

0	Vorwort	5
1	Einführung: Die Wissenschaftsorientierung des Sachunterrichts kann nur genetisch begründet werden!	7
2	Anthropologische Grundlagen	10
2.1	Begriffe und Aussagen.....	10
2.1.1	Alltägliche, konstruktive und wissenschaftliche Begriffe	13
2.1.2	Die Gütekriterien von Begriffen	17
2.1.3	Drei Ebenen wissenschaftlicher Aussagensysteme	20
2.1.4	Zur Entstehung von Aussagen über die Wirklichkeit im Sachunterricht	23
2.1.5	Die kommunikativen oder diskursiven Aspekte der Wissenschaften	25
2.2	Die Entfaltung einer physikalischen Kunstwelt durch Kinder	30
2.2.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	38
2.3	Entdeckungs- und Begründungszusammenhang wissenschaftlicher Aussagen.....	39
2.4	Pädagogisch-anthropologische Grundlagen.....	43
2.4.1	Lernen als ein pädagogisch-anthropologisches Grundphänomen	43
2.4.2	Die Bildung der Aisthesis als Aufgabe des Sachunterrichts	44
2.4.3	Das Ethos der Sachlichkeit	51
2.5	Lerntheorien und genetische Ansätze	53
2.5.1	Die behaviouristischen Lehr- und Lerntheorien	54
2.5.2	Die kognitiven Strukturtheorien des Lehrens und Lernens	55
2.5.3	Die konstruktivistischen Lerntheorien	56
2.5.4	Hypothesen zur kognitiven Entwicklung des Kindes	58
2.6	Entdeckendes Lernen.....	68
2.7	Das experimentell-induktiv-deduktive Verfahren.....	70
2.8	Handlungen, Experimente und Aussagen im Unterricht.....	72
2.8.1	Handelndes Lernen	72
2.8.2	Einzelkristalle des Verstehens	74
2.8.3	Verstehen in Phänomenkreisen	75
2.8.4	Die Entwicklung der Handlungsfähigkeit	78
2.8.5	Das Äquivalenz- und Analogiebildern	79
2.9	Fünf Ebenen der Wirklichkeitsdarstellung.....	86
2.10	Fünf Ebenen kindlicher Lernformen.....	87

2.11	Funktionsziele des Sachunterrichts und die Förderung der Leistungen.....	88
2.12	Der Begriff der Episode.....	91
2.13	Wissenschaftsverständiges Lernen ist soziales Geschehen.....	93
3	Analyse von Unterrichts- und Lernbeispielen	95
3.1	Interpretationsgrundlagen für die Unterrichtsbeispiele.....	95
3.2	Die Naturgeschichte einer Kerze bei Kindern.....	97
3.3	Die Heizung macht die Wände dunkel– Warum?.....	102
3.3.1	Problemwahrnehmung und Suche nach Vergleichbarem	103
3.3.2	Warme Luft steigt nach oben	103
3.3.3	Mit der warmen Luft geht auch der Staub nach oben	105
3.3.4	Problemstellung: Warum geht der Staub an die Wand?	106
3.3.5	Die Wärme kann in Gegenstände hinein; anderes kann das nicht	107
3.3.6	Der Eierkocher: Schülervorstellungen	111
3.3.7	Wachsherzen: Schülervorstellungen	111
3.3.8	Wärme meint auch Beweglichkeit	113
3.3.9	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	117
3.4	Reduktion des Vielerlei auf einen gemeinsamen Kern.....	118
6.4.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	121
3.5	Experimentelles Arbeiten ist kumulative Konstruktion, dargestellt an Themen der Wärmelehre.....	122
3.5.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	133
3.5.2	Die Geschichte des Thermometers als Beispiel genetischer Strenge	134
3.6	Wie viel Luft ist in einem Ziegelstein?	139
3.6.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	142
3.7	Lichtbrechung und andere Phänomene	143
3.7.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	149
3.8	Kinder auf dem Wege zum Cartesianischen Taucher.....	150
3.8.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	153
3.9	Kinder auf dem Weg zur Mathematisierung des Mathematisierbaren.....	153
3.9.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	155
3.10	Woher wissen wir, dass Gutenberg die Lettern erfunden hat?.....	156
3.11	Kinder entdecken elektrische Phänomene	159
3.11.1	Das Material: die Arbeitsecke oder der Entdeckungstisch	159
3.12.2	Handlungen und Gespräche der Kinder	159

