grundlage der sich später entwickelnden (klassischen) Conceptual Change Theorie. Da sich der Begriff Conceptual Change als Fachbegriff in der internationalen Literatur etabliert hat, wird er im weiteren Verlauf dieser Arbeit so beibehalten. Schnotz (2006) fasst den Prozess des Conceptual Change als ein Umlernen auf, der auf die Veränderung von vorhandenem Wissen abzielt. Die Veränderung kann dabei nicht nur einzelne Konzepte, sondern ganze Wissensstrukturen umfassen. Die Aussage lässt die Komplexität dieses Ansatzes erahnen und bildet gleichzeitig die Grundlage für die unterschiedlichen Herangehensweisen, die sich im Laufe der Forschungsgeschichte herausdifferenziert haben. Denn das Forschungsfeld Conceptual Change umfasst eine große Bandbreite an Erklärungs- und Deutungsansätzen, die sich in ihren Grundannahmen und Auslegungen zum Teil stark unterscheiden. Der folgende Abschnitt zeigt, wie sich die verschiedenen Theorien des Conceptual Change nach unterschiedlichen psychologischen Aspekten gliedern lassen (Schnotz 2006), bzw. in welchen theoretischen Rahmenbedingungen sie sich unterscheiden (Duit et al. 2008). Anschließend werden die wichtigsten Theorien innerhalb des Conceptual Change vorgestellt und deren Unterschiede hervorgehoben. Im folgenden Abschnitt geht es nicht darum, eine theoretische Verortung der nachfolgenden empirischen Studie vorzunehmen, vielmehr soll ein Überblick über das Spektrum der gängigsten Theorien des Conceptual Change gegeben werden.

2.2.1 Der Kategorienansatz und entwicklungspsychologische Aspekte

Schnotz (2006) gliedert verschiedene Conceptual Change Theorien, bzw. dem Conceptual Change nahe Theorien in fünf psychologische Aspekte⁴. Im entwicklungspsychologischen Aspekt greift Schnotz (2006) die altersbezogene Entwicklung des Wissenserwerbs von Menschen auf. Von Geburt an beginnt der Mensch aktiv, sein Wissen zu konstruieren und entwickelt bis zum Schuleintritt durch Alltagserfahrungen ein reichhaltiges Wissen über seine Lebensumwelt. Schnotz bezeichnet das bis zu diesem Zeitpunkt konstruierte Wissen als „naiv“. Es steht in Konkurrenz zum Schulwissen. Die Präkonzepte (vorschulische Konzepte) oder auch Alltagskonzepte können inkompatibel zu dem neu vermittelten Wissen sein und so den Lernprozess erschweren. Die Alltagskonzepte werden normativ-wertend als „Miss- oder Fehlkonzepte“ bezeichnet oder deskriptiv als „alternative konzeptuelle Bezugsrahmen“ (Pfundt & Duit 1991)⁵. „*Schulisches Lernen*

⁴ Die Unterteilung der Theorien des Conceptual Change in psychologische Teilgebiete nach Schnotz (2006) beinhaltet nur einen Ausschnitt der gängigen Conceptual Change Ansätze. Aus diesem Grund findet sich die Differenzierung nach Schnotz nur in den Abschnitten des folgenden Textes wieder, in denen auf Ansätze Bezug genommen wird, die von Schnotz (2006) erwähnt werden.

⁵ Im weiteren Verlauf der Arbeit werden die genutzten Begrifflichkeiten der jeweiligen Autoren sowie deren Konnotationen verwendet und falls erforderlich sinngemäß übersetzt.

