

Inhaltsverzeichnis

Vorwort von Harald Gropengießer und Ulrich Kattmann	4
Zusammenfassung und Abstract.....	6
1 Einleitung.....	8
2 Theoretischer Rahmen.....	10
2.1 Konstruktivistische Grundlagen des Lernens.....	10
2.2 Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens.....	15
2.2.1 Direktes und imaginatives Verstehen	16
2.2.2 Metaphern, Schemata und metaphorische Konzepte	17
2.2.3 Highlighting and hiding	18
2.2.4 Prominente Schemata zum Verstehen des Klimawandels	18
2.3 Lernen als Conceptual Reconstruction.....	23
2.4 Zusammenfassung	27
3 Stand der Forschung.....	28
3.1 Vorstellungen zum Klimawandel.....	28
3.1.1 Erwärmung durch Treibhauseffekt	29
3.1.2 Erwärmung durch Ozonloch	30
3.1.3 Erwärmung durch Verschmutzung.....	31
3.1.4 Erwärmung durch sonstige Ursachen	32
3.1.5 Herkunft des Kohlenstoffdioxids	32
3.1.6 Zusammenfassung.....	33
3.2 Vorstellungsentwicklungen zum Klimawandel.....	34
3.3 Zusammenfassung	35
4 Fragestellung der Untersuchung.....	37
5 Didaktische Rekonstruktion.....	38
6 Wissenschaftlervorstellungen zum Klimawandel	42
6.1 Fragestellung des Kapitels.....	42
6.2 Methodisches Vorgehen.....	42
6.2.1 Qualitative Inhaltsanalyse der Wissenschaftlervorstellungen	43
6.2.2 Metaphernanalyse der Wissenschaftlervorstellungen	43
6.2.3 Darstellung der Wissenschaftlervorstellungen	44
6.3 Wissenschaftlervorstellungen zum Kohlenstoffkreislauf	44
6.3.1 Kohlenstoffkreislauf im Speicher-Fluss-Schema	45
6.3.2 Vorstellungen zu den Kohlenstoffspeichern	48
6.3.3 Vorstellungen zu den Kohlenstoffflüssen und ihren Ursachen	49
6.3.4 Denkfigur: Vorindustrielles Gleichgewicht.....	52
6.3.5 Denkfigur: Anthropogenes Ungleichgewicht.....	54
6.3.6 Denkfigur: Erdgeschichtliches Ungleichgewicht.....	56
6.3.7 Denkfigur: Reagierender Kohlenstoffkreislauf	58
6.3.8 Vorstellungen zum Inhalt der Speicher.....	60

6.3.9	Denkfigur: Unterschiedliches CO ₂	62
6.3.10	Fachlich geklärte Vorstellungen zum Kohlenstoffkreislauf.....	63
6.4	Wissenschaftlervorstellungen zum Treibhauseffekt	65
6.4.1	Quellen der Vorstellungen: Die Atmosphäre als Behälter.....	66
6.4.2	Denkfigur: Strahlungsgleichgewicht.....	67
6.4.3	Denkfigur: Verschiebung des Strahlungsgleichgewichts	68
6.4.4	Denkfigur: Erwärmung Durch Treibhauseffekt.....	70
6.4.5	Fachlich geklärte Vorstellungen zum Treibhauseffekt.....	77
7	Lernervorstellungen zum Klimawandel.....	79
7.1	Fragestellung des Kapitels.....	79
7.2	Methodisches Vorgehen.....	79
7.2.1	Wahl und Angemessenheit der Methoden	79
7.2.2	Maßnahmen zur Qualitätssicherung	80
7.2.3	Vorgehensweise bei der Erhebung der Lernervorstellungen.....	81
7.2.4	Vorgehen bei der Interpretation der Lernervorstellungen	81
7.2.5	Vorgehensweise bei der Aufbereitung des Datenmaterials	82
7.2.6	Auswertung der Daten.....	84
7.3	Lernervorstellungen zum Kohlenstoffkreislauf im Klimawandel	86
7.3.1	Denkfigur: Künstliches Kohlenstoffdioxid	87
7.3.2	Denkfigur: Natürliches und künstliches Kohlenstoffdioxid	90
7.3.3	Denkfigur: Pflanzennahes und -fernes Kohlenstoffdioxid.....	92
7.3.4	Denkfigur: Anthropogenes Ungleichgewicht.....	94
7.3.5	Quellen der Vorstellungen	98
7.3.6	Vergleich der Lernervorstellungen zur CO ₂ -Freisetzung	101
7.4	Lernervorstellungen zum Treibhauseffekt.....	103
7.4.1	Denkfigur: Erwärmung Durch Ozonloch	103
7.4.2	Denkfigur: Erwärmung Durch Treibhauseffekt	108
7.4.3	Quellbereiche der Vorstellungen	112
7.4.4	Vergleich der Vorstellungen	116
8	Didaktische Strukturierung	119
8.1	Fragestellungen des Kapitels.....	119
8.2	Methodisches Vorgehen.....	119
8.3	Vergleich der Vorstellungen zum Kohlenstoffkreislauf.....	120
8.4	Leitlinien zur Vermittlung des Kohlenstoffkreislaufs	124
8.4.1	Kohlenstoff als natürlichen Bestandteil der Atmosphäre begreifen.....	125
8.4.2	Den Kohlenstoffkreislauf als Speicher-Fluss-Schema erkennen	125
8.4.3	Reflexion des Natürlich-Künstlich-Schemas im Speicher-Fluss-Modell	126
8.4.4	Den Klimawandel auf veränderte Kohlenstoffflüsse zurückführen	127
8.5	Vergleich der Vorstellungen zum Treibhauseffekt	127
8.6	Leitlinien zur Vermittlung des Treibhauseffekts	131
8.6.1	CO ₂ als Ursache der globalen Erwärmung begreifen	131
8.6.2	Ozonloch und Treibhauseffekt unterscheiden	132
8.6.3	CO ₂ speichert Wärme	132
8.6.4	Aus Sonnenstrahlung wird Wärmestrahlung	133
8.6.5	CO ₂ ist durchlässig für Licht- und undurchlässig für Wärmestrahlung	134
8.6.6	Die Atmosphäre als Kontinuum begreifen	134
8.6.7	Den Strahlungshaushalt als Gleichgewicht begreifen.....	134

