

Didaktische Funktionen des Experiments im Sachunterricht der Grundschule

**Eine Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen
den didaktischen Leitvorstellungen der
Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung,
Umweltorientierung und der
experimentellen Lehr-Lern-Strategie
(mit bes. Berücksichtigung des naturwissenschaftlichen
Lernbereichs)**

**Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
(Dr. phil.)
der Universität Regensburg**

**vorgelegt von
Maria Anna Bäuml
aus Regensburg**

1977

021509328

Universitäts-
Bibliothek
München

Erst-Berichterstatter: Prof. Dr. Helmut H e i d
Zweit-Berichterstatter: Prof. Dr. Karolina F a h n

Mündliche Prüfungen :

Hauptfach Pädagogik : 22.4.1978 - Prof.Dr. H. H e i d
Nebenfach Philosophie: 20.4.1978 - Prof.Dr. F. U l r i c h



416 034 018 500 14



VORWORT

Zentrales Anliegen der p ä d a g o g i s c h e n F o r s c h u n g ist die Analyse der Ziele und Aufgaben, Voraussetzungen und Bedingungen, Mittel und Wege der komplexen Prozesse von Erziehung und Unterricht. Die vorliegende Untersuchung beschäftigt sich mit einem T e i l b e r e i c h dieses elementaren pädagogischen Forschungskomplexes.

Innerhalb der neueren Reformbestrebungen im Grundschulbereich war das P o s t u l a t nach der Durchführung von E x p e r i m e n t e n i m g r u n d l e g e n d e n S a c h u n t e r r i c h t unüberhörbar. Die Reaktionen reichten von euphorischer Zustimmung bis zu strikter Ablehnung. Aufgabe unterrichtstheoretischer Untersuchungen wäre es auch, zur Klärung dieser didaktischen Problematik Hilfestellung zu leisten. Bisher liegt aber keine detaillierte Analyse bzw. Deskription der d i d a k t i s c h e n F u n k t i o n e n des Experiments im Grundschulunterricht vor.

Nicht willkürlich explorierende Aktivitäten, vielmehr ein theoriegeleitetes Vorgehen bestimmen die experimentelle Forschungsstrategie. Auch die innovatorischen Bemühungen in Erziehung und Unterricht, die oft einen experimentellen Charakter aufweisen, sollten t h e o r i e g e l e i t e t sein.

In diesem Zusammenhang ist ein Hauptanliegen der vorliegenden Untersuchung die Beantwortung der Frage nach den didaktischen Funktionen des Experiments im Grundschulunterricht auf experimentellem Wege, d.h. daß durch gezielte unterrichtstheoretische und unterrichtspraktische Explorationen die hypothetische Diskussion um den didaktischen Stellenwert des Experiments im grundlegenden Sachunterricht einer pädagogisch legitimierten Entscheidung nähergebracht oder zumindest um begründete Argumente bereichert wird.

Die spezifische Fragestellung der vorliegenden Untersuchung richtet sich auf den Realisationszusammenhang zwischen den didaktischen Leitvorstellungen der Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie. Didaktische Intentionen sind für die Unterrichtspraxis oft irrelevant, unreal oder sogar irreführend, wenn sie nicht im Kontext mit unterrichtspraktisch handlungsrelevanten Überlegungen diskutiert werden.

Die Analyse der prozeßhaften Interdependenzen zwischen den Lehr-Lern-Zielen und den Lehr-Lern-Methoden ist ein zentraler Untersuchungsgegenstand der Lehr-Lern-Forschung. Die vorliegende Untersuchung versteht sich innerhalb des theoretischen Bezugsrahmens der Lehr-Lern-Forschung als anwendungsbezogene Grundlagenforschung. Sie will einen Beitrag zur Klärung der kriterienorientierten Methodenvalidierung leisten, indem sie den Realisationszusammenhang zwischen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie und zentralen didaktischen Intentionen des grundlegenden Sachunterrichts zu beschreiben und zu erklären versucht.

Das untersuchungsleitende Motiv war weniger die Konsolidierung didaktischer Aussagen als vielmehr die theoretisch gezielte Exploration eines didaktischen Begründungszusammenhanges.

Regensburg, im Oktober 1977

Maria Anna Bäuml

I N H A L T

VORWORT

0.	AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG.....	1
0.1	Pro und Contra zur Durchführung von Experimenten im (naturwissenschaftlichen) Unterricht der Grundschule.....	1
0.2	Das Experiment im Grunschulunterricht als ein Problem der modernen Unterrichtstheorie.....	4
0.3	Die spezifische Problematik der vorliegenden Untersuchung.....	9
1.	DAS EXPERIMENT ALS FORSCHUNGSSTRATEGIE.....	16
1.1	<u>Allgemeines Begriffsverständnis und wissenschaftstheoretische Annahmen.....</u>	16
1.1.1	Die Merkmale des Begriffs Experiment.....	16
1.1.2	Die experimentelle Methode als "Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht".....	17
	Zusammenfassung.....	18
1.2	<u>Etymologische Begriffsanalyse und erkenntnistheoretische Bestimmungen.....</u>	19
1.2.1	Darstellung der etymologischen Bedeutungen....	20
1.2.2	Der Bedeutungszusammenhang zwischen "Erfahrung" und "Experiment".....	21
	Zusammenfassung.....	22
1.3	<u>Zum philosophie-historischen Begriffsverständnis.....</u>	22
1.3.1	Zur Aristotelischen Betrachtungsweise.....	22
1.3.2	Zur neuzeitlichen Bestimmung des Experiments als naturwissenschaftliche Forschungsmethode..	23
	Zusammenfassung.....	26
1.4	<u>Anthropologische Dimensionen im Verständnis der experimentellen Methode.....</u>	27
1.4.1	Die Subjekt-Objekt-Vermittlung durch das Experiment.....	27
1.4.2	Die sinnlich-geistige Vermittlung durch das Experiment.....	31
	Zusammenfassung.....	33

2.	DAS EXPERIMENT ALS LEHR - LERN - STRATEGIE.....	34
2.1	<u>Zur Merkmals- und Funktionsbeschreibung des Experiments als Unterrichtsexperiment.....</u>	34
2.1.1	Der Terminus "Experiment" in der lexikalischen pädagogischen Literatur.....	34
2.1.2	Aussagen zu den Merkmalen und zur didaktischen Funktion des Experiments in der didaktischen Literatur.....	35
	Zusammenfassung.....	40
2.2	<u>Das Experiment im Unterricht als Lehr-Lern-Strategie.....</u>	41
2.2.1	Unterrichtstheorie und Lehr-Lern-Theorie.....	41
2.2.2	Lehr-Lern-Strategien als Teilbereich der Lehr-Lern-Theorie.....	42
2.2.3	Das Experiment im Unterricht als Lehr-Lern-Strategie.....	46
	Zusammenfassung.....	46
2.3	<u>Unterrichtspraktische Bestimmungen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....</u>	49
2.3.1	Makrostrategien und Mikrostrategien.....	49
2.3.2	Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie.....	49
2.3.3	Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Mikrostrategie.....	51
	Zusammenfassung.....	58
3.	DER REALISATIONSZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER DIDAKTISCHEN LEITVORSTELLUNG DER WISSENSCHAFTSORIENTIERUNG UND DER EXPERIMENTELLEN LEHR- LERN - STRATEGIE.....	60
3.0	Leitgedanken der curricularen Zielorientierung im Begründungszusammenhang der vorliegenden Untersuchung.....	60
3.1	<u>Curriculare Tendenzen zur didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung.....</u>	67

3.1.1	Ansätze und Perspektiven der didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftlichkeit.....	67
3.1.2	Die Zielsetzung der wissenschaftsorientierten Auswahl der Lehr-Lern-Inhalte.....	72
3.1.3	Die Zielsetzung der wissenschaftsorientierten Auswahl der Lehr-Lern-Verfahren.....	76
	Zusammenfassung.....	81
3.2	<u>Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen der dreidimensional bestimmten didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie....</u>	85
3.2.1	Wissenschaftsadäquate Inhaltsvermittlung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	85
3.2.2	Wissenschaftsadäquate Methodenanwendung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	93
3.2.3	Wissenschaftsadäquate Einstellungsanbahnung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	101
	Zusammenfassung.....	104
3.3	<u>Kritisches Resümee.....</u>	105
3.3.1	Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie....	107
3.3.2	Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der wissenschaftsadäquaten Methodenanwendung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	108

3.3.3	Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	109
	Zusammenfassung.....	110
4.	DER REALISATIONSZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER DIDAKTISCHEN LEITVORSTELLUNG DER SCHÜLERORIENTIERUNG UND DER EXPERIMENTELLEN LEHR- LERN - STRATEGIE.....	117
4.0	Das Prinzip der Schülerorientierung als didaktische Leitvorstellung des Grundschulunterrichts.....	117
4.1	<u>Elementare Tendenzen der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung.....</u>	124
4.1.1	Die Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation.....	124
4.1.2	Die Zielsetzung der Lernmotivierung.....	134
4.1.3	Die Zielsetzung des schülergesteuerten Problemöseverhaltens.....	143
	Zusammenfassung.....	151
4.2	<u>Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den explizierten Zielvorstellungen der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....</u>	152
4.2.1	Die individualpsychologisch orientierte Lehr-Lern-Organisation als Zilekomponente der Schülerorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	152
4.2.2	Die Lernmotivierung als Zielkomponente der Schülerorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	161
4.2.3	Das schülergesteuerte Problemlöseverhalten als Zielkomponente der Schülerorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	167
	Zusammenfassung.....	178

4.3	<u>Kritisches Resümee</u>	179
4.3.1	Elementare Kriterien für die Begründung der <u>Annahme eines Realisationszusammenhanges</u> zwi- schen der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	180
4.3.2	Elementare Kriterien für die Begründung der <u>Annahme eines Realisationszusammenhanges</u> zwi- schen der Lernmotivierung und der experimentel- len Lehr-Lern-Strategie.....	181
4.3.3	Elementare Kriterien für die Begründung der <u>Annahme eines Realisationszusammenhanges</u> zwi- schen dem selbstgesteuerten Problemlöseverhal- ten und der experimentellen Lehr-Lern-Strate- gie.....	183
	Zusammenfassung.....	184
5.	ANALYSE DES REALISATION\$ZUSAMMENHANGES ZWISCHEN DER DIDAKTISCHEN LEITVORSTELLUNG DER UMWELT- ORIENTIERUNG UND DER EXPERIMENTELLEN LEHR- LERN - STRATEGIE.....	191
5.0	Die Umweltorientierung als didaktisches Regula- tiv für die Konzeption des grundlegenden Sach- unterrichts.....	191
5.1	<u>Elementare Tendenzen der didaktischen Leitvor- stellung der Umweltorientierung</u>	200
5.1.1	Die Zielsetzung der Vermittlung eines zeitge- mäßes Umweltverständnisses.....	200
5.1.2	Die Zielsetzung der Förderung einer aktiven Umweltzuwendung.....	208
5.1.3	Die Zielsetzung der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen.....	213
	Zusammenfassung.....	218
5.2	<u>Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den explizierten Zielvorstellungen der Umwelt- orientierung und der experimentellen Lehr-Lern- Strategie</u>	219

5.2.1	Die Relation zwischen der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	219
5.2.2	Die Relation zwischen der Förderung der aktiven Umweltzuwendung als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	225
5.2.3	Die Relation zwischen der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	229
	Zusammenfassung.....	234
5.3	<u>Kritisches Resümee</u>	235
5.3.1	Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	237
5.3.2	Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der Förderung einer aktiven Umweltzuwendung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	238
5.3.3	Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	240
	Zusammenfassung.....	241
	ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG - EINIGE FOLGERUNGEN.....	247
	ANHANG	
	LITERATURVERZEICHNIS	

VERZEICHNIS DER ABBILDUNGEN

Abb. 1	Verlaufsdigramm der vorliegenden Untersuchung.....	15
Abb. 2	Das Experiment in seiner Funktion für den Mensch-Welt-Bezug.....	29
Abb. 3	Der Stellenwert der Lehr-Lern-Strategie innerhalb der Unterrichtsmethode.....	45
Abb. 4	Die strukturelle Analogie zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie.....	47/48
Abb. 5	Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie: wissenschaftstheoretisch orientierte Phaseneinteilung.....	52
Abb. 6	Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie: unterrichtspraktischeorientierte Phaseneinteilung für den Grunschulunterricht.....	53
Abb. 7	Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie: unterrichtspraktisch orientierte, detaillierte Phaseneinteilung.....	54
Abb. 8	Schema der Verfahrensstruktur von "SCIENCE - A PROCESS APPROACH" (nach R!A.BERNOFF und A. UFFELMANN).....	55
Abb. 9	Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Mikrostrategie: mikrostrategische L e r n -aktivitäten.....	56
Abb. 10	Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Mikrostrategie: mikrostrategische L e h r -aktivitäten.....	57
Abb. 11	Verlaufsdigramm des Untersuchungsfortganges in den Kapiteln 3., 4. und 5.....	66

Abb. 12	Der Zusammenhang zwischen den drei Zielkomponenten der didaktischen Leitvorstellung "Wissenschaftsorientierung" und den Realisationsdimensionen des Lernvollzugs.....	84
Abb. 13	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielkomponente der wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	113
Abb. 14	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielkomponente der wissenschaftsadäquaten Methodenanwendung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie..	114
Abb. 15	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielkomponente der wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	115
Abb. 16	Strukturmodell des Realisationszusammenhanges zwischen den durch die didaktische Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung angezielten Lehr-Lern-Dimensionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	116
Abb. 17	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	187
Abb. 18	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielsetzung der Lernmotivierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	188

Abb. 19	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	189
Abb. 20	Strukturmodell des Realisationszusammenhangs zwischen den durch die didaktische Leitvorstellung der Schülerorientierung angezielten Lehr-Lern-Dimensionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	190
Abb. 21	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie..	243
Abb. 22	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung der Förderung einer aktiven Umweltzuwendung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	244
Abb. 23	Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	245
Abb. 24	Strukturmodell des Realisationszusammenhangs zwischen den durch die didaktische Leitvorstellung der Umweltorientierung angezielten Lehr-Lern-Dimensionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	246
Abb. 25	Der Zusammenhang der Strukturmerkmale zwischen den explizierten didaktischen Intentionen des grundlegenden Sachunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.....	251

0. AUSGANGSLAGE UND PROBLEMSTELLUNG

0.1 Pro und Contra zur Durchführung von Experimenten im (naturwissenschaftlichen) Unterricht der Grundschule

Eine bereits 1949 veranstaltete Rundfrage des Internationalen Büros für Erziehungswesen ¹⁾ brachte das Ergebnis, daß "der Geist der freien Forschung und des persönlichen Experimentierens" (PIAGET 1950, S.35) in den meisten Lehrplänen besondere Beachtung findet. Die Heranbildung eines "aktiven Verstandes, der mit kritischem Scharfsinn, persönlicher Urteilskraft und konstruktivem Forschungsgeist ausgestattet ist" ²⁾, gilt auch bereits im Anfangsunterricht als Hauptziel unterrichtlicher Arbeit. Wenn die traditionelle Schule es auf weiten Strecken unterlassen hat, die Schüler zum eigenen Experimentieren anzuleiten, so ist das nach PIAGET (1948, S.38) ein "geradezu unglaubliches Versäumnis". Denn insbesondere der Unterricht der Naturwissenschaft an der Grundschule hat - den Vorgängen der natürlichen geistigen Entwicklung in diesem Zeitabschnitt entsprechend - "der Aktivität der Schüler, ihrem spontanen Forschungseifer und ihrer Neigung, sich durch selbständiges Experimentieren voranzutasten und so die von ihnen selbst zur Erklärung dieses oder jenes elementaren Phänomens aufgestellten Hypothesen zu erhärten oder zu widerlegen", Rechnung zu tragen (PIAGET 1948, S.80).

Diese und weitere Aussagen (vgl. 2.1.1) zur didaktischen Funktion des Experiments im Unterricht lassen die Prognose zu, daß das Experiment ständig an didaktischem Wert zunehmen wird. Folgende didaktischen Effektivitätskriterien werden u.a. genannt: Das Experiment ist ein Mittel zur Erziehung zum produktiven Denken; es ist der Weg naturwissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung in

1) Ein Ausschnitt aus dem Ergebnis der Rundfrage ist zitiert als Einleitung zu J. PIAGET, Psychologische Betrachtungen über den Unterricht der Naturwissenschaft an der Grundschule. UNESCO - Schrift, Wiesbaden 1950

2) ebda

elementarer Form; das Experimentieren schafft Anlässe zur Ausbildung sensomotorischer und kognitiver Fähigkeiten in gegenseitiger Befruchtung; es bietet Bildungsmöglichkeiten für wertvolle Charakter- und Verhaltenseigenschaften; es ist eine Realisationsform kindlicher Spiel- und Experimentierfreude und fördert die Entwicklung geistiger Fähigkeiten und Fertigkeiten überhaupt (PIAGET 1949; PIETSCH 1973, S. 221 ff.; ROSSA 1976, S. 452 ff.).

Auch ein Blick zurück in die Geschichte des Experiments im Unterricht ³⁾ zeigt, daß das Experiment immer wieder als zweckmäßige Methode für den naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht vorgeschlagen wurde, weil der naturwissenschaftliche Unterricht ohne Experiment keine Aussicht auf Erfolg besitzt ⁴⁾.

Derartigen mehr oder weniger begründeten Forderungen nach der Durchführung von Experimenten im (naturwissenschaftlichen) Anfangsunterricht stehen in der didaktischen Fachliteratur auch k o n t r ä r e M e i n u n g e n gegenüber.

Es wird gesagt, daß die Betonung der Experimentiermethode einen oberflächlichen Begriff von Aktivität im Lernvollzug als Zielvorstellung hat. Gedankenloses "Herumexperimentieren" steigert "höchstens noch die Idiosynkrasie, die der undurchschaubare Experimentierbetrieb bei dem, der wirklich etwas erfahren will, ohnehin erweckt" (ECKARDT 1974, S. 166).

Bei den üblichen naturwissenschaftlichen Schulversuchen handelt es sich um "erschlichene Empirismen" (SCHIETZEL 1939, S.114).

3) Es liegt keine systematische Darstellung der Geschichte des Experiments im Unterricht vor. Aber in W. SCHÖLERS "Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts" (Berlin 1970) ist der Stellenwert zu entnehmen, der dem Experiment im Unterricht bei einzelnen Vertretern und in den verschiedenen Epochen der Geschichte der Pädagogik zugeschrieben wurde.

4) SCHÖLER (ebda S. 212, 218, 237) führt diesbezüglich neben den "Allgemeinen Bestimmungen für den naturwissenschaftlichen Unterricht von 1872 (ministerielle Schulverordnung) u.a. CRÜGER und DIESTERWEG als Verfechter des physikalischen und chemischen Schulversuchs an.

Das Experiment als Unterrichtsmethode läuft Gefahr, "Erfahrung einfach zu setzen" (SCHIETZEL 1939, S. 114). Das Experiment im Unterricht dient weithin nur der Veranschaulichung oder Bestätigung des Lehrerwortes. Die Entscheidung über "richtig" oder "falsch" des Versuchsergebnisses trifft der Lehrer, die "vielbeschworene 'Beweiskraft' des Experiments ist trügerisch" (ECKARDT 1974, S. 165). Das Experiment wird bei seinem Einsatz im naturwissenschaftlichen Unterricht seiner strukturlogischen Funktion enthoben zugunsten der Schülermotivierung oder der Veranschaulichung von Unterrichtsstoffen (ROTH, E. 1975, S. 132). Experimentelle Tätigkeit wird zu einer p s e u d o - e x p e r i m e n t e l l e n Tätigkeit umfunktioniert.

Neben diesen grundsätzlichen Einwänden sind V o r b e h a l t e d e r L e h r e r gegen die experimentelle Unterrichtsmethode festzustellen ⁵⁾: Die Anstrengungen und Schwierigkeiten beim Aufbau, bei der Durchführung, bei der Kontrolle und bei der Bewertung der Experimente im Unterricht korrelieren in keiner Weise befriedigend mit den Lernergebnissen; der große Zeit- und Materialaufwand fördert nur die 'Geschäftigkeit' der Schüler, nicht aber ihre Lernanstrengungen; Spielerei, Verfrühung und ungerechtfertigte didaktische Reduktion sind unvermeidbar und lassen von der Durchführung der experimentellen Methode im Grundschulunterricht Abstand nehmen.

Dieser knappe Aufriß gegensätzlicher Positionen bei der E i n s c h ä t z u n g d e r d i d a k t i s c h e n F u n k t i o n d e s E x p e r i m e n t s macht deutlich, daß

5) Während meiner eigenen Lehrtätigkeit in der Grundschule (1968 - 1973) artikuliert sich in der Diskussion mit Kollegen immer wieder Skepsis gegenüber der Durchführung von Experimenten im Unterricht der Grundschule. Bei der Fragebogenerhebung (vgl. Anhang) wurden auf die Frage nach der Einschätzung der Notwendigkeit einer unterrichtstheoretischen Analyse der experimentellen Lehr-Lern-Form in der Grundschule verhältnismäßig viele Nein-Antworten gegeben; allerdings waren die dafür angegebenen Begründungen dem von Lehrern zu erwartenden Informations- und Reflexionsniveau unangemessen (vgl. die Auflistung der freien Antworten zur Auswertung der Frage 25 im Anhang).

sich die Unterrichtsforschung mit einer eingehenden Analyse dieses Komplexes der Unterrichtswirklichkeit auseinanderzusetzen sollte. Ein Teilbereich aus dieser Gesamtproblematik ist Untersuchungsgegenstand der vorliegenden Arbeit.

0.2 Das Experiment im Grundschulunterricht als ein Problem der modernen Unterrichtstheorie

Auch für die didaktische Einschätzung des Experiments im Unterricht gilt, was RUMPF für das Verständnis von unterrichtlichen und schulischen Problemen im allgemeinen behauptet: es herrschen "Scheinklarheiten" ⁶⁾ gegenüber theoretisch und praktisch geprüften Annahmen vor. Die getrennte Betrachtungsweise von Zielvorstellungen, Realisationsweisen und Realisationsbedingungen führen auch bei der Bewertung des Experiments im Unterricht in eine Willkürlichkeit der Einschätzung, die dem heutigen Anspruch der wissenschaftlichen Legitimation von Unterrichtsmethodenempfehlungen nicht annähernd gerecht wird.

Die Klärung des Verhältnisses von Zielvorstellungen und Realisationsweisen des Unterrichts war schon immer ein Hauptanliegen der pädagogischen Forschung in allen ihren unterschiedlichen geschichtlichen Ausprägungsgraden und Forschungsmethoden. Die globale Fragestellung, welche Lehrmethode wohl die 'ideale' für alle oder möglichst viele unterrichtliche Zielvorstellungen ist, gehört der methodengeschichtlichen

6) vgl. RUMPF, H., Scheinklarheiten. Braunschweig 1971, S.8/9. RUMPF führt als Ursache für das Vorhandensein von "Scheinklarheiten" im Bewußtsein der Unterrichtstheoretiker und Unterrichtspraktiker das "Dilemma" der Trennung von folgenden drei unterrichtsbestimmenden Faktoren an:

- "A: Die Gedanken über Ziele, Wesen, Idealformen dessen, was Schule und Unterricht tun...
- B: Die Gedanken und Praktiken hinsichtlich der Lernorganisation des Unterrichts...
- C: Die Gedanken und Praktiken hinsichtlich des Netzes der Verwaltungs- und Herrschaftsorganisation, das die Lernorganisation umspannt, kontrolliert und funktionsfähig erhält."

Vergangenheit an (EINSIEDLER 1976a, S. 12/13 u. S. 289 ff). Die moderne Didaktik als Unterrichtswissenschaft (vgl. 2.1.2) sieht in der Lehrmethode nur einen Faktor innerhalb einer großen Anzahl voneinander abhängiger Faktoren, die das Unterrichtsgeschehen als "Faktorenkomplexion" (WINNEFELD 1967⁴) und die Unterrichtseffekte bestimmen⁷). Aufgabe der Unterrichtsforschung als empirisch-analytische Disziplin ist die Aufklärung dieses unterrichtlichen Implikationszusammenhanges. Dabei ist das leitende Erkenntnisinteresse vorrangig ein praktisches; der Zweck der Unterrichtsforschung ist die Formulierung begründeter Handlungsanweisungen für eine 'bessere' Praxis, z.B. der Angabe von begründeten Kriterien, für Methodenentscheidungen, die Unterrichtsziele und Unterrichtssituationen in einen korrelativen Zusammenhang bringen (EINSIEDLER 1976 a, S. 288 ff; DOHMEN/MAURER/POPP (Hrsg.) 1970; KLAFFKI 1977; RUPRECHT in ROTH, L. (Hrsg.) 1976, S. 445 ff; SCHOLZ in IPFLING (Hrsg.) 1974, S. 199 ff. u.a.)

Wenn auch die direkte Ableitung des Unterrichtserfolgs (gemäß pädagogisch-didaktischen Zielvorstellungen) von Unterrichtsmethoden im Sinne eines instrumental-technologischen Verständnisses von Methode angesichts des heutigen Problembewußtseins der Unterrichtsmethodenforschung nicht mehr aufrecht erhalten werden kann (GEISSLER in ROTH, L. (Hrsg.) 1976, S. 438 ff; RUPRECHT in ROTH, L. (Hrsg.) 1976, S. 445 ff.), so wird dennoch eine "bestimmte Korrespondenz" nicht nur im Sinne einer Deskription, sondern auch einer Prognose (STEGMÜLLER

7) HEIMANN (1962) und SCHULZ (1965) haben im Zusammenhang mit dem von ihnen erstellten Strukturmodell von Unterricht die unterrichtsbestimmenden Faktoren: Intentionen, Themen, Verfahren, Medien in einem Interdependenzverhältnis dargestellt. Eine detaillierte Fortführung dieses Ansatzes bringt BLANKERTZ (1967) mit der Annahme eines Implikationszusammenhanges. KLAFFKI hat in den "Studien zur Bildungstheorie und Didaktik" (1963) von einem Korrektationszusammenhang gesprochen.

1969, S. 153 ff.) behauptet. Diese These ist eine der Annahmen, die der vorliegenden Untersuchung zugrundegelegt wurden. In dem damit angesprochenen Forschungskontext ist das Anliegen der vorliegenden Analyse zu interpretieren. Daß gerade für die Unterrichtsfor schung im Grundschulbereich hier noch ein großes Forschungsfeld brach liegt, zeigen auch kritische Äußerungen zur curricularen Reform des grundlegenden Sachunterrichts, die zur vorgenommenen Operationalisierung der Unterrichtsinhalte in entsprechender Weise eine Klärung der Methodenfrage fordern. Nach HAUG (HAUG in HAUG/KASPER/PIECHOROWSKI 1976, S. 60) hat sich die Neukonzeption des Sachunterrichts in der Grundschule "weit intensiver mit dessen Zielsetzung und Inhaltlichkeit als mit den Formen des Lehrens und Lernens" befaßt. Der Unterrichtspraktiker erhält z.B. als Hilfestellung zur Realisation der in den neuen Grundschullehrplänen aufgestellten Forderung nach der Durchführung von Experimenten kaum methodische Hinweise, geschweige denn detaillierte Erläuterungen. Technologisch vorgefertigte Unterrichtsmaterialien, die fast im Übermaß angeboten werden, gewährleisten aber noch lange keinen "guten" (naturwissenschaftlichen) Unterricht auf experimenteller Basis.⁸⁾ Die vorliegende Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie und pädagogisch-didaktischen Innovationsvorstellungen versucht einen Beitrag zur Klärung der Methodenfrage im naturwissenschaftlichen Sachunterricht zu leisten.

8) Vgl. dazu eine Darstellung und Analyse von Arbeitsmaterialien für den grundlegenden Sachunterricht in: G.FREISE, Weg in die Naturwissenschaft - oder Irrwege einer Unterrichtsreform? Anmerkungen zu einigen Arbeitsmaterialien für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Grundschule, in: Die Grundschule, 1972, H.5, S. 312 ff.

Ein weiterer Schwerpunkt moderner Unterrichtstheorie und Unterrichtspsychologie legitimiert die Problemstellung der vorliegenden Untersuchung.

Moderne Didaktik als prospektive Didaktik (KLAFFKI 1977) hat nicht die Vermittlung von Inhalten zur primären Aufgabe zu machen, sondern vorrangig folgende didaktische Intentionen: die Ermöglichung des selbständigen Lernens, die Förderung der Entwicklung der geistig-seelischen Fähigkeiten der Kinder, die Bestärkung der Lern- und Leistungsbereitschaft, die Vermittlung von emanzipatorischen Qualifikationen, die Anregung selbstinitiiert und selbstgesteuerter kognitiver Aktivitäten, den Erwerb von Problemlösefähigkeiten im Sinne eines Aufbaus allgemeiner Lernfähigkeiten (AEBLI/MONTADA/STEINER 1975; PIAGET/INHELDER 1972; NELSON 1973). Diese geänderte Zielvorstellung macht ein U m d e n k e n i m M e t h o d e n v e r s t ä n d n i s notwendig. Nach MUTH (1974, S. 18/19) stellten die vergangenen Jahrhunderte "das methodische Vorgehen auf die Fiktion, als ob das Lernen des Kindes in eben den bemessenen Stufen abliege, die der Lehrer im Lehren verfolgt.." Es wurde (und wird! vgl. RUMPF 1971) selten gesehen, daß das "Lernen letztlich unstetig und in einer prinzipiellen Unverfügbarkeit für den Lernenden und den Lehrenden" verläuft. Lehren bedeutet unter dieser Blickrichtung, "einen Handlungsdialog mit den Kindern in der Wirklichkeit des Lehrens und Lernens" zu führen. Die Folgerung, daß der Unterricht nicht planbar ist, ginge zu weit. Aber eine Methode der "Kleinschrittigkeit gemäß dem Infinitesimalprinzip" muß als "positivistische Fiktion" abgelehnt werden. Zu fordern ist an Stelle eines geschlossenen Unterrichtskonzeptes nach dem Zweck-Mittel-Schema ein offener Unterricht nach dem Anlaß-Folge-Schema (EINSIEDLER 1976 b, S. 23). Die Auseinandersetzung mit einer derartigen grundlegenden Methodenreform des Schulunterrichts kann heute nahezu als weltweit bezeichnet werden (AEBLI 1963; GALPERIN 1972; NELSON 1973; SHULMAN UND KEISLAR 1966; PIAGET 1948; 1964, 1970; RUBINSTEIN 1961 u.a.).

Dieser Umbruch im Methodendenken bedarf aber noch differenzierter Forschungen und der stärkeren Korrelation von Unterrichtstheorie und Unterrichtspsychologie bzw. Lerntheorie (SCANDURA 1966; SKOWRONEK 1969, S. 193; FLECHSIG 1969, S. 156; ANTENBRINK 1972; WEINERT 1973, S. 156; PIAGET 1948, dt. 1975, S. 84); die bisher zu beobachtende Vernachlässigung des Prozeßcharakters unterrichtlichen Lernens⁹⁾ ist auch ein Grund für die geringen unterrichtstheoretisch fundierten Hinweise, die in der modernen didaktischen Literatur zum Thema "Unterrichtsexperiment" zu finden sind (vgl. 2.1.1)

-
- 9) Mit Nachdruck weisen das diesbezüglich vorhandene Defizit MUTSCHLER/OTT (in NEFF (Hrsg.) 1977, S. 9/10) auf, wenn sie von einer "generellen Vernachlässigung des Prozeßcharakters unterrichtlichen Lernens in der didaktischen Theoriebildung insgesamt" sprechen. Sie meinen, daß die "Produktorientierung" die Thematisierung der Prozeßbestimmtheit und der Subjektbezogenheit des Lehrens und Lernens weithin verdrängt haben.
- In diesem Zusammenhang scheint m.E. eine grundlegende Problematik in der heutigen wissenschaftlichen Forschung intensiverer Diskussion bedürftig, auf die ROMBACH (in ROMBACH (Hrsg.) 1974, S. 22) aufmerksam macht: die Lerntheorien, die Verhaltensforschung u.a. sind "Theorien" von größeren wissenschaftlichen Zusammenhängen, "die jeweils einen Betrachtungshorizont (einen Aspekt) definieren"; sie sollten deshalb als "aspektive Theorien" bezeichnet werden. Denn: "In allen diesen Fällen handelt es sich um 'Ansätze', die zwar im Hinblick auf ihr kategoriales Grundgerüst zu einer bestimmten Perfektion und Abgeschlossenheit gebracht werden können und z.T. schon gebracht worden sind, deren Anwendung aber in die verschiedensten Gebiete und Fächer hinein, ohne daß darin ein Abschluß zu sehen wäre, ausgedehnt werden kann. Für eine moderne Wissenschaftskonzeption ist es jedoch so, daß der Pluralismus der Ansätze nicht nur geduldet, sondern gefordert wird, wobei allerdings zu berücksichtigen ist, daß die Phänomene durch verschiedene aspektive Theoreme unter je verschiedene Gesamtheorien gestellt werden, wodurch die scheinbar widersprüchlichen Bestimmungen im Hinblick auf einen unterschiedlichen Bezugsrahmen ihre Gegensätzlichkeit verlieren."
- Unter diesen wissenschaftstheoretischen Voraussetzungen könnte man die Didaktik als wissenschaftliche Disziplin bestimmen als den übergreifenden Bezugsrahmen für das aspektive Theorem "Unterrichtsforschung", "Lernforschung" u.a.

0.3 Die spezifische Problematik der vorliegenden Untersuchung

Die vorliegende didaktische Analyse des Experiments im Unterricht ist im Kontext der dargestellten theoretischen und praktischen Probleme der Unterrichtswissenschaft zu verstehen. Das Untersuchungsanliegen entwickelte sich aus der beobachteten Diskrepanz zwischen theoretisch proklamierten didaktischen Zielvorstellungen und den faktischen Realisationsweisen bzw. Realisationsbedingungen der Experimente im Grundschulunterricht. Eine theoretische Untersuchung muß den Untersuchungsgegenstand aus dem komplexen Wirkungszusammenhang in der pädagogischen Praxis methodisch eliminieren, um zu differenzierten Analyseergebnissen zu kommen; aber diese zeitweilige Isolation geschieht zum Zwecke der Aufklärung des komplexen Praxiszusammenhanges ¹⁰⁾.