erfordert offenbar eine Reorganisation vorhandenen Wissens“ (Schnotz 2006, S. 77). Die Reorganisation spielt bei der Entwicklungstheorie von Piaget (1964) eine entscheidende Rolle. Insbesondere die Äquilibrationstheorie hat Einfluss auf den Grundgedanken des Conceptual Change und somit auch auf einige der folgenden Conceptual Change Theorien. Im Kern von Piagets Entwicklungstheorie stehen die kognitiven Anpassungsprozesse, die ein Individuum während seiner Auseinandersetzung mit der Welt und dem sich schrittweise entwickelnden Verstehen der Umwelt unweigerlich durchläuft. Die Träger des Anpassungsprozesses sind die Strukturen, bzw. in spezifizierter Form die Schemata, z.B. das Greifschema eines Kindes nach einem Gegenstand. Die Veränderung und Anpassung dieser Schemata unterliegen zwei elementaren Prozessen: der Assimilation und der Akkommodation. Die Assimilation beschreibt den Vorgang, bei dem ein Ereignis oder eine Information, die ein Individuum aufnimmt, so verändert wird, dass es in ein bestehendes Schema eingefügt werden kann. Als Beispiel sei das Greifen eines Kindes nach einem neuen Gegenstand wie einer Rassel genannt. Bei der Akkommodation wird die Veränderung an den Schemata selbst vorgenommen, damit sie neue Informationen angemessen aufnehmen können oder sie nicht im Widerspruch zu anderen Schemata oder der Gesamtstruktur stehen. Als bekanntes Beispiel dient hier das Greifen eines Kindes nach einem Wasserstrahl. Das Kind muss sein Schema des Greifens erweitern, da sich Wasser nicht greifen sondern nur schöpfen lässt. Das Ergebnis des ständigen Wechselspiels zwischen Assimilation und Akkommodation betrachtet Piaget als kognitive Entwicklung (Zimbardo & Gerrig 2003). Durch die Weiterentwicklung der beiden Prozesse drängt sich das Denken gegenüber der unmittelbaren Wahrnehmung immer stärker in den Vordergrund. Die Anpassung durch Assimilation und Akkommodation unterliegt dem Entwicklungsprinzip des Gleichgewichts, dem Äquilibrationsprinzip. Das kognitive System strebt danach, Zustände des Ungleichgewichts in Zustände des Gleichgewichts zu überführen. Ein kognitiver Konflikt kann zu so einem Ungleichgewicht führen und somit durch Äquilibration Veränderungen in der kognitiven Struktur bewirken. Piaget bezieht die Reorganisation von Wissen dabei nicht nur auf einzelne Inhaltsfelder, sondern geht von einem domänenübergreifenden Prozess aus. Die Vorgänge im Conceptual Change werden dagegen eher als domänenspezifisch beschrieben (Carey 1985; Driver 1989; Driver et al. 1994). Sie setzen zum einen bei der Zunahme domänenspezifischen Wissens nicht ebenfalls eine Zunahme allgemeiner logischer Fähigkeiten voraus, zum anderen werden zusätzlich auch soziale und kulturelle Prozesse bei der Konstruktion und Entwicklung von Wissen berücksichtigt. Nach Wygotski (1964) wird die kognitive Entwicklung nicht durch die individuelle Auseinandersetzung mit der Umwelt, sondern durch das Hineinwachsen in eine bestimmte Kultur geprägt. Des weiteren bildet die Sprache ein wichtiges geistiges Werkzeug, sie dient der qualitativen Veränderung der Denkprozesse (Bliss 1996). Wygotski unterscheidet ebenfalls zwischen „naiven“ und „wissenschaftlichen“ Konzepten, ordnet diese aber qualitativ unterschiedlichen Begriffssystemen zu. *„Die im Alltag erworbenen Konzepte sind unmittelbar auf die konkrete Erfahrungswelt bezogen, jedoch nicht in ein kohärentes System eingebunden. Die in der Schule vermittelten wissenschaftlichen Konzepte hingegen bilden zwar kohärente Systeme, sind jedoch nicht hinreichend auf die konkrete Erfahrungswelt bezogen“* (Schnotz 2006, S. 77). Die Aufgabe der Schulen liegt in der Überwindung der Diskrepanz zwischen diesen beiden Systemen. Die erste Theorie unter dem Gesichtspunkt entwicklungspsychologischer Aspekte, die als wirkliche Conceptual Change Theorie bezeichnet werden kann, ist der Kategorisierungsansatz von Chi et al. (1994). In diesem Ansatz wird Conceptual Change