9	Evaluation der Lernangebote und Beschreibung individueller Denkpfade	136
9.1	Fragestellung	136
9.2	Methodisches Vorgehen	136
9.2.1	Das Vermittlungsexperiment als Forschungsmethode	136
9.2.2	Durchführung der Vermittlungsexperimente	137
9.2.3	Phasen des Vermittlungsexperiments	138
9.2.4	Auswertung der Vermittlungsexperimente	139
9.3	Lernangebote zum Kohlenstoffkreislauf	139
9.3.1	Der Kohlenstoffkreislauf im Speicher-Fluss-Modell	140
9.3.2	Das Natürlich-Künstlich-Schema im Speicher-Fluss-Modell	146
9.3.3	Lernangebot: Abholzung im Speicher-Fluss-Schema	151
9.4	Lernangebote und Denkpfade zum Treibhauseffekt	155
9.4.1	Lernangebot: Globale Erwärmung und Ozonloch	155
9.4.2	Lernangebot: Treibhausexperiment CO ₂ vs. Luft	158
9.4.3	Lernangebot: Treibhausexperiment mit Folie vs. Pappe	162
9.4.4	Lernangebot: (Un)Durchlässiges CO ₂	165
9.4.5	Lernangebot: Fließgleichgewicht	170
9.5	Denkpfade zum Treibhauseffekt	172
9.5.1	Egons Denkpfad zum Treibhauseffekt	173
9.5.2	Ninas Denkpfad zum Treibhauseffekt	173
9.5.3	Raphaels Denkpfad zum Treibhauseffekt	174
10	Zusammenfassung und Diskussion	175
10.1	Zusammenfassung zentraler Ergebnisse	175
10.1.1	Vorstellungen und Vorstellungsentwicklungen zum Kohlenstoffkreislauf	175
10.1.2	Vorstellungen und Vorstellungsentwicklungen zum Treibhauseffekt	177
10.2	Reflexion des theoretischen Rahmens	179
10.2.1	Der Konstruktivismus als Ausgangspunkt dieser Studie	180
10.2.2	Nutzung der Theorie des erfahrungsbasierten Verstehens	180
10.2.3	Umsetzung des Conceptual Change Ansatzes in der Studie	181
10.3	Reflexion des methodischen Vorgehens	181
10.3.1	Dokumentation des methodischen Vorgehens	182
10.3.2	Das Vermittlungsexperiment in der Didaktischen Rekonstruktion	182
10.3.3	Umsetzung von Maßnahmen zur Qualitätssicherung	183
10.4	Relevanz der Studie für die Lehr-Lernforschung	184
10.4.1	Lernen als Reflexion der eigenen Vorstellung	184
10.4.2	Das Vermittlungsexperiment in der Lehr-Lernforschung	185
10.4.3	Einordnung der Ergebnisse in die Conceptual Change Forschung	185
10.5	Relevanz der Studie für den Unterricht	187
10.6	Erreichte Ziele	189
11	Literatur	190