3.12.3	Der Rekurs der Kinder auf ihre eigenen Erfahrungen	160
3.12.4	Spieltrieb – chaotische Strukturen und die Suche nach Ordnung	160
3.12.5	Variationen – Freude und Probleme bei der Abwechslung	161
3.12.6	Auswertung der Erfahrungen anderer – anderswo gemacht	161
3.12.7	Erklärung eines Neuen, Unbekannten durch Vertrautes	162
3.12.8	Sicherung der Ergebnisse	163
3.12.9	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	164
3.13	Verstehen durch Experimentieren: Planungsskizzen.....	165
3.14	Kinder auf dem Wege zur Chemie.....	168
3.14.1	Kinder auf dem Wege zum Stoffbegriff	168
3.15	Die Rauchverzehrerkerze.....	170
3.15.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	172
3.16	Wir stecken Pflanzen in das Aquarium und die Fische haben Luft.....	173
3.16.1	Gase sind im Wasser enthalten	174
3.16.2	Die Herkunft des Sauerstoffes	176
3.16.3	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	178
3.17	Eine Öllache auf dem Wasser.....	178
3.17.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	181
3.18	Verschwindet Zucker im Wasser?.....	182
3.18.1	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	184
3.19	Kinder und der „sichere Gang einer Wissenschaft“.....	184
3.19.1	Eine Sammlung <i>alter</i> und <i>neuer</i> Dinge	186
3.19.2	Alltägliche Kennzeichnungen, Handlungen und Begriffe	186
3.19.3	Konstruierte und wissenschaftliche Begriffe	188
3.19.4	Ist das Wasser schuld, dass Dinge rosten?	188
3.19.5	Erste Schritte zur Isolierung der Luft als bedeutungsvolle Variable	189
3.19.6	Die Luft als wichtige Variable und ihre Messung	191
3.19.7	Weitere Schritte zur Isolierung der Luft als bedeutungsvolle Variable	192
3.19.8	Blicke von Grundschulkindern auf Phänomene stofflicher Veränderung	195
3.19.9	Blicke von Kindern auf stoffliche Veränderungen	196
3.19.10	Ein Versuch zur Quantifizierung der Luft	197
3.19.11	Luft ist an stofflichen Veränderungen beteiligt	199
3.19.12	Lavoisiers Versuche zur Bestimmung der Luft	200
3.19.13	Kant und der sichere Gang einer Wissenschaft	202
3.19.14	„Atem- und Lebensluft“	202
3.19.15	Kinder konstruieren die Methoden des Wissenserwerbs nach	203
3.19.16	Gelerntes wird zum Modell für das Verstehen anderer Phänomene	205
3.19.17	Das Phänomen der Zeit und stoffliche Veränderungen	207
3.19.18	Begriffe und Einsichten, genetisch erwerben lassen	209
3.19.19	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben und Ziele	209
3.20	Feuer machen und Feuer löschen.....	211

3.20.5	Wissenschaftsverständiges Lernen	211
3.20.2	Eine Entzündungsreihe	211
3.20.3	Der Wunsch zur experimentellen Nachbildung der Wirklichkeit	217
3.20.4	Erfahrungen, Experimente und Gespräche bringen Ordnung	220
3.20.5	Erfahrung, Experiment, Gespräch, Elementares	221
3.20.6	Verstehen und Erklären	226
3.20.7	Die alltäglichen Erfahrungen	228
3.20.8	Die experimentellen Darstellungen von Erfahrungen	228
3.20.9	Die bildhaften und sprachlichen Darstellungen der Erfahrungen	228
3.21	Der Schornstein, das Brennen und der Ofen.....	230
3.21.1	Der Schornsteinfeger kündigt seinen Besuch an	230
3.21.2	Wie funktioniert ein Schornstein?	231
3.21.3	Grundphänomene zur Bewegung erwärmter Luft	233
3.21.4	Woher kommt der Ruß und wie entsteht er?	234
3.21.5	Ein Gespräch mit dem Schornsteinfeger	238
3.21.6	Lehrplanbezüge, Altersstufen, Aufgaben, Ziele und Weiterführungen	241
4	Vier Dimensionen von Lernsituationen	242
4.1	Die subjektiv-erlebnishaft Dimension.....	245
4.2	Die inhaltlich-intersubjektive Dimension.....	246
4.3	Die kognitiv-strukturelle Dimension.....	252
4.4	Die sittlich-soziale Dimension.....	254
5	Zusammenfassung	256
6	Literatur	257
7	Personen- und Sachregister	263