als die Verlagerung von Konzepten aus einer ontologischen Kategorie in eine andere ontologische Kategorie verstanden (Chi & Roscoe 2002). Fehlvorstellungen entstehen dabei durch Kategorisierungsfehler. Als Beispiel nennen Chi et al. (1994) drei mögliche primäre Kategorien „Stoffe“ („matter“), „Prozesse“ („processes“) und „Mentale Zustände“ („mental states“). Die Hauptkategorien lassen sich wiederum in hierarchische Subkategorien unterteilen (siehe Abb. 2.1). Die Kategorie „Prozess“ enthält z.B. die Unterkategorien „Prozedur“ (ausgeführter Prozess wie Schuhe zubinden), „Ereignis“ (hat ein Anfang und ein Ende wie z.B. ein Kuss) und „constraint-based interaction“ (z.B. Nebel, Verkehrsstau) (Chi et al. 1994)⁶. Durch weitere Ausdifferenzierung entstehen so hierar-

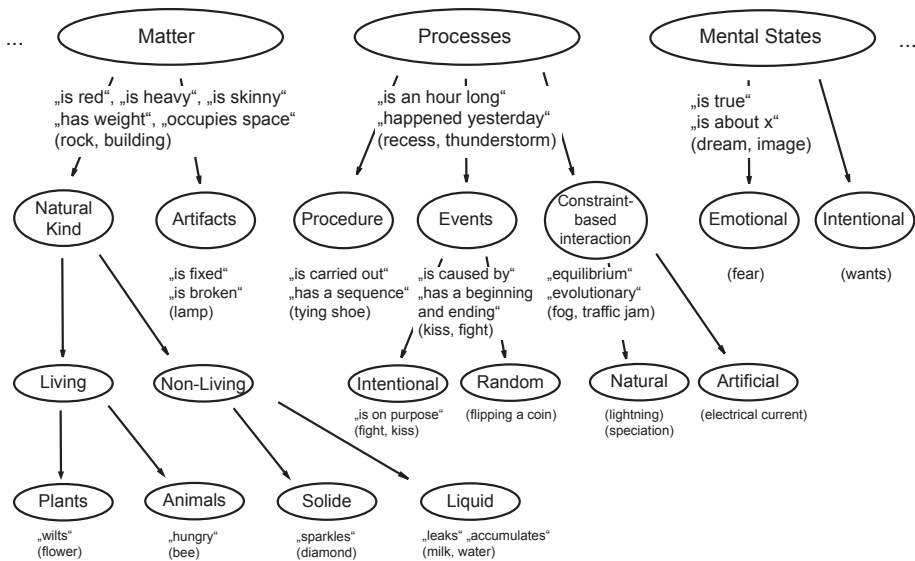


Abb. 2.1: Die ontologischen Kategorien und ihre hierarchisch angeordneten Subkategorien (Chi et al. 1994).

chisch verzweigte Kategorienbäume. Jede Subkategorie innerhalb eines Baumes unterscheidet sich ontologisch von jeder anderen Subkategorie eines anderen Baumes, da sie keine ontologischen Attribute miteinander teilen. Ontologische Attribute unterscheiden sich von (die Sache) definierenden Attributen in der Form, dass sie nur möglicherweise ein Objekt als Konsequenz seiner Zugehörigkeit einer ontologischen Kategorie beschreiben können. Ein definierendes Attribut muss ein zwingendes Merkmal eines Objektes beschreiben. Als Beispiel nennen Chi et al. (1994) eine Kaffeekanne. Diese fällt in den ontologischen Baum „Entität“ in die Subkategorie „Artefakte“. Als definierendes Attribut hat sie einen Schnabel. Das ontologische Attribut beschreibt die Möglichkeit, dass die Kaffeekanne zerbrechlich ist. Die Beschreibung eines Merkmals durch ein ontologisches Attribut ist also von anderer Qualität als durch ein definierendes Attribut. Chi et al. (1994) bezeichnen es als orthogonal zu den definierenden Merkmalen. Schülerinnen

⁶ Eine etwas allgemeiner gehaltene und überarbeitete Version dieser ontologischen Kategorienbäume ist in Chi (2008) zu finden.