Folgende These war Ausgangspunkt für die Formulierung der Fragen, die im Verlaufe der Untersuchung einer Beantwortung nähergebracht werden sollen:

10) Vgl. die Aussage KLAFFKIS (1977, ebda), daß "Didaktik eine 'Wissenschaft von der Praxis für die Praxis' ist, die pädagogische Probleme zum Zwecke der Forschung aus den komplexen Zusammenhängen der Praxis isoliert, um nach der Untersuchung eine 'Eingliederung' in den komplexen Wirkungszusammenhang in 'kritisch-konstruktiver Hinsicht' zu unternehmen".
Vgl. zur Grundlegung des Theorie-Praxis-Verhältnisses in der Wissenschaft ROMBACH (in ROMBACH (Hrsg.) 1974, S. 23 ff.)

Zwischen dem Experiment als Lehr-Lern-Strategie und den didaktischen Intentionen Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung des (naturwissenschaftlichen) Unterrichts in der Grundschule besteht ein positiver Bedingungs-zusammenhang.¹¹⁾

Im Anschluß an diese These wurden folgende drei Problemfragen formuliert:

1. Welcher Realisationszusammenhang besteht zwischen der didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im (naturwissenschaftlichen) Grundschulunterricht?
2. Welcher Realisationszusammenhang besteht zwischen der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im (naturwissenschaftlichen) Grundschulunterricht?
3. Welcher Realisationszusammenhang besteht zwischen der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im (naturwissenschaftlichen) Grundschulunterricht?

11) Dabei ist der Begriff "experimentelle Lehr-Lern-Strategie" gemäß der in Kapitel 1 vorgenommenen unterrichtstheoretischen Begriffsanalyse zu verstehen.

Die Auswahl dieser drei didaktischen Intentionen des Grundschulunterrichts ist durch deren Bedeutsamkeit innerhalb der Innovationsbestrebungen des modernen Sachunterrichts in der Grundschule und in sachstrukturellen Merkmalen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie begründet. Die Durchsicht der umfangreichen curricularen Reformvorschläge für den (naturwissenschaftlichen) Unterricht in der Grundschule (FREY/LANG (Hrsg.) 1973; BLOCH/HÄUSSLER/JAECKEL/REIß 1976; LAUTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976 u.a.) zeigt, daß mit den genannten Leitvorstellungen grundlegende Problemkomplexe bezeichnet sind, deren theoretische Klärung und praktische Anwendung für eine zeitgemäße Reform des Sachunterrichts in der Grundschule entscheidend sind.

Jede der genannten didaktischen Intentionen enthält inhaltliche strukturelle Merkmale, die bei der Merkmalsbeschreibung des Begriffs "Experiment" (vgl. 1) analog aufgefunden wurden. Thesenhaft kann dieser Sachverhalt so formuliert werden:

1. Das Experiment als Methode der exakten (natur-)wissenschaftlichen Forschung ist eine wichtige methodische Grundlage für einen wissenschaftsorientierten Unterricht, der in wissenschaftliche Arbeitsweisen einführen soll.
2. Das Experiment als eine Methode mit operativem Prozeßcharakter entspricht den epistemisch-aktivistischen Verhaltensmöglichkeiten des Grundschulkindes.
3. Das Experiment als eine Methode der Umweltforschung entspricht dem handelnden (Um-)Weltbegreifen des Kindes.

Der Begriff Experiment ist ein sehr komplexer Begriff.
(vgl. 1.1.1)

Die Begriffsinhalte und der Begriffsumfang von "Unterrichtsexperiment" sind in der pädagogisch-didaktischen Literatur recht unterschiedlich (vgl. 2.1.1). Es liegt keine umfassende oder auch nur im Ansatz differenzierte Analyse des Begriffs Experiment unter didaktisch-methodischer Merkmals- und Funktionsbestimmung vor. Deshalb schien es mir unumgänglich, vor der Analyse von experimentalspezifischen didaktischen Funktionen eine grundlegende Klärung des Begriffs "Experiment" vorzunehmen.

Unterrichtsmethoden sind stets eingebunden in übergreifende pädagogisch-didaktische und wissenschaftstheoretische Modellvorstellungen (EINSIEDLER 1976 a, S. 4 ff.) Das Experiment als Unterrichtsmethode muß einerseits von der zentralen Stellung und der methodischen Bestimmung des Experiments innerhalb der naturwissenschaftlichen Forschung verstanden werden; andererseits ist nach der p ä d a g o g i s c h e n Funktion dieser unterrichtlichen Aktivität zu fragen.

Pädagogik intendiert stets die Auseinandersetzung mit Zielfragen von Unterricht und Erziehung (BREZINKA 1971; FLITNER, W. 1966¹¹; ERLINGHAGEN 1960; DOLCH 1963 u.a.)¹². Der sich entwickelnde und zu entwickelnde Mensch steht im Mittelpunkt pädagogischer Aktionen. Die traditionelle Funktionsbestimmung von Unterricht und Erziehung als Hilfestellung zur Selbstverwirklichung des jungen Menschen kann bei der Funktionsbestimmung von Unterrichtsmethoden deshalb nicht außer acht gelassen werden.

12) Vgl. dazu u. a. die kritische Diskussion der pädagogischen Zielsetzungsproblematik in HEID (1970 , S. 365 ff. und 1972 , S. 551 ff.)

Im Zusammenhang der vorliegenden Untersuchung ist zu fragen, ob, in welcher Hinsicht und in welchem Ausmaß das Experiment als Lehr-Lern-Weg hinsichtlich der angedeuteten anthropologischen Aufgabe von Erziehung und Unterricht wirksam wird. Deshalb scheint es mir sachlich unabdingbar notwendig, eine gründliche erkenntnistheoretische bzw. anthropologische Bedeutungserfassung des Begriffs "Experiment" vorzunehmen.

Die vorgenommene anthropologische Bestimmung des Verhältnisses Mensch - Experiment - Gegenstand (Welt) bildet im Verlauf der Untersuchung auch die Grundlage zur theoretischen Klärung des kindlichen, operativen Aufbaus der "Welt"; das Problem der Gegenstandskonstitution nimmt ja gerade im modernen entwicklungs- und lernpsychologischen Theoriebeständen ein breites Feld der Grundlagenforschung ein (PIAGET 1972 und 1973, 1974; AUSUBEL 1967). Das Experiment als Lehr-Lern-Strategie erhält aus diesem psychologischen Begründungszusammenhang eine evidente Legitimation. Auf der Basis des anthropologischen Grundverständnisses wird unter Zuziehung unterrichtstheoretischer und lerntheoretischer Konzeptionen eine grundlegende Bestimmung des Experiments im Unterricht als Lehr-Lern-Strategie versucht; daran schließen sich sachlogische unterrichtspraktische Merkmals- und Funktionsbeschreibungen im Sinne einer Annäherung an die Unterrichtspraxis an. Erst auf der Grundlage der vorgelegten begriffstheoretischen und unterrichtstheoretischen Konzeption haben die angezielten Problemanalysen eine rational begründete und diskussionsfähige theoretische Basis.¹³⁾

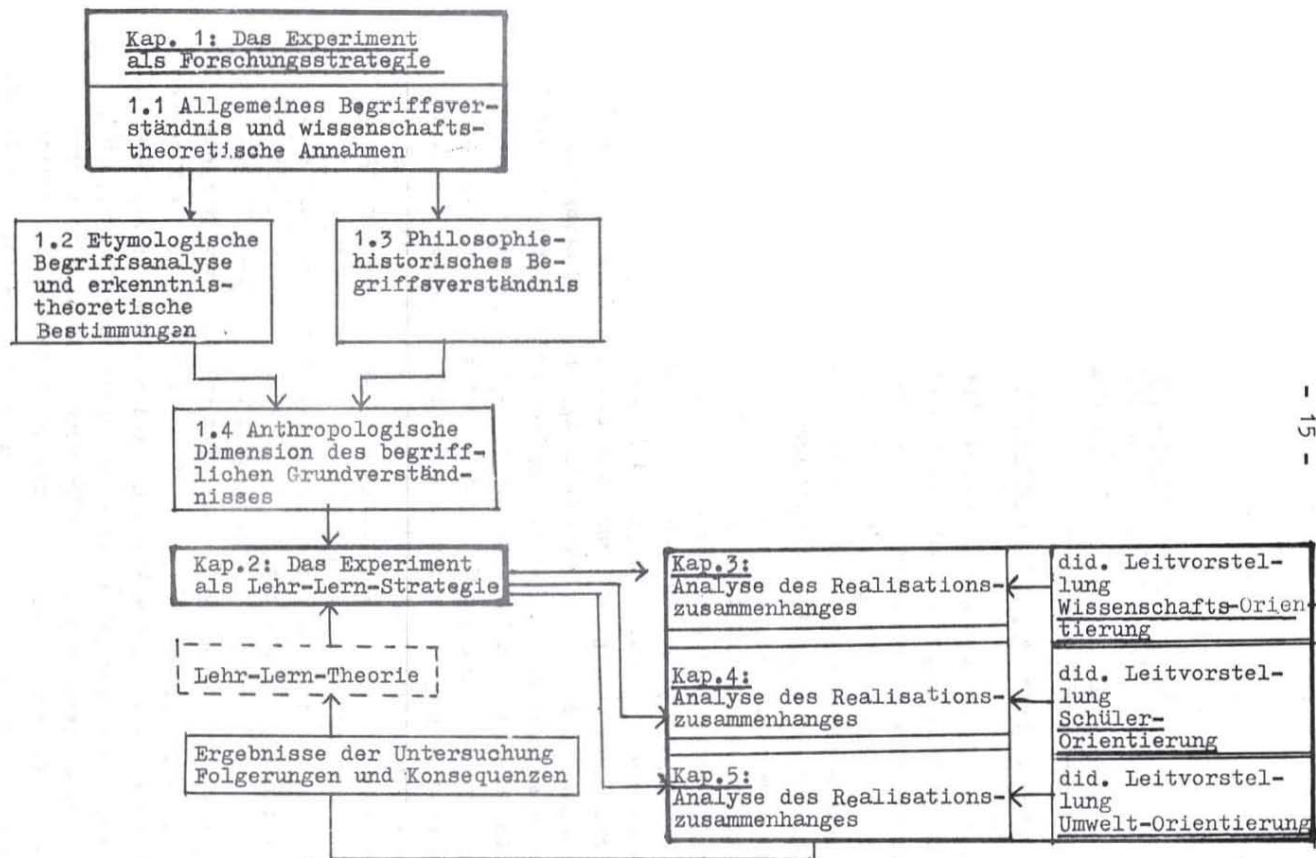
13) Grundlegend für diese Auffassung ist die Annahme, daß es in der Wissenschaft nicht Wahrheit, sondern nur Wahrhaftigkeit geben kann; "daß wissenschaftliches Erkennen immer Erkennen innerhalb bestimmter Horizonte und Bestimmung des Erkenntniswertes im Hinblick auf den Geltungsraum des Horizontes ist" (ROMBACH in ROMBACH (Hrsg.) 1974, S.11). Durch die detaillierte und präzisierte Bestimmung der inhaltlichen Merkmale der den Untersuchungsgegenstand bezeichnenden Begriffe wird der zugrundeliegende eigene Erkenntnishorizont umrissen und so die Basis für das Verständnis wie auch die Konfrontation mit anderen Sichtweisen geschaffen (*nach R. Nissen).

Die empirische Überprüfung der im Verlaufe der theoretischen Analyse aufgestellten Hypothesen kann innerhalb dieser Arbeit nur in Form einer Pilot-Studie erfolgen, in der mit Hilfe einer Fragebogenerhebung ansatzhaft eine Evaluation versucht wurde (vgl. Anhang).¹⁴⁾

In Abb. 1 ist der Verlauf der vorliegenden Untersuchung tabellarisch dargestellt.

14) Auf die Problematik, rational gestellter Fragen oder theoretische Annahmen mit Hilfe empirisch gewonnener Daten einer Kontrolle im Sinne einer Verifikation oder Falsifikation zu unterziehen, kann an dieser Stelle nur hingewiesen werden (weitere Ausführungen vgl. 1.1).

Abb. 1: Verlaufsdiagramm der vorliegenden Untersuchung



1. DAS EXPERIMENT ALS FORSCHUNGSSTRATEGIE

1.1 Allgemeines Begriffsverständnis und wissenschaftstheoretische Annahmen

1.1.1 Die Merkmale des Begriffs Experiment

Das Wort Experiment kommt vom lat. "experiri", d.h. versuchen, prüfen, erproben, im übertragenen Sinn erfahren, kennenlernen. Im heutigen Sprachgebrauch versteht man unter Experiment "die planmäßige, grundsätzlich wiederholbare Beobachtung von Naturvorgängen unter künstlich hergestellten, möglichst veränderlichen Bedingungen." (in HOFFMEISTER (Hrsg.) 1955, S. 288)

Folgende Definition führt neben M e r k m a l e n des Begriffs Experiment auch den Z w e c k des experimentellen Tuns an: Das Experiment ist "eine planmäßig veranstaltete Beobachtung; die planmäßige Isolierung, Kombination und Variation von Bedingungen zum Studium der davon abhängigen Erscheinungen mit Hilfe der Gewinnung von Beobachtungen, aus denen sich Regelmäßigkeiten und Gesetzmäßigkeiten ergeben." (SCHISCHKOFF in STOCKHAMMER 1967, S. 159)

In anderen Definitionen ist die F u n k t i o n des Experiments im Erkenntnisprozeß genauer beschrieben, so z.B. wenn das Experiment verstanden wird als "die Rückinterpretation sinnlicher Erscheinungsdaten in ein exaktes Bezugssystem vorgängiger Gesetzmäßigkeiten. Der wissenschaftliche 'metodo' besteht im Wechselbezug zwischen Vorentwurf einer Gesetzmäßigkeit ('Hypothese') und Rückkontrolle sinnlicher Daten ('Experiment') " (ROMBACH in ROMBACH (Hrsg.) 1970, S. 375). In diesem Sinne spricht KÖNIG (in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd.2, S. 53) von einem "H y p o t h e s e n - E x p e r i m e n t - F a l s i f i k a t i o n s g e f l e c h t", innerhalb dessen jeder einzelne Faktor eine Rückkoppelung an den anderen fordert: "mißlungene Falsifikationen können zu veränderten Experimenten führen, welche wiederum eine Hypothesenmodifikation erzwingen usw." Die experimentelle Methode hat demgemäß nach BARTHEL(1971,S.37) eine "zyklische Struktur."

1.1.2 Die experimentelle Methode als "Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht"

Wenn das klassische kritische Verfahren der Naturwissenschaften als ein "experimentelles" bezeichnet wird, heißt das nicht, daß darunter allein die experimentelle Anordnung zu verstehen ist. Der theoretische Entwurf, die Hypothese, ist der epistemische "Anlaß" für die Konstruktion und Anordnung des Experiments. Der "innere Aufbau", "ihre 'Logik'" bildet nach DINGLER (1928, S.22) die "Struktur" der Experimente. Die exakte Messung (beim quantitativen Experiment) beruht "auf der Bildung ideeller Begriffe, welche als einzige absolute Eindeutigkeit ermöglichen. Ferner beruht sie auf der Realisierung dieser Begriffe, die mit stetig wachsender Genauigkeit erfolgt (DINGLER, ebda).

Schon die experimentelle Fragestellung hängt von zahlreichen theoretischen Voraussetzungen ab, und die Interpretation der experimentell gewonnenen Daten ist nur in einem analogen theoretischen Zusammenhang sinnvoll. Experimente sind "Bausteine" zu Theorien, nicht deren "Basis" (vgl. ROMBACH in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd. 2, S.33 f!) "Die sinnvolle Stichprobe auf dem intellektuellen Entwurf heißt experimentum und steht in notwendiger Wechselbeziehung zur hypothese, die den intellektuellen Entwurf bezeichnet.

Forschung ist daher identisch mit Hypothesenlehre, denn Hypothesenlehre ist identisch mit Experimentalerkenntnis." (ROMBACH in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd.2, S. 14/15).

Durch Experimentieren versucht der Forscher, seine "konstruierte Wirklichkeitserfassung (Theorie!)" (ROMBACH) im Hinblick auf noch fragliche Phänomene "in sinnlich erfahrbare Weise" auf die Probe zu stellen. Dabei greift er in den "natürlichen" Zustand der Dinge und in den "natürlichen" Ablauf der Geschehnisse ein, um seinen begrenzten sinnlichen

Erfahrungsbereich zu erweitern; er schafft die Möglichkeiten für eine "k ü n s t l i c h e" W a h r n e h m u n g innerhalb der experimentellen Anordnung. "Experimente sind transferierte Sinnlichkeit, ein Übersetzungsmechanismus, durch den extreme und externe Gegebenheiten, die an sich selbst niemals unmittelbare Objekte sinnlicher Erfahrung werden können, so vermittelt werden, daß sie durch natürliche Naherfahrungen wie durch Symptome hindurch 'erscheinen'." (ROMBACH in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd. 2, S. 17).¹⁵⁾

Die planmäßige, k ü n s t l i c h e I s o l a t i o n von sinnlich wahrnehmbaren Erscheinungen als Voraussetzung für die V a r i a t i o n, R e p r o d u k t i o n und K o m b i n a t i o n der Beobachtungsbedingungen unterliegt der funktionalen Bestimmung durch das forschende Subjekt. Die Anordnung von V e r s u c h s r e i h e n als Serie planmäßiger Beobachtungen geschieht ebenfalls im Sinne der künstlichen Wahrnehmungserweiterung.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Überblickt man die Merkmalsbeschreibung und Funktionsbestimmung des Begriffs Experiment, so lassen sich s u b j e k t i v e und o b j e k t i v e A s p e k t e bei der Durchführung der experimentellen Methode unterscheiden. Der Experimentator als S u b j e k t hat eine Zielvorstellung (Frage, Hypothese, theoretische Annahme), welche die A r t und F u n k t i o n des e x p e r i m e n t e l l e n Z u g r i f f s bestimmt. Der Hypothese entsprechend organisiert der Experimentator die Versuchsanordnung und beobachtet den experimentellen Ablauf. O b j e k t i v betrachtet hat der experimentelle Zugriff folgende Kennzeichen: er muß

15) Nach ROMBACH (in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd. 2, S. 17) gilt dabei für die Erfahrungs-Erkenntnis-Relation folgendes: "Sinnliche Erfahrung gibt nicht ihren Gehalt in die Erkenntnis ein, sondern benutzt diesen nur als "Ja" oder "Nein" für einen zuvor intellektiv entworfenen Gehalt. Hypothesen gehen nicht auf bestimmte Sachverhalte, sondern vielmehr auf die Grundstruktur von Wirklichkeit, die bestimmte Sachverhalte in ihrem Zusammenhang möglich und sinnvoll macht."

planmäßig sein (Hypothese), er ist künstlich hergestellt (Isolation und Kombination), er ist abänderbar (Variation), er ist wiederholbar (Reproduktion), er ist kontrollierbar (Kontrolle). Der Experimentator schafft für eine mehr oder weniger s u b j e k t b e z o g e n e (aber nicht "nur" subjektive) T h e o r i e (experimentelle Fragestellung) ein mehr oder weniger o b j e k t b e z o g e n e s (aber nicht "nur" objektives) K o n t r o l l i n s t r u m e n t i n d e r e x p e r i m e n t e l l e n A n o r d n u n g .

1.2 Etymologische Begriffsanalyse und erkenntnistheoretische Bestimmung

Das Wort E x p e r i m e n t wurde weithin (etwa bis zur Renaissance) g l e i c h b e d e u t e n d mit E r f a h r u n g gebraucht (experimentum = experientia). ¹⁶⁾ Für die inhaltliche Erschließung und für die erkenntnistheoretische Funktionsbestimmung des Experimentbegriffs ist deshalb die etymologische Betrachtung des Wortes Erfahrung aufschlußreich. ¹⁷⁾

-
- 16) Nach ROMBACH (ebda) betrifft der Begriff der Erfahrung und der "Erfahrung der Erfahrung" (W. SZILASI) den Ursprung von Wissenschaft überhaupt und sollte deshalb viel stärker in die Wissenschaftstheoretische Diskussion aufgenommen werden.

DEWEY J. hat eine pragmatisch und empirisch orientierte Theorie,* in der der Lernprozeß und das Leben als solches als ständiger Prozeß der Erfahrungsneuordnung bestimmt sind, als "Experience and nature, New York 1929, S. 97 und ders.: Problems of men, New York 1946, S. 195. *entwickelt.

- 17) Der etymologischen Begriffsanalyse diene als Grundlage das GRIMMSCHE etymologische Wörterbuch. (J.u.W.GRIMM: Etymologisches Wörterbuch. Bd. III. S. 794/795) Alle Zitate dieses Abschnitts, die nicht besonders gekennzeichnet sind, beziehen sich darauf.

1.2. 1 Darstellung der etymologischen Bedeutungen

Erfahrung meint im ursprünglichen Sinn "Kennenlernen durch Herumfahren, durch Reisen". Daneben bezeichnet das Wort Erfahrung auch eine "gezielte Erforschung". In der Verengung des Sprachgebrauchs ist damit folgendes gemeint: die "sinnliche Anschauung oder Wahrnehmung wird von der Erfahrung unterschieden und Erfahrung erst dann eintretend angenommen, wenn jenen ein prüfendes Urteil hinzugekommen ist." Damit erhält das Wort Erfahrung den Bedeutungsinhalt von prüfen und forschen. "Sagen ließe sich, Erfahrung sei der Eindruck des Äußeren auf unser Inneres, wir erfahren etwas an den Dingen wie in uns selbst. Jedwede Erfahrung lehrt, der Erfahrende, nach des Wortes Urbedeutung, erreicht und hält etwas fest." Der genannte "Eindruck des Äußeren auf unser Inneres" ist jedoch nicht einseitig als Geschehen vom Objekt in Richtung Subjekt zu verstehen: "Es muß jedoch schwer sein, Forschung und Kunde, gleichsam tätiges und leidendes Wahrnehmen überall zu sondern, und beiderlei erfahren fällt oft zusammen." Dieser aktive und zugleich passive Bedeutungsgehalt spiegelt sich nicht nur im Substantiv "Erfahrung" wieder, sondern auch in der Verbbedeutung. GRIMM führt dazu folgende Bedeutungsnuancen an:
einen erfahren = erkunden, erkennen (z.B. einen Menschen)
etwas erfahren = erforschen, erkunden
erfahren= bloßes Gewahren und Vernehmen der Dinge ohne Fahren und Forschen im voraus
erfahren bedeutet auch: an sich selbst erfahren (das Erfahrene ist das Wirkliche, dem nur Gedachten Entgegenstehende)
sich erfahren = sich erkundigen
Das Adjektiv erfahren bedeutet bewährt, einsichtsvoll, erprobt, erfahren.

1.2.2 Der Bedeutungszusammenhang zwischen "Erfahrung" und "Experiment"

Erfahrung ist demgemäß ein komplexer Begriff, der durch einen "mehrstufigen Reflexionsaufbau" ¹⁸⁾ strukturiert ist, in welchem die jeweils höhere Stufe durch einen je qualitativ höheren Reflexionsakt von der vorausgehenden unterschieden ist. Empfindung, Wahrnehmung und Vorstellung verbinden sich zu einer Erfahrung. In den Empfindungen und Anschauungen (im perzeptiven Sinn) nimmt der Mensch durch die (äußeren) Sinne die Eigenschaften von Gegenständen wahr; solche sinnhaft vereinzelter Empfindungen werden bei Wahrnehmungen zu einem mehr oder weniger geschlossenen "Eindruck" von Gegenständen verknüpft und das "Bild" festgehalten. Mehrere Wahrnehmungsbilder können zu einer Vorstellung zusammengefaßt werden, mehrere Wahrnehmungen und Vorstellungen zu einer Erfahrung, die durch das aktive Erfassen von Dingzusammenhängen charakterisiert ist und als solche "objektive Gültigkeit und intersubjektive Anerkennung" (ROMBACH) beansprucht.

Die Erfahrung übernimmt "qualitative" Elemente aus dem Spektrum der Wahrnehmungen im Gegensatz zum Experiment im präzise definierten Sinn, das "dieses Elemente nur als Kontrollkriterien" (ROMBACH) für einen logisch entwickelten Bedeutungszusammenhang setzt.

Das Experiment baut auf die in der Erfahrung vollzogenen menschlichen Aktivitäten auf; es ist ein Produkt des "Verbesserungsprozesses der Erfahrung" (ROMBACH), eine Methode gezielte(r) (und deshalb auch eingeschränkter, "künstlicher") Erfahrungsgewinnung.

18) vgl. zu diesem Begriff und der im folgenden vorgenommenen Strukturierung des Begriffsinhalts ROMBACH (in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd. 2, S. 36 ff.)

"Experimente sind gezielte Erfahrungen, die auf der Grundlage einer Theorie formulierte Fragen durch punktuelle Beobachtungen zur Entscheidung bringen. Im Experiment geht es nicht mehr um den Inhalt der Erfahrung, sondern wesentlich nur um das 'sic et non', durch das eine Erfahrung über die Beibehaltung oder Verwerfung einer Theorie entscheidet." (ROMBACH in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd. 2, S. 43).

Z u s a m m e n f a s s u n g:

Aus der etymologischen Analyse des Begriffes Erfahrung ergeben sich folgende Bedeutungsaspekte, die für die erkenntnistheoretische und für die allgemein-anthropologische Grundlegung der "e x p e r i m e n t e l l e n" E r f a h r u n g als Forschungsstrategie bestimmend sind:

1. Zur Erfahrungsgewinnung ist das Z u s a m m e n s p i e l von M e n s c h u n d W e l t, von Erfahrendem und Erfahrenem notwendig.
2. Den Menschen führen zu seiner Erfahrung (nur) der Einsatz von S i n n e n u n d G e i s t.
3. Erfahrung entsteht im Menschen durch A k t i v i t ä t u n d P a s s i v i t ä t, durch Tun und Leiden, durch Forschung und das Aufnehmen einer Kunde.
4. Das E r f a h r e n e a l s "W i r k l i c h e s" ist zu unterscheiden vom "n u r G e d a c h t e n". Was erfahren ist, gilt als bewährt, erprobt, allgemein gültig.

1.3 Zum philosophiehistorischen Begriffsverständnis ¹⁹⁾

1.3.1 Zur Aristotelischen Betrachtungsweise

Erfahrung als "Erfahrenheit, Erfahrensein": dieses Grundverständnis des Wortes Erfahrung und damit die Grundlage für

19) Als Grundlage für die philosophiehistorische Begriffsanalyse, die nur in knappen Zügen und sporadisch erfolgen kann, dienen u.a. die Beiträge "Experiment" von G.FREY und "Erfahrung" von F.KAMBERTEL in J.RITTER(Hrsg.): Historisches Wörterbuch. Darmstadt 1972, Bd. S. 868-870 und S. 609-617. Nicht näher gekennzeichnete Zitate dieses Abschnitts sind direkt daraus entnommen.

das Verständnis des Begriffs "Experiment" ist von ARISTOTELES (384 v.Chr. - 322 v. Chr.) folgendermaßen definiert: "Das Wissen der ersten Prinzipien bildet sich wie alles andere Wissen auch: es hebt bei dem für uns bekannteren, nämlich der Wahrnehmung des einzelnen an, führt über das Erinnern der Wahrnehmung und die Abstraktion zur Erfahrung, die als eine Speicherung von identischen oder ähnlichen Eindrücken, und als die Bildung eines für vieles Allgemeinen aufgefaßt ist. Das Allgemeine der Erfahrung wiederum führt auf das Prinzip." (ARISTOTELES, ANAL.Post. 100a 16 f)

Der mittelalterliche Aristotelismus gibt die aristotelischen Kernaussätze formelhafte weiter: "experimentum eiusdem rei secundum speciem" (ALBERTUS MAGNUS 1193 -1280) und experientia fit ex multis memoriis" (THOMAS VON AQUIN ;1225'-;1274). Noch bei HOBBS (1588 - 1679) heißt es: "memoria multarum rerum experientia dicitur". Das "Erinnern der Wahrnehmung" und die "Abstraktion" sind demgemäß wesentliche Elemente der Erkenntnisgewinnung durch Erfahrung.

1.3.2 Zur neuzeitlichen Bestimmung des Experiments als naturwissenschaftliche Forschungsmethode

Seit FRANCIS BACON (1561 - 1626) gibt es neben dem Fortwirken der aristotelischen Bestimmung des Begriffs experientia eine davon abweichende Auffassung: Erfahrung steht bei FRANCIS BACON (1561 - 1626) nicht mehr primär für den Besitz menschlicher Fähigkeiten, sondern für den Prozeß und die Methoden der Aneignung solcher Fähigkeiten. Der Schwerpunkt der Wortbedeutung "Erfahrung" hat sich vom Substantiv experientia in Richtung auf das Verb experiri verschoben. F. BACON stellt programmatische Forderungen auf. Er unterscheidet die "experientia vaga" von der "experientia ordinata". Die "experientia vaga" als "Gewinnung genereller Sätze von den zufallenden Erlebnissen" oder als "unsystematisches Herumprobieren" (BACON F. NOVUM ORGANUM F,82) ist als wissenschaftliche Forschungsmethode zu verurteilen.

An ihre Stelle soll als wissenschaftliches methodisches Vorgehen die "e x p e r i e n t i a o r d i n a t a" treten.

Zwei Stufen der Erfahrungsgewinnung sind bei der experientia ordinata zu unterscheiden:

1. experientia literata

Sie soll "ab experimentis ad experientia" führen im Unterschied zum Weg "ab experimentis ad axiomata". F. BACON denkt vor allem an die methodisch geleitete Abänderung der Versuchsbedingungen eines bestimmten Experiments. (F. BACON, NOVUM ORGANUM I, 82)

2. interpretatio naturae

Die experimentellen Ergebnisse aufgrund der systematisch geordneten Versuchsreihen ermöglichen eine Einsicht in fundamentale Naturgesetze, die "axiomata". Aufgrund von Versuchsreihen ist die Naturinterpretation methodisch gerechtfertigt. Schriftliche Aufzeichnungen sind bei dieser neuen experientia (vgl. GALILEI und TORICELLI) selbstverständlich geworden. In den Erwägungen F. BACONS bahnt sich die neuzeitliche Unterscheidung zwischen "Erfahrung" im allgemeinen Sinn und dem engeren naturwissenschaftlichen Verständnis des Terminus "Experiment" an.

Auch bei CHRISTIAN WOLFF (1679 - 1754) wird die Art des menschlichen Tuns beim Experimentieren charakterisiert als eine Erfahrungsweise, zu der es methodischer Veranstaltungen des Menschen bedarf (quae versatur circa facta naturae, quae nonnisi interveniente opera nostra contungunt) " (CHR. WOLFF, Psychol. empirica, S. 456). CHRISTIAN WOLFF u n t e r - s c h e i d e t auch erstmals die bloße Beobachtung (o b s e r v a t i o) von e x p e r i m e n t u m : jene richtet sich auf das Naturgeschehen als solches, dieses greift in das Naturgeschehen ein. Daß die Erfahrung, welche der Forscher durch die experimentelle Methode gewinnt, eine vom Menschen erzeugte Erfahrung ist, welche 'weder Philosophie noch Handwerk mehr ist, weil sie beide enthält' (WEIZSÄCKER, C.Fr.v. 1947, S. 3), hat vor allem KANT (1724 - 1804) dargelegt.

Er spricht davon, daß die experimentelle Naturforschung sich in den Bahnen eines wohlbestimmten methodischen Apriori vollzieht: "Die Naturforscher begriffen, daß die Vernunft nur das einsieht, was sie selbst nach ihrem Entwurfe hervorbringt, daß sie mit Principien ihrer Urtheile nach beständigen Gesetzen vorangehen und die Natur nöthigen müsse, auf ihre Fragen zu antworten, nicht aber sich von ihr allein gleichsam am Leitbände gänglich lassen müsse; denn sonst hängen zufällige, nach keinem vorher entworfenen Plane gemachte Beobachtungen gar nicht in einem nothwendigen Gesetz zusammen, welches doch die Vernunft sucht und bedarf. Die Vernunft muß mit ihren Principien, nach denen allein übereinstimmende Erscheinungen für Gesetze gelten können, in einer Hand und mit dem Experiment, das sie nach jenen ausdachte, in der anderen an die Natur gehen, zwar um von ihr belehrt zu werden, aber nicht in der Qualität eines Schülers, der sich alles vorsagen läßt, was der Lehrer will, sondern eines bestellten Richters, der die Zeugen nöthigt, auf die Fragen zu antworten, die er ihnen vorlegt." (KANT, Kritik der reinen Vernunft, Bd. XIII. Akad.-A. S. 3,10)

Der Mensch als "bestellter Richter": diese Auffassung der subjektiven Seite beim experimentellen Vorgehen führte u.a. auch dazu, daß das 18./19. Jahrhundert weithin das Experiment als unproblematische Frage an die Natur betrachtete, deren Beantwortung durch den experimentellen Zugriff sicher erfolgen konnte.

Diese weit verbreitete Erfahrungsgläubigkeit wurde vor allem durch P. DUHEM (1861 - 1916) in Frage gestellt. Er machte deutlich, daß durch Experimentieren allein keine allgemeingültigen theoretischen Erfahrungen gewonnen werden können. Aus experimentellen Befunden ließe sich weder eine eindeutige Theorie noch die Allgemeingültigkeit einer die experimentellen Befunde deckenden Theorie ableiten. Es gibt kein "reines" Experiment ohne theoretischen Kontext. Ein physikalisches

Experiment ist die genaue Beobachtung einer Gruppe von Erscheinungen, die verbunden wird mit der Interpretation derselben; diese Interpretation ersetzt das konkrete Gegebene, mit Hilfe der Beobachtung wirklich Erhaltene durch abstrakte und symbolische Darstellungen, die mit ihnen übereinstimmen auf Grund der Theorien, die der Beobachter als zulässig annimmt " (P. DUHEM, 1908, S. 192).

