

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
---	------------	---

## *THEORETISCHER TEIL*

2	Der neurobiologisch motivierte konsequente Konstruktivismus	9
2.1	Philosophische Standortbestimmung	10
2.1.1	Erkenntnistheoretisches Paradigma	11
2.1.2	Abgrenzung zu der einen Seite: Solipsismus	12
2.1.3	Die andere Seite: Realismus	14
2.2	Belege aus den Kognitionswissenschaften	16
2.3	Zur Kritik des radikalen Konstruktivismus	21
3	Lernmodell	25
3.1	Ein konsequent konstruktivistisches Lernmodell	26
3.1.1	Eine Grundlegende Klassifizierung	27
3.1.2	Elementare zeitliche Strukturierung des kognitiven Prozesses	29
3.1.3	Elementare inhaltliche Strukturierung	31
3.1.4	Komplexität einzelner Bedeutungen	32
3.1.5	Lernen als Entwicklung in dem 3.-dim. Raum aus Zeit, Inhalt und Komplexität	35
3.1.6	Parameter der Entwicklung	37
3.2	Andere Lernmodelle	40
3.2.1	Der Symbolverarbeitungsansatz	40
3.2.2	Der Konzeptwechselansatz / der moderate Konstruktivismus	42
3.2.3	Der soziale Konstruktivismus	44
3.2.4	Der phänomenographische Ansatz	45
4	Untersuchungsgegenstand und Hypothesen dieser Arbeit	49
4.1	Hypothesen bezogen auf die drei Dimensionen der kognitiven Entwicklung	50
4.1.1	Hypothesen zum zeitlichen Verlauf	51
4.1.2	Hypothesen zur inhaltlichen Dimension	52
4.1.3	Hypothesen zur komplexitätsabhängigen Dynamik	55

4.2	Strategien als Invarianten der Bewegung im „Bedeutungsentwicklungsraum“	59
4.2.1	Begriffsklärung: Definition „Strategien“	60
4.2.2	Hypothesen zu charakteristischen Verhaltensmustern	64
4.3	Fortgeschrittene Probanden in anderen Studien	70
4.3.1	Arbeiten zum physikalischen Grundpraktikum	71
4.3.2	Expertisegrade	74
4.3.3	Fortgeschrittene Studierende	80

## **EMPIRISCHER TEIL**

5	Die Lernumgebung	87
5.1	Leitlinien der Entwicklung der Lernumgebung	89
5.2	Umsetzung der Leitlinien	95
5.2.1	Organisatorische Rahmenbedingungen	95
5.2.2	Aufgabengestaltung	98
5.2.3	Inhaltliche Beschreibung	110
5.3	Aufarbeitung der Rohdaten	118
5.3.1	Auswahl der Abschnitte zur Transkription und weiteren Analyse	118
5.3.2	Beispiel der Aufarbeitung der Daten	121
6	Makroskopische Beobachtungen	129
6.1	Generalisierende Beschreibung	129
6.1.1	Globaler Zeitrahmen	130
6.1.2	Erleben und Selbsteinschätzung	132
6.1.3	Hypothetische Karten	139
6.1.4	Theoriekarten	140
6.1.5	Abschlussbefragung	145
6.1.6	Zusammenfassung	147
6.2	Bewertung des Anhangs A1	149
6.2.1	Beurteilung des Erfolgs der Bearbeitung der Karten	150
6.2.2	Bewertung der inhaltlichen Dimension	151
6.2.3	Bewertung der Kompliziertheit	152
6.2.4	Zusammenhang zwischen Kompliziertheit und Bearbeitungszeit	154
6.2.5	Zusammenhang zwischen Inhaltsbereichen und Kompliziertheit	156

7	Darstellung der Ergebnisse der prozessbasierten Mikroanalysen	159
7.1	Überprüfung der Hypothesen zum zeitlichen Verlauf	159
7.1.1	Durchschnittliche Dauer einer zugeschriebenen Idee	160
7.1.2	Durchschnittliche und maximale Dauer eines Lösungsweges	163
7.1.3	Durchschnittliche und maximale Zeit der Beschäftigung mit einer Aufgabe	167
7.1.4	Probleme bezüglich des Zeitbudgets	172
7.1.5	Zusammenfassung der Resultate zum zeitlichen Verlauf	175
7.2	Überprüfung der Hypothesen zu der inhaltlichen Dimension	176
7.2.1	Inhaltliche Breite der erzeugten Bedeutungen	177
7.2.2	Beziehungen zwischen Inhaltssegmenten und -bereichen	180
7.2.3	Nutzung von grundlegenden Prinzipien (Formeln, Regeln)	189
7.2.4	Die Rolle der „Richtigkeit“ der erzeugten Bedeutungen	192
7.2.5	Die Erzeugung und Vereinbarkeit von Bedeutungen der 3 „Welten“	194
7.2.6	Zusammenfassung der Ergebnisse zur inhaltlichen Dimension	201
7.3	Überprüfung der Hypothesen zur komplexitätsabhängigen Dynamik	203
7.3.1	Verlauf der Bedeutungsentwicklungsprozesse	204
7.3.2	Zusammenhang zwischen Kompliziertheit und Komplexität I	221
7.3.3	Zusammenhang zwischen Kompliziertheit und Komplexität II	225
7.3.4	Schwierigkeiten und ihre Überwindbarkeit	229
7.3.5	Zusammenfassung der Resultate zur komplexitätsabhängigen Dynamik	235
7.4	Darstellung der ermittelten charakteristischen Verhaltensmuster	239
7.4.1	Rahmungen	240
7.4.2	Strategien	251
7.4.3	Expertise	269
7.4.4	Zusammenfassung der Resultate zu den Rahmungen, den Strategien und zur Expertise	279
8	Zusammenfassung der Arbeit	283
9	Ausblick	291