und Schüler begegnen einer neuen Lernsituation nicht als unbeschriebenes Blatt, sondern bringen Vorerfahrungen und eigene Gedanken zu und über die spezifische Wissensdomäne mit. Chi & Roscoe (2002) unterscheiden dabei zwischen naivem Vorwissen, welches sich relativ leicht durch Instruktionen verändern lässt, den „preconceptions“, und robustem naivem Vorwissen, den „misconceptions“. Diese Fehlvorstellungen erweisen sich gegenüber Instruktionen und Veränderungen als sehr resistent. Beispiele dieser hartnäckigen Fehlvorstellungen sind: „Wale sind eine Art von Fischen“ oder „der Schatten eines Objekts besteht aus irgendeiner Art von Substanz“. Die Herausforderung besteht darin, die Faktoren zu bestimmen, die eine Veränderung bestehender Fehlvorstellungen hemmt oder sogar verhindert. Um tieferes inhaltliches Verständnis zu erzeugen und anschließendes Lernen zu ermöglichen, muss das naive Vorwissen repariert werden. Chi et al. (1994) bezeichnen die Reparatur von „misconceptions“ als Conceptual Change und die Reparatur von „preconceptions“ als Conceptual Reorganization. Der Fokus des Kategorisierungsansatzes liegt somit auf der Veränderung und Untersuchung der „misconceptions“. Fehlvorstellungen (misconceptions) sind also Konzepte, die einer falschen bzw. ungeeigneten ontologischen Kategorie zugeordnet wurden. In diesem Sinne ist Conceptual Change der Prozess, der eine Neuordnung oder eine laterale Verlagerung des spezifischen Konzeptes von einer ontologischen Kategorie in eine andere ontologische Kategorie steuert. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei der Rekonzeptualisierung innerhalb einer ontologischen Kategorie oder der Hierarchie eines Baumes um Conceptual Reorganization. Bei der lateralen Verlagerung der Konzepte zwischen verschiedenen ontologischen Kategorien bestehen die Schwierigkeiten zum einen darin, dass es Schülerinnen und Schülern an Bewusstsein über ihre eigenen Fehlkonzepte mangelt und zum anderen daran, dass eindeutige Alternativkategorien fehlen oder nicht zur Verfügung stehen. Stark (2003) kritisiert am Kategorisierungsansatz, dass Alltagskonzepte im Gegensatz zu wissenschaftlichen Konzepten stark vernachlässigt werden. Aber gerade im Alltag lassen sich möglicherweise Kontexte finden, in denen eine Fehlkategorisierung funktionell sinnvoll ist, „*weil dadurch Handlungsmöglichkeiten trotz fehlenden Vorwissens erhalten bleiben*“ (Stark 2003, S. 135). Des weiteren ist zur Unterscheidung der ontologischen Kategorien, insbesondere die der „constraint-based interaction“, ein gewisses Maß an Abstraktionsvermögen Voraussetzung, um überhaupt eine bewusste Differenzierung zwischen den einzelnen ontologischen Kategorien vornehmen zu können. Bisherige Annahmen zur kognitiven Entwicklung lassen Zweifel aufkommen, ob bei Kindern im Grundschulalter die Fähigkeit zur Abstraktion bereits im notwendigen Maße ausgebildet ist (Hank 2013).

2.2.2 Die klassische Conceptual Change Theorie und instruktionspsychologische Aspekte

Die Theorie zu Conceptual Change von Posner et al. (1982) fällt nach Schnotz (2006) unter „instruktionspsychologische Aspekte“ und kann auch als klassische Conceptual Change Theorie bezeichnet werden. Anstatt Wissensveränderungen durch die Integration von Schul- und Alltagswissen herbeizuführen, setzt die Instruktionspsychologie unter anderem darauf, „*vorhandene Fehlkonzepte durch wissenschaftliche Konzepte zu ersetzen*“ (Schnotz 2006, S. 78). Posner et al. (1982) unterscheiden zwei Phasen des Conceptual