Die theoretische Interpretation der Erscheinungen ist bestimmend für den Gebrauch der Instrumente innerhalb der experimentellen Anordnung. Wenn man die Theorie "vor der Tür des Laboratoriums stehen lassen" (DUHEM) würde, könnte man keine einzige Ablesung interpretieren. Das aufeinander Angewiesensein von Theorie und Experiment ist seit DUHEM ein nicht zu Ende diskutiertes Problem der wissenschaftstheoretischen Grundlegung der experimentellen Forschungsmethode geblieben. H. DINGLER (1881 - 1954) (1928, u.a.) und K. HOLZKAMP (1968 u.a.) haben den Schwerpunkt der Betrachtung auf die nicht-empiristische Lehre vom Experiment verlagert.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die philosophischen Erörterungen zum Experiment haben das wissenschaftstheoretische Methodenverständnis gemäß den jeweiligen, zeitgeschichtlich geprägten ("passive Genesis" HUSSERL) Grundannahmen expliziert und einen wesentlichen Beitrag zur Entwicklung und Durchführung des Experiments als Forschungsmethode geleistet. Auf die breit diskutierte Problematik der Anwendung der experimentellen Methode in den Humanwissenschaften kann in diesem Zusammenhang nur hingewiesen werden (vgl. u.a. AGRYRIS 1972; BUNGARD und LÜCK 1974; CAMPBELL 1957; 1963; HOLZKAMP 1968; JUNG 1971; ROSENZWEIG 1933; ROSS & SMITH 1965; SCHIETZEL 1972, S. 296 u.a.).

1.4 Anthropologische Dimensionen im Verständnis der experimentellen Methode

Die vorangegangene Inhalts- und Funktionsanalyse des Experiments enthält Bestimmungen, die für das Verständnis des Menschen als experimentierendes Wesen von grundlegender Bedeutung sind.²⁰⁾ Im folgenden wird versucht, die m.E. bedeutsamsten anthropologischen Dimensionen des Experiments thesenhaft zu formulieren und deren Grundgehalt darzulegen.

1.4.1 Die Subjekt-Objekt-Vermittlung durch das Experiment

Die erste These lautet:

Bei der Durchführung der experimentellen Methode (methodos / Vermittlung) erforscht der Mensch als Ich (Subjekt) die Welt als Gegenstand (Objekt), um allgemeingültige Erkenntnisse gewinnen zu können.

Die subjektiven und die objektiven „Anteile“ dieser Methode lassen sich folgendermaßen festhalten:

Die subjektiven Kriterien als menschliche Fähigkeiten hinsichtlich der Erforschung der Natur sind die Fragefähigkeit (Staunen, ein gewisses Maß an Wissen, Verlangen nach der Enträtselung bzw. Beherrschung der Natur); die Wahrnehmungsfähigkeit (bewußtes Aufnehmen von Sinneseindrücken, "tätiges und leidendes Wahrnehmen"); die Beobachtungsfähigkeit (intensives Wahrnehmen, messen (Vorrichtungen) und die Interpretationsfähigkeit (Erscheinungsdaten auf Ideen rückbeziehen, Beziehungen zwischen Faktoren erkennen).

Zu den objektiven Kriterien im Hinblick auf die Erschließbarkeit und Erforschbarkeit der

20) Die Bestimmungen pädagogischer und didaktischer Intentionen und Funktionen des Experiments, die ja das Grundanliegen dieser Untersuchung darstellt, muß m.E. auf den anthropologischen Grundlagen aufbauen, will sie ihrem pädagogischen Anspruch gerecht werden. (vgl. 0)

N a t u r durch den Menschen gehören die planmäßige Isolation, Kombination, Variation von Bedingungen (Eingreifen in den natürlich ablaufenden Vorgang, künstlich hergestellte Vorgänge bzw. Bedingungen, Aspektcharakter); die Kontrollierbarkeit und Systematisierbarkeit der Beobachtungsdaten (Messen und systematische Erfassung von Erscheinungsdaten, technische Vervollkommnung) und die Reproduzierbarkeit (gleiche Anordnung der Bedingungen für einen kausalen Vorgang).

Diese Analyse der experimentellen Grundstruktur zeigt Mensch und Welt, S u b j e k t u n d O b j e k t als die beiden Pole auf, in deren Spannungsverhältnis sich das Experiment vollzieht. Der Mensch als Subjekt im Gegenüber zur Welt als Objekt beschreitet den Weg des Experimentierens, um die Welt als Gegenstand in Bezug zu sich selber zu bringen. Durch das methodische Arrangement des Experimentierens versucht der Mensch die Welt zu begreifen, weil sie sich ihm nicht unmittelbar erschließt. Das Experiment bildet eine Vermittlung zwischen Mensch und Welt. Unter dieser Voraussetzung, daß die Welt dem Menschen nicht unmittelbar zugänglich ist, und der Mensch über den Methodos des Experimentierens die Welt erfahren kann, muß das Experiment als eine We-
sean s h a n d l u n g d e s M e n s c h e n bezeichnet werden. Das experimentelle Vorgehen im einzelnen ist geprägt von jeweils vorhandenen Grundverständnissen von Mensch und Welt (vgl. Abb.2)

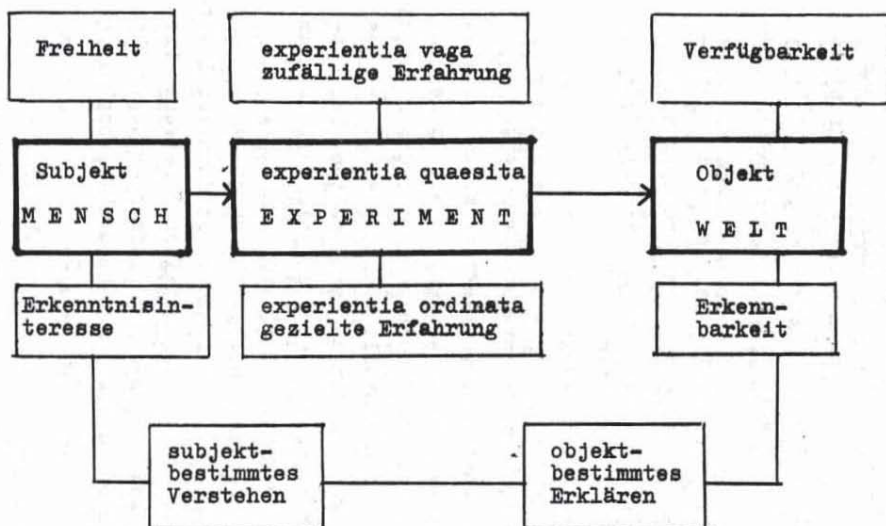


Abb. 2: Das Experiment in seiner Funktion
für den Mensch - Welt - Bezug.

Im wesentlichen lassen sich innerhalb der möglichen Grundhaltungen zwei gegensätzliche Ausprägungen feststellen.

1. Der Mensch kann der Welt liebend begegnen, d.h. er kann die Welt erfahren, als solche auf sich zukommen lassen, ihre Anmutung annehmen. Der Mensch ist aufnahmebereit, er hat den Willen zur Annahme des anderen, den Willen zur Erkenntnis der Welt. Er nimmt die Welt wahr; stellt sich der Begegnung mit der Welt. Er sieht die Welt an, aber er will sie nicht unbedingt in den Griff bekommen.

Experimentierend im Sinne eines Eingreifens in den natürlichen Geschehensablauf, also experimentierend im neuzeitlichen Sinne, wird sich ein so eingestellter Mensch nicht der Welt gegenüber verhalten ²¹⁾.

2. Anders die gegenteilige Haltung: Der Mensch hat den Willen zur Beherrschung der Welt. Er will sich die Dinge verfügbar machen. Er will die ihm entgegenstehende, objektive Welt begreifen, besitzen; er will sie kennen und wissen, um sie in seinen Dienst stellen zu können. Der Mensch wartet auf die Erfahrung der Welt nicht mehr vertrauensvoll, vielmehr sucht er diese selbst durch sein Denken und Tun zu veranstalten. Der Enttäuschungswille des Menschen in bezug auf die Welt ist zum Beherrschungswillen geworden, zum Willen zur Macht.

In dieser Grundhaltung experimentieren bedeutet dann "Macht über die Natur ausüben. Besitz der Macht ist dann der letzte Beweis der Richtigkeit des wissenschaftlichen Denkens. Die Grenzen der Anwendbarkeit gewisser Begriffe oder Gesetze zeigen sich uns daher in der Gestalt der Undurchführbarkeit gewisser Experimente." (WEIZSÄCKER 1947, S. 3)

21) WEIZSÄCKER (1947, S. 6) stellt die Frage, warum die christliche Welt bis zum Ende des Mittelalters keine Experimente im strengen naturwissenschaftlichen Sinn kennt. Seine Antwort: "Ich glaube, daß der Übergang von der liebenden zur rein sachlichen Erkenntnis der Grund ist. Können wir experimentieren, wo wir lieben?"

Grundbedingung für die oben dargelegten beiden Grundhaltungen des Menschen gegenüber der Welt - auch beim Experimentieren - ist auf der Seite des Menschen, des Subjekts, die menschliche Freiheit. "Freiheit aber ist eine Vorbedingung des Experiments. Erst wo nicht Umstände, Triebe oder Sitten mein Handeln und Denken bestimmen, sondern meine freie Wahl, kann ich Experimente machen." (WEIZSÄCKER 1947, S. 6) Der Freiheit in der subjektiven Beziehung entspricht auf der objektiven Seite das Offensein der Welt auf den Menschen hin: "Ein Experiment kommt nur zustande, weil und insoweit die Natur ihrerseits wahrnehmbar, denkbar und behandelbar ist... Würde nichts wahrgenommen, so wäre zwar die experimentelle Wissenschaft nicht möglich, würde aber alles wahrgenommen, so wäre sie nicht nötig." (WEIZSÄCKER 1947, S.4)

1.4.2 Die sinnlich-geistige Vermittlung durch das Experiment

Die zweite These lautet:

Das Experiment ist für den Menschen als Leib-Geist-Wesen eine wesensgemäße (sinnlich-geistige) Vermittlung zwischen ihm und der Welt. Sinnliche Erfahrungen und abstrakte Voraussetzungen bzw. Einsichten gehören wesentlich zum experimentellen Grundvollzug. (vgl. 1.1) Weil der Mensch wesentlich im "Zwischen" von Sinnlichkeit und Geistigkeit steht, können wir sagen, daß das experimentelle Tun wesentlich menschliches Tun ist, wenn es sich in diesem Spannungsverhältnis vollzieht.

Nach F. BACON (NOVUM ORGANUM, I), der diesen Gedankengang erstmals differenziert zum Ausdruck brachte, kann die durch die Wissenschaft verbesserte Zukunft der Menschheit weder aus den Kräften des Geistes (mentis viribus) noch aus den mechanischen Experimenten (mechanicis experimentis) allein, sondern nur aus der innigen Verbindung von gezielter sinnlicher Erfahrungsges-

w i n n u n g (experimentum) u n d V e r n u n f t erwartet werden (experimentalis scilicet et rationalis). Weder Verstandesbemühungen noch Sinneswahrnehmung in "reiner" Prägung (sofern es überhaupt eine solche Isolation gibt), weder Rationalismus noch Empirismus (posulierter) "reiner" Prägung entsprechen dem menschlichen Erkenntnisvermögen (vgl. 1.1). Sinnenhafte Welt und geistige Welt, Theorie und Empirie werden in der experimentellen Erfahrung miteinander konfrontiert. Der menschliche Geist bestimmt den experimentellen Eingriff als "Rückkontrolle sinnlicher Daten" (ROMBACH) für einen theoretischen Vor - entwurf, sein Hypothesengeflecht. Die "Natur" ist der "Zeuge" für den experimentierenden Menschen als "Richter". "Das D e n - k e n unserer Wissenschaft bewährt sich erst im H a n d e l n, im geglückten Experiment." ²²⁾ In der experimentellen Erfahrung nehmen sinnliche und geistige Aktivitäten, Wahrnehmung, Denken und Handeln, einen gleichwertigen Rang ein. "Es genügt auch nicht, daß zur Wahrnehmung eine der beiden aktiven Verhaltensweisen hinzukommt: nur Denken oder nur Handeln. Im ersten Fall entsteht Philosophie, im zweiten Handwerk. Die neuzeitliche Naturwissenschaft ist das Kind

22) vgl. dazu WEIZSÄCKER § 1947, S. 5 und 6):

"Die Brücke vom wahrnehmbaren zum nichtwahrnehmbaren Teil der Wirklichkeit schlägt das Denken. Es verknüpft die Wahrnehmung durch den Begriff zum System, plant den experimentellen Eingriff und deutet sein Ergebnis. Es ist der Richter, der dem Zeugen Natur die Fragen vorlegt. Der Prozeß ist aber nur möglich, weil und soweit der Zeuge die Sprache des Richters versteht... Das Denken unserer Wissenschaft bewährt sich erst im Handeln, im geglückten Experiment."

einer Ehe zwischen Philosophie und Handwerk. Erst die Dreiheit Denken, Handeln und Wahrnehmen macht das Experiment möglich." (WEIZSÄCKER 1947, S. 9) ²³⁾

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Das E r k l ä r e n, das "mehr den sachlogischen Aspekt der bewußt auf Erwerb oder Vermittlung von Wissen gerichteten Erkenntnisbemühung hervorhebt" (REITER in ROMBACH(Hrsg.) 1974, Bd. 1, S. 36) ist die der experimentellen Methode angemessene Erkenntnisform. Aber der Aufweis des anthropologischen Grundverständnisses der experimentellen Methode kann nur v e r s t e h e n d geschehen, d.h. durch die Betrachtung der "subjektbezogenen Voraussetzungen und Konsequenzen" (REITER ebda.) Die subjektbezogene und die objektbezogene Dimension des Experiments dürfen nicht voneinander isoliert werden. Der M e n s c h als Experimentator stellt die Frage, die das Experiment beantworten helfen soll. Aber das im Experiment befragte O b j e k t gibt die Antwort über die experimentelle Vermittlung. Die Frage an die "Natur" darf keine Scheinfrage sein. Sache und Person, Subjekt und Objekt dürfen beim Experimentieren nicht gegeneinander ausgespielt werden. Sachlichkeit ist auch in dieser Vollzugsgestalt menschlichen Selbstvollzugs eine Ermöglichung der personalen Selbstverwirklichung.

-
- 23) PIAGET (Abriß der genetischen Epistemologie, Olten 1974) hat die Subjekt-Objekt-Relation, das Verhältnis von Denken, Wahrnehmen und Handeln auch im Hinblick auf die menschliche Individualgenese untersucht. Seine Analyse auf experimenteller Basis ergab, daß die Handlung (action) als das "Instrument" des ursprünglichen Austausches zwischen Subjekt und Objekt bestimmt, wobei dieser Austausch, diese "Wechselwirkung" zwischen Subjekt und Objekt "erkenntnis-konstruierend" ist. Die Erkenntnis ist auf keinen Fall prädeterminiert, weder in den inneren Strukturen des Subjekts (denn sie resultiert aus einer effektiven und ständigen Konstruktion), noch in den gegebenen Eigenschaften des Objekts (denn diese können nur dank der Vermittlung durch Strukturen erkannt werden, welche die erfaßten Objekte bereichern - auch wenn die Bereicherung nur in ihrer Eingliederung in die Gesamtheit aller möglichen Objekte besteht). Mit anderen Worten: Jede Erkenntnis ist gleichzeitig eine Neuarbeitung."(ebda.,S.23) Der Zusammenhang mit den Aktivitäten, die der Mensch beim Experimentieren einsetzt, ist evident.

2. DAS EXPERIMENT ALS LEHR-LERN- STRATEGIE

2.1 Zur Merkmals- und Funktionsbeschreibung des Experiments als Unterrichtsexperiment

2.1.1 Der Terminus "Experiment" in der lexikalischen pädagogischen Literatur

In den meisten pädagogischen Handbüchern und Lexika kommt der Begriff Experiment nicht gesondert vor. Manchmal steht beim Begriff Experiment der Verweis auf "Erfahrung", und damit erfolgt eine Bestimmung im Sinne der philosophisch-schichtlichen Tradition. Ist der Begriff Experiment durch einen eigenen Artikel vertreten, dann mit dem Zusatz "psychologisches". Das Experiment wird dann beschrieben als "wichtigste Methode der psychologischen Forschung" neben den deskriptiven Forschungsmethoden (WEIS in ROMBACH (Hrsg.) 1970).

In einigen Handbüchern findet sich im Sachregister zum Stichwort "Experiment" der Verweis auf Ausführungen innerhalb der Abhandlung der Begriffe "Empirie", "Erfahrung", "Verhalten" (u.a. WULF (Hrsg.) 1974) und "empirische Forschungsmethoden" (ROTH, L.(Hrsg.) 1976). Dabei wird das Experiment als bedeutende bzw. entscheidende Methode innerhalb der empirischen Forschung definiert, welches je "nach wissenschaftstheoretischem Ansatz" verschiedene Formen annehmen kann. Eine spezifische Definition als unterrichtsmethodischer Faktor ist dabei nicht angesprochen, vielmehr wird die wissenschaftstheoretische Funktion des Experiments auf die pädagogische Forschung übertragen.

In einer kleineren Gruppe von pädagogischen Handbüchern wird das Experiment unter unterrichtsspezifischem Aspekt aufgeführt (vgl. 2.1.2).

2.1.2 Aussagen zu den Merkmalen und zur didaktischen Funktion des Experiments in der didaktischen Literatur²⁴⁾

EGGERSDORFER (1928) zeigt innerhalb seiner Lehrformen-Analyse ähnliche Strukturen zwischen dem Lehrversuch und dem Forschungsversuch auf. Beide sind "kein ziellos probieren-des Experimentieren. Voraus gehen hier und dort B e o b a c h t u n g e n, die einen F r a g e n k o m p l e x aufwerfen. H y p o t h e t i s c h e Überlegungen führen dann dazu, den Vorgang im E x p e r i m e n t zu i s o l i e r e n, möglichst zu vereinfachen und einer durchsichtigen, stets wiederholbaren E i n z e l b e o b a c h t u n g zu unterstellen. Die Ergebnisse dieser Beobachtung führen schließlich zum Gesetz, das seinerseits wieder zur Deutung der ursprünglichen Schwierigkeiten verwendet wird." (ebda, S. 389).

Die Hauptschritte des experimentellen Vorgehens: Beobachtungen machen, Fragen stellen, Hypothesen bilden, ein Experiment planen und durchführen, eine experimentabhängige Einzelbeobachtung mehrfach machen und deuten sind also nach EGGERSDORFER auch in der zeitlichen Abfolge zwischen dem Forschungsversuch und dem Lehrversuch analog.

Zu diesem Problem der A n a l o g i e z w i s c h e n F o r s c h u n g s v e r s u c h u n d U n t e r r i c h t s v e r s u c h sind in der pädagogischen Literatur der UdSSR und der DDR zahlreiche und umfangreiche Abhandlungen erschienen (BARTHEL 1971; HÖRZ 1975 a, S. 424; JANKE 1976; KLINGENBERG o.J.; LÖHR/WOLF 1976; MARTIN 1973; MENNE 1974; PARTHEY/WAHL 1966; PIETSCH 1952; 1973; ROSSA 1976; u.a.)²⁵⁾.

24) In diesem Abschnitt wird die Bezeichnung für "Unterrichtsexperiment" von den jeweils besprochenen Autoren übernommen; in 2.2 erfolgt dann die begründete terminologische Festlegung auf "experimentelle Lehr-Lern-Strategie".

25) Die didaktische Funktionsbestimmung des Unterrichtsexperiments wird in der UdSSR und in der DDR in engem Bezug zur leninistisch-marxistischen Theorie unternommen. In der BRD sind erst im Zusammenhang mit der Diskussion um die Reform des naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts (im Anschluß an die Post-Sputnik-Ära im anglo-amerikanischen Raum) curricular- und praxisorientierte Überlegungen zum Experiment im Unterricht entstanden.

Die prinzipiell strukturelle Gleichheit der didaktischen Phasen des Unterrichtsexperiments und der Methodologie des Forschungsexperiments wird dabei durchwegs postuliert. Unterschiede werden allerdings hinsichtlich "Inhalt und Anzahl der Schritte der experimentellen Tätigkeit" (ROSSA 1976, S. 450) zugestanden (vgl. 2.3.2). Die einfachste Variante, "die man noch als Forschungsmethode bezeichnen kann" (KLEIN 1975), läuft über zwei Stufen:

- Der Schüler entdeckt mit Hilfe von Experimenten neue Fakten (einzelne Stoffeigenschaften, einzelne Besonderheiten chemischer Reaktionen).
- Er trifft auf der Grundlage der nun bekannten Fakten eine wissenschaftliche Verallgemeinerung" (ebda, S. 378).

Demgegenüber ist nach JANKE (1976, S. 92) die experimentelle Tätigkeit in vierzehn aufeinanderfolgende "Elementarschritte" aufzugliedern.

In der Diskussion um die Festlegung der Anzahl der experimentellen Schritte wird die Frage entscheidend, was inhaltlich unter den Begriffen "Experiment", "experimentelle Tätigkeit" und "experimentelle Methode" zu verstehen ist. Nach ROSSA (1976, S. 450) unterscheiden sich die Auffassungen "nach wie vor stark voneinander". Die Begriffe sind unterschiedlich weit gefaßt und überschneiden sich gegenseitig. ROSSA schlägt im Anschluß an HÖRZ vor, den Begriff der experimentellen Methode nicht unzulässig auszuweiten. Nur die Organisation von Erscheinungen unter solchen Bedingungen, die ein Moment des Wesens zeigen, das theoretisch gefunden werden muß (ebda, S. 450-451), sollte als experimentelle Methode bezeichnet werden. Die "Formulierung eines Problems in die experimentelle Methode einbeziehen" würde bedeuten, daß die "Spezifik theoretischer und empirischer Tätigkeit unzulässig" verwischt würde. Gemäß unserer eigenen theoretischen Bestimmung der experimentellen Methode als "Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht" (vgl. 1.1.2) können wir uns der von ROSSA vorgenommenen definitiven Explikation nicht anschließen.

Auch beim Einsatz des Forschungsexperiments als Unterrichtsexperiment bleiben die wissenschaftstheoretischen Grundannahmen für die methodische Strukturierung bestimmend.

Aus d i d a k t i s c h e r Sicht hat KOTTER (1976) versucht, Unterschiede zwischen dem Forschungsexperiment und dem Unterrichtsexperiment herauszustellen. Der "Versuch in der Lehre" habe gegenüber dem "Versuch in der Forschung" eine eigenständige und spezifische Funktion, da er nicht dem Erforschen von etwas "Neuem", sondern der Erklärung, Vermittlung und Veranschaulichung eines Unterrichtsstoffes diene (ebda, S. 88). Diese Bestimmung des Experiments als Vermittlungsmethode von bereits entdeckten Sachverhalten geschieht einseitig aus der Sichtweise des Lehrenden. Die anweisende bzw. hilfestellende Funktion des Lehrers für Fragestellung, Planung, Durchführung und Auswertung des Versuchs ist durch den pädagogisch-didaktischen Bezugsrahmen gegeben. Aber damit ist nur die e i n e Seite des Experiments als Lehr-Lern-Weg angesprochen. Bei entsprechender methodischer Durchführung (vgl.4) bedeutet das Experimentieren für den S c h ü l e r doch die Entdeckung von etwas "Neuem"; auch Experimentieren im Unterricht kann eine echte Forschungssituation darstellen. Die forschende Haltung ist eine Grundeinstellung des Experimentators; das Experiment ist eine Methode der Forschung: diese Bestimmungen gelten in spezifischem, aber nicht wesentlich anderem Sinn auch für das Experiment in der Lehre.

Das unterrichtsspezifische Merkmal der experimentellen Methode: die Dienstfunktion bei der Wissensvermittlung, d.h. die Bestimmung des Unterrichtsexperiments als "Vorstellen einer Sache" (KOPP 1974⁵, S. 187) bzw. als "unmittelbarer Weg der Wissensaneignung" (KLINGBERG o.J., S. 369) ist insbesondere hinsichtlich der Forderung nach einer wissenschaftsadäquaten Wissensvermittlung (Inhalts- u n d Prozeßorientierung!) in Korrelation zur forschungsspezifischen Funktion

des Experiments zu sehen. Wissensaneignung und Methodenaneignung, Wissensziele und Könnensziele implizieren einander.

Den Versuch im Unterricht als "Anschauungsmittel" (MENNE S. 27) zu bezeichnen, entspricht deshalb nicht seiner unterrichtsmethodischen Funktion. Das Experiment ist in Forschung und Lehre ein Weg, eine Methode, Erkenntnisse empirisch zu überprüfen, um dann Kenntnisse zu festigen und neue Erkenntnisse hypothetisch abzuleiten. Die Bezeichnung "Erkenntnismittel" (MARTIN 1973, S. 20) im Sinne von "W e g d e r E r k e n n t n i s g e w i n n u n g" würde der sachlogischen Funktion eher gerecht. Der "kombiniert theoretische und experimentelle Handlungsablauf" (BARTHEL 1971, S. 36) der experimentellen Methode, die "Rückkoppelung zwischen den tatsächlich beobachteten und den durch Ableitung aus der Hypothese vorausgesagten Effekten" (ebda) ist auch beim didaktischen Einsatz des Experiments unabdingbar. Daß BARTHEL das Experiment im Unterricht definitorisch als "Lehr- und Lernmittel" festlegt, kann nicht von der sachstrukturellen Funktionsanalyse des (Unterrichts-)Experiments her verstanden werden, sondern von der "Ableitung" der didaktischen Intentionen des Experiments im Schulunterricht "aus den Bildungs- und Erziehungszielen"; das Schulexperiment hat "die Aufgabe, erzieherisch auf die Schüler einzuwirken" (ebda, S. 37).

Eine direkte Ableitung der Funktionsbestimmung des Schulexperiments von übergeordneten Zielvorstellungen ist ideologieverdächtig (vgl. ROSSA 1976) und bringt u.a. die Gefahr, daß die sachlogische Eigenstruktur der experimentellen Methode vernachlässigt oder sogar angesichts übergeordneter Zielvorstellungen "um"-gedeutet wird. So spricht BARTHEL einerseits von der im Schulunterricht eingesetzten experimentellen Methode als einer "echten Forschungssituation" mit "zyklischer Struktur" (ebda, S. 38); andererseits bezeichnet er das im Unterricht eingesetzte Experiment als "Lehr- und

Lernmittel", das Erkenntnisse in Form von Beobachtungsdaten "vermitteln" soll (ebda, S. 14).

KERSCHENSTEINER (1928³) wird mit seiner Kennzeichnung des Unterrichtsexperiments als "Methode der Untersuchung" der Sachstruktur der experimentellen Methode eher gerecht. Als maßgeblicher Vertreter der Arbeitsschulpädagogik betont er die Schüler-Selbsttätigkeit auch beim Experimentieren im Unterricht: der Schüler soll, wenn immer möglich, selbst die Untersuchungen durchführen. Die Variation des zu untersuchenden Elements einer komplexen Erscheinung und die damit verbundene Beobachtung im Wandel oder in der Konstanz der gesamten Erscheinung" (ebda, S. 127) ist nicht nur experimentalmethodisch wichtig; sie ist auch bedeutsam "behufs größter Ausnützung des naturwissenschaftlichen Unterrichts für den Erziehungszweck" (ebda, S. 131). Denn "gerade das Ausdenken der Variation und das Beobachten der Wirkung der selbstgewollten systematischen Änderung eines Elements hat nicht bloß den größten Reiz, sondern auch die größte erzieherische Wirkung" (ebda, S. 127). Die pädagogisch-didaktischen Funktionsbestimmungen des Experiments im Schulunterricht sind bei KERSCHENSTEINER im Gegensatz zu BARTHEL und ROSSA nicht "außer-methodisch" vorgegeben; sie sind der experimentellen Methode immanent.

W.A. LAY (1907) beklagt in seiner "Methodik des naturgeschichtlichen Unterrichts" die Tatsache, daß die Fachliteratur zum naturgeschichtlichen Unterricht "viel zu viel eine Literatur des Stoffes statt der Methode" (ebda, S. 60) sei. LAYS "pädagogisches Grundprinzip der Tat" beruht auf seiner Betonung der Wichtigkeit des motorischen Elements bei der Wahrnehmung. Deshalb fordert er auch Beobachtungen und Versuche als Grundlage und Ausgang des "naturgeschichtlichen" Unterrichts: "Um gültige objektive

Wahrnehmungen zu machen, muß man beobachten, und wenn eine unzuverlässige Beobachtung nur möglich ist, wenn gewisse Nebenumstände des Vorgangs ausgeschaltet werden, so beobachtet man unter vereinfachten Umständen, d.h. man stellt einen Versuch an" (ebda, S. 43). Gemäß LAYs "sensualistischer" Psychologie mit "starker kinästhetischer Komponente" (AEBLI 1963, S. 33) reiht LAY das Experimentieren unter die Formen des körperlichen Ausdrucks ein neben dem Modellieren, der Tierpflege und der Pflanzenpflege (LAY 1907). Das Experiment wird als eine p h y s i s c h e A k t i v i t ä t s f o r m bestimmt, als Hantieren mit Gegenständen und Geräten, im weiteren Sinn als Reaktion des Subjekts auf die Wirklichkeit. Von einer veränderten psychologischen Grundlage her ist PIAGET innerhalb seiner kognitionspsychologischen Untersuchungen zu analogen Schlußfolgerungen gelangt. ²⁶⁾

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die exemplarische Analyse der pädagogisch-didaktischen Literatur hat aufgezeigt, daß das Experiment innerhalb des Gesamtkomplexes "Unterrichtsmethode" eingeordnet wird. Ein genau bestimmter Stellenwert und eine präzise definitorische Einordnung in die Skala der Unterrichtsverfahren ist nur bei wenigen Vertretern der Unterrichtstheorie zu finden. Die innovatorischen Tendenzen im naturwissenschaftlichen Lernbereich des Sachunterrichts der Grundschule erfordern eine grundlegende Neubesinnung hinsichtlich der unterrichtsspezifischen Merkmals- und Funktionsbeschreibung des Experiments (vgl. O.1, O.2 und 3.).

26) AEBLI (1963, S. 28 ff.) erörtert ausführlich und kritisch unter modernen lernpsychologischen Aspekten die LAYsche Konzeption des Unterrichtsexperiments; vgl. dazu auch Kap.4

2.2 Das Experiment im Unterricht als Lehr-Lern-Strategie

2.2.1 Unterrichtstheorie und Lehr-Lern-Theorie

Die Uneinheitlichkeit bzw. der definitorische Mangel des Terminus "Unterrichtsexperiment" einerseits und die aspektreiche, aber ebenfalls uneinheitliche bzw. ungenaue Funktionsbeschreibung des Unterrichtsexperiments andererseits machen es notwendig, als theoretische Grundlage für die Analyse der Problematik des Realisationszusammenhanges zwischen didaktischen Leitvorstellungen und der experimentellen Unterrichtsmethode eine neue unterrichtstheoretische Begriffsbestimmung vorzunehmen. Dabei soll die vorliegende Bestimmung des Experiments als Forschungsstrategie (vgl. 1.1) und deren etymologische, philosophiehistorische und anthropologische Explikationen (vgl. 1, 1.2, 1.3) einerseits und relevante Aussagen der modernen Unterrichtstheorie als Lehr-Lerntheorie andererseits die begriffsbestimmenden Faktorenkomplexe darstellen (vgl. Abb.1).

Der moderne Trend zur Verwissenschaftlichung des Unterrichts (RUMPF 1971 a; HIMMERICH 1976 u.a.) hat die Unterrichtslehre im traditionellen Sinn durch die U n t e r r i c h t s - t h e o r i e ergänzt bzw. ersetzt. Die Unterrichtstheorie wird im wesentlichen von den beiden Teilgebieten L e h r - t h e o r i e (ANTENBRINK 1973; BRUNER 1966; GAGNE 1964; GRZESIK 1976; KLAUER 1973 b u.a.) und L e r n t h e o r i e (GAGNE 1969; NEBER 1974; SCHULZ-HAGELEIT 1971; TEWES 1976) gebildet. Unterricht als "Lern- und Führungshilfe" (KATZENBERGER 1973, S. 403) braucht als Orientierungsgrundlage für den Unterrichtenden ein System von Lehrfunktionen in lehrtheoretischen Modellen, eine Lehrtheorie (HIMMERICH 1976, S. 11; RUPRECHT 1972; SCHRÖTER 1972, S. 39; u.a.).

Der Gegenstand unterrichtlichen Handelns ist die Lernorganisation als Arrangement von Lernbedingungen für den Lernenden (FLECHSIG 1975, S. 181 f.). Der in der Theorie und in der Unterrichtspraxis feststellbare W a n d e l v o n d e r L e h r p e r s p e k t i v e z u r L e r n p e r s p e k t i v e legt das Hauptaugenmerk auf die "lernerschließende Funktion des Lehrens" (LOSER 1966, S. 190) .