Change in der Wissenschaft. Die erste Phase beschreibt zentrale Verpflichtungen⁷, die wissenschaftliche Forschung organisieren und festlegen, was mit welchen Methoden erforscht werden kann und spezifiziert Kriterien und Maßstäbe, was als Lösung anerkannt wird. Angelehnt ist diese Betrachtungsweise an die paradigmengeleitete Wissenschaft aus Kuhns „Theorie der wissenschaftlichen Revolutionen“. Die zweite Phase des Conceptual Change beschreibt die auftretende Notwendigkeit zur Modifikation dieser zentralen Konzepte. Sobald ein Wissenschaftler an die Grenzen seiner grundlegenden Annahmen kommt und seine Forschungsbemühungen weiter voran treibt, muss dieser neue Konzepte und erweiterte Sichtweisen auf die Welt, bzw. seine spezifische Forschungsdomäne zulassen. Kuhn (1967) nennt diese Art des Conceptual Change „wissenschaftliche Revolution“. Posner et al. (1982) begründen ihre Theorie des Conceptual Change auf einer analogen Herangehensweise. Die Unterscheidung der zwei Phasen sind ebenso im Conceptual Change mit Bezug auf das Lernen zu finden: Assimilation und Akkommodation. Diese Begriffe beziehen sich in diesem Fall nicht auf die Theorien Piaget's, beschreiben aber gleichwohl den Umgang lernender Personen mit neuen Informationen. Assimilation lehnt sich an die erste Phase an und beschreibt den Vorgang, wie eine lernende Person, mit ihren bereits vorhandenen Vorstellungen sich mit neuen Phänomenen auseinandersetzt. Stellen sich die vorhandenen Vorstellungen als inadäquat bei der Verständniserzeugung heraus, ist ein Austausch, bzw. eine Reorganisation der die Sache betreffenden Vorstellungen notwendig. Diesen Prozess des radikaleren Conceptual Change beschreiben Posner et al. als Akkommodation. Hewson (1981) ersetzt die Begriffe Assimilation und Akkommodation durch „conceptual capture“ respektive „conceptual exchange“, um Verwirrungen im Zusammenhang mit den Theorien Piagets vorzubeugen (vgl. auch Hewson & Thorley (1989)). Laut Posner et al. (1982) müssen vier Bedingungen erfüllt sein, bevor der Prozess der Akkommodation, bzw. des radikalen Conceptual Change bei einem Lernenden auftreten kann. Als erstes muss der Lernende *Unzufriedenheit* („dissatisfaction“) mit seinen gegenwärtigen Vorstellungen verspüren. Neue Alternativkonzepte müssen zum einen *verständlich* („intelligible“) sein und dem Lernenden inhärente Möglichkeiten aufzeigen, zum anderen müssen sie *plausibel* („plausible“) erscheinen und das Potential haben, die durch ihren Vorgänger hervorgerufenen Probleme lösen zu können. Als letzte Bedingung muss ein neues Konzept sich in der Zukunft als *fruchtbar* („fruitful“) erweisen und neue Anknüpfungsmöglichkeiten für weitere zu erforschende Wissensbereiche bieten (siehe Abb. 2.2). Sollten die vier Bedingungen in der genannten Reihenfolge nicht erfüllt werden, wird das ursprüngliche Konzept beibehalten. Posner et al. betonen, dass der Prozess der Akkommodation nicht übersimplifiziert werden sollte. Denn auch, wenn es sich um eine radikale Veränderung handelt, muss dieser Prozess nicht abrupt verlaufen. Viel eher gehen Posner et al. davon aus, dass gerade bei komplexen Themen - wie der untersuchten Relativitätstheorie - nur gewisse Teilaspekte des Konzepts zu einem bestimmten Zeitpunkt akkommodiert werden. Für Novizen bedeutet Akkommodation eine schrittweise Anpassung der eigenen Konzepte, welche nicht linear verlaufen muss, sondern auch andere Teilkonzepte modifizieren kann und so zu einem tiefergreifenden Verständnis der Zusammenhänge führt. Jede Anpassung legt die Grundlage für weitere Anpassungen und mündet schließlich in einer substantiellen Reorganisation oder einem Wechsel eines zentralen Konzepts (Posner et al. 1982). Während

⁷ Posner et al. (1982) setzen „zentrale Verpflichtungen“ gleich mit Konzepten und unterscheiden keine weitere Ausdifferenzierung. Im weiteren Verlauf wird nur noch von Konzepten die Rede sein.

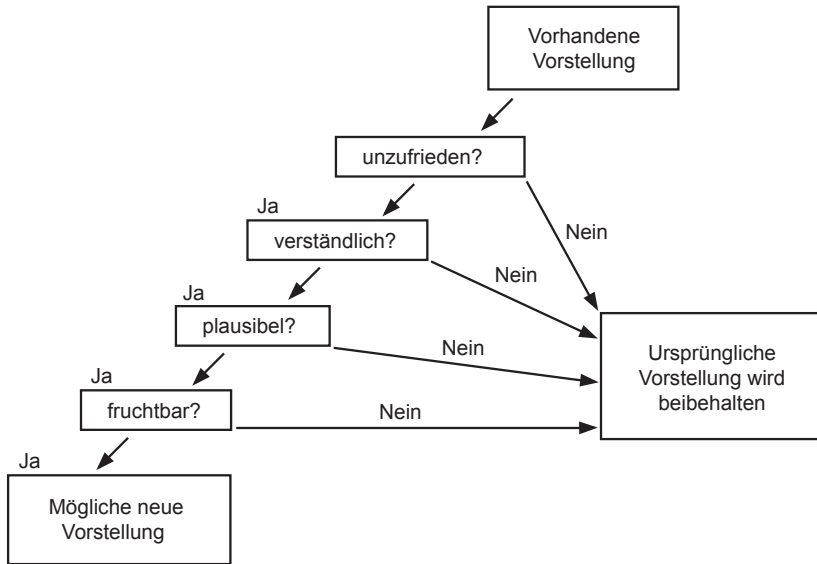


Abb. 2.2: Posner et al. (1982) Conceptual Change Model nach Dole & Sinatra (1998).

die vier Bedingungen Unzufriedenheit, Verständlichkeit, Plausibilität und Fruchtbarkeit unabdingbare Voraussetzungen für einen Conceptual Change darstellen, bildet die *konzeptuelle Umwelt* („conceptual ecology“) den Kontext, in dem Akkommodation stattfinden kann (Hewson & Thorley 1989). Weiterhin beschreiben Hewson & Hewson (1984) in Bezug auf Toulmin (1972) die konzeptuelle Umwelt eines Lernenden „als dynamische Interaktion zwischen der Struktur des Wissen einer Person und seinem intellektuellen Umfeld, in dem diese Person lebt“. Somit wird die Auswahl neuer zentraler Konzepte eines Lernenden durch seine konzeptuelle Umwelt beeinflusst (Posner et al. 1982). Posner et al. nennen fünf Determinanten, die den Reflexionshintergrund für den Umgang mit neuen Phänomenen bilden (Hank 2013). *Anomalien* („anomalies“) bestimmen den Charakter eines spezifischen Problems und erzeugen einen kognitiven Konflikt, der den Lernenden auf den Prozess der Akkommodation vorbereitet. Je unzufriedener der Lernende mit seinen aktuellen Konzepten ist, desto wahrscheinlicher ist seine Bereitschaft, neue Konzepte anzunehmen und so die Voraussetzungen für einen Konzeptwechsel zu schaffen (Posner et al. 1982). *Analogien und Metaphern* („analogies and metaphores“) regen die Entwicklung neuer Ideen an und helfen dabei, neue Konzepte verständlich zu machen. *Epistemologische Verbindlichkeiten* („epistemological commitments“) bestimmen zum einen domänenspezifische Erklärungsweisen wissenschaftlicher Forschungsfelder und geben zum anderen Übersicht über den Charakter von Wissen (vgl. ebd.). *Metaphysische Vorstellungen und Konzepte* („metaphysical beliefs and concepts“) bezeichnen nach Posner et al. die metaphysischen Vorstellungen über die Wissenschaft, die in einer epistemologischen Sichtweise resultieren können, welche zu einer Annahme oder Ablehnung einzelner Erklärungsansätze führt. Das kann soweit führen, dass einzelne wissenschaftliche Konzepte von Lernenden resistent gegen widerlegende Argumente werden. Als Beispiel nennen Posner et al. die Vorstellung von absolutem Raum und absoluter Zeit. Epistemo-