Lerntheorien bekommen dadurch einen bedeutenden Stellenwert in der Unterrichtstheorie, wenn auch die "L e r n s i t u a t i o n in der Schule eine L e h r s i t u a t i o n" (von HENTIG 1973) ist. Das selbständige Lernen soll - wo immer und wie immer möglich - durch das Lehren als Konstruktion zieladäquater externer Lernbedingungen im Schulunterricht gefördert werden. Grundlegend ist die Ausrichtung der Lehrtheorie an den spezifischen Bedingungen institutionalisierter Lehr-Lern-Bedingungen und der Alters- bzw. Umweltdeterminiertheit der Lernprozesse (EIGLER u.a. 1976, S. 203). In diesem Zusammenhang ist die notwendige Komplexreduktion ein großes Problem (vgl. Anm.10), ebenso die im Hinblick auf die Praxis notwendige systematische K o r r e l a t i o n d e r L e h r v a r i a b l e n m i t d e n L e r n v a r i a b l e n (EINSIEDLER 1976 a, S. 101 f.). Die schulische Lernsituation als Lehrsituation, "Lernen unter der Bedingung von Lehren" (EIGLER u.a.) ist ein komplexes Phänomen, das sowohl hinsichtlich der Lehraktivitäten als auch hinsichtlich der Lernaktivitäten mehrdimensional strukturiert ist.

2.2.2 Lehr-Lern-Strategien als Teilbereich der Lehr-Lern-Theorie

Einen Teilbereich der Lehr-Lern-Theorie stellen die Lehr-Lern-Strategien dar. ²⁷⁾ Der allgemeine Strategiebegriff hat als definitorische Merkmale die zukunftsorientierte Planungsfunktion (OERTER 1971, S. 35) und die zielgerichtete, "raumzeitliche Anordnung von Handlungen (ROSSKOPF 1958, S. 4). Die Aspekte der Z i e l o r i e n t i e r u n g und

-
- 27) Die definitorische Abgrenzung der Lehr-Lern-Strategie von ähnlichen didaktischen Begriffen, wie z.B. Lehr-Lern-Muster, Lehr-Lern-Form würde in diesem Zusammenhang zu weit führen.

Regelmäßigkeit in der Abfolge sind auch grundlegend für den unterrichtstheoretischen Strategiebegriff. Lehrstrategien sind von Lernstrategien zu unterscheiden. "Lehrstrategien sind Regelmäßigkeiten bei der Organisation von Lernen, die sich aus der Zweckmäßigkeit verschiedener Vorgehensweisen bei verschiedenen Zielen, Inhalten und Lernenden ergeben" (EINSIEDLER 1976 a, S. 125 nach TABA 1969, S. 257). Lehrstrategien sind demgemäß die detaillierte Planung des gesamten Lehr-Lern-Ablaufs. EINSIEDLER (ebda) bestimmt die Lehrstrategien als eine "Teilmenge der Lehrmethoden", als "systematisch geplante Kombination von Lehr- und Lernaktivitäten zur kognitiven Strukturierung von Unterricht." Als "zusammenhängende Muster von Steuerungsmaßnahmen" sind Lehrstrategien "Pläne von Lehr-Lern-Abfolgen".

Lernstrategien sind die gemäß der internen Realisationsbedingungen ablaufenden Lernaktivitäten und Lernabfolgen. Lernstrategien als lehrstrategieadäquate Lernprozesse sind nur analytisch zu bestimmen (EIGLER u.a. 1976, S. 203). An äußeren Handlungen ("externen Operationen") kann m.E. indiziert werden, welche Lernprozesse intern ablaufen (AEBLI 1963, 1971; AEBLI/MONTADA/STEINER 1975; LÜER 1973; PIAGET 1972; 1974).²⁸⁾ Das Problem der adäquaten Zuordnung von Konstrukts- und Indikatorebene der Lernaktivitäten ist deshalb so schwierig zu lösen, weil Lernen ein mehrdimensionaler Vorgang ist, bei dem simultan "kognitive Inhalte (meist Inhalte der Schulfächer), kognitive Prozesse, mit Hilfe derer die Inhalte erworben werden, und motivationale

28) Das Problem der adäquaten Zuordnung von Konstrukts- und Indikatorebene ist innerhalb der Lerntheorie noch nicht gelöst. Die kognitionspsychologischen Forschungen von PIAGET und Mitarbeitern (1972; 1974 u.a.) haben wertvolle Beiträge zur Erhellung der Problematik geleistet; vgl. dazu auch die informationstheoretische Analyse des Problemlösungsprozesses von LÜER (1973).

B e d i n g u n g e n (Einstellungen und Motive) (EIGLER u.a. 1976, S. 200)" einander implizieren. Inhalte, Prozesse und Motivationen "bestimmen ihrerseits auch die Funktionen von Lehren in einer Theorie mehrdimensionaler Zielerreichung" (ebda). Die Auswahl und Anordnung der Lehraktivitäten müssen den erwarteten bzw. angestrebten mehrdimensional bestimmten Lernaktivitäten innerhalb einer Lehr-Lern-Strategie entsprechen. 29)

Z u s a m m e n f a s s e n d wurde in Abb.3 der Stellenwert der Lehr-Lern-Strategie innerhalb der Unterrichtstheorie tabellarisch dargestellt.

29) Die Problematik des extern gesteuerten und des intern gesteuerten Lernens bzw. die schulischen Lernen kennzeichnenden Übergangsformen spielt in diesem Zusammenhang eine bedeutende Rolle.

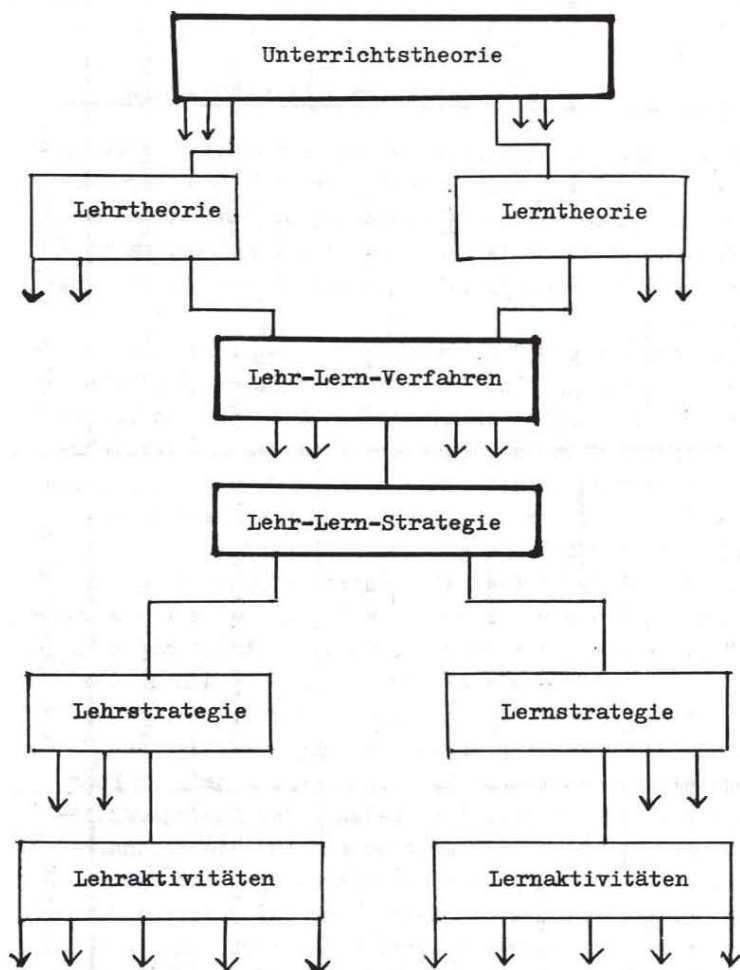


Abb.3: Der Stellenwert der Lehr-Lern-Strategie innerhalb der Unterrichtsmethode

2.2.3 Das Experiment im Unterricht als Lehr-Lern-Strategie

Die Vielfalt der Bezeichnungen für das Experiment im Unterricht (vgl. 2.2.1) ist teilweise in der jeweils unterschiedlichen didaktischen Funktionsbestimmung begründet; teilweise ist die in der didaktischen Literatur vorgenommene Terminierung eine Verlegenheitslösung oder oberflächlicher Begriffsgebrauch.

Als Teilergebnis dieser Untersuchung und zugleich als Grundlage für den Fortgang der Untersuchung soll im Vergleich der bisher dargestellten theoretischen Aussagen und Annahmen zum Experiment und der Funktionsbeschreibung der Lehr-Lern-Theorie das Experiment im Unterricht definitiv als Lehr-Lern-Strategie festgelegt werden.

Die Legitimation für diese definitivische Bestimmung ist die strukturelle Analogie zwischen den Merkmalen bzw. Funktionen der Lehr-Lern-Strategie und der experimentellen Methode.

In Abb. 4 sind den Analogiekriterien die jeweilige Bestimmung bei der experimentellen Methode und bei der Lehr-Lern-Strategie zugeordnet. Die Vielzahl der Analogiekriterien und ihre inhaltliche Bedeutsamkeit für die Merkmals- und Funktionsbestimmung der beiden Strategien ist die Begründung der definitivischen Bestimmung des Unterrichtsexperiments als experimentelle Lehr-Lern-Strategie.

Zusammenfassung:

Die definitivische Festlegung des Experiments als Lehr-Lern-Strategie ist logisch legitimiert durch die in Abb. 4 tabellarisch dargestellten analogen Merkmale zwischen der experimentellen Forschungsmethode und der Lehr-Lern-Strategie. Im Fortgang der Untersuchung (vgl. 3., 4., 5.) erfolgt auch eine detaillierte Explikation dieser unterrichtstheoretischen Bestimmung.

experimentelle Methode	ANALOGIEKRITERIEN	Lehr - Lern - Strategie
Teilmenge aller Forschungsmethoden	Teilmenge	Teilmenge aller Lehrverfahren
Forschungsprozeß als Problemlösungsprozeß	Prozeßcharakter	Denk-bzw. Informationserarbeitungsprozeß als operativer Problemlösungsprozeß
Regelmäßigkeit in der Abfolge der experimentellen Schritte	hierarchische Phaseinteilung	Regelmäßigkeit in der Abfolge von Lehr-Lern-Schritten
Rückkoppelung sinnlich beobachteter Daten an den theoret. Vorentwurf	zyklische Struktur	Rückkoppelung von beobachteten Lernaktivitäten an die theoret. geplanten Lernaktivitäten
Erkenntnisinteresse epistemisches Verhalten	Zielorientierung	Lernbereitschaft epistemisches Verhalten
experimentelle Anordnung als "objektives" Kontrollinstrument einer subjektbezogenen Theorie	Ergebnisorientierung	"objektiv" überprüfbare Lernergebnisse als Kontrolle der zieladäquaten Lehrstrategie

Abb. 4: Die strukturelle Analogie zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie
(1. Teil)

experimentelle Methode	ANALOGIEKRITERIEN	Lehr - Lern - Strategie
systematisch geplante Kombination von Beobachtungsaktivitäten	Aktivitätenkombination	systematisch geplante Kombination von Lehr - Lern - Aktivitäten
gezielt angestrebte Erfahrungsgewinnung	Zweckmäßigkeit	gezielt angestrebtes Lernen
interne Hypothesenbildungen als Grundlage für externe Versuchsanordnungen	intern-externer Operationszusammenhang	die primär externen Lehraktivitäten sind Grundlage für meist primär interne Lernaktivitäten
Wechselwirkung zwischen Sinnen und Geist, Wahrnehmen, Denken und Handeln	anthropologische Mehrdimensionalität	Wechselwirkung zwischen den kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Dimensionen
Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht	Konstrukt- und Indikatorzuordnung	Differenz zwischen dem analytisch bestimmten und dem realen Lehr-Lern-Prozeß
Realisationsform des Mensch-Welt-Bezugs	subjektiv-objektive Bestimmtheit	Realisationsform des schüler- und gegenstandsbestimmten Lernprozesses

Abb. 4: Die strukturelle Analogie zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie

(2. Teil)

2.3 Unterrichtspraktische Bestimmungen der experimentellen Lehr - Lern - Strategie

2.3.1 Makrostrategien und Mikrostrategien

Lernstrategien können als Makrostrategien oder als Mikrostrategien beschrieben werden (EINSIEDLER 1976, S. 126). Dementsprechend kann auch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Lehr-Lern-Abfolge makrostrategisch oder mikrostrategisch bestimmt werden.

Makrostrategien sind durch "Groß-Schrittigkeit" in der Anordnung der L e h r - L e r n - P h a s e n gekennzeichnet. Sie beziehen sich auf das Gesamtarrangement der Lehr-Lern-Organisation in inhaltlicher Hinsicht und bezüglich der zeitlichen Verlaufsplanung (RIEDEL 1973, S. 24). Mikrostrategien sind durch "Klein-Schrittigkeit" in der Abfolge der L e h r - L e r n - E l e m e n t e gekennzeichnet. Sie "bestehen aus Fragen, Impulsen, Aufgabenstellungen usw. des Lehrers und Antworten, spontanen Beiträgen und sonstigen Aktivitäten des Schülers" (EINSIEDLER 1976, S. 24).

Makrostrategien und Mikrostrategien werden definitorisch und formal voneinander abgegrenzt; die Problematik ihrer I n t e r d e p e n d e n z innerhalb des konkreten Unterrichts wird im Fortgang dieser Untersuchung beispielhaft erläutert werden (vgl. 3., 4., 5.).

2.3.2 Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie

Der Prozeßcharakter, die hierarchische Phaseneinteilung, die zyklische Struktur, die Aktivitätenkombination und der intern-externe Operationszusammenhang sind u.a. als Kriterien der strukturellen Analogie zwischen der experimentellen Methode und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie festgestellt worden (vgl. Abb. 4). D i e s e eben angeführten

Kriterien sind grundlegend für die Beschreibung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie.

Der Übersichtlichkeit wegen wird die makrostrukturelle Beschreibung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie in schematischer Anordnung vorgenommen.

Abb. 5 zeigt die wissenschaftstheoretische Phaseneinteilung der experimentellen Methode: vom grundlegenden Zweierschritt Hypothese - Experiment, der zyklische Struktur aufweist, wird als häufigste Schrittabfolge der Vierschritt mit hierarchischem Prozeßcharakter gewählt.

Innerhalb der einzelnen Phasen vollziehen sich Aktivitätenkombinationen unterschiedlicher Art mit intern-externen Operationszusammenhängen (vgl. 3.).

In Abb. 6 ist die Formulierung der Schrittfolgen unter richtsmethodisch ausgerichtet.

Abb. 7 zeigt detailliertere Muster der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie.

Nicht methodenstrukturell, sondern lerntheoretisch im Sinne der deskriptiven strukturellen Aufgliederung aller zum Experimentieren notwendigen Lernaktivitäten (NEFF 1977, S. 11 ff.) ist innerhalb eines amerikanischen Curriculums für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule das experimentelle Verfahren als "Schlüsseloperation" der Naturwissenschaften analysiert worden (Abb. 8). Die Interpretation dieses "Komponentenaufbrisses" als hierarchische Prozeßstruktur für die unterrichtliche Lehr-Lern-Abfolge ist problematisch. ³⁰⁾

30) EIGLER (u.a. 1976, S. 186); MUTSCHLER/OTT (in NEFF 1977, S. 11 f.) und RUMPF (1971 a, S. 258-260) haben zu GAGNES hierarchisch-kumulativem lerntheoretischem Ansatz kritisch Stellung genommen; analoge kritische Aspekte ließen sich bei der Interpretation des Komponentenaufbrisses "Experimentieren" ansetzen, wenn dieser als hierarchische Verlaufsform interpretiert wird.

Der hierarchische, steril-eindimensionale Charakter der aufgezeigten Lernabfolge bezüglich der Teilfertigkeiten beim Experimentieren widerspricht dem durchgängigen Strukturprinzip der Aktivitätenkombination der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

2.3.3 Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Mikrostrategie

Die Zielorientierung, die Ergebnisorientierung, die Zweckmäßigkeit, die anthropologische Mehrdimensionalität und die subjektiv-objektive Bestimmtheit sind aus der Gesamtheit der Analogiekriterien grundlegend für die Beschreibung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als Mikrostrategie. Die anthropologische Mehrdimensionalität als Interdependenz der intellectual skills, verbal informations, cognitive strategies und motor skills (EIGLER u.a. 1976, S. 186) und die subjektiv-objektive Bestimmtheit (vgl. 4.) lassen eine prinzipiell nur hypothetische Beschreibung mikrostrategischer Merkmale zu (EINSIEDLER 1976 a, S. 128; GRZESIK 1976, S. 113 ff.). Die situative Bestimmtheit der Lehr-Lern-Situationen, insbesondere die Unstetigkeiten der Lehrer-Schüler-Interaktionen verursachen große Schwierigkeiten bei der Planung der Mikro-Lehr-Lern-Elemente im Sinne einer hierarchischen Abfolge. Die Prinzipien der Zielorientierung, der Ergebnisorientierung und der Zweckmäßigkeit sollten alle Einzelaktivitäten der Lernenden und des Lehrenden mitbestimmen. Der in Abb. 9 und Abb. 10 unternommene Versuch, den makrostrategischen Phasen der Lehr-Lern-Schritte mikrostrategische Lehraktivitäten bzw. Lernaktivitäten zuzuordnen, kann nur als überblicksmäßige, von unterrichtspraktischen Vollzügen abstrahierende Darstellung verstanden werden (BÄUML 1976, S. 580 ff.; BAUER u.a. 1972; BECKER/CLEMENS-LODDE/KÖHL 1976; EICHMÜLLER 1976, S. 286 ff.; GRIEBEL 1971; LÜER ~~an~~ FREY u.a. 1973, S. 137; NEBER 1974; NEFF (Hrsg.) 1977; POTTHOFF 1976, S. 9 u.a.; RIEDEL 1973).

intern-externer Operationszusammenhang zyklische Struktur	DINGLER/ KÖNIG u.a.	HOLZKAMP 4 Formal- stufen des Experimentie- rens	PARTHEY/ WAHL Phaseneinteilung der experiment. Methode	BARTHEL Phaseneinteilung der exper. Methode
	theoretischer Vorentwurf (hypothesis)	1. <u>Formalstufe</u> Herleitung von "experimentellen Sätzen" aus "Theoretischen Sätzen" (sprachliche Fassung der Versuchsanord- nung)	Gewinnen einer ex- perimentel- len Frage- stellung	Erfassen eines experimentell zu lösenden Problems
experimentelle Über- prüfung (experimentum)		2. <u>Formalstufe</u> herstellende Realisations- handlung (eigentliche experimentel- le Planungsstufe)	Formulieren einer experimen- tell überprüf- baren hypotheti- schen Aussage	Bereitstellen und Inbeziehung- setzen von Vor- wissen Erarbeiten einer Hypothese und oder hypotheti- scher Aussagen
			Versuchsanord- nung	Planung der Experimentier- anordnung
		3. <u>Formalstufe</u> Analyse des "Experimentel- len Lebensrau- mes" (Betrachtung der experimen- tellen Handlung in Abhängigkeit vom Forscher)		Formulieren der Beobach- tungsaufgabe
			Durchführen des Experi- ments	Durchführen des Experiments
			Formulieren der Beobach- tungsdaten	Formulieren der Beobachtungs- ergebnisse
			Konfrontierung mit der experi- mentell über- prüfaren hypo- thetischen Aussage	Konfrontierung mit der hypo- thetischen Aussage
		4. <u>Formalstufe</u> Bewertung der experimentellen Befunde (nach Abschluß des Realisations- versuchs-Realis- ationskontrolle)	Entscheiden über Wahrheit oder Falschheit der Hypothese	Entscheiden über Wahrheit oder Falschheit der Hypothese

Abb. 5: Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie:
wissenschaftstheoretisch orientierte Phaseneinteilung

Methodische Schritte nach BARTHEL	Didaktische Phasen nach PIETSCH	Lehr-Lern-Abfolge nach EICHMÜLLER
<p><u>1. Vorbereitung des Experiments</u></p> <p>theoretisch</p>	<p><u>1. Fragestellung</u> (Problem)</p>	<p><u>1. Stufe der Meinungsbildung</u></p> <p>Aufreißen des Problemgrundes Formulierung der Problemfrage Formulierung der Hypothesen (staunen, vermuten)</p>
<p>technisch</p> <p>theoretisch</p>	<p><u>2. Planung</u> (Projektion) gedankliche und materielle Vorbereitung</p>	<p><u>2. Stufe des Konstruierens</u></p> <p>Anordnung des Experimentiergerätes E (planen)</p>
<p><u>2. Durchführung des Experiments</u></p>	<p><u>3. Durchführung</u> (Observation) sensomotorische Durchführung, ergebnisorientierte Protokollierung</p>	<p><u>3. Stufe des Laborierens</u></p> <p>Zusammenbau der Apparatur Ablauf des Geschehens Feststellen eines Naturverhaltens (feststellen)</p>
<p><u>3. Auswertung des Experiments</u></p>	<p><u>4. Auswertung</u> (Interpretation) Deutung Darstellung</p>	<p><u>4. Stufe des Schließens</u></p> <p>Ergebnisfeststellung Erkenntnis Erkenntnisprobe Integration in einen größeren Zusammenhang</p>

Abb.6 Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Makrostrategie:
u n t e r r i c h t s p r a k t i s c h o r i e n t i e r t e
Phaseneinteilung für den Grundschulunterricht

<p>BARTHEL 1971, S. 40</p> <p>Schrittfolgen nach:</p>	<p>JANKE 1976, S. 479</p>
(1) Erfassen eines experimentell zu lösenden Problems	<p>1. Vorbereitung</p> <p>a) Entwicklung des Problems</p>
(2) Bereitstellen und Inbeziehungsetzen von Vorwissen, das eine hypothetische Lösung des Problems zuläßt	<p>b) Motiv für das Experiment</p>
(3) Erarbeiten einer Hypothese und oder hypothetischer Aussagen	<p>c) Vermutung bzw. Voraussage zum Ergebnis bzw. zum Ablauf</p>
(4) Planung der Experimentieranordnung: physikalisch-chemische Grundlagen, Geräte, Apparate, Apparaturen, Chemikalien/Arbeitsschutzhinweise	<p>2. Technische Seite</p> <p>a) Entwicklung der Apparatur</p> <p>b) Funktion der Teile</p> <p>c) Funktion des Systems</p>
(5) Formulieren der Beobachtungsaufgaben) lokale Kennzeichnung der Haupteffektträger, Betrachten der Ausgangsstoffe	<p>3. Beobachtungsaufgabe</p>
(6) Auslösen, Regulieren, Abbrechen der Reaktion Beobachten der Effekte	<p>4. Durchführung</p>
(7) Fixieren, Ordnen und Aussondern der beobachteten Effekte	<p>5. Beobachtungsergebnis</p>
(8) Konfrontierung mit der hypothetischen Aussage	<p>6. Auswertung</p> <p>a) Ableitung des Urteils</p> <p>b) Konfrontierung (1 c und 5)</p>
(9) Deuten der Ergebnisse und Formulieren von Aussagen über den Wahrheitswert der Hypothese bzw. deren experimentell überprüfaren Folgerungen	<p>c) Ergebnis der Konfrontierung</p> <p>d) Begründung</p>
(10) (falls notwendig) Formulieren neuer Aufgaben, die sich bei der Diskussion des Wahrheitswertes der Hypothese bzw. deren Folgerungen ergeben	

Abb.7: Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie: Unterrichts-
praktisch orientierte, detaillierte Phaseinteilung

Die Lösung eines Problems durch Experimentieren

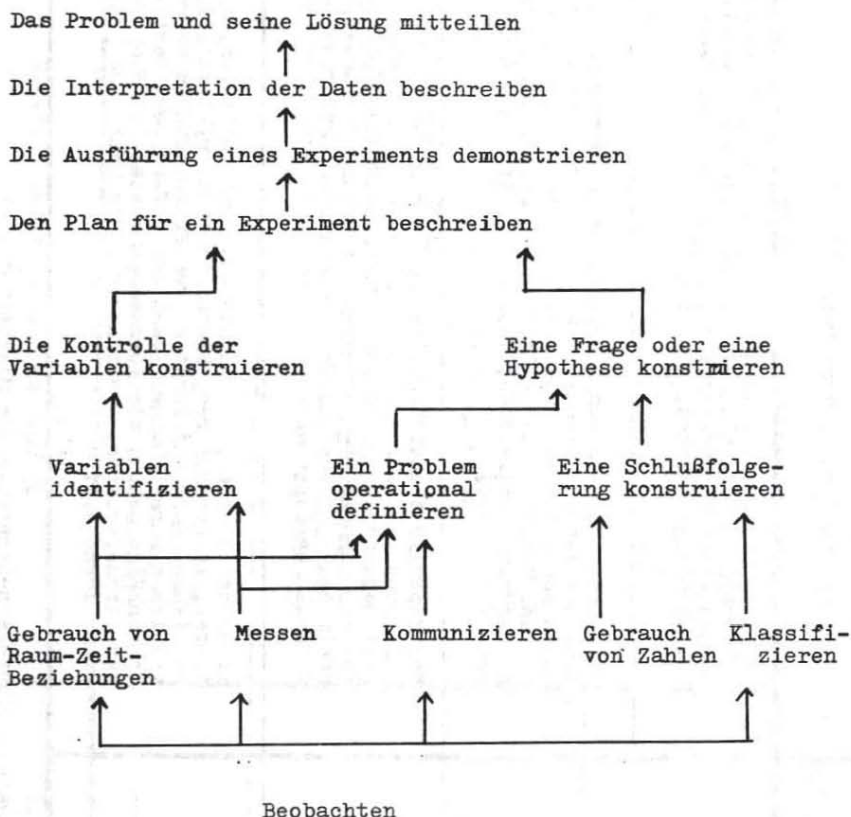


Abb. 8: Schema der Verfahrensstruktur von "Science - A Process Approach" (nach R.A.BERNOFF und A. UFFELMANN), zitiert in GRIEBEL (Hrsg.) 1971, S. 125.

Schrittfolgen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie	mikrostrategische Lernaktivitäten
<u>1. Fragestellung</u> (Problem)	Probleme erkennen, Fragen formulieren, staunen, vermuten, Informationen organisieren, Schlußfolgerungen konstruieren, Konsequenzen voraussagen, vertraute Phänomene erklären, Kausalaussagen machen, unterscheiden u.a.
<u>2. Planung</u> (Projektion)	Hypothesen konstruieren, Probleme operational definieren, Konsequenzen aus der Hypothese deduzieren, Wege zur empirischen Kontrolle der Hypothese erfinden, Variablen identifizieren, Modelle entwickeln, Mannigfaltigkeit der Erscheinungen ordnen, vergleichen, isolieren, erfinden, Entscheidungen treffen u.a.
<u>3. Durchführung</u> (Observation)	Das Experiment ausführen, demonstrieren, beobachten, messen, differenziert wahrnehmen, Variablen kontrollieren, Raum-Zeit-Beziehungen gebrauchen; fachspezifische Techniken einsetzen; Einzelheiten erkennen; Strukturen erfassen, mit Experimentiergeräten und Experimentiergegenständen umgehen, manuell operieren u.a.
<u>4. Auswertung</u> (Interpretation)	Daten beschreiben, verbalisieren, protokollieren, interpretieren, kategorisieren, klassifizieren, systematisieren, logisch schließen, Form und Funktion von Erscheinungen verknüpfen, grafische Darstellungen lesen und anfertigen, Beziehungszusammenhänge sehen, die Voraussage bestätigen oder falsifizieren, transferieren, abstrahieren, die Hypothese prüfen, Probleme lösen u.a.

Abb. 9: Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Mikrostrategie:
mikrostrategische L e r n a k t i v i t ä t e n

Schrittfolge der experimentellen Lehr-Lern-Strategie	mikrostrategische Lehraktivitäten
<u>1. Fragestellung</u> (Problem)	Eine Problemsituation schaffen, zum Staunen anregen, Informationen bereitstellen, Zusammenhänge herstellen, Vermutungen anstellen lassen, zur Formulierung von Problemfragen Hilfestellung geben u.a.
<u>2. Planung</u> (Projektion)	Mit den Schülern die Zielsetzung besprechen, mögliche Organisationsformen darstellen, benötigte Arbeitsmittel bereitstellen, mögliche Vorgehensweisen besprechen, Beobachtungsaufgaben festlegen u.a.
<u>3. Durchführung</u> (Observation)	Die Schüler zum Umgang mit dem Material anregen, an die Beobachtungsaufgabe erinnern, auf genaue Beobachtung hinweisen, individuelle Lernhilfen geben u.a.
<u>4. Auswertung</u> (Interpretation)	Beobachtungen mitteilen lassen, zum genauen Verbalisieren anregen, zum Vergleich von experimentellem Vorgang, experimentellem Ergebnis und der Problemfrage anhalten, zu Erklärungsversuchen auffordern, in größere Wissenszusammenhänge einordnen u.a.

Abb. 10: Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Mikrostrategie:
mikrostrategische L e h r a k t i v i t ä t e n

Z u s a m m e n f a s s u n g

Die makro- und mikrostrukturelle Bestimmung der L e h r - bzw. L e r n aktivitäten innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie läßt die Vielfalt der unterrichtlichen Handlungsmöglichkeiten beim Einsatz dieses Lehr-Lern-Verfahrens deutlich werden. "Eine solche weitgehende begriffliche Annäherung an die Vielfalt des konkreten Unterrichtsgeschehens ist für die Analyse und Planung von Unterrichtsmethoden in mehrfacher Hinsicht vorteilhaft. An die Stelle eines starren universellen Schemas vom Unterrichtsverlauf tritt eine Kombinatorik von Faktoren der externen Lernsituation und ihrer Funktion im Unterricht, durch die faktisches Unterrichtsgeschehen in einem hohen Grade durchsichtig gemacht werden kann und sich für die verschiedensten Zwecke Unterrichtsverläufe entwerfen lassen. Die Kapazität eines solchen Begriffssystems für die Analyse und Planung unterschiedlichster komplexer Unterrichtsverläufe ist beträchtlich" (GRZESIK 1976, S. 204).

Die bisher (vgl. 2.3.1, 2.3.2, 2.3.3) überblicksmäßig dargestellte theoretische Bestimmung des Experiments als Lehr-Lern- Strategie wird im Analysezusammenhang dieser Untersuchung (vgl. 3.,4.,5.) formal und inhaltlich weiter expliziert.

Die definitorische Bestimmung des Experiments im Unterricht als Lehr-Lern-Strategie eignet sich zur grobschrittigen wie auch zur minutiösen Planung von Unterrichtsverläufen, was unterrichtstheoretischen Forderungen und unterrichtspraktischen Erfordernissen entgegenkommt.

Des weiteren ist die analytische Trennung der L e h r - aktivitäten von den L e r n aktivitäten (vgl. Abb. 9 und Abb. 10) einer s a c h g e m ä ß e n unterrichtstheoretischen Betrachtungsweise des Experiments förderlich. Sie verhindert einseitige Bestimmungen der didaktischen Funktion des Experiments, wie z.B. die aus einer einseitigen l e h r - theoretischen Perspektive erfolgende Ablehnung des Experiments im Grundschulunterricht (vgl. SCHIETZEL 1959 und 1973).

Die empirische bzw. phänomenologische Erfassung von Gegenständen und deren Bestimmung als Einzelelemente innerhalb eines Systems sind bedeutsame Aktivitäten der wissenschaftlichen Theoriebildung. Theoretische Systeme repräsentieren einen logisch gegliederten **Z u s a m m e n h a n g** von Sachverhalten. Theoretische Systeme sind keine Aggregate, sondern **s t r u k t u r e l l e** Gefüge von Einzelelementen. Die Explikation philosophisch-theoretischer Implikationen und Differenzierungen der dieser Untersuchung zugrundegelegten strukturtheoretischen Funktionen würde den Rahmen dieser Arbeit sprengen und scheint auch wegen der primär **f o r m a l e n** Verwendung des Strukturbegriffs nicht notwendig.

Die Bestimmung der strukturellen **Ä h n l i c h k e i t e n** zwischen der experimentellen Methode und der Lehr-Lern-Strategie ist die theoretische Grundlage der definitorischen Festlegung des Experiments im Unterricht als Lehr-Lern-Strategie. Diese wiederum bildet die **s y s t e m a t i s c h - t h e o r e t i s c h e B a s i s** für unterrichtstheoretische Vergleiche, Unterscheidungen, Entscheidungen und Begründungen, z.B. wie im Fortgang der Untersuchung hinsichtlich des Realisationszusammenhanges zwischen didaktischen Intentionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

3. DER REALISATIONSZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER DIDAKTISCHEN LEITVORSTELLUNG DER WISSENSCHAFTSORIENTIERUNG UND DER EXPERIMENTELLEN LEHR - LERN - STRATEGIE

3.0 Leitgedanken der curricularen Zielorientierung im Begründungszusammenhang der vorliegenden Untersuchung

Die seit 1969 (Grundschulkongreß/Frankfurt) laufende Lehrplanrevision des Grundschulunterrichts bemüht sich primär um die Klärung und Systematisierung der unterrichtlichen Zielsetzungen. Lehrinhalte und Lehrverfahren nehmen in Vergleich zur Zielsetzung einen nachgeordneten Stellenwert auf der Rangskala curriculärer Reformbemühungen ein (REXER in KUHN u.a. 1976, S. 73; LAUTERBACH in LAUTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976, S. 41 ff. u.a.). Die Zielorientierung ist auch im Grundschulunterricht vorrangiges Prinzip didaktischen Handelns. Die Unterrichtsverfahren stehen einerseits im Dienste der rationalen und effektiven Lernzielerarbeitung; andererseits haben sie einen eigenständigen Zielcharakter (BÄUML 1976, S. 498; LIND 1975, S. 38 f; KOPP 1972, S. 52; SCHOLZ in IPFLING (Hrsg.) 1974, S. 189; VOGT u.a. 1974, S. 158 u.a.).

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Teilmenge der Lehrverfahren (vgl. Abb. 3) kann als Realisationsweise der didaktischen Zielvorstellungen Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung und Umweltorientierung im Sinne einer Zweck-Mittel-Relation verstanden werden; andererseits hat die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als naturwissenschaftliche Forschungsmethode einen eigenständigen Wert im Sinne des Globalziels der Aneignung wissenschaftlicher Verfahrensweisen. Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie im Dienste des Richtzieles Wissensaneignung und Erkenntnisgewinnung als strukturgemäßer Lehr-Lern-Weg läuft parallel mit der ebenso bedeutsamen Funktionsbestimmung als Ziel des Unterrichts im Sinne der Einübung in die Methoden der Erkenntnisgewinnung.