logische und metaphysische Annahmen bilden in der Conceptual Change Theorie nach Posner et al. (1982) die Basis, auf der Lernende über neues Wissen urteilen. Als letzten determinierenden Faktor⁸ der konzeptuellen Umwelt nennen Posner et al. *weiteres Wissen* („other knowledge“) in anderen Wissensfeldern sowie die Auswahl des vielversprechendsten Konzepts als neues Erklärungsmodell aus einer Anzahl konkurrierender Konzepte. Aus heutiger Sichtweise eines weiterentwickelten Conceptual Change wird die Theorie von Posner et al. (1982) kritisch gesehen (Treagust & Duit 2009), insbesondere der Ansatz, nach dem Lernen im schulischen Kontext mit wissenschaftlicher Theoriebildung vergleichbar sein soll, bzw. Konzepte komplett durch wissenschaftliche Sichtweisen ersetzt werden (Duit & Treagust 1998). Neuere Studien zeigen, dass Conceptual Change maximal in Randbereichen existierender Konzepte vollzogen wird (Chinn & Brewer 1993). Schnotz (2006) merkt an, dass Alltagskonzepte für eine zufriedenstellende Situationsbewältigung oft völlig ausreichen. So entwickeln sich Alltagskonzepte und Schulwissen parallel und finden in ihren spezifischen Bereichen Anwendung ohne in Wechselwirkungen miteinander zu treten. Dennoch hatte die Arbeit von Posner et al. (1982) Einfluss auf viele Forschungsansätze und auf die weitere Ausdifferenzierung des Conceptual Change (Chiu et al. 2002).

2.2.3 Der Knowledge-in-Pieces Ansatz und kognitionspsychologische Aspekte

Unter kognitionspsychologischen Aspekten sieht Schnotz (2006) das Spannungsfeld zwischen der Kohärenz und der Inkohärenz des Alltagswissens sowie Conceptual Change Theorien, die beim Wissenserwerb von der Konstruktion multipler mentaler Repräsentationen ausgehen. In die erste Kategorie fällt der Knowledge-in-Pieces-Ansatz von diSessa (1988). diSessa (1988) geht in seinem Ansatz davon aus, dass Alltagswissen⁹ nicht in Form von wenigen großen Theorien vorliegt, sondern sich aus einer großen Anzahl von Fragmenten zusammensetzt. Diese Fragmente bezeichnet diSessa als *phänomenologische Stammfunktion* („phenomenological primitives“)¹⁰ oder kurz P-Prims, z.B. erwarten Menschen bei größerem Aufwand ein besseres Ergebnis oder dass Gegenstände sich desto schneller bzw. weiter bewegen, je stärker man sie anstößt (diSessa & Sherin 1998). Der phänomenologische Anteil dieser kleinsten Wissensfragmente beschreibt deren Entstehung aus meist oberflächlichen Interpretationen von Erfahrungen in der Realität. Sie sind in den meisten Fällen selbsterklärend und bedürfen keiner weiteren Begründung (diSessa 1993). Das Ursprüngliche (in Bezug auf die Stammfunktion) der P-Prims bedeutet, dass es sich um primitive Elemente kognitiver Mechanismen - kleine Erinnerungselemente handelt, bzw. um mentale Strukturen, die voneinander isoliert existieren. P-Prims bilden die kleinste kontextinvariante mentale Aktivierung (diSessa 1993). Lernen bedeutet nach diSessa, dass die P-Prims in geeigneten Situationen aktiviert werden und dann dabei helfen, weitere Elemente wie Ideen, Konzepte oder Theorien, in Bezug ihres spezifischen Kontextes, zu entwickeln (diSessa 1993). Auf dem Weg vom Novizen zum Experten unterliegen die Funktionen und eher losen Verbindungen der P-

⁸ Auf die Beziehung zwischen den fünf Bestimmungsmerkmalen der konzeptuellen Umwelt und den vier Bedingungen des Conceptual Change wird in dieser Zusammenfassung nicht weiter eingegangen.

⁹ diSessa entwickelte seine Theorie in Bezug auf physikalische Phänomene.

¹⁰ Die Übersetzung von „primitives“ ins Deutsche ist im gegebenen Kontext nicht ganz eindeutig. Schnotz (2006) übersetzt es mit „Prinzipien“, was aber die Bedeutung, nach Meinung des Autors dieser Arbeit, nicht widerspiegelt. Hank (2013) umschreibt den Begriff mit „Einheit“. Die in dieser Arbeit verwendete Übersetzung „Stammfunktion“ soll die Ursprünglichkeit dieser kleinsten Wissensfragmente hervorheben.