Wegen dieses bipolaren Verhältnisses und um ein einseitig-instrumentales Verständnis auszuschalten, wird in der sprachlichen Formulierung innerhalb dieser Untersuchung auch nicht von der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als einer Realisationsweise der genannten didaktischen Zielvorstellungen gesprochen. Es gibt keine direkte Deduktion von methodischen Regeln aus Globalzielen (vgl. LIND 1975, S. 39; EINSIEDLER 197, S. 290 u.a.). Deshalb wird innerhalb dieser Untersuchung von einem Realisationszusammenhang zwischen den didaktischen Leitvorstellungen Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie gesprochen.

Aus diesem Begründungszusammenhang ist die eingangs (0.3) formulierte Untersuchungshypothese zu verstehen, die einen positiven Bedingungs-zusammenhang zwischen den genannten didaktischen Intentionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie postuliert.

In den letzten Jahrzehnten ist eine unübersehbare Fülle von Literatur zur Zielproblematik in Unterricht und Erziehung erschienen, die sich um die theoretische Klärung und die praktische Relevanzanalyse der Zielorientierung bemüht. Die Gewinnung, die Definition, die Ableitung, die Legitimation, die Präzisierung, die Operationalisierung, die Hierarchisierung sowie die Funktionsbestimmung pädagogischer und didaktischer Ziele kann als "Kern der Curriculumentwicklung" (TESCHNER) bezeichnet werden (vgl. BENDEN 1977; BOECKMANN 1971; BLOOM 1972; HEID 1970 u. 1972; HEIPCKE 1974; HENTSCHEL 1971; ISENEGGER 1972; KLAUER 1974; KOKEMOHR 1973; MAYER 1971 und 1973; ROTH/ BLUMENTHAL (Hrsg.) 1973; TESCHNER 1972; TRÖGER 1974 u.a.). Die Lehrpläne als Teilaufgabe der Curriculumforschung basiert auf der Lernzielerstellung (EIGLER u.a. 1976, S. 204; SCHOLZ in IPFLING (Hrsg.) 1974, S. 188). Die Beschreibung des Verhaltens, über das der Lernende am Ende der Lernzielerarbeitungsphase (Lehr-Lern-Prozeß) verfügen soll, kann unterschiedliche Präzisionsgrade aufweisen. Die Zweiteilung in allgemeine

und spezifische Ziele (aims and objectives) (MÖLLER 1973, S. 73) bzw. in Makro- und Mikroziele (KÖNIG/RIEDEL 1973,S.5) kann in eine Dreiteilung in Richtziele, Grobziele und Feinziele (MÖLLER 1973, S. 73) weitergeführt werden.

Vom Präzisionsgrad der Lernzielbeschreibung hängt die Überprüfbarkeit der intendierten Ziele ab. Operationalisierte Lernzielformulierungen (Feinziele) sind Voraussetzungen für eine zieladäquate Lehr-Lern-Organisation und eine optimale Überprüfbarkeit des Lernerfolgs.

Die Gewinnung, Begründung und Systematisierung der Lernziele ³¹⁾ geschieht auch durch die Z u o r d n u n g zu bestimmten L e r n d i m e n s i o n e n. Die formale Einteilung der Lerndimensionen erfolgt divergent.

Unter a n t h r o p o l o g i s c h - p ä d a g o g i s c h e r Perspektive wird von HEIMANN (in KOCHAN (Hrsg.) 1976, S. 123) eine Dreiteilung der Lerndimensionen in die E r k e n n t n i s - Dimension (Daseins- Erhellung bezweckend), die e m o t i o n a l e Dimension (Daseins- Erfüllung intendierend) und in die A n t r i e b s - u n d W i l l e n s - Dimension (Daseins-Bewältigung anstrebend) vorgenommen. Diesen drei Lerndimensionen e n t s p r e c h e n die kognitiven, die affektiv-pathischen und die pragmatisch-dynamischen L e r n i n t e n t i o n e n.

31) Die Termini "Lernziel", "Lehrziel", "Lehrintention", "didaktische Intention", "didaktische Zielvorstellung", "Leitziel" werden innerhalb der Fachliteratur in mehr oder weniger unterschiedlichen inhaltlichen Bestimmungen verwendet. Im Anschluß an SCHOLZ (in IPFLING (Hrsg.) 1974) werden innerhalb dieser Untersuchung die Begriffe "didaktische Intention", "Lernintention" und "didaktische Leitvorstellung" s y n o n y m verwendet. Sie bezeichnen das "Lehren als geplantes und gerichtetes Vorgehen", das "bestimmte Zwecksetzungen" verfolgt, die "ihrerseits auf bestimmte Lerndimensionen oder -bereiche abzielen" (ebda, S. 191).

Unter einer mehr (lern-)psychologischen Perspektive wurde im Anschluß an BLOOM und Mitarbeiter (1956) von MÖLLER (1973) auch eine Dreiteilung der Lerndimensionen vorgenommen. Sie umfaßt den k o g n i t i v e n Lernbereich mit der Zuordnung von Lernzielen aus dem Wahrnehmungs-, Gedächtnis- und Denkbereich, den a f f e k t i v e n Lernbereich mit der Zuordnung von Lernzielen aus dem Trieb-, Einstellungs-, Interessen- und Wertbereich und den p s y c h o m o t o r i s c h e n Lernbereich mit der Zuordnung von Lernzielen aus dem Bereich körperlicher und manueller Aktivitäten.

Diese Unterscheidung der drei Lerndimensionen ist als eine Schwerpunktsetzung und nicht als eine absolute Trennung der einzelnen Bereiche zu sehen; denn der Lernende ist beim Lehr-Lern-Prozeß eine psychische Einheit (EIGLER u.a. 1976, S. 200; SCHOLZ in IPFLING (Hrsg.) 1974, S. 193 u.a.). Die I n t e r d e p e n d e n z der unterschiedenen Lerndimensionen ("Gesetz der permanenten Induktion" /HEIMANN) wurde in der pädagogischen Theorie bislang aufgrund einer (abendland-spezifischen) Überbewertung der kognitiven Intentionen zu wenig berücksichtigt.

Auch aus der Analyse der traditionellen Einschätzung der didaktischen Funktion des Experiments im Unterricht war die heute nicht mehr unbestrittene Vorrangstellung kognitiver Zielvorstellungen ersichtlich (vgl. 2.1.2).

Ein wichtiges Anliegen dieser Untersuchung ist es, die Möglichkeiten der sachadäquaten (methodenstrukturellen) und schülergemäßen (pädagogisch-anthropologisch-psychologischen) K o o r d i n a t i o n der verschiedenen Lernintentionen bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie festzustellen (vgl. 3.,4.,5.). Dabei wird versucht werden, die Leistung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie für die Realisation der faktisch deklarierten bzw. theoretisch geforderten didaktischen Intentionen des naturwissenschaftlichen Unterrichts in der Grundschule exemplarisch an den Leitvorstellungen Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung und Umweltorientierung a n a l y t i s c h zu beschreiben

und kritisch-konstruktive Vorschläge für eine lernsubjekt-adäquate Berücksichtigung der interdependenten psychischen Lerndimensionen zu machen.

Das Konzept der mehrdimensionalen Zielerreichung (vgl. 2.2), das den Lernvorgang als mehrdimensionalen Vorgang (Inhalte, Prozesse, motivationale Bedingungen) bestimmt, war auch grundlegend für die vorgenommene unterrichtstheoretische definitorische Bestimmung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. Abb. 4).³²⁾

Der quantitativ-qualitative Anteil kognitiver, affektiver und psychomotorischer Aktivitäten beim Lehr-Lern-Prozeß kann auf Grund der Strukturmerkmale der experimentellen Lehr-Lern-Strategie analytisch bestimmt werden. Ebenso läßt die Komponentenaufgliederung bzw. Operationalisierung der didaktischen Leitvorstellungen Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung und Umweltorientierung eine Bestimmung des quantitativ-qualitativen Anteils bezüglich der einzelnen mehrdimensionalen Aktivitäten zu.

Der Vergleich dieser sachlogischen Bestimmungen bringt folgendes Resümee:

1. Die Bestimmung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als adäquates oder nicht-adäquates lehr-lern-strategisches Verfahren für die Realisation der didaktischen Leitvorstellungen Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung
2. Die Bestimmung des Anteils kognitiver, affektiver und psychomotorischer Lernaktivitäten und damit eine lernziel-taxonomische Zuordnung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zu den Lerndimensionen.

32) Die Beziehung der inhaltlichen, motivationalen und prozessualen Dimensionen des Lernvorganges zu den kognitiven, affektiven und psychomotorischen Lerndimensionen wird besonders in Kapitel 4 verdeutlicht.

Diese angezielten Untersuchungsergebnisse entsprechen der als U n t e r s u c h u n g s p r o b l e m formulierten Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den genannten didaktischen Leitvorstellungen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

Innerhalb dieses Begründungszusammenhanges vollzieht sich die weitere Untersuchung in einem Drei-Schritt:

1. Analytische D e s k r i p t i o n der didaktischen Leitvorstellung (Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung, vgl. 3.,4.,5.) mit Berücksichtigung der drei unterschiedenen Lerndimensionen (kognitive, affektive, pragmatische Dimension)
2. A n a l y s e der Relationen zwischen den mehrdimensionalpräzisierten Komponenten der didaktischen Leitvorstellung (Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung) und den makro- bzw. mikrostrategischen Elementen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie
3. Kritische D i s k u s s i o n bzw. Entscheidung im Hinblick auf die Verifikation bzw. Falsifikation der Untersuchungshypothese

In einem Verlaufsdiagramm wird der Fortgang der Untersuchung im Überblick dargestellt (vgl. Abb. 11).

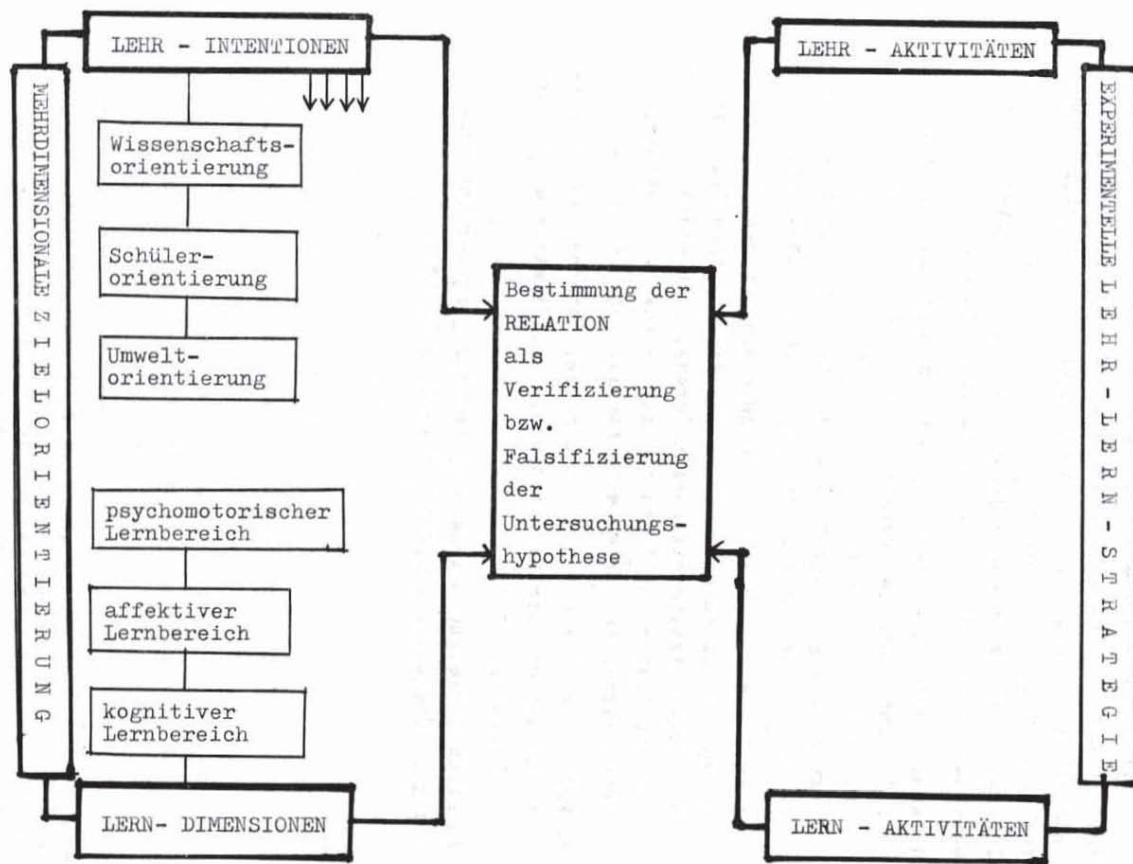


Abb. 11 : Verlaufsdiagramm des Untersuchungsfortganges
in den Kapiteln 3., 4., und 5.

3.1 Curriculare Tendenzen zur didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung

3.1.1 Ansätze und Perspektiven der didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftlichkeit

Die didaktische Forderung nach der Wissenschaftsorientierung³³⁾ des Grundschulunterrichts ist in einer Vielfalt von Motiven begründet und ist infolgedessen durch unterschiedliche Nuancen und Ausprägungen in Theorie und Praxis gekennzeichnet. In der nun folgenden Darstellung dieser didaktischen Zielvorstellung wird versucht, elementare curriculare Tendenzen der inhaltlichen Bestimmung dieses Prinzips aufzuzeigen, welche die grundlegenden Fragedimensionen für die Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen dem Leitziel der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie darstellen.

Die Forderung nach der V e r w i s s e n s c h a f t l i c h u n g des Lehr- und Lernprozesses ist in unserer wissenschaftsoptimistischen Industriegesellschaft auch in den Grundschulen zu einem Hauptprinzip curricularer Lehrplanerstellung und lernorganisatorischer Handlungsweisungen geworden. Schulisches Lernen hat dem Axiom zu folgen, daß effektives Lernen stets ein wissenschaftliches Lernen sein müsse. Die Lehr- und Lernaktivitäten haben wissenschaftlichen Ansprüchen zu genügen. Die Lehrer sollen innerhalb einer wissenschaftlichen Ausbildung die Wissenschaft kennenlernen als einen selbständigen, unabschließbaren, systematischen Erkenntnisprozeß, der alle Schulstufen durchziehen kann. Die Wissenschaftlichkeit qualifiziert den modernen schulischen Lernbegriff (vgl. HENTIG 1971, S. 127; KANZ in ROMBACH (Hrsg.)

33) Im folgenden werden die Begriffe "Wissenschaftlichkeit", "Wissenschaftsorientiertheit" und "Wissenschaftsorientierung" synonym verwendet, da in der einschlägigen didaktischen Literatur auch keine definitorische Unterscheidung vorhanden ist.

1974, Bd. 2, S. 137 u.a.).³⁴⁾

Die wissenschaftsgemäße Vermittlung der Lehrinhalte, wissenschaftsadäquate Methoden und die Gewinnung einer positiven Einstellung zur "Wissenschaft als Phänomen und Daseinsmacht" (KANZ) ist Aufgabe insbesondere des grundlegenden Sachunterrichts. Angezielt ist dabei die Erarbeitung eines modernen Umweltverständnisses auf wissenschaftlicher Grundlage (BLOCH u.a. 1976; SPRISLER 1976, S. 159 f; SCHRÖTER (Hrsg.) 1976; WENZEL in HERGET/GÖTZ/SIEPMANN (Hrsg.) 1975, S. 53).³⁵⁾

Die Komplexität der Umwelt soll dem jungen Menschen insbesondere mit Hilfe der Wissenschaften durchschaubar und begreifbar werden. Wissenschaftliche Modellvorstellungen sollen zumindest annäherungsweise erklären, "was sich den sinnlichen Erfahrungs- und Erklärungsmöglichkeiten entzogen hat" (THIEL in HALBFAS/MAURER/POPP (Hrsg.) 1976, Bd.4, S. 22). Die Forderung der Umwelterschließung als Ziel des Sachunterrichts mit Hilfe der wissenschaftlichen Inhalte und Methoden setzt die Annahme voraus, daß sich die (kindliche) Umwelt durch Phänomene und Vorgänge erfassen läßt, die durch die wissenschaftlichen Disziplinen beschrieben werden, und daß sich diese Wissenschaften in Form von Schulfächern vermitteln lassen (MARQUARDT in LAUTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976, S. 106 f).

34) Die Analyse der Frage nach der Ideologieverdächtigkeit (HABERMAS) dieser modernen Auffassung des Lernens sollte nach KANZ (in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd.2, S. 137) u.a. Gegenstand einer bildungsgeschichtlichen Analyse der Pädagogik des 20. Jahrhunderts sein.

35) Grundlegend für diese Reformbestrebungen ist die Forderung des DEUTSCHEN BILDUNGSRATES (Strukturplan 1970, S. 138) nach der Orientierung des Schulunterrichts an den Inhalten und Methoden der Wissenschaften. Begründet wurde diese Forderung durch die Analyse der Bedingungen in der modernen Gesellschaft und der "Bedingtheit und Bestimmtheit" der Bildungsgegenstände durch die Wissenschaften.

Die Forderung der Wissenschaftsorientierung des Schulunterrichts wird dann durch die Einteilung des Unterrichts in fachliche Bereiche analog der wissenschaftlichen Systematik zu realisieren versucht. Die Gleichsetzung von Wissenschaftsorientierung und Fachorientierung ist allgemein gebräuchlich. "Für die meisten Lehrplanautoren scheint die Gliederung und Strukturierung des Sachunterrichts nach Fachprinzipien die einzige Möglichkeit zu sein, einen wissenschaftsorientierten Unterricht zu realisieren. Alternativen, wie z.B. ein Ausgehen von Lebenssituationen und Problemstellungen der Kinder, die durchaus in wissenschaftlich adäquater Weise diejenigen Inhalte aus verschiedenen Disziplinen herausziehen, die zur Lösung dieses Problems zutragende Funktionen haben, kommen nicht in den Blickwinkel" (MARQUARDT in LAUTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976, S. 102/103).³⁶⁾

Die disziplinorientierte, fachwissenschaftlich geprägte Realisationsform der Wissenschaftsorientierung als Fachorientierung wird nicht nur von der fächer- und stufenübergreifenden lebenspraktischen Verpflichtung des (grundlegenden) Sachunterrichts (BURK 1977, S. 29 ff.) her kritisch gesehen, sondern auch im Hinblick auf die Entwicklung der modernen (Natur)Wissenschaften (SPRISSLER 1976, S. 155).

36) MARQUARDT kommt aufgrund einer systematischen Analyse der in den letzten Jahren für den naturwissenschaftlich orientierten Sachunterricht der Grundschule erschienenen Lehrpläne zu dieser Aussage. Im einzelnen hat er diese Tendenz eruiert "aus expliziten Aussagen über Wissenschaftsorientierung, der Gliederung des Sachunterrichts in Lernbereiche, der Begründung dieser Einteilung, der Begründung für die Zuordnung von Lernbereichen und der Bedeutung von fächerübergreifenden Prinzipien (Integration)" (ebda, S. 103).

Denn "die so scharf erscheinenden Grenzen entspringen ja viel weniger der tatsächlichen Arbeitsweise als vielmehr der schulmäßigen Systematisierung der Forschungsergebnisse. Der wissenschaftlich Arbeitende kann naturgemäß immer nur einen Teilaaspekt eines Gegenstandes in hinreichender Weise bearbeiten, sonst wäre er ein Alleskönner. Aus dieser notwendigen Beschränkung kann daher nicht Engstirnigkeit gefordert werden. Spezifische Methoden und Betrachtungsweisen werden nun aber unter dem Firmenschild bestimmter Fächer gelehrt und je weiter die einzelnen Naturwissenschaften fortgeschritten sind, desto schwieriger wird es für einen einzelnen Menschen, einen komplexen Gegenstand gleichzeitig durch alle verschiedenen Betrachtungsweisen so umgreifend als möglich zu erfassen... Für die Kinder der Primarstufe bedeutet der Gegenstand, das Phänomen, den unterrichtlichen Zentralpunkt, nicht die Fachspezifität, nicht der übergreifende Aspekt" (ebda, S. 155). Das heißt nicht, daß fachliches Wissen keinerlei Funktion im Unterricht innehat; vielmehr sollten auf der Grundlage fachspezifischer Erkenntnisse die Gegenstände der kindlichen Erfahrungswelt in ihrer Mehrperspektivität begreifbar gemacht werden.

Die Realisierung der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung ist angesichts der "Abstraktheit, Spezialisierung, Komplexität und Methodenrivalität in den Wissenschaften" (BURK) insbesondere für den Grundschulunterricht eine p r o b l e - m a t i s c h e und bisher nur problematisch gelöste Aufgabe. Trotz intensiver und umfangreicher theoretischer und praktischer Bestrebungen ist bisher keine dem Grundschulunterricht adäquate inhaltliche Bestimmung dieser didaktischen Zielvorstellung gefunden worden (vgl. MARQUARDT in LAUTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976, S. 9 u.a.). Das Fehlen einer einheitlichen Konzeption bedeutet aber nicht Konzeptionslosigkeit.

Es liegen *d i v e r g e n t e* Konzeptionen vor, die allerdings auf das grundschuldidaktische Problem: Wissenschaftsorientierung im Dienste der Umweltklärung kritisch hinterfragt werden sollten. Im folgenden (3.1.2 und 3.1.3) erfolgt eine überblickmäßige Darstellung der wichtigsten inhaltlichen Ansätze.

WITTGENSTEIN (Tractatus logico-philosophicus, Nr. 6.52) hat wissenschaftskritisch festgestellt, "daß selbst, wenn alle möglichen wissenschaftlichen Fragen beantwortet sind, unsere Lebensprobleme noch gar nicht berührt sind". Die Bedeutung "wissenschaftlicher Fragen, Systeme und Lösungen für eine sinnerfüllte Lebenspraxis ist ständig neu zu bedenken und neu zu bestimmen. Die Wissenschaft ist *e i n e* Komponente, "die unser Leben in vielfältiger Weise geformt hat und laufend weiter beeinflusst" (SPRISLER 1976, S. 159). Deshalb muß die wissenschaftliche Betrachtungsweise "so früh als möglich in den Bildungsgang der Schule eingebaut werden, da die Kinder in diese so gestellte Welt hineinwachsen und an ihrer Formung beteiligt ~~w~~ein werden" (ebda, S. 159). Die Forderung nach mehr Wissenschaftlichkeit in der Schule ist nicht um der Wissenschaften willen, sondern "um des Lebens willen, das nur in dieser Form in der heute nötigen Breite erfahrbar ist" (HENTIG), legitimiert.

Die Wissenschaftsorientierung bezieht sich nicht nur auf die Vermittlung von elementarisierten wissenschaftlichen Inhalten, Methoden und Konzepten, sondern auch auf die Vermittlung von wissenschaftlichen Einstellungen. Die am traditionellen Heimatkundeunterricht kritisierte unreflektierte Emotionalität soll durch Rationalität und Objektivität ersetzt werden (TÜTKEN 1970, S. 19). Die Einübung in *s a c h b e s t i m m t e* *E i n s t e l l u n g e n*, in *S a c h l i c h k e i t*, (vgl. SCHMID 1972) bildet neben den konzept- und verfahrensorientierten Curriculumansätzen die dritte elementare Komponente wissenschaftlicher Zielorientierung im Grundschulunterricht.

E x p l i z i t e curriculare Ausführungen sind aber zu dieser die elementare Lerndimension ansprechenden Komponenten eines wissenschaftsorientierten Unterrichts kaum zu finden, wenn diese Zielvorstellung auch i m p l i z i t in nahezu allen Lehrplänen im Anschluß an angloamerikanische Curriculumansätze (vgl. TÜTKEN 1970; BLOCH u.a. 1976 u.a.) zum grundlegenden naturwissenschaftlichen Unterricht enthalten sind (MARQUARDT in LAUTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976, S. 11, S. 118 und S. 129).

Deshalb wird im folgenden (3.1.2 und 3.1.3) e x p l i z i t nur der verfahrensorientierte und der konzeptdeterminierte Ansatz des grundlegenden naturwissenschaftlichen Unterrichts in seinen Grundtendenzen dargestellt. 37)

Das heißt aber nicht, daß nicht auch schon im naturwissenschaftlichen Unterricht der Grundschule die Anbahnung wissenschaftlicher Einstellungen (scientific attitudes) genauso wichtig ist wie die Einführung in die wissenschaftliche Begrifflichkeit bzw. in wissenschaftliche Konzeptionen (key ideas, fundamental ideas) und die Einübung wissenschaftlicher Verfahrensweisen.

3.1.2 Die Zielsetzung der wissenschaftsorientierten Auswahl der Lehr - Lern - Inhalte

Gemäß dem innovatorischen didaktischen Ansatz der Wissenschaftlichkeit soll (natur)wissenschaftliches Sachwissen als wissenschaftliche Substanz in e l e m e n t a r e r Form an die Grundschüler vermittelt werden. Das Bemühen um eine stufenübergreifende Kontinuität der Lernprozesse (DEUTSCHER BILDUNGS-RAT, Strukturplan 1970, S. 133) läßt keine prinzipiellen, nur g r a d u e l l e Unterschiede hinsichtlich des Abstraktionsniveaus der Lerninhalte zu, und die "Wissenschaftsorientiertheit von Lerngegenstand und Lernmethode gilt für den Unterricht auf jeder Altersstufe" (ebda, S. 35).

37) In Kap. 3.2.3 wird innerhalb der Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen der experimentellen Lehr+Lern-Strategie und der dritten Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung eine detaillierte Erörterung versucht.

Der konzeptorientierte curriculare Ansatz geht von dem Tatbestand aus, daß jede Wissenschaft ihr Theoriegefüge auf f u n d a m e n t a l e n B e g r i f f e n aufbaut, die einen Phänomenbereich begrifflich erklärend strukturieren. Key ideas, fundamental ideas (BRUNER), basic concepts (SPRECKELSEN) erschließen als "Schlüsselbegriffe" und "Modellvorstellungen" die durch die wissenschaftlichen Disziplinen oder Fachbereiche erklärten Sachverhalte. Die "Struktur einer Disziplin" (BRUNER) soll erschließend für die Lehr-Lern-Gegenstände sein. Grundbegriffe und fundamentale Einsichten wirken bei der Beschreibung und Erklärung der Unterrichtsgegenstände e l e m e n t a r - e r s c h l i e ß e n d und e l e m e n t a r - o r d n e n d.

Die Lehr-Lern-Gegenstände werden in ihrem Stellenwert innerhalb der wissenschaftlichen Bezugssysteme betrachtet. Nach BRUNER (1961, 1966 und 1970) haben die Curricula eine spirale Konstruktion aufzuweisen, d.h. die aufzubauenden Begriffe bzw. Konzepte sollen nach einer anfänglichen elementaren Einführung im Laufe der Grundschulzeit auf einem je höheren Reflexionsniveau erneut angewendet, erweitert und ausdifferenziert werden.

Dieser Forderung liegt die Annahme zugrunde, daß sich das Erkenntnisvermögen der Wissenschaftler nur g r a d u e l l vom Erkenntnisvermögen des Kindes unterscheidet.

Fachspezifische und fächerübergreifende Basiskonzepte sind richtungsweisend für die exemplarische Auswahl und die systematische Anordnung der Lehrinhalte. Der Erwerb solcher elementarer und fundamentaler Basiskonzepte, z.B. das Interpretationskonzept, das Energiehaltungskonzept und die Teilchenvorstellung (SPRECKELSEN und Mitarbeiter im Anschluß an das amerikanische Projekt unter der Leitung von KARPLUS 1971), soll dem Kind zur Beschreibung und Deutung der von Natur und Technik geprägten Umwelt dienen. Die "strukturspezifischen Grundbegriffe" (SCIS) und fächerübergreifenden Basiskonzepte

(SPRECKEISEN) sind vorzügliche Organisationsprinzipien von Lehr-Lern-Prozessen. 38)

Auf die pädagogisch-didaktische Gefahr bei der unterrichtlichen Lehr-Lern-Organisation gemäß wissenschaftlichen Strukturen, Konzepten, Schlüsselideen und Grundbegriffen, wissenschaftliche Aussagen als W e s e n s aussagen ("Ontologieverdacht"/NESTLE) zu sehen, d.h. nicht mehr aspekthaft beschreibend, wurde in der didaktischen Literatur mehrfach hingewiesen (NESTLE 1974, S. 53; NELSON 1970 (orig. 1968), S. 31 f; GÜMBEL/MESSER/THIEL 1976, S. 40 u.a.). Bereits den Grundschulkindern sollte deshalb deutlich gemacht werden, daß wissenschaftliche Modellvorstellungen vom Menschen entwickelte und auch vom Menschen veränderbare H i l f s k o n s t r u k t i o n e n des Denkens mit erfahrungserschließender und erfahrungsorganisierender Wirkung sind. "Die Struktur einer Disziplin ist lediglich die Realisierung einer Möglichkeit zur Beschreibung der Realität und keinesfalls eine Nachschöpfung idealer Strukturen" (NESTLE 1974, S. 53). Diese Struktur muß auch aus dem soziokulturellen Kontext, in dem sie konstruiert wurde, verstanden werden.

Ein noch nicht gelöstes Problem (vgl.4.) ist die Frage, ob die in einem konzeptorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht vermittelten Vorstellungen auch dem Denken des Grundschulkindes optimal entgegenkommen.

Nach GIEHL (1971) sollte der Unterricht den Kindern die Modellvorstellungen und Fachsprachen als strukturierte Denkhilfen des Wissenschaftlers darstellen und deren Unterschied zur Vorstellung und Sprache des Laien deutlich machen. Bei dieser Gegenüberstellung von primärer und sekundärer Erfahrungsgewinnung (wissenschaftlicher und alltäglicher) sollte der Lehrer deduktiv vorgehen und "die Kinder an dem in symbolisierter Form vorliegenden Gesetz die Struktur wissenschaftlichen Denkens im Unterschied zum common sense" (THIEL in NELSON 1972², S. 33) erkennen lassen.

38) Die lernorganisierende Wirkung der Basiskonzepte als "Superkategorien"(WITTE) wird von Theoretikern und Praktikern auch angezweifelt, weil sie viel zu allgemein, formalistisch und abstrakt seien und dem konkreten Denken der Kinder im Grundschulalter nicht entgegenkämen(vgl.KATZENBERGER(Hrsg.) 1972.Bd.1,S.43).

Anders sucht M. WAGENSCHNEIDER (1962, S. 195) dieses Grundproblem naturwissenschaftlicher Didaktik zu lösen. Die in formalisierten Fachsprachen vorliegenden Modellvorstellungen der Wissenschaft sollten nur so dem Kind vermittelt werden, daß es auch etwas von den Bedingungen erfährt, unter welchen die Menschen zu diesen Modellvorstellungen gelangen. Wenigstens exemplarisch soll auf induktivem Wege der Erkenntnisprozeß der Wissenschaften mit- bzw. nachvollzogen werden, damit die Sichtweisen, Fragestellungen und Arbeitsverfahren der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung als Bestimmungsfaktoren der wissenschaftlichen Ergebnisse erkannt werden. WAGENSCHNEIDER verwendet für den Zusammenhang von induktiv und deduktiv organisiertem wissenschaftsorientiertem Unterricht das Bild der Brücke: "die tragenden Pfeiler stellen die auf induktivem Weg gewonnenen Erkenntnisse, Fähigkeiten und Einsichten dar, und die durch ein deduktives Verfahren vermittelten Informationen bilden die verbindenden und ergänzenden Brückenbögen" (THIEL in NELSON 1972², S. 33).

Konzeptdeterminierte Curricula für den naturwissenschaftlichen Unterricht ³⁹⁾ wollen die Frage des Kindes nach dem "Wie" und "Warum" der beobachteten Naturphänomene beantworten helfen. Die Beobachtungen und Beschreibungen dienen der Erläuterung und Interpretation des Beobachteten. Gewonnene Resultate in Form von Schlüsselbegriffen und Modellvorstellungen sind grundlegend für neue Fragestellungen und Experimente. Die Kinder sollen in konzeptdeterminierten sachkundlichen Bildungsprogrammen erfahren, "daß das angesammelte Beobachtungsmaterial erst in einem geeigneten Begriffnetz und entsprechenden Interpretationsmodell Bedeutung gewinnt" (KLEINSCHMIDT 1970, S. 215 f.).

39) Konzeptdeterminierte Curricula für den naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht sind u.a. (vgl. BLOCH u.a. 1976) die nachgenannten:

- NUG: Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule (SPRECKELSEN), Braunschweig 1969
- SCIS: SCIENCE CURRICULUM IMPROVEMENT STUDY (THIER), Berkely Cal. 1962
- COPES: CONCEPTUAL ORIENTED PROGRAM FOR ELEMENTARY SCIENCE (SHAMOS), New York 1965.

Die Kinder können in einem entsprechend organisierten Sachkundeunterricht für sich selbst "neue Begriffe entdecken, zu einer Präzisierung im Ausdruck erzogen werden und bereits erarbeitete Begriffe in ihrem semantischen Stellenwert erkennen. Haben die Kinder einmal den Sinn grundlegender Begriffe wie Objekt, System, Interaktion und Relativität hinreichend genau erfaßt, so können sie später neue Erfahrungsbereiche leichter geistig assimilieren und in dieses Begriffsnetz einbetten. In der Grundschule sollte das Fundament für eine derartige naturwissenschaftliche Bildung geschaffen werden" (ebda).

3.1.3 Die Zielsetzung der wissenschaftsorientierten Auswahl der Lehr-Lern-Verfahren

Konzeptdeterminierte Wissenschaftsorientierung schließt Methodenorientierung nicht aus (vgl. 3.1.2). Die im Sachunterricht zu erwerbenden elementaren und fundamentalen Kenntnisse und Fähigkeiten sind über die Methoden des Erwerbs wissenschaftlicher Erfahrung einzuüben, wenn wissenschaftsadäquates Denken- und Handeln können didaktisches Leitziel ist. 40) Die wissenschaftlichen Verfahren, mit deren Hilfe die fachwissenschaftlichen Inhalte angeeignet werden können, sind die primären Lernziele der verfahrensorientiert konzipierten naturwissenschaftlichen Curricula. 41)

-
- 40) Die diesem Leitziel zugrundeliegende wissenschaftstheoretische Grundposition ist jene "neue Philosophie der Wissenschaft" (SHAPER 1966), "die durch Namen wie FEYERABEND, HANSON, KUHN, LAKATOS, TOULMAN repräsentiert wird. Wissenschaftstheoretikern, die alle stark von POPPER beeinflusst sind, auch wenn sie dessen Thesen zum Teil schärfstens kritisieren. Bei aller Heterogenität der einzelnen Positionen ist diese Gruppe durch eine grundlegende Gemeinsamkeit gekennzeichnet: ihr Interesse gilt weniger der Analyse fertiger wissenschaftlicher Ergebnisse, sondern dem dynamischen Prozeß der Erkenntnisgewinnung" (LIND 1975, S. 117).
- 41) Verfahrensorientierte Curricula für den naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht sind u.a. (vgl. BLOCH u.a. 1976) die nachgenannten:
- SAPA: SCIENCE - A PROCESS APPROACH (MAYER), Washington 1962
 - ESS: ELEMENTARY SCIENCE STUDY (JENNER), Massachusetts 1960
 - 5/13: SCIENCE 5/13 (ENNEVER), Bristol 1967.

Auch für die gesellschaftswissenschaftliche Fächergruppe des grundlegenden Sachunterrichts liegen verfahrensorientierte Lernzielbeschreibungen vor, z.B. argumentieren können, einen Standpunkt verteidigen können, eine andere Meinung tolerieren können.

Die Vermittlung der wissenschaftsadäquaten Methoden des Wissenserwerbs wie disziplinspezifische und disziplinübergreifende Strategien zur Informationsgewinnung, Informationsdarstellung und Informationserarbeitung ist angesichts der immensen Wissensexplosion und der teilweise auch raschen Überholbarkeit der wissenschaftlichen Erkenntnisse ein k o m p l e m e n t ä r e s Leitziel zur Konzeptvermittlung (vgl. DEUTSCHER BILDUNGSRAT, Strukturplan 1970, S. 33 f. u.a.). "Um der Gefahr des Veralterns zu entgehen, muß die Erziehung in den Naturwissenschaften auf Information aufbauen, die dauernden Wert haben, und auf Strategien des forschenden Lernens (strategies of inquiry), die eine Anpassung des Wissens an neue Anforderungen möglich machen" (HURD in TÜTKEN/SPRECKELSEN 1971, S. 55). So ist in fast allen neueren Curricula eine Abkehr von den "r e i n e n" Wissenszielen zugunsten der Prozeßziele unverkennbar (vgl. BECK/CLAUSSEN 1976; BLOCH u.a. 1976 u.a.).

Mit der Betonung des p r o z e s s u a l e n Aspekts im naturwissenschaftlichen Unterricht wird den Lernstrategien nicht nur ein instrumenteller Wert zur Erreichung von Zielsetzungen zugesprochen, sondern auch ein e i g e n s t ä n d i g e r Z i e l c h a r a k t e r (vgl. O.3). Das entdeckende Lernverfahren (inquiry approach, discovery learning) ⁴²⁾, bei dem in erster Linie auf Schülerversuchen aufgebaut wird, fördert kognitive und emotionale Leistungsdispositionen eines problemlösenden Verhaltens und intendiert gleichzeitig das Erkennen wissenschaftlich reflektierter Zusammenhänge (RIEDEL 1973 S. 28; AUSUBEL in NEBER 1975², S. 46).

42) Vertreter sind ua. J.S. BRUNER (dt. in NELSON (Hrsg.) 1975²; HENDRIX 1961; KERSH/WITTRICK 1962; WORTHEN 1973; RIEDEL 1973; SUEHMANN 1961).

Entdeckungsstrategien haben fächerübergreifenden Charakter mit hohem kognitionsförderndem Anspruch (vgl. 4.). Das Prinzip der wissenschaftsorientierten Auswahl der Lehr-Lern-Verfahren in primarschulspezifischen curricularen Ansätzen fordert für seine Realisation aber vor allem die Einübung in fachspezifische, fachwissenschaftliche Fähigkeiten und Fertigkeiten⁴³⁾ als Arbeitsweisen, die strukturspezifische Sachkenntnis im naturwissenschaftlichen Bereich gewährleisten (TABA in RIEDEL 1975, S. 24/25). Die Verfahrensstrukturen der wissenschaftlichen Disziplinen gelten im verfahrensorientierten curricularen Ansatz als Lernziele.

Das in der BRD bekannteste und teilweise adaptierte⁴⁴⁾ amerikanische Elementarschulcurriculum "SCIENCE - A PROCESS APPROACH" (SAPA) ist aufgebaut auf der Grundlage einer hierarchisch präzise geordneten Folge von Qualifikationen" (BECK/CLAUSSEN 1976, S. 104), die als Lernziele von den Schülern auch in der festgelegten Reihenfolge und Quantitätsstufe erlernt werden sollen (vgl. Abb.8). Diese Lernziele sollen

43) In der einschlägigen Fachliteratur begegnet uns eine Anzahl von Bezeichnungen, die teilweise austauschbar verwendet werden, z.B. Verfahrensweisen, fachspezifische Techniken, fachspezifische Fertigkeiten, fachspezifische Fähigkeiten, strukturgemäße Verfahren, fachlich-funktionale Lernziele, sach- und fachgemäßer Materialumgang (vgl. BÄUML 1976, S. 581 ff.).

44) Im Curriculum "Weg in die Naturwissenschaft - Ein verfahrensorientiertes Curriculum im 1. Schuljahr" (Von der Arbeitsgruppe Unterrichtsforschung in Göttingen, Stuttgart 1971) ist eine Adaption von S-APA eingeleitet worden. Die weitere Adaption von S-APA wurde 1970 eingestellt (vgl. BECK/CLAUSSEN 1976, S. 104 u.a.). In die bundesdeutsche Diskussion wurde dieses Curriculum der Postputnik-Periode eingeführt von K. SPRECKELSEN mit seinem Aufsatz: Science - A Process Approach, in: Beiträge zum mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterricht. 1968, H.5, S. 35 ff. Vgl. auch TÜTKEN, H.: Bericht über das amerikanische Curriculum "Science - A Process Approach" und die geplante Erprobung in deutschen Grundschulklassen, in: Bericht über die Arbeitstagung "Naturwissenschaftlich-technischer Lernbereich in der Grundschule", Göttingen 1969, S. 19 ff.

Verhaltensziele als Elemente naturwissenschaftlicher Denk- und Handlungselemente darstellen. Dabei ist das Lernziel "Experimentieren können" die höchstkomplexe Qualifikation, die analytisch in eine Reihe von Teilfertigkeiten (vgl. Abb. 8 und 5.2.2) zerlegt wurde, die als Komponenten verfügbar sein müssen. Die Teilfertigkeiten, z.B. das Messen, Zahlbeziehungen gebrauchen, klassifizieren, Hypothesen aufstellen, schlußfolgern wurden nach dem Grad ihrer Komplexität unterschieden und in eine hierarchische Ordnung gebracht (Pfeildiagramm), so daß die einfacheren Fertigkeiten jeweils die Voraussetzung für die komplexeren darstellen. Der Unterricht soll gemäß dieser hierarchischen Ordnung erfolgen, denn "komplexere Leistungen rangieren höher und treten zeitlich gesehen später auf, nachdem zuvor jene Teilfertigkeiten erlernt wurden, die sie unbedingt zur Voraussetzung haben" (GRIEBEL (Hrsg.) 1971, S. 22).⁴⁵⁾

Dieses von der GAGNESchen Lerntheorie geprägte Konzept eines primär methodenorientierten, fächerübergreifenden Unterrichts läßt die Frage unberücksichtigt, ob die Eigenart der Fächer prinzipiell vernachlässigt werden darf (KNOLL in BAUER u.a. 1972, S. 173 f). Es gibt auch eine disziplin-spezifische Prägung der fächerübergreifenden naturwissenschaftlichen Arbeitsweisen. Experimente innerhalb des Physik/Chemie-Unterrichts und Experimente innerhalb des Biologieunterrichts unterscheiden sich z.B. u.a. durch den ethisch vertretbaren Grad des Eingriffs in die natürlichen Zusammenhänge.

Aber SPRECKESENS These, daß das Erlernen der Konzepte jeweils auch den Erwerb der Kompetenz umfassen müsse (TÜTKEN/SPRECKELSEN 1971) läßt die hervorragende Stellung des Experiments innerhalb eines naturwissenschaftlich orientierten Curriculums als konzept- und verfahrensorientiertes Curriculum verständlich werden.

45) vgl. zur Problematik dieser Handlungsanweisungen Anm.30

Denn "vom Stellen des Problems über das Entwickeln von Hypothesen bis hin zu Beobachtungsvorgängen im experimentellen Vollzug integriert dieser induktiv-deduktive Verfahrenszirkel des Experimentierens alle zuvor erworbenen Qualifikationen als Teilfertigkeiten" (TÜTKEN/SPRECKELSEN 1971, S. 18).

Das neuzeitliche Wissenschaftsverständnis, an dem sich das innovatorisch geforderte curriculare Leitziel der Wissensorientierung durchwegs orientiert ⁴⁶⁾, ist oft einseitig positivistisch-naturwissenschaftlich geprägt. Nur was durch die experimentelle Methode erarbeitet und überprüft wurde, ist gültig und relevant im Sinne von "wissenschaftlich". "Was sich nicht den Regeln der wissenschaftlichen Forschung unterwirft, was sich nicht mit Gewißheit, d.h. aufgrund experimenteller Verfahren überprüfen läßt, muß für das menschliche Erkenntnisvermögen schlechthin unentscheidbar sein. Die Regeln, denen naturwissenschaftliche Methoden folgen, gelten als Kriterium für die Unterscheidung geistiger Tätigkeiten in 'wissenschaftlich' und 'nichtwissenschaftlich'" (BURK 1976, S.60/61). Das Experiment stellt in diesem Begründungszusammenhang den "Königsweg der Wissenschaft" (~~R.~~KÖNIG) dar. Da alle wissenschaftlichen Theoreme einen prinzipiell hypothetischen und perspektivischen Charakter haben (POPPER 1971⁴, S. XIV), ist der wissenschaftliche Prozeß unabschließbar und das experimentelle Verfahren nimmt als eine "königliche" Methode der kritischen Prüfung wissenschaftlicher Theorien einen primären Rang in der Skala wissenschaftlicher Untersuchungsverfahren ein. Gesetzhypothesen, Aussagen und Erkenntnisse der Wissenschaft "lassen sich nur indirekt dadurch bestätigen, daß sie in möglichst vielen Versuchen nicht falsifiziert werden. Wer etwas als endgültig verifiziert betrachtet, tritt aus dem 'Spiel der Wissenschaften' aus, da das 'Spiel der Wissenschaft.. grundsätzlich kein Ende' (POPPER 1971⁴, S. 26) hat" (BURK 1976, S. 64) .

46) Eine Neu-Interpretation an Hand der Rück-Besinnung auf das bis in die Antike zurückreichende Verständnis von Wissenschaftlichkeit und die heranziehende Betrachtung gegenwartsbezogener gesellschaftlicher Gegebenheiten und Anforderungen hat K. BURK unternommen in "Grundschule: Kinderschule oder Vorschule der Wissenschaft." Frankfurt 1976.

Das Experiment als eine Methode der Falsifikation ist gemäß diesem den naturwissenschaftlichen Curricula durchwegs zugrundeliegenden Wissenschaftsverständnis (vgl. BLOCH u.a. 1976) auch das grundlegende Verfahren eines (natur-)wissenschaftlich orientierten Unterrichts.

Andere naturwissenschaftliche Techniken und Arbeitsweisen können als Teilfertigkeiten des komplexen experimentellen Verfahrens betrachtet werden (s.o.), wie das in den naturwissenschaftlichen Lernzielkatalogen angeführte Sammeln, Betrachten, Beobachten, Vergleichen, Identifizieren, Analysieren, Ordnen, Konstruieren, Untersuchen, Planen, Isolieren, Tabellieren, Verbalisieren, Messen, Zählen, Benennen, Kategorisieren, Klassifizieren, Hypothesen entwickeln, Schlüsse ziehen, Beziehungen herstellen, Modelle bilden u.a.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die Wissenschaftsbestimmtheit des Lebens in der modernen Industriegesellschaft fordert in den Zielkatalogen des Grundschulunterrichts fachlich-inhaltliche und fachlich-prozessuale Lernziele, wenn der Schulunterricht auf eine kritisch-konstruktive Lebensbewältigung vorbereiten will. Diese didaktische Leitvorstellung hat der Grundschulunterricht propädeutisch zu realisieren. Fach(wissenschaft)liche Propädeutik erfüllt keinen Selbstzweck, sondern steht, wie die Wissenschaften selbst, im Dienste der Umwelterkundung und Lebensbewältigung. "Die Bedingungen des Lebens in der modernen Industriegesellschaft erfordern, daß die Lehr- und Lernprozesse wissenschaftsorientiert sind... Wissenschaftsorientierung der Bildung bedeutet, daß die Bildungsgegenstände, gleich ob sie dem Bereich der Natur, der Technik, der Sprache, der Politik, der Religion, der Kunst oder der Wirtschaft angehören, in ihrer Bedingtheit und Bestimmtheit durch die Wissenschaften erkannt und entsprechend vermittelt werden. Der Lernende soll in abgestuften Graden

in die Lage versetzt werden, sich eben diese Wissenschaftsbestimmtheit bewußt zu machen und sie kritisch in den eigenen Lebensvollzug aufzunehmen" (DEUTSCHER BILDUNGSRAT, Strukturplan 1970, S. 33).

In diesem Sinne bezieht sich das Prinzip der Wissenschaftsorientierung auf alle Schulfächer und bestimmt nicht nur den naturwissenschaftlichen Fächerbereich. 47)

Die "wirklichkeitsstrukturierende", "wirklichkeitsdeutende" und "wirklichkeitserzeugende" wissenschaftliche Tätigkeit (HENNINGSEN) soll durch einen wissenschaftsorientierten Schulunterricht dem lernenden Menschen vermittelt werden und Wissenschaftlichkeit, d.h. das Mühen um Rationalität und Objektivität als "Weise des Umgangs mit der Wirklichkeit" (HENNINGSEN) eingeübt werden. Die Schule muß sich um die Organisation externer Realisationsbedingungen für diese didaktische Leitvorstellung bemühen.

Wissenschaftsorientierter Unterricht ist durch drei elementare Tendenzen (vgl. 3.1.1, 3.1.2, 3.2.1, 3.2.2, 3.2.3) gekennzeichnet:

1. Die Vermittlung fachwissenschaftlicher Konzeptionen soll das wissenschaftsadäquate Verstehen von Sachverhalten der Umwelt ermöglichen. Wissenschaftliche Konzeptionen sind durch Schlüsselbegriffe und Modellvorstellungen konstituiert und repräsentieren die logische Struktur der jeweiligen Wissenschaft Curricula, die aufgrund dieser wissenschaftlichen Komponente konzipiert sind, werden als begriffsorientierte, strukturorientierte oder verfahrensorientierte Curricula bezeichnet.

47) Deshalb wird auch innerhalb dieser Untersuchung kein expliziter Unterschied im Gebrauch der Termini "naturwissenschaftlich" und "wissenschaftlich" gemacht.

Die psychische Dimension, die bei der Realisation dieser Komponente der didaktischen Leitvorstellung "Wissenschaftsorientierung" im Lehr-Lern-Prozeß primär angesprochen wird, ist die k o g n i t i v e Dimension.

2. Die Vermittlung wissenschaftlicher Methoden soll den a d ä q u a t e n E r w e r b v o n U m w e l t e r f a h r u n g ermöglichen. Wissenschaftliche Verfahrensweisen sind durch eine Anzahl von Teilfertigkeiten im Experiment als ~~eine~~ ~~sehr~~komplexe wissenschaftliche Verfahrensweise repräsentiert und konstituieren die p r o z e s s u a l e Struktur der empirischen Wissenschaften.

Curricula, die aufgrund dieser wissenschaftlichen Komponente konzipiert sind, werden als v e r f a h r e n s o r i e n t i e r t e oder m e t h o d e n o r i e n t i e r t e Curricula bezeichnet.

Die psychische Dimension, die bei der Realisation dieser Komponente der didaktischen Leitvorstellung Wissenschaftsorientierung im Lehr-Lern-Prozeß primär angesprochen wird, ist die p s y c h o m o t o r i s c h e Dimension.

3. Die Vermittlung w i s s e n s c h a f t l i c h e r E i n s t e l l u n g e n soll wissenschaftsadäquate Rationalität und Objektivität im U m g a n g m i t d e r U m w e l t ermöglichen.

Wissenschaftsgemäße Einstellungen sind durch die Wertschätzung intersubjektiv überprüfbar**e**n Wissens geprägt und repräsentieren das Vertrauen auf wissenschaftliche Erklärungsweisen der Sachverhalte.

Curricula, die aufgrund dieser wissenschaftlichen Komponente konzipiert sind, liegen e x p l i z i t n i c h t vor; aber i m p l i z i t sind nahezu in allen Lehrplänen Formulierungen von Aufgaben und Leitzielen enthalten, welche diese dritte Komponente eines wissenschaftsorientierten Unterrichts betonen.

Die psychische Dimension, die bei der Realisation dieser Komponente der didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung im Lehr-Lern-Prozeß primär angesprochen wird, ist die e m o t i o n a l e Dimension (vgl. Abb. 12).

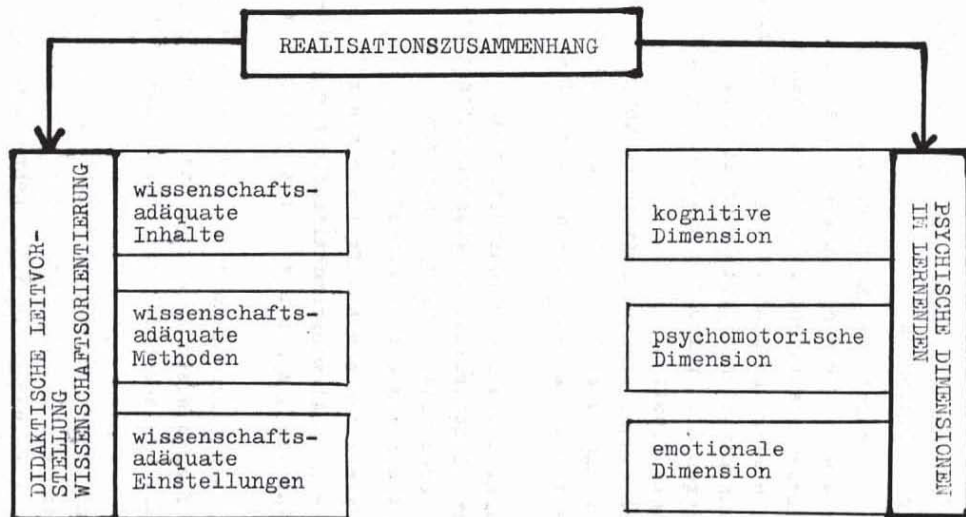


Abb. 12 : Der Zusammenhang zwischen den drei Zielkomponenten der didaktischen Leitvorstellung 'Wissenschaftsorientierung' und den Realisationsdimensionen des Lernvollzugs

(Der Terminus "Dimension" bezeichnet in diesem Zusammenhang einen Bereich der menschlichen Psyche (vgl. HEIMANN in KOCHAN (Hrsg.) 1970). Die Kennzeichnung für die Unterscheidung der drei angeführten Lerndimensionen geschah in Anlehnung an HEIMANN (ebda) und MÖLLER (1973).)

3.2 Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen der dreidimensional bestimmten didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

3.2.1 Wissenschaftsadäquate Inhaltsvermittlung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Forderung nach einer sachgerechten Informationsvermittlung, nach der Berücksichtigung der "kognitiven Gesetzmäßigkeiten eines Sachgebietes" (GAGE), nach dem "Primat des Sachlichen" (KLAFKI), nach einer "sachstrukturellen Unterrichtsplanung" (MÜCKE), nach einer sachlich-strukturellen Elementarisierung der Unterrichtsinhalte (BRUNER) und gleichzeitig die Klage über die "terribles simplificateurs" (RUMPF) des Unterrichtsgegenstandes bestimmen unterrichtspraktische und unterrichtstheoretische Stellungnahmen zum Prinzip der inhaltsorientierten Wissenschaftsorientierung.

Die Suche nach dem "Angemessen-Elementaren" (KLAFKI) bei der Auswahl und Vermittlung der Unterrichtsinhalte soll von sach- und fachangemessenen Argumenten bestimmt sein (SALZMANN in STACH 1976, S. 76), damit Verfälschung und Einseitigkeiten vermieden werden. Die im Unterricht darzustellenden und zu klärenden Sachverhalte bzw. Gegenstände sind phänomenal gekennzeichnet durch eine komplexe Struktur im "Innenhorizont" und die Verflechtung mit benachbarten oder umfassenden Phänomenen im "Außenhorizont" (SALZMANN in STACH 1976, S. 77 f). Diese mehrdimensionale Strukturiertheit eines Phänomens versucht die wissenschaftliche Betrachtungsweise durch eine mehrfach-aspektive Analyse zu erfassen.

Die Abstraktheit ist aber dann ein Merkmal der Untersuchungsergebnisse. Elementare Propädeutik, fachwissenschaftliche Strukturen und Konzepte, exemplarische wissenschaftliche Erklärungsmodelle und naturwissenschaftliche Grundbegriffe sind die inhaltlichen Repräsentationsmodi (BRUNER) eines wissenschaftspropädeutischen Unterrichts.

Dieser knappe Aufriß des Problemzusammenhanges macht deutlich, daß die Realisation der didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung als die Vermittlung wissenschaftsadäquater Inhalte eine adäquate Lehr-Lern-Organisation erfordert.

Im folgenden werden diese elementaren Realisationsforderungen (im Anschluß an 3.1.1 und 3.1.2) thesenhaft dargestellt. Der anschließende Vergleich mit den Lehr-Lern-Aktivitäten bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie ermöglicht dann eine Entscheidung über die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als eine adäquate Realisationsweise der didaktischen Leitvorstellung "wissenschaftsorientierte Inhaltsvermittlung".

Wissenschaftliche Aussagen b e s c h r e i b e n Sachverhalte in einem wissenschaftslogisch strukturierten T h e o r i e g e f ü g e . Fundamentale Leitlinien und elementare Ideen konstituieren von den komplexen Phänomenen der Realität abstrahierte Basiskonzepte. Schlüsselbegriffe (key ideas) sind elementar-konstituierende Faktoren für die Systematisierung der wissenschaftlichen Einzelergebnisse zu einem theoretischen System. Da wissenschaftliche Beschreibungen von Sachverhalten gemäß ihrer jeweiligen Methodenabhängigkeit einen je aspekthaften Charakter aufweisen, sind wissenschaftliche Einzelbegriffe und Theoriegefüge hinsichtlich ihrer strukturspezifischen (fachspezifischen, disziplinentorientierten) Sicht der Sachverhalte als nur relativ gültige Erkenntnisse zu werten.⁴⁸⁾ Es gibt keine allgemein anerkannte einheitliche Struktur d e r Wissenschaft, sondern immer nur eine "Struktur der Disziplin" (BRUNER).

48) Die Konstruktion einer von allen Richtungen der Forschung und der menschlichen Interessen akzeptierbaren "Einheitswissenschaft" ist bisher nicht gelungen. Auch die naturwissenschaftliche Forschung als exakte Forschung hat seit dem Ende der Neuzeit eine je relative Einschätzung als "Einheitswissenschaft" oder überhaupt als Wissenschaft erfahren (vgl. BURK 1976).

Für die wissenschaftsadäquate i n h a l t l i c h e Planung und Gestaltung der Lehr-Lern-Prozesse ist unter dieser wissenschaftsorientierten Bestimmung folgendes Orientierungsraster gegeben: Die Unterrichtsinhalte sollen die wissenschaftslogisch strukturierten Theoriegefüge als Erklärungsmodelle der realen Sachverhalte repräsentativ vermitteln.

Wissenschaftliche Modellvorstellungen sind als Basiskonzepte im Sinne von "Hilfskonstruktionen" (GIEHL) zur logischen Erklärung der Wirklichkeit in elementarer, dem Schüler verständlicher und den wissenschaftlichen Ergebnissen nicht widersprechender Weise anzubieten.

Fachsprachliche G r u n d b e g r i f f e und fachsprachliche A u s s a g e n sollen die disziplinentorientierte Gegenstandsbeschreibung der Wissenschaft bewußt machen und propädeutisch auf die mit steigender Abstraktionsfähigkeit der Schüler (vgl. 4) zunehmend detaillierte Darstellung der wissenschaftlichen Theoriegefüge verweisen.

Das Spiralcurriculum (BRUNER; SPRECKELSEN) als s y s t e m a t i s c h e Auswahl und Anordnung der Lehr-Lern-Inhalte mit s p i r a l i g e m Aufbau, d.h. inhaltlich steigendem Abstraktionsniveau, der Schlüsselbegriffe und fundamentalen Einsichten soll der Forderung nach einer fach- und schülergemäßen Elementarisierung wissenschaftlicher Inhalte gerecht werden. Die Lerngegenstände werden in ihrer "Bedingtheit und Bestimmtheit durch die Wissenschaften" (DEUTSCHER BILDUNGSRAT) durch die fachlich orientierte Anordnung (Lehrplangestaltung) auch in ihrer Methodenabhängigkeit gesehen.

Innerhalb einer nach solchen Prinzipien gestalteten Lehr-Lern-Organisation sind im Hinblick auf die Erarbeitung der Unterrichtsinhalte eine große Anzahl von L e h r - L e r n - A k t i v i t ä t e n erforderlich. Schüler und Lehrer setzen sich mit den Inhalten auseinander, indem sie Gegenstände und Sachverhalte wahrnehmen, entdecken, sammeln, beobachten, beschreiben, benennen, ordnen, darstellen, vergleichen, erkennen, Fragen stellen, unterscheiden, vermuten, Hypothesen

aufstellen, erklären, interpretieren, überprüfen, abstrahieren, transferieren, deduzieren, strukturieren, konstruieren, systematisieren, klassifizieren, relationale Beziehungen sehen, die Abhängigkeit der Erkenntnisse von bestimmten Fragestellungen und Untersuchungsmethoden erkennen u.a.

Diese mehr oder weniger komplexen Lehr-Lern-Aktivitäten vollziehen sich zwar nicht bei jedem "Thema" und bei jeder sachunterrichtlichen Zielsetzung gleichermaßen. Aber es gibt auch keine Auseinandersetzung mit Sachverhalten, die ohne den Einsatz einer bestimmten Anzahl der angeführten Aktivitäten erkenntnisfördernd und erkenntnisaneignend erfolgen könnte.

Überblickt man die Liste dieser Lehr-Lern-Tätigkeiten, so ist die Ähnlichkeit mit den mikrostrukturellen Bestimmungen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie auffallend (vgl. Abb.9 und Abb. 10). Innerhalb der einzelnen Phasen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie sind die oben angeführten Tätigkeiten mit unterschiedlicher Einsatzbreite unabdingbare Bestandteile.

Dieser Zusammenhang begründet die Annahme, daß die experimentelle Lehr-Lern-Strategie in einem positiven Bedingungs- und Realisationszusammenhang zur didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung als Inhaltsorientierung steht.

Im folgenden soll die Art dieses Realisationszusammenhanges noch genauer expliziert und empirische Relevanzkriterien aus der durchgeführten Fragebogenerhebung (vgl. Anhang) angeführt werden.

Die wissenschaftstheoretische Bestimmung hat das Experiment als "Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht" mit zyklischer Struktur aufgewiesen (vgl. 1.1.2 und Abb.4). Eine Hypothese als Annahme innerhalb eines Theoriegefüges wird auf ihren "Wahrheits"-Gehalt mit Hilfe des Experiments im

Rahmen dieses Theoriegefüges untersucht. Die beim Experiment beobachteten sinnlichen Daten werden durch die Rückkoppelung an den theoretischen Vorentwurf interpretiert. Wissenschaftliche Begriffe und Konzeptionen sind also die theoretische Basis für das Experiment als empirische Forschungsmethode. Die Herleitung von "experimentellen Sätzen" aus "theoretischen Sätzen" als erste Formalstufe des Experimentierens ist nach HOLZKAMP (vgl. Abb.5) die Basis für die zweite Formalstufe des Experimentierens als "herstellende Realisationshandlung". Ebenso ist die "Bewertung der experimentellen Befunde nach Abschluß des "Realisationsversuchs" nicht ohne Rückkoppelung an den theoretischen Vorentwurf sinnvoll.

Das bedeutet im vorliegenden Untersuchungszusammenhang, daß die Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie die Kenntnis wissenschaftstheoretischer Inhalte (Begriffe und Konzepte) zur Voraussetzung hat bzw. entscheidend zur Erarbeitung und Vertiefung wissenschaftlicher theoretischer Inhalte beiträgt. Denn Experimente als Prüfinstrumente sind nur im Zusammenhang mit den zu prüfenden Inhalten sinnvoll zu planen und durchzuführen. Die theoretische Vorbereitung des Experiments und die theoretische Auswertung des Experiments sind an Theoriegefüge gekoppelt, die durch Begriffe , Aussagen und Relationen konstituiert werden. Die K o n s t r u k t ebene (hypothesis) wird durch die I n - d i k a t o r ebene (experimentum) verifiziert oder falsifiziert (vgl. Abb. 4). Hypothetischer Vorentwurf und experimentelle Überprüfung müssen auch beim unterrichtlichen Einsatz des Experiments korrelieren, wenn das Experiment seiner wissenschaftstheoretischen Bestimmung entsprechen soll.

Für diese experimentelle Lehr-Lern-Strategie gilt also ein entsprechender Zusammenhang. Lehrstrategisch vermittelte

wissenschaftliche Erkenntnisse in Form von Begriffen, Konzepten, Einsichten und Systemen sollen durch die primär lernstrategisch, d.h. vom Schüler vorgenommene experimentelle Überprüfung wenigstens exemplarisch hinsichtlich ihrer Bedingtheit und Bestimmtheit durch die wissenschaftliche Untersuchungsmethode erkannt werden.

Das Experiment als grundlegende Forschungsmethode der Naturwissenschaften ist für den naturwissenschaftlichen Unterricht deshalb unbedingt in seiner spezifischen Bedeutung für die Erarbeitung wissenschaftlicher Kenntnisse erfahrbar zu machen. Durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie kann dem Schüler begreifbar gemacht werden, wie der Mensch im experimentellen Zugriff die Gegenstände und Sachverhalte auf ihre Merkmale und Relationen hin untersucht und zu Kenntnissen und Einsichten über die "Natur" (Umwelt) gelangt. Für den Schüler selbst werden durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie wissenschaftliche Begriffe subjektiv "entdeckbar" und in ihrem theoriespezifischen semantischen Stellenwert und Gehalt erkennbar. Schlüsselbegriffe wie Objekt, Interaktion, Relativität (vgl. KARPLUS bzw. SPRECKELSEN) sind nur über die methodische Vermittlung durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie in ihrer inhaltlichen Bestimmung operational erfaßbar (vgl. 4.). Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist ein prozessuales Grundelement für den naturwissenschaftlichen Bildungsweg.

Diese E i n s c h ä t z u n g des Experiments im Unterricht wurde auch in der F r a g e b o g e n e r h e b u n g deutlich (vgl. Anhang). Lehrkräfte des 3. und 4. Schülerjahrganges gaben dem Experiment innerhalb der Stofferarbeitungsphase des Unterrichts einen exponierten Stellenwert (vgl. Anh., Frage 7, S. 18). Die Lernwirksamkeit der experimentellen Unterrichtsform für die Erkenntnisgewinnung wurde stark betont (vgl. Anhang, Frage 16, S. 27). Der Lerneffekt

der experimentellen Unterrichtsform wurde für den Wissenserwerb höher eingeschätzt als für die Schulung fachspezifischer Fähigkeiten u.a. (vgl. Anh. Frage 20, S. 31 und Frage 22, S. 33).

Demgemäß ist auch der Unterrichtspraktiker m.E. der Überzeugung, daß durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht die (naturwissenschaftlichen) inhaltlich-materialen Wissensziele sachadäquat erworben werden können.

Unterrichtstheoretiker und Unterrichtspraktiker sind der Überzeugung, daß "grundlegende Einsichten, Gesetzmäßigkeiten, Regeln und Begriffe vom Lernenden nicht rezeptiv erworben, sondern in einer angeleiteten, konstruktiv-produktiven Sachauseinandersetzung selbst entdeckt, geprüft und formuliert werden (sollen)... Insbesondere für die Bereitschaft zur konstruktiven Auseinandersetzung mit einem Sachverhalt, aber auch für die Disponibilität von Kenntnissen und Einsichten in neuen Situationen dürfte ein Zusammenhang von Lernbedingungen Voraussetzung sein, der am ehesten bei einem Lehr- und Lernverfahren entdeckenden Lernens zu realisieren ist" (RIEDEL 1973, S. 291 f).

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine gewichtige Teilmenge des entdeckenden Lehr-Lern-Verfahrens (vgl. 3.1.3 und 4.). Die Anwendung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie fördert im Sinne der inhaltsorientierten Wissenschaftsorientierung die kritische Auseinandersetzung mit wissenschaftlich konstruierten Beschreibungssystemen von den Sachverhalten der Umwelt, wenn der Lehrende die lehrstrategischen Aktivitäten bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Sinne einer Anleitung zur kritisch-prüfenden Sachauseinandersetzung gestaltet. Dann wird dem Schüler auch die Methodengebundenheit aller Erkenntnis erfahrbar.

Die gemeinsame Planung von Experimenten und die Durchführung von Experimenten bei bestimmten Stoffen und bei bestimmten Fragestellungen wird deshalb von Unterrichtspraktikern besonders hervorgehoben (vgl. Anh., Frage 8, S. 19 und Frage 17, S. 28).

Durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie können die Schüler nochmals alles experimentell ermitteln, was bisher u.a. mit Hilfe dieser Forschungsmethode an Erkenntnissen gefunden wurde. Aber der exemplarische Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie leistet einen wertvollen Beitrag dazu, daß die Kinder fähig werden, "Informationen von anderen so zu interpretieren, als ob er sie selbst entdeckt hätte. Den Erwerb dieses funktionalen Verständnisses für naturwissenschaftliche Grundbegriffe kann man als 'naturwissenschaftliche Bildung' (ROBERT KARPLUS) bezeichnen" (KLEINSCHMIDT 1970, S. 218).

Die naturwissenschaftlichen Lerngegenstände können über den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie sachgemä ß als Modellvorstellungen und nicht als ein für allemal festgelegte Regelgebilde "gelernt" werden. Das ist auch bedeutsam im Sinne eines "erziehenden" Unterrichts; denn die "Welt" ist kein Katalog von schlicht zu lernenden Daten, Fakten und Begriffen. Die Gegenstandsstruktur ist nicht steril-eindimensional festlegbar, sondern in einem mehr oder weniger offenen Untersuchungs- und Deutungsprozeß jeweils neu festzustellen (vgl. NEFF 1977, S. 15 f).

Beim Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im naturwissenschaftlichen Unterricht wird das trotz vieler Bemühungen bisher ungelöste (vielleicht allgemein unlösbare) Problem der relevanten Auswahl der Lerninhalte teilweise relativiert, weil der Akzent auf den prozessualen Aspekt der naturwissenschaftlich orientierten Lernprozesse gelegt wird, was angesichts der Tatsache bedeutsam ist, daß bisher innerhalb der Fachwissenschaften die "Überwindung wissenschaftsgeschichtlich verständlicher Autonomiebestrebungen zugunsten einer konstruktiven Zusammenarbeit" (RIEDEL) bisher nicht gelungen ist. "Nicht nur, daß zwischen den Fachvertretern der Disziplinen ein Konsens z.B. über die Relevanz eines Gegenstandes kaum zu erreichen ist und auch problematisch sein dürfte, sondern vor allem, weil in den Fachwissenschaften die didaktische Fragestellung bisher geradezu ausgeklammert wurde" (RIEDEL 1973, S. 293).

3.2.2 Wissenschaftsadäquate Methodenanwendung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Wenn zur Forderung nach wissenschaftsorientierten Inhalten die komplementäre Forderung nach wissenschaftsorientierten Methoden tritt, dann ist damit die Erwartung verbunden, daß das Einüben elementarer Forschungsmethoden beim Lernenden selbständigen Kenntniserwerb und kritische Einsicht in die Methodenabhängigkeit aller menschlichen Erkenntnis ermöglicht. Die formal-prozessualen Aspekte in der Lernzielbestimmung für den naturwissenschaftlichen Unterricht korrelieren mit den inhaltlich-materialen Bestimmungen (vgl. 3.1.1). Dabei werden die fachspezifischen Arbeitsweisen, Verfahren, Fähigkeiten und Fertigkeiten nicht primär als instrumentale Lernziele, etwa im Sinne der Arbeitsschulpädagogik, hinsichtlich ihrer unterrichtsmethodischen Funktion gemäß der Formel "von der tätigen Anschauung zum Begriff" (vgl. KERSCHENSTEINER) verstanden. Sie haben einen eigenständigen Zielcharakter und einen Selbstzweck als prozessuale Lernziele. 49)

Konkret-praktische Tätigkeiten wie fachspezifische Techniken und Fertigkeiten und abstrakte geistige Vollzüge wie Denk- und Problemlösungsstrategien sind nicht nur Vermittlungsmethoden von Kenntnissen, sondern auch Ermittlungsmethoden von Einsichten in Sachzusammenhänge. Die innovatorischen Bestrebungen für den grundlegenden Sachunterricht fördern gemäß dem Prinzip der Wissenschaftsorientierung eine Methodenreform (vgl. O.2). "Unter den Methoden werden diejenigen bevorzugt, die als Vorformen wissenschaftlicher Verfahren gelten können. Diese Methoden sind nicht nur ein Mittel

49) Die genannten Prozeßziele sind nicht neu, sondern kommen "in der pädagogischen Literatur schon sehr früh vor: vergleichen, unterscheiden, gruppieren, einteilen, klassifizieren, beobachten, experimentieren, erklären - das sind Ziele, die z.B. in DIESTERWEGS Schriften vor allem im Zusammenhang mit dem Heimatkundeunterricht, dem Physik-, Raumlehre-, Geographie- und Himmelskundeunterricht immer wieder wörtlich genannt werden und auch später in allen bekannten Schriften zum naturwissenschaftlichen Unterricht zu finden sind" (FREISE 1972, S. 111).

zum Zweck der Aneignung der Inhalte, sondern haben als Lernverfahren und-prozesse ihren Wert in sich, da sie Verhaltensweisen und Fähigkeiten einschulen, die für die Ausbildung einer wissenschaftlichen Forschungshaltung bestimmend sind. Besonderer Wert wird auf die Methoden gelegt, die problemlösendes Denken, selbsttätiges Arbeiten und Kooperationsfähigkeit schulen" (NEUHAUS 1974, S. 174).

Die Methoden des Erwerbs wissenschaftlicher Erfahrung können und sollen bereits vom Grundschulkind im Prinzip beherrscht werden (vgl. 3.1.3 und 4.). Die naturwissenschaftliche Bildung gilt auch in diesem Zusammenhang als Elementarbereich der allgemeinen Bildung: "Wer 'Bildung des Denkens' sagt, meint 'Bildung von Operationen', und wer 'Bildung von Operationen' sagt, meint 'Aufbau von Operationen'. Der Aufbau von Operationen vollzieht sich im Laufe des Suchens und Forschens" (AEBLI 1963, S.94 f).

Wissenschaftsorientiertes Lernen vollzieht sich durch möglichst selbständiges Forschen und Konstruieren (vgl. 4.). Aufgabe des Lehrers ist es, Lernhilfen in Gestalt von Informationsgaben und Methodenhinweisen bereitzustellen, damit die Schüler im Sinne der allen schulischen Lernprozessen immanenten pädagogisch-didaktischen Zielsetzung beobachtend und experimentierend "angeleitet entdecken" können. Die Bestimmung der Art, der Menge, und des zeitlichen Einsatzes der Lernhilfen ist ein lehrtheoretisches Zentralproblem (vgl. EINSIEDLER 1975, S. 649; BAÜML 1974, S. 135 f). Die Affinität des "entdecken-lassenden" Lehrverfahrens zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie ist durch die für beide Strategien charakteristische Technik des selbständigen Findens von Erkenntnissen bestimmt.

Für die Forderung nach wissenschaftsadäquaten Methoden als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung Wissenschaftsorientierung sind folgende **K r i t e r i e n** charakteristisch: Die naturwissenschaftliche Erkenntnisgewinnung ist ein **d y n a m i s c h e r** Prozeß, der nach STEGMÜLLER (1969, S. 76) durch die beiden Tätigkeitskomplexe **B e s c h r e i b e n** und **E r k l ä r e n** gekennzeichnet ist.⁵⁰⁾ Dieser Prozeß verläuft nach bestimmten

-
- 50) Nach STEGMÜLLER (1969) ist allen Beschreibungen gemeinsam, "daß sie Antworten zu geben versuchen, auf Fragen der Art 'Was ist (war) der Fall?'. Erklärungen versuchen demgegenüber Fragen der Form 'Warum ist (war) das und das der Fall?' zu beantworten. Sie sind nicht zufrieden damit, das Auftreten bestimmter Phänomene festzustellen, sondern sie versuchen, die Gesetzmäßigkeiten zu erkennen, die zu diesem Auftreten führen. Beschreibungen sind oft Berichte, in denen Beobachtungen physikalischer Zustände geschildert werden. Sie können dabei jedoch auch von Gesetzen und Hypothesen Gebrauch machen. Man kann also nicht sagen, daß nur in Erklärungen theoretische Sätze vorkommen, oder daß Beschreibungen nur von empirischen Sätzen Gebrauch machen (TONDL 1973, S. 158). Wohl aber sind Erklärungen ohne theoretische Sätze undenkbar, während hingegen Beschreibungen nicht unbedingt theoretische Prädikate enthalten müssen... Wir glauben jedoch, daß man auf einer genügend allgemeinen Ebene alle wissenschaftlichen Tätigkeiten unter zwei Oberbegriffen subsumieren kann: Beschreiben und Erklären. Und wir werden weiter dahingehend argumentieren, daß rein beschreibende Tätigkeiten für hoch entwickelte Naturwissenschaften untypisch sind. Dann ist es gerechtfertigt, den naturwissenschaftlichen Problemlösungsprozeß als einen Erklärungsprozeß aufzufassen" (LIND 1975, S. 118 f).

Regeln, welche auch die wissenschaftlichen Untersuchungsverfahren und Forschungsmethoden konstituieren. Die experimentelle Methode ist das komplexeste wissenschaftliche Handlungsmodell, das für alle naturwissenschaftlichen Disziplinen übergreifend gilt. Die experimentelle Überprüfbarkeit gilt als Kriterium für Wissenschaftlichkeit (vgl. 1.1 und 1.3). Fachspezifische Techniken und Arbeitsweisen können als Teilfertigkeiten des Experiments als komplexeste Verfahrensweisen der Naturwissenschaften identifiziert werden.

Wissenschaftsorientierter Unterricht hat die dem allgemeinen menschlichen Erkenntnisprozeß als Problemlösungsprozeß affinen wissenschaftlichen Methoden des Erwerbs von Wissen zu vermitteln. Das Erlernen von Konzepten und der Erwerb der entsprechenden Kompetenz (SPRECKELSEN), Wissensziele und Prozeßziele sind komplementär zu sehen.

Wissenschaftsadäquates Denken- und Handelnkönnen ermöglicht den Erwerb einer sachgerechten Umwelterfahrung.

Methodenorientierter naturwissenschaftlicher Unterricht hat sich in einem "induktiv-deduktiven Verfahrenszirkel" (TÜTKEN/SPRECKELSEN) zu vollziehen. Die experimentelle Methode als "Königsweg der Wissenschaft" (R.KÖNIG) hat eine zentrale Funktion innerhalb der wissenschaftsadäquaten Strategien der Informationsgewinnung, Informationsverarbeitung und Informationsdarstellung einzunehmen.

Entsprechend dem Forschungsverhalten des Naturwissenschaftlers, das durch eine große Anzahl mehr oder weniger komplexer intellektueller und manueller Aktivitäten konstituiert wird, hat auch der in die wissenschaftliche Forschungsart einzuführende Schüler eine Reihe von Teilfertigkeiten zu erlernen. Bei der Einübung in die experimentelle Methode als zentrale wissenschaftliche Forschungsstrategie kommen u.a. folgende Aktivitäten in unterschiedlicher Kombination und Gewichtung zur Anwendung:

beobachten, analysieren, Hypothesen aufstellen, vergleichen, voraussagen, untersuchen, planen, konstruieren, isolieren, messen, zählen, verbalisieren, tabellieren, Schlüsse ziehen, Beziehungen herstellen, Modelle bilden (vgl. auch die Angaben in Abb. 9 und Abb. 10). Diese Fähigkeiten und Fertigkeiten stellen u.a. operationalisierte Verhaltensziele der experimentellen Lehr-Lern-Strategie dar. Als Leistungsdispositionen ist jeder dieser aufgeführten Prozesse wiederum durch verschiedene Qualitätsstufen charakterisiert. Der Lernende sollte über einen quantitativ und qualitativ hohen Anteil dieser Aktivitäten verfügen, wenn er die experimentelle Strategie als Problemlösungsstrategie anwenden will.⁵¹⁾ Die einfacheren Prozesse sollen nach GAGNE (1965, S. 4) schon in der Grundschule teilweise voneinander getrennt und in systematischer Weise erlernt werden. Die Koordination

-
- 51) In Abb. 8 ist die experimentelle Verfahrensstruktur dargestellt, die für das verfahrenorientierte Curriculum SAPA ermittelt wurde. Diese Grafik zeigt nur eine G r o b s t r u k t u r der Verfahrenshierarchie. "Jeder der dort aufgeführten Prozesse wird wiederum in eine Reihe von Teilfertigkeiten gegliedert, die als aufeinander aufbauende Lernziele dargestellt werden. Für die Erreichung der grundlegenden Verfahrensweise "Beobachten" beispielsweise werden 18 sequentiell geordnete Lernziele benötigt. Auf die Gesamtzahl der zu erlernenden Verfahrensweisen bezogen ergeben sich 191 Lernziele, die in ihren Abhängigkeiten und Beziehungen zueinander in einer Hierarchie festgehalten werden. Diese Hierarchiekette dürfte, gemessen an den Lernzielkatalogen, was ihre Komplexität und ihre Strukturierung bis ins kleinste Detail anbelangt, einmalig sein" (aus KLEWITZ/MITZKAT : Geschlossene und offene Konzeptionen im naturwissenschaftlichen Unterricht der Primarstufe, in: HALBFAS/MAURER/POPP (Hrsg.) 1976, S. 76).

der Einzelaktivitäten zum Gesamtverlauf der experimentellen Methode mit operativem, hierarchischem Prozeßcharakter (vgl. Abb. 4,5,6,7) ist dabei ein immanent angestrebtes Lernziel, das im Grundschulunterricht nur ansatzweise realisiert werden kann (vgl. 4). Aber die Strukturmerkmale der Mehr-Schrittigkeit des experimentellen Forschungsprozesses, der Aktivitätenkombination, der zyklischen Struktur und des intern-externen Operationszusammenhanges können, wenn auch (den internen und externen Operationsbedingungen entsprechend) nur in unterschiedlichen Qualitätsstufen erarbeitet werden. Die experimentelle Methode als eine z e n t r a l e Methode innerhalb der "Trias Subjekt-Methode-Objekt" (WAGENSCHNEIN) sollte eine fundamentale Methodenerfahrung im naturwissenschaftlichen Anfangsunterricht darstellen (ECKHARDT 1974, S. 116; WAGENSCHNEIN 1965, S. 309).

Im Bewußtsein der Unterrichtspraktiker nimmt die experimentelle Methode wie auch PIAGET bedauernd feststellt (vgl. O.1 und 4.) noch nicht den ihrer didaktischen Funktion als wissenschaftsorientierte Methode entsprechenden Rangplatz ein. Innerhalb der im Zusammenhang mit dieser theoretischen Analyse erfolgten Befragung von Grundschullehrkräften (vgl. Anhang) wurde die Funktion des Experiments für die Wissensvermittlung im Vergleich zur Methodenaneignung durchwegs exponiert höher eingeschätzt. In der Einschätzung der Bedeutsamkeit von Versuchen im Unterricht für die Verwirklichung von Unterrichtsprinzipien, für die Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse und für die Gewinnung eines naturwissenschaftlichen Methodenverständnisses wurde letztere Bestimmung erstaunlich geringwertig beurteilt (vgl. Anh., Frage 22, S. 33). Auch der Effekt der experimentellen Unterrichtsform für die Schulung fachspezifischer Fähigkeiten erhielt gegenüber Lernmotivation und Wissenserwerb einen nachgeordneten Rang. Vielleicht ist diese geringe Einschätzung

teilweise auch dadurch erklärlich, daß im Bewußtsein der Unterrichtspraktiker die Probleme der Verfrühung und Verfälschung bzw. das Experimentieren als "Spielerei" besonders stark haftet (vgl. Anh., Frage 15, S. 26). Prozesse und Fertigkeiten werden noch nicht gewertet als Lernziele mit eigenständigem Zielcharakter, durch die auch der schulische Lernprozeß als Prozeß der Kenntnisfindung gestaltet werden sollte. Das Lehren des Prozesses läßt auch das Lernen als lebenslang andauerndes Bemühen (lifelong learning) bewußt werden (vgl. SKOWRONEK 1969, S. 159).

In diesem Zusammenhang wäre ein Umdenken innerhalb der Unterrichtspraxis notwendig, das aber durch die in den vorliegenden innovatorischen Lehrplänen gegebene Handlungsanweisungen eher verhindert als gefördert wird. Dem Experiment "haftet in seiner kritisch-emanzipatorischen Verwendung die aktive Auseinandersetzung mit der Wirklichkeit an. Es ist dann Problemsuche, Lösungsentwurf, Verwirklichung und kritische Reflexion von Handlung und Ergebnis. Mit dieser Form sind bei den Zielen mehrerer Lehrpläne noch Ähnlichkeiten zu entdecken. Die Konkretisierungen aber enthalten Experiment und Bestätigung, geben fertige Begriffe, nennen Wahrheiten. Sachunterricht dieses Typs ist Kunde, gibt Kenntnis und verschüttet mit der Fülle tradierten Wissens leicht das Problem, ob das, was so scheint, auch so ist" (MARQUARDT in LAUTERBACH/MARQUARDT 1976, S. 90). Die Verfahrensziele, welche die prozessualen Merkmale naturwissenschaftlicher Tätigkeiten repräsentieren, sind in allen Ländern ausnahmslos zu Zielen erhoben worden. Aber die angemessene Detaillierung und Operationalisierung dieser Zielkategorie weist weithin Leerstellen auf.

Auch kritische Stimmen zur Durchführung des Experiments im Grundschulunterricht wurden laut. SCHIETZEL (1973) kritisiert die verfahrensorientierten curricularen

Konzepte von ihrer schülerbezogenen Grundlegung her.

"Die Beobachtungen, Experimente, Messungen der Naturwissenschaftler lassen sich nicht in eine Reihe stellen mit jenen Beobachtungen, Experimenten und Messungen, die das Kind einer Grundschule anstellt, auch wenn die letzteren am Anfang, die ersten am Ende einer Entwicklungsreihe stehend vorgestellt werden. W i s s e n s c h a f t l i c h e D e n k - u n d A r b e i t s v e r f a h r e n lassen sich in der Grundschule bestenfalls imitieren; sie sind n i c h t e c h t, sondern nur als Dressurprodukte ü b e r t r a g b a r. Einen Physiker und einen Chemiker kann das Grundschulkind nur spielen (wie etwa auch einen 'Doktor'), und nur im Scherz kann man das Kind einen 'kleinen Naturforscher' nennen" (ebda, 1973, S. 158 f).

Die Gefahr, daß die beim Experiment einzusetzenden Aktivitäten nur ein "Nachvollzug von Vorschriften" (MATHIESEN) und die experimentelle Lehr-Lern-Strategie nur ein "Dressurprodukt" (SCHIETZEL) darstellt, darf nicht übersehen werden. Die einfache Übertragung bzw. Vermittlung des naturwissenschaftlichen experimentellen Verfahrens in die Unterrichtspraxis ist auch nicht das Ziel eines verfahrensorientierten naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts. Die behutsame A n l e i t u n g der Schüler zum selbständigen Nachforschen und zu s e l b s t ä n d i g e r A n t w o r t s u c h e soll vorbereitende Elementarakte wissenschaftlicher Erkenntnisgewinnung initiieren. Die experimentelle Methode als wissenschaftliche Arbeitsmethode ist ein Weg, der vom Staunen und Sch-Wundern (WAGENSCHIEIN) über Naturphänomene zu deren Klärung führen kann. Das Wesentliche im verfahrensorientierten naturwissenschaftlichen Unterricht sind "nicht die in der Tat nur induktiv zu gewinnenden Messungsergebnisse irgendwelcher Vorgänge, sondern die Einsicht in die Methoden und der Nachvollzug der großen H y p o t h e s e n " (KLAFFKI 1957, S. 366).

3.2.3 Wissenschaftsadäquate Einstellungsanbahnung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und ihre Relation zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Die Notwendigkeit von Einstellungen und Wertorientierungen als Zieldimension des affektiven Lernbereichs wird in den jüngsten curricularen Überlegungen und Konzeptionen zum grundlegenden Sachunterricht auch für den naturwissenschaftlichen Fächerbereich postuliert. "Kaum eine Präambel in einem Lehrplan oder ein Vorwort zu einem bestimmten Curriculum klammert diesen Bereich aus. Andererseits sind die Versuche, gezielte Maßnahmen zur Erreichung bestimmter Einstellungen zu setzen, außerordentlich spärlich" (HÄUSSLER in BLOCH u.a. 1976, S. 5). Die Aussagen zu Lernzielsetzungen im Strukturplan für das Bildungswesen (für die BRD, 1970) beziehen sich neben Wissens- und Prozeßzielen auch auf sogenannte "Allgemeine Lernziele", unter denen neben der Ausbildung von Verantwortungsgefühl die kooperativen Verhalten im Gegensatz zu konkurrierendem Verhalten und die Förderung des kritischen Urteilsvermögens besonders betont werden. 52)

In den amerikanischen Curricula ist die Zielsetzung "scientific attitudes" eingeplant. Damit sind Einstellungen von Außenstehenden gegenüber der Wissenschaft und sogenannte wissenschaftliche "Tugenden" der Naturwissenschaftler gemeint,

52) Nach BLOCH u.a. (1976, S. 5) sind die Forderungen nach kritischem Urteilsvermögen, Kooperation und Verantwortung bei den neueren Curricula der "Environmental Studies" (z.B. "Man and the Environment" oder FREISES "problemorientierte Einheiten") mit ihren deutlichen gesellschaftskritischen Anklängen wenigstens in Ansätzen erfüllt.

die als wissenschaftsgemäße Haltungen dem Schüler durch den Unterricht vermittelt werden sollen, z.B. Forschungsinteresse, Frageverhalten, Sachlichkeit, Kritikbereitschaft und Kritikfähigkeit, Aufgeschlossenheit, Rationalität. Das Interesse am forschenden Umweltbezug und eine rational-kritische Einstellung sind grundlegend für ein positives Verhältnis zur wissenschaftlichen Arbeit und zu den wissenschaftlichen Ergebnissen. Auch die Erziehungsziele der früheren Bildungspläne (vgl. KERSCHENSTEINER u.a.) werden in diesem Zusammenhang angeführt, z.B. daß die Methoden der Untersuchung, der genauen Beobachtung und des Experimentierens die "Tugenden" der Gründlichkeit, Gewissenhaftigkeit, Sauerkeit, Redlichkeit, Ehrlichkeit, Kooperationsbereitschaft und Rücksichtnahme heranbilden (vgl. FREISE 1972, S. 313).

Einstellungsziele und Verhaltensdispositionen stehen nicht nur im Dienste des modernen emanzipatorischen Reforminteresses; sie sind eine elementare Zielkomponente des wissenschaftsorientierten Unterrichts (TÜTKEN 1970). "In der Folge des Heimatkundeunterrichts bedeutet das die Aufhebung der unreflektierten Emotionalität durch Sachbezogenheit" (MARQUARDT in LAUTERBACH/MARQUARDT 1976, S. 100).

Rationalität, Objektivität, epistemisches Verhalten, Kritikfähigkeit und Vertrauen auf wissenschaftliche Verfahren sowie die Wertschätzung eines intersubjektiv überprüfbaren Wissens bilden die Schwerpunkte dieses Zielsetzungskomplexes. Sachbestimmte Einstellungen und kritisches Urteilsvermögen sind die Basis für eine kritisch-prüfende Sachauseinandersetzung im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Die experimentelle Methode bildet als eine kritische Forschungsmethode einen bedeutsamen Realisationsfaktor für diese Zielvorstellung.

Die Schüler lernen innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie die Methodengebundenheit wissenschaftlicher Er-

kenntnisse entsprechend zu werten und kritisch zu reflektieren. Sie können feststellen, daß z.B. mit Verlagerung des Forschungsinteresses sich auch die Perspektive in der Phänomenbetrachtung und Phänomenuntersuchung ändert (KLEIN-SCHMIDT 1970, S. 218).

Das Experimentieren als eine nach logischen Regeln sich vollziehende Umgangsweise mit der Wirklichkeit erfordert rationale Planung und rationale Interpretation.

Das Erkenntnisinteresse, das sich in einem epistemischen Verhalten äußert (vgl. 1.4 und 4.), ist eine unabdingbare Voraussetzung der experimentellen Methode, weil es deren Zielsetzung mitbestimmt (vgl. Abb.4). Der Einsatz der experimentellen Methode verfolgt aber auch stets einen ganz bestimmten Zweck: aufgrund der Wertschätzung eines empirisch bzw. intersubjektiv geprüften Wissens wird das Experiment gezielt innerhalb des Prozesses der Wissens- bzw. Erfahrungsgewinnung eingesetzt (vgl. Abb. 4, S. 48). Die anthropologische Mehrdimensionalität der Erfahrungsgewinnung ist auch ein Strukturmerkmal der experimentellen Methode; ohne die affektive Komponente als Anbahnung sachlich - kritischer und zugleich vertrauender Einstellungen zu wissenschaftlichen Forschungsmethoden kann die experimentelle Methode ihre wissen-"schaffende" und wissen-prüfende Funktion nicht erfüllen.

Deshalb ist die sachgemäß durchgeführte experimentelle Methode auch eine effektive Realisationsweise wissenschaftsadäquater Verhaltensdispositionen innerhalb des naturwissenschaftlichen Unterrichts.

Gerade im Grundschulunterricht, in dem die Grundlagen für wissenschaftsgemäßes Denken und Handeln im Dienste der Umweltbewältigung gelegt werden sollen, bietet die experimentelle Methode als Methode der kritisch-prüfenden Sachauseinandersetzung ein breites Übungsfeld für angemessene Verhaltensschulung und angemessene Einstellungsanbahnung.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die analytische Deskription der didaktischen Leitvorstellung Wissenschaftsorientierung machte deutlich, daß ein wissenschaftsorientierter (Grundschul-) Unterricht gemäß den drei Zielkomponenten der wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung, der wissenschaftsadäquaten Methodenanwendung und der wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung zu konzipieren ist. Die adäquate Gestaltung des Lehr-Lern-Prozesses richtet sich auf die drei elementaren Dimensionen des Lehr-Lern-Prozesses (vgl. 3.3).

Eine vergleichende Analyse ergab, daß die für die Realisierung der einzelnen Zielkomponenten geforderten Lehr-Lern-Aktivitäten und die bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie einzusetzenden Lehr-Lern-Aktivitäten qualitativ und quantitativ ähnlich sind.

Der Vergleich der makro- bzw. mikrostrukturellen Elemente der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mit den Merkmalen der einzelnen Zielkomponenten (vgl. 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3) ließ auch die Affinität zwischen den jeweiligen inhaltlichen Zielsetzungen und der kognitiven, psychomotorischen und emotionalen Lerndimension erkennen.

3.3 Kritisches Resümee

Die Frage nach den didaktischen Funktionen des Experiments im Unterricht wurde im Rahmen dieser Untersuchung auf die Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den didaktischen Leitvorstellungen Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht eingeschränkt (vgl. 0.3). Die Analyse dieser Fragedimension ist ein Beitrag zu einer zentralen didaktischen Aufgabe: der Klärung des Zusammenhanges zwischen beabsichtigten Zielen (Intentionen) und deren Realisationsmöglichkeiten durch bestimmte Lehr-Lern-Verfahren (Methoden) innerhalb des mehrdimensionalen Lehr-Lern-Vollzugs (vgl. 3.0 und Abb. 12).

Die Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den einzelnen Zielkomponenten der didaktischen Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3) ließ erkennen, daß durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie die o.g. Zielvorstellungen in qualitativ und quantitativ mehrfacher Hinsicht realisiert werden können.

Die didaktische Intention der Wissenschaftsorientierung und die experimentelle Lehr-Lern-Strategie fordern die Berücksichtigung der drei elementaren Dimensionen des Lehr-Lern-Vollzugs in analoger Weise.

Die didaktische Intention der Wissenschaftsorientierung fordert in ihren drei Teilkomponenten die Schulung kognitiver, psychomotorischer und emotionaler Verhaltensdispositionen, welche innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mehr oder weniger interdependent zur Anwendung kommen.

Die Qualitätsstufen der Zielsetzung und Zielerreichung innerhalb des Lehr-Lern-Prozesses sind prinzipiell von vielen internen und externen Realisationsbedingungen abhängig, die im Fortgang dieser Untersuchung (vgl. 4. und 5.) noch weiter expliziert werden. Die Entscheidungsstrukturen des Unterrichtsprozesses sollten im Sinne der Theorie-Praxis-Relevanz didaktischer Überlegungen nicht ohne die Berücksichtigung der Bedingungsstrukturen erörtert werden (vgl. EIGLER u.a. 1976; HEID 1970 b; RUMPF 1974; MESSNER u.a. 1975; KLAUSMEIER/GOODWIN 1969; FLECHSIG/HALLER 1975 u.a.). Zu fordern wären für die Klärung des befragten Realisationszusammenhanges auch Wirkungsanalysen⁵³⁾, welche empirische Relevanzkriterien für die theoretischen Annahmen bereitstellen würden.

-
- 53) Die im Zusammenhang mit dieser Untersuchung durchgeführte Fragebogenerhebung kann als Pilot-Studie gesehen werden (vgl. Anhang). In der Fachliteratur liegen nur sehr wenige empirische Untersuchungen zur didaktischen Funktion des Experiments im Unterricht vor. Hinsichtlich der Lernwirksamkeit des Experiments im Physikunterricht haben WELTNER/WARNKROSS positive empirische Relevanzkriterien ermitteln können, vgl. WELTNER/WARNKROSS: Über den Einfluß von Schülerexperimenten, Demonstrationsunterricht und informierenden Physikunterricht auf Lernerfolg und Einstellung der Schüler, in: ROTH, I. (Hrsg.): Beiträge zur empirischen Unterrichtsforschung. Hannover/Berlin/Darmstadt 1969.

3.3.1 Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Sollen die L e h r - L e r n - I n h a l t e wissenschaftlich adäquate Einzelkenntnisse bzw. theoretische Systeme vermitteln, so muß die A u s w a h l , A n o r d n u n g und V e r m i t t l u n g der Lehr-Lern-Gegenstände r e p r ä s e n t a t i v , e l e m e n t a r und f u n d a m e n t a l hinsichtlich der Wissenschaften sein.

Diese grundsätzliche Forderung der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung kann beim Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht angemessen erfüllt werden.

Die e x p e r i m e n t e l l e L e h r - L e r n - S t r a t e g i e mit den ihr eigenen Merkmalen des wissenschaftlichen Forschungsprozesses ist eine a d ä q u a t e V e r m i t t l u n g s m e t h o d e w i s s e n s c h a f t l i c h e r I n h a l t e. ⁵⁴⁾

Wissenschaftstheoretische I n h a l t e (Begriffe, Konzepte, Einsichten, Systeme) bilden die G r u n d l a g e für die Hypothesenbildung als 1. Formalstufe des Experimentierens.

Wissenschaftstheoretische I n h a l t e (Begriffe, Konzepte, Einsichten, Systeme) sind auch P r o d u k t e der Interpretation des experimentellen Vorgangs und der experimentellen Befunde.

Die experimentelle Strategie führt zu einem f u n k t i o n a l e n V e r s t ä n d n i s der wissenschaftlichen Begriffe und Zusammenhänge.

54) Diese Aussage schließt nicht aus, daß es auch a n d e r e adäquate Vermittlungsmethoden von wissenschaftlichen Unterrichtsinhalten gibt.

In Abb. 13 werden die elementaren Kriterien dieses Begründungszusammenhanges im Überblick dargestellt. Die tabellarische Anordnung erleichtert die rasche Erfassung der relationalen Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der Zielsetzung einer wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

3.3.2 Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der wissenschaftsadäquaten Methodenanwendung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Sollen die Lehr-Lern-Methoden den Wegen der wissenschaftlichen Erkenntnisgewinnung adäquat sein, so müssen im Unterricht fundamentale wissenschaftliche Forschungsmethoden in elementarer Weise eingeübt werden. Diese grundsätzliche Forderung der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung kann durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht angemessen erfüllt werden.

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie mit den ihr eigenen Merkmalen des wissenschaftlichen Forschungsprozesses ist eine zentrale Methode zur Einschulung eines wissenschaftsadäquaten Forschungsverhaltens. 55)

55) Die Aufgliederung des komplexen Forschungsprozesses in eine "Reihe von Unterprozessen" (LIND), die gesondert trainiert werden könnten, ist bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als höchstkomplexe Forschungsmethode insbesondere im Grundschulunterricht unabdingbar.

Die experimentelle Methode als zentrale Forschungsstrategie der empirischen Wissenschaften ermöglicht das Erlernen elementarer Methodenkenntnisse und eines fundamentalen methodischen Könnens mit elementaren Teilfertigkeiten wie z.B. die Zielorientierung, die hierarchische Phaseneinteilung, den extern-internen Operationszusammenhang, die Koordination von Einzelaktivitäten und die Einsicht in die Methodenabhängigkeit des wissenschaftlichen Forschungsprozesses.

In Abb. 14 werden die elementaren Kriterien dieses Begründungszusammenhangs im Überblick dargestellt. Die tabellarische Anordnung erleichtert die rasche Erfassung der relationalen Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhangs zwischen der Zielkomponente der wissenschaftsadäquaten Methodenanwendung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

3.3.3 Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhangs zwischen der wissenschaftsadäquaten Einstellungsbahnung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Sollen positive Einstellungen zur Wissenschaft und Verhaltensdispositionen für ein wissenschaftsgemäßes Verhalten angebahnt werden, so muß die Wissenschaftlichkeit als Umgangsweise mit der Wirklichkeit den Unterrichtsstil mitbestimmen.

Diese grundsätzliche Forderung der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung kann durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie angemessen erfüllt werden.

Die Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mit den ihr eigenen Merkmalen des wissenschaftlichen Forschungsprozesses ist von wissenschaftsadäquaten Haltungen und Verhaltensweisen geprägt.

Epistemisches Verhalten, sachlich-kritische Einstellung, Interesse an intersubjektiv überprüfbarem Wissen und Vertrauen in die Effektivität wissenschaftsmethodischer Forschung als "Tugenden" der Wissenschaftler sind Bedingungsfaktoren für die Planung, Durchführung und Ergebnisfeststellung der experimentellen Methode in der wissenschaftlichen und in der unterrichtsimmanenten Forschung.

In Abb. 15 werden die elementaren Kriterien dieses Begründungszusammenhangs im Überblick dargestellt. Die tabellarische Anordnung erleichtert die rasche Erfassung der relationalen Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhangs zwischen der Zielkomponente der wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

Zusammenfassung:

Qualität und Quantität der relationalen Kriterien zwischen den einzelnen Zielkomponenten der Wissenschaftsorientierung als didaktische Intention und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie rechtfertigen theoretisch die Annahme eines Realisationszusammenhangs im Lehr-Lern-Prozeß.

Die Mehrdimensionalität der Lehr-Lern-Aktivitäten beider experimentellen Lehr-Lern-Strategie entspricht der Mehrdimensionalität des Lehr-Lern-Prozesses, der gemäß den einzelnen Zielkomponenten der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung gestaltet werden soll.

Die wissenschaftsadäquate Inhaltsvermittlung richtet sich primär auf die kognitive Lerndimension; Hypothesenbildung und Interpretationsvollzüge innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie sind durch primär kognitive Lehr-Lern-Aktivitäten konstituiert.

Die wissenschaftsadäquate Methodenanwendung richtet sich auch an die psychomotorische Lerndimension; Vorbereitung, Anordnung und Durchführung des Experiments als Realisationshandlung innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie können nicht ohne psychomotorische Lehr-Lern-Aktivitäten vollzogen werden.

Die wissenschaftsadäquate Einstellungsanbahnung richtet sich primär an die emotionale Lerndimension; Art und Weise des experimentellen Zugriffs und der experimentellen Interpretation sind durch emotionale Einstellungen mitbestimmt.

In Abb. 16 werden diese Zusammenhänge überblicksmäßig veranschaulicht.

Die getrennte Darstellung der drei Zielkomponenten und der drei Lerndimensionen ist theoretisch möglich; faktisch bestehen Interdependenzen (vgl. 0.3 und 3.0). Inhaltsvermittlung, Methodenanwendung und Einstellungsanbahnung sind komplementäre Prozesse innerhalb der mehrdimensionalen Zielsetzung der Wissenschaftsorientierung. Kognitive, emotionale und

psychomotorische Lernvollzüge verlaufen im Lehr-Lern-Prozeß oft simultan bzw. gegenseitig bedingt (vgl. EIGLER u.a. 1976, S. 200). Kognitive Lernziel sind deswegen zwar notwendige, aber nicht hinreichende Bestimmungsfaktoren für die Gestaltung des Lehr-Lern-Prozesses⁵⁶⁾ und die emotionalen Einstellungen haben immer auch eine ausgeprägte kognitive Komponente.⁵⁷⁾

Für die Zielsetzung der wissenschaftsadäquaten Methoden-anwendung ist die Zuziehung psychomotorischer Aktivitäten bedeutsam.

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist ein Lehrverfahren, das den gemäß dem Prinzip der Wissenschaftsorientierung mehrdimensional zu gestaltenden Lehr-Lern-Prozessen adäquat ist.

Methodisches Bewußtsein, Methodenkenntnis und Methodensicherheit sind unabdingbare Kriterien für Wissenschaftlichkeit. Durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie können diese drei elementaren Kriterien der Wissenschaftlichkeit exemplarisch erarbeitet werden. Deshalb kann die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als ein effektiver Realisationsfaktor für die didaktische Zielvorstellung der Wissenschaftsorientierung angesetzt werden.

-
- 56) EINSIEDLER macht diesen Sachverhalt am Beispiel deutlich: "So können Lehrziele der Wissensstufe mit einer Unzahl von Methoden angestrebt werden; wird dabei gleichzeitig das Ziel 'Aufmerksamwerden' oder 'Allgemeine Einstellung' (KRATHWOHL) angestrebt, ergibt sich nach vorliegenden Theorien eine Präferenz für das Entdecken und kritische Prüfen des Wissens" (1976, S. 138).
- 57) Deshalb sind die Theorien, welche die Entstehung bestimmter Einstellungen zu beschreiben versuchen (z.B. BANDURA 1965/Imitationslernen) oder welche die Veränderung von Einstellungen untersuchen (z.B. FESTINGER 1957/Theorie der kognitiven Dissonanz), auch Kognitions-Theorien (vgl. HÄUSSLER in BLOCH u.a. 1976, S. 5).

<u>Kriterien der wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung</u>	<u>Forderungen in eine dieser Zielsetzung und adäquate Lehr-Lern-Organisation</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<u>Leitgedanke:</u> Die Lehr-Lern-Inhalte sollen die Bestimmtheit der Lehrgegenstände durch die Wissenschaften repräsentieren.	<u>Leitgedanke:</u> Die Auswahl, Anordnung und Vermittlung der wissenschaftsadäquaten Lehrinhalte sollen repräsentativ, elementar und fundamental sein.	<u>Leitgedanke:</u> Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsweise der Zielsetzung einer wissenschaftsadäquaten Inhaltsvermittlung
<u>Wissenschaftliche Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten</u>	elementare, wissenschaftsadäquate Beschreibungs- und Erklärungsmodelle	Wissenschaftstheoretische Inhalte (Begriffe, Konzepte, Einsichten, Systeme) als Voraussetzung des Experiments (experimentelle Methode als "Hypothesenexperiment-Falsifikationsgeflecht") - Herleitung von "experimentellen Sätzen" aus "theoretischen Sätzen"
<u>Wissenschaftliche Konzeptionen als wissenschaftslogisch strukturierte Theoriegefüge</u>	sachstrukturelle Unterrichtsplanung gemäß wissenschaftlicher Konzeptionen	- interne Hypothesenbildung als Grundlage für externe Versuchsanordnungen Wissenschaftstheoretische Inhalte (Begriffe, Konzepte, Einsichten, Systeme) als Ergebnis des Experiments (Experiment als kritisches Prüfinstrument auf "Wahrheits"-Gehalt der Aussagen)
<u>disziplinspezifische und disziplinübergreifende Strukturen und Konzepte</u>	<u>fachspezifische und fachübergreifende Unterrichtsinhalte</u> (Fachsystematik und interdisziplinäre Orientierung)	- durch das Experiment ermöglichtes Erfassen von Merkmalen und Relationen zwischen Gegenständen und Sachverhalten (subjektives "Entdecken")
<u>wissenschaftliche Begriffe und Aussagen</u>	Verwendung der Fachsprache (Begriffe, Aussagen, Formeln)	<u>Funktionales Verständnis wissenschaftlicher Begriffe und Zusammenhänge</u> , da diese in der Abhängigkeit von den Bedingungen und der Art des experimentellen Zugriffs interpretiert werden müssen

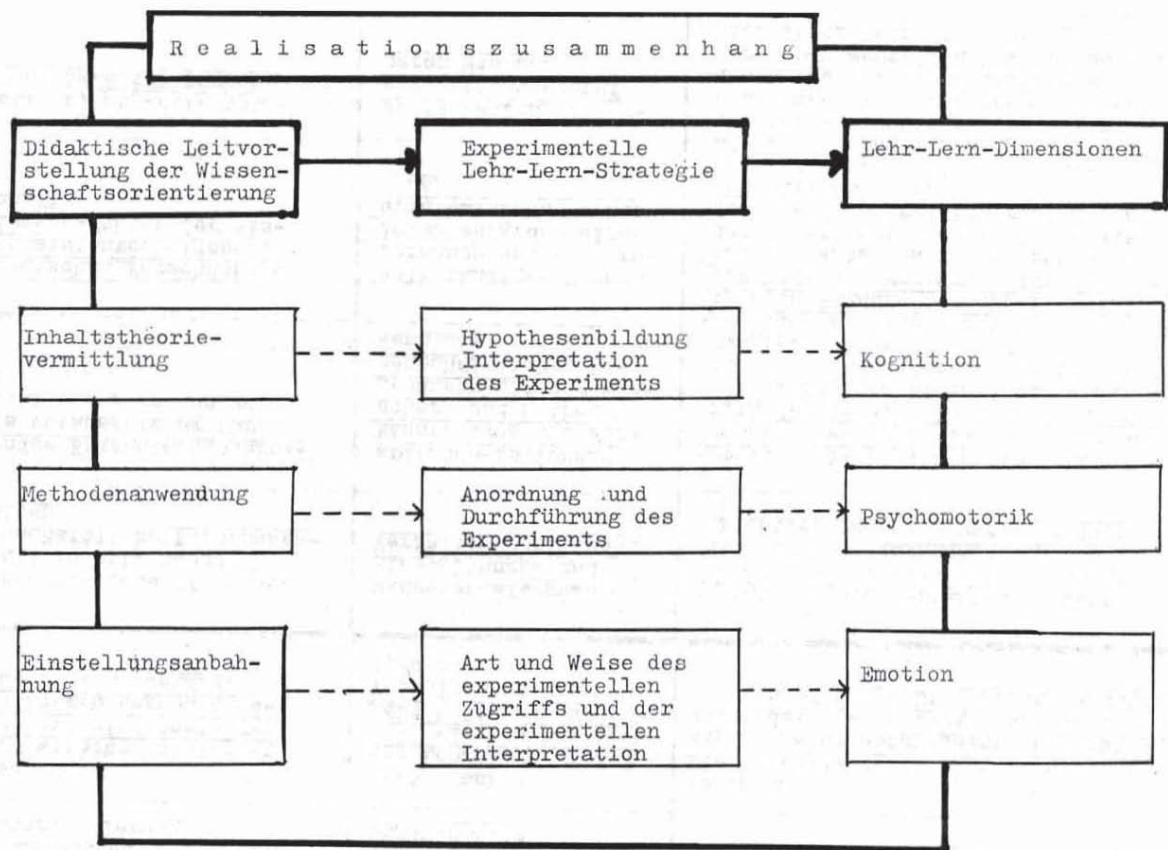
Abb. 14: Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges
zwischen der Zielkomponente der wissenschaftsadäquaten
Methodenanwendung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien der wissenschafts-</u> <u>adäquaten Methodenanwendung</u> als Zielkomponente der Wissen- schaftsorientierung	<u>Forderungen an eine dieser</u> <u>Zielvorstellung: adäquate</u> <u>Lehr-Lern-Organisation</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der ex-</u> <u>perimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<u>Leitgedanke:</u> <u>Die Lehr-Lern-Methoden sol-</u> <u>len den Wegen wissenschafts-</u> <u>adäquater Erkenntnisgewin-</u> <u>nung entsprechen</u>	<u>Leitgedanke:</u> <u>Der Unterricht soll ele-</u> <u>mentare, wissenschaftliche</u> <u>Forschungsmethoden einüben</u>	<u>Leitgedanke:</u> <u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie</u> <u>ist eine angemessene Realisationsweise</u> <u>der Zielsetzung einer wissenschaftsad-</u> <u>äquaten Einstellungsanbahnung.</u>
<u>wissenschaftliche Erkenntnis-</u> <u>gewinnung als dynamischer Pro-</u> <u>blemlösungsprozeß</u>	<u>wissenschaftlicher Erkennt-</u> <u>nisgewinnung adäquate pro-</u> <u>zessuale Lernziele</u>	<u>Die experimentelle Methode als zentra-</u> <u>le Forschungsstrategie</u> der empirischen Wissenschaften (gezielt angestrebte Erfahrungsge- winnung)
<u>wissenschaftlicher Forschungs-</u> <u>prozeß als nach bestimmten me-</u> <u>thodischen Regeln</u> ablaufender Prozeß	<u>Einübung in den wissen-</u> <u>schaftsadäquaten, metho-</u> <u>disch geregelten Problem-</u> <u>lösungsprozeß</u>	<u>-hierarchische Phaseneinteilung des</u> <u>Forschungsablaufs</u> durch eine regel- mäßige Abfolge der experimentellen Schritte (Formalstufen des Experi- mentierens)
<u>disziplinspezifische und dis-</u> <u>ziplinübergreifende Unters-</u> <u>uchungsverfahren und Forschungs-</u> <u>techniken</u>	<u>Fachspezifische und fächer-</u> <u>übergreifende Arbeitsweisen,</u> <u>Fähigkeiten (abstrakt geist-</u> <u>ige Vorzüge) und Fertigkeiten</u> (konkret praktische Tätig- keiten)	<u>-intern-externer Operationszusammen-</u> <u>hang</u> Koordination von mehr oder weniger komplexen Einzelaktivitäten (Teil- fertigkeiten) zum Gesamtverlauf des experimentellen Forschungsprozesses
<u>die experimentelle Methode</u> <u>als zentrale und komplexe</u> <u>naturwissenschaftliche For-</u> <u>sungsstrategie</u>	<u>die experimentelle Methode</u> <u>als fundamentale Methode</u> <u>des naturwissenschaftlichen</u> <u>Unterrichts</u>	<u>-experimenteller Zugriff als kriti-</u> <u>sches Prüfinstrument</u> für die inter- subjektive Überprüfbarkeit des Wissens

Abb. 15: Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielkomponente der wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien der wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung als Zielkomponente der Wissenschaftsorientierung</u>	<u>Forderungen an eine dieser Zielvorstellung adäquate Lehr-Lern-Organisation</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<p>Leitgedanke: <u>Für den wissenschaftlichen Fortschritt sind positive Einstellungen gegenüber der Wissenschaft notwendig.</u></p>	<p>Leitgedanke: <u>Der Lehr-Lern-Prozess soll wissenschaftsgemäße Haltungen und Verhaltensweisen fördern.</u></p>	<p>Leitgedanke: <u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsweise der Zielsetzung einer wissenschaftsadäquaten Einstellungsanbahnung.</u></p>
<p>wissenschaftliche "Tugenden" (scientific attitudes) als wissenschaftliche <u>Forschungseinheiten</u></p> <hr/> <p><u>leitendes Erkenntnisinteresse</u> als Voraussetzung für die Wahl der Forschungsmethode</p> <hr/> <p><u>epistemisches Forschungsverhalten</u> als entscheidender Bestimmungsfaktor der Wissenschaft</p> <hr/> <p><u>(relativer) Objektivitäts- bzw. Gültigkeitsanspruch</u></p>	<p>wissenschaftsgemäße <u>Einstellungen und Verhaltenspositionen</u></p> <hr/> <p><u>kritisch-rationale Einstellung zur Forscher- und Methodenabhängigkeit der wissenschaftlichen Erkenntnis</u></p> <hr/> <p>selbständiges Suchen Forschen und Konstruieren aufgrund eines <u>epistemischen Verhaltens</u></p> <hr/> <p><u>Wertschätzung intersubjektiv-überprüf-baren Wissens</u></p>	<p><u>-epistemisches Verhalten</u> (Erkenntnisinteresse, Frageverhalten, Aufgeschlossenheit) als <u>Voraussetzung und Zielorientierung der experimentellen Methode.</u></p> <hr/> <p><u>-positive Einstellung</u> (Vertrauen) <u>zur empirischen/experimentellen Forschungsmethode</u> als <u>eine Voraussetzung</u> für den effektiven Einsatz der experimentellen Methode für den Zweck der Erfahrungsgewinnung</p> <hr/> <p><u>-sachlich-kritische Einstellung und rationale Planung des experimentellen Zugriffs</u> als Bedingung für die sachliche (objektangemessene) Beobachtung des experimentellen Vorgangs als "objektives" Kontrollinstrument einer subjektiven Theorie</p> <hr/> <p><u>-Kritikbereitschaft und Kritikfähigkeit</u> als <u>eine Verhaltensdisposition</u> für die angemessene Interpretation der experimentell gewonnenen Beobachtungsdaten und für die kritische Reflexion der experimentellen Ergebnisse bezüglich ihrer Methodenabhängigkeit</p>

Abb. 16: Strukturmodell des Realisationszusammenhanges zwischen den durch die didaktische Leitvorstellung der Wissenschaftsorientierung angezielten Lehr-Lern-Dimensionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie



4. DER REALISATIONSZUSAMMENHANG ZWISCHEN DER DIDAKTISCHEN LEITVORSTELLUNG DER SCHÜLERORIENTIERUNG UND DER EXPERIMENTELLEN LEHR - LERN - STRATEGIE

4.0 Das Prinzip der Schülerorientierung als didaktische Leitvorstellung des Grundschulunterrichts

Im Zuge der Umorientierung von Pädagogik und Didaktik auf den Schüler hin (vgl. 0.2) und insbesondere im Zusammenhang mit innovatorischen Konzeptionen für den Grundschulunterricht nimmt das Postulat eines schülerorientierten Unterrichts einen breiten Raum ein.

Innerhalb der Unterrichtstheorie gibt es zwei unterschiedliche Explikationen der didaktischen Intention der Schülerorientierung⁵⁸⁾: 1. die Orientierung am Schüler als Lernsubjekt und 2. die Orientierung am Schüler als Lernobjekt. Dabei ist das Verhältnis zwischen den beiden Orientierungskonzepten im Sinne des unterrichtstheoretischen Interessenwandels "von der

58) Die Vielfalt der terminologischen Bezeichnungen für das Prinzip der Schülerorientierung wird in diesem Zusammenhang auf die beiden elementaren gegensätzlichen Positionen reduziert. Auf die unterschiedlichen Bedeutungen, die der Begriff der Schülerorientierung haben kann, hat EINSIEDLER hingewiesen: "Tatsächlich hat sich im Zusammenhang mit der Umorientierung von Pädagogik und Didaktik auf den Schüler hin ein Wust von Begriffen ausgebildet, von denen einige wirklich Unverwechselbares bezeichnen, während andere erst durch Inhaltsfestlegungen aussagekräftig werden: schülerbezogen, schülerzentriert, schülerorientiert, schülernah, schülergerecht, lernorientiert, lern determiniert, basisorientiert, schüleradäquat u.a.m. Einige Begriffe (z.B. lernorientiert) werden gleichzeitig von technologisch-instrumentell orientierten Didaktikern verwendet, die von außen die Unterrichtsmethoden an die Schüler anpassen wollen und von Pädagogen, die die Entscheidungen über Inhalte und Methoden von den betroffenen Schülern mitbestimmen lassen wollen" (EINSIEDLER/HARLE (Hrsg.), 1976, S. 11).

Lehrperspektive zur Adressatenperspektive" (FLECHSIG) so zu bestimmen, daß der Schüler so weit wie möglich als Subjekt und so weit wie nötig als Objekt des Lernprozesses gesehen wird (vgl. EINSIEDLER/HÄRLE(Hrsg.) 1976, S. 14). Diese Bestimmung beinhaltet, daß der Terminus "Schülerorientierung" nicht einseitig ein Prinzip der Lernmaximierung meint, welches im Unterrichten ein Instrument des Lehrers zum intensivieren, besseren, schnelleren, extensiveren Lernen des Schülers sieht. 59) Der Schüler ist nicht nur als "Lernender unter der Bedingung von Lehren" (EIGLER u.a. 1976, S. 202) zu betrachten, der Lehrstrategien als Lernhilfen zu verarbeiten hat. Er ist vielmehr auch als gleichberechtigter Partner in einem als "Handlungsdialog" (MUTH) verstandenen Lehr-Lern-Prozeß ernstzunehmen. So gesehen sind dann auch die personalen und sozialen Dimensionen des Unterrichtsgeschehens als zielrelevante Faktoren bedeutsam. "Schülerorientierter Unterricht will also auch dem Schüler in seiner Gesamtheit als Person und in seiner Subjektivität gerecht werden, nicht nur in seiner Rolle als verpflichteter Lernteilnehmer" (EINSIEDLER/HÄRLE (Hrsg.) 1976, S. 14).

Unterricht ist immer auch ein personales Geschehen, in dem der Lehrer- bzw. der Schülerpersönlichkeit je nach zugrundeliegender pädagogisch-anthropologischer Konzeption qualitativ und quantitativ unterschiedliche Funktionen zugesprochen werden. 60)

59) Aus der pädagogischen Sicht des Unterrichts darf die Lehrfunktion nicht (nur) in der Sorge für einen reibungslosen Lernablauf gesehen werden; vgl. 3.0.

60) SCHNITZER (in SCHNITZER/GEISREITER/VOLK 1976) hat für unterschiedliche Unterrichtskonzeptionen die entsprechenden schülerorientierten Maßnahmen wie folgt dargestellt:

- Anschauungsunterricht: von der Konkretisierung zur Abstraktion
- Arbeitsschulunterricht: tätige Auseinandersetzung mit Lerngegenständen
- Ganzheitsunterricht: durch Gliedern von Zusammenhängen Einsichten in Details
- Gesamtunterricht: Interessen des Kindes als fächerübergreifende Leitideen
- Erlebnisunterricht: Stoffauswahl und -anordnung entsprechend kindlicher Erlebnisse
- Exemplarischer Unterricht: Auswahl exemplarischer Stoffe und Anwendung entsprechender Verfahren
- Programmierter Unterricht: individuelle Lerngeschwindigkeit regelmäßige Erfolgsbestätigung; vgl. S.42.

Adaptive Curricula bzw. adaptive Lehrmethoden, welche Lehrstile und Lehrstoffe an die Schülerdispositionen anpassen wollen, sind eine notwendige, aber nicht hinreichende Konsequenz des didaktischen Postulats der Schülerorientierung. Es besteht auch die Gefahr, daß die "schuladaptive Vorwegnahme von Schülerfähigkeiten" (RUMPF) einen tatsächlichen Interessen, Bedürfnissen und Fähigkeiten der Schüler unangemessene Antizipation darstellt, weil sie eo ipso primär die Institution Unterricht als "normales" Richtmaß nimmt (vgl. RUMPF in GARLICH 1974, S. 30 ff).

Gerade im Grundschulunterricht ist die kindliche Subjektivität vor aller pädagogisch-didaktischen Zielsetzung zu akzeptieren (vgl. DENNISON 1969, S. 6 ff). Die in den letzten Jahrzehnten allorts geforderten Schulreformen im Primarbereich (vgl. VOGT u.a. 1974), die für die Grundschüler höhere Leistungen und demgemäß auch größere Leistungsanforderungen verlangen, sind unter diesem Aspekt ambivalent zu beurteilen. Die heile Kinderwelt des Heimatkundeunterrichts soll durch die sachbestimmte Erfahrungswelt des Sachunterrichts ersetzt werden (vgl. ADRIEN/SCHNEIDER 1975; BURK 1976; DALLMANN u.a. 1976; DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1970; GÖTZE/HAHNEMANN 1975; KATZENBERGER 1972; MARAS 1975, S. 675; SCHMIDT 1972 u.v.a.). Eigenrecht und eigene Lebensformen des Kindes werden im Zuge dieser reformatorischen Tendenzen allzuleicht dem nicht immer hinreichend als notwendig ausgewiesenen gesellschaftsorientierten bzw. wissenschaftsorientierten Qualifikationstraining geopfert.

So wird für die Grundschule auch ein "entfunktionalisiertes Lernen" (v. HENTIG) gefordert. Diesem Postulat liegt nicht nur der Respekt vor dem Eigenwert des Kindes und der "Kindheit" zugrunde, sondern auch die Auffassung, daß es im Hinblick auf die bleibenden Wirkungen der schulischen Erfahrungsvermittlung effektiver sei, Spaß am Lernen zu haben.

Das Kind soll selbst die vorwärtstreibende Kraft im Lernprozeß sein (GLENN/HASKES in HALBFAS/MAURER/POPP (Hrsg.) 1974, Bd. 1, S. 51 f). Kreativität und Spontaneität des Kindes dürfen nicht nur instrumentalistisch eingeplant werden für einen wissenschafts- und umweltpropädeutischen Qualifikationserwerb (vgl. AEBLI/STEINER 1975; v.HENTIG 1973 u.a.).⁶¹⁾ Das mehr oder weniger intensive Gegenwartsinteresse des Kindes darf nicht ausschließlich gegenüber dem Verstehen und Begreifen oder Bewältigung einer ungewissen Zukunft hintangestellt werden.

In diesem Kontext spielt sich auch die Kontroverse in der Diskussion um die Priorität der didaktischen Zielvorstellungen der Wissenschaftsorientierung oder der Kindgemäßheit ab (vgl. BURK 1976 u.a.). Die Wissenschaftsorientiertheit des Unterrichts fordert die unterrichtliche Vermittlung zwischen Kind und Wissenschaft. Wissenschaftliche Inhalte, Verfahren und Einstellungen (vgl. 3.) sollen die Lehr-Lern-Aktivitäten der Schüler entscheidend bestimmen. "Die Gefahr, daß die Kinder zu geringe Identitätszuweisung durch entpersonalisierten Unterricht oder durch rigide Lerndetermination in den Lernbereichen erfahren, scheint in der heutigen Schule größer als die Fixierung auf bestimmte Verhaltensweisen aufgrund einer Kindheitsideologie, mit der häufig eine größere Rollensicherheit verbunden war" (BURK 1976, S. 85) .

61) Die Formel "nicht nur für die Schule, sondern für das Leben lernen wir" bekommt heute in ihrer Umkehrung "nicht nur für das Leben, sondern für die Schule lernen wir" einen eigenartigen Doppelsinn. Schulzeit ist auch Lebenszeit. Schulisches Lernen und Schulleben hat nicht nur propädeutischen Wert.

Gemäß dem bilateral bestimmten Prinzip der Schülerorientierung darf Lernplanung deshalb nicht nur der Anpassung an vorgegebene, wenn auch lebensbedeutsame Dispositionen, Ziele und Qualifikationen dienen. Interessen und aktive Selbstbestimmung des Kindes sind als gleichwertige Gestaltungsfaktoren des Unterrichtsprozesses anzuerkennen und einzubeziehen. Selbstkompetenz, Sachkompetenz und Sozialkompetenz sind gleichberechtigte Zielvorstellungen des Grundschulunterrichts (vgl. SCHWAB in SCHWEDES 1976, S. 24).⁶²⁾ Wissenschaftlichkeit, Kindgemäßheit und Gesellschaftsbezogenheit sind gleichgewichtige innovatorische Postulate, deren Interdependenz bzw. Eigenwert zu klären die Aufgabe unterrichtstheoretischer und unterrichtspraktischer Untersuchungen wäre (vgl. SCHNEIDER 1975; IPN-CURRICULUM 1976 u.v.a.).

-
- 62) "Child, society and disciplines" sind die drei Zieldimensionen, die in der angelsächsischen Curriculumforschung untersucht werden. Für die entsprechenden innovatorischen Vorstellungen sind im PLOWDEN-REPORT (The Children and their Primary Schools) drei Tendenzen angegeben:
1. Die Betonung der Einstellungen, Fähigkeiten und Fertigkeiten der Kinder gegenüber den fachlichen Inhalten
 2. Die absolute Vorrangstellung, die das Kind als Individuum in seiner gelebten Gegenwart und mit seinen jeweiligen Bedürfnissen, Interessen, Fähigkeiten einnimmt
 3. Das Vertrauen darauf, daß "the best preparation for being a happy and useful man and woman is to live fully as a child" (vgl. SCHNEIDER 1975, S. 238).
- Die Rolle des Schülers in der Schuld wird dabei viel gewichtiger und viel optimistischer gesehen als in innovatorischen Konzeptionen der BRD.

Das im Sinne der Wissenschaftsorientierung zu vermittelnde fachspezifische bzw. überfachliche System der Begriffe, Methoden und Einstellungen darf die Verbindung zur Wirklichkeit der Schüler nicht verdecken. In Theorie und Praxis liegen diesbezüglich Fehlinterpretationen vor, die aber mittlerweile in die Diskussion um Grundschulcurricula kritisch aufgenommen wurden.

Begriffe wie "offene Curricula", "entdeckendes Lernen", "mehrperspektivischer Unterricht" deuten die Suche nach einer "kindgemäßen Wissenschaftlichkeit" als "neue Kindgemäßheit" des Grundschulunterrichts an (vgl. SCHNEIDER 1975, S. 229). Gefordert wird in diesem Zusammenhang ein schülerorientierter Unterricht, der den Kindern Raum schaffen müßte "zum freien Explorieren und Experimentieren, zum selbständigen Entdecken, zum aktiven Handeln und Denken. Er müßte die Eigeninitiative der Kinder stärken und ihnen die treibende Kraft des Forschens, das Sich-Wundern-Können, das Überrascht-Werden-Können erhalten helfen" (ebda, S.236 f).

Voraussetzung für die Organisation eines solchen Unterrichts ist die Kenntnis der kognitiven und emotionalen Strukturen beim Kind und das Wissen um den alters- und umweltabhängigen Entwicklungsstand der einzelnen Strukturvariablen. Die entwicklungs- und lernabhängigen Veränderungen in der kognitiven Struktur (Denken, Erkennen, Wahrnehmen u.a.) und im Motivationsbereich (Affekte, Interessen, Antriebe, Bedürfnisse, Empfindungen) sind neben den Änderungen in den psychomotorischen Fähigkeiten und Fertigkeiten grundlegende Faktoren, die ein schülerorientierter Unterricht berücksichtigen sollte.

Es ist das Anliegen dieser Untersuchung, innovatorische didaktische Leitvorstellungen des Grundschulunterrichts hinsichtlich ihres Realisationszusammenhangs mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zu erörtern. Die experimentelle Methode mit ihrem operativen Prozeßcharakter scheint den epistemisch-aktivistischen Verhaltensmöglichkeiten des Grundschulkindes entgegenzukommen. Als ein Teilziel dieser Untersuchung wird nun versucht, die These zu begründen, daß die experimentelle Lehr-Lern-Strategie eine Realisationsweise des didaktischen Prinzips der Schülerorientierung darstellt.

In der einschlägigen Literatur wurden drei elementare Tendenzen der Leitvorstellung Schülerorientierung aufgefunden, die als Zielkomponenten eines schülerorientierten Grundschulunterrichts formuliert werden können: die Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation, die Zielsetzung der Lernmotivierung und die Zielsetzung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens. Es ist eo ipso evident, daß sich das Prinzip der Schülerorientierung auf den mehrdimensional sich vollziehenden Lehr-Lern-Prozeß richtet, wenn auch die bei der didaktischen Intention der Wissenschaftsorientierung mögliche Zuordnung der kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Lerndimensionen zu den einzelnen Zielkomponenten nicht in derselben Eindeutigkeit erfolgen kann (vgl. Abb. 16).

Der Untersuchungsmodus für die eingangs (0.3) aufgestellte Hypothese, daß zwischen dem didaktischen Prinzip der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie ein positiver Bedingungs-zusammenhang besteht, ist

analog dem Dreischritt bei der Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen der didaktischen Zielvorstellung der Wissenschaftsorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. 3.0, 3.1, 3.2 und 3.3): Die Deskription des Prinzips der Schülerorientierung führt zur kritisch-vergleichenden Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den Zielkomponenten und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie. Daran schließt sich eine kritische Diskussion bzw. Entscheidung im Hinblick auf die Verifikation bzw. Falsifikation der Untersuchungshypothese an (vgl. Abb. 1).

4.1 Elementare Tendenzen der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung

4.1.1 Die Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation

Die Problematik der Zuordnung von Lernzielen als Leistungsforderungen und individuelle Leistungsmöglichkeiten der jeweiligen Schüler ist so alt wie der Schulunterricht. Die Klärung dieser Problematik ist ein zentrales Anliegen der modernen Unterrichtstheorie und Unterrichtspsychologie (vgl. AEBLI 1963; ANTENBRINK 1973; BANDURA/WALTERS 1963; BÖNSCH 1970; BERLYNE 1966²; CORRELL 1971²; EINSIEDLER 1976; EIGLER u.a. 1976; FREY/LANG 1973; KLEINSCHMIDT 1970 u.v.a.). Unterricht als intentionaler Lernprozeß zielt auf Verhaltensänderungen des Schülers im kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Bereich. Die je nach Zeit und Umständen vorhandenen Verhaltensdispositionen der Schüler entwickeln sich durch eine "Kombination aus weitgehend unveränderlichen (körperlichen) Reifungsvorgängen und veränderbaren Lernprozessen" (SCHIEFELE/KRAPP 1974, S. 13). Diese bilaterale Bestimmtheit des Verhaltensaufbaus und der Verhaltensänderung im Lernenden wurde in der Diskussion des Anlage-Umwelt-Problems sehr unterschiedlich gesehen (vgl. AEBLI 1969³; BERNSTEIN 1969²; DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1975; FUNKKOLLEG 1972; GORDON 1972; ROTH 1971⁷ u.v.a.).

AEBLI (1963) hat im Anschluß an PIAGET ein p s y c h o - l o g i s c h e s D i d a k t i k m o d e l l entwickelt, dessen zentrales Anliegen es ist, mit Hilfe der Kenntnis der psychologischen Vorgänge "geistiger Formung" (AEBLI) unterrichtsmethodische Maßnahmen zu beschreiben, welche für die Entwicklung der kindlichen Lernprozesse besonders förderlich sind. Wohl kann das Entwicklungskonzept einer Stufen- bzw. Phasenlehre mit eindeutiger Zuordnung von bestimmten Fähigkeiten zu bestimmten Lebensjahren hinsichtlich des neuen Verständnisses von "E n t w i c k l u n g als komplexes G e f l e c h t v o n U r s a c h e - W i r k u n g s - Z u s a m m e n h ä n g e n" (OERTER 1969, S. 15) nicht mehr aufrecht erhalten werden.⁶³⁾ Aber auch die Beschreibung von Entwicklungsreihen wie z.B. die Entwicklung der Wahrnehmung, des Denkens, der Emotionen anstelle der früheren Darstellung von Entwicklungsphasen kann auf eine Alterszuordnung nicht vollständig verzichten. Beginnende und erreichte Lernprozesse sind von individuellen Lernvoraussetzungen abhängig, die nicht nur (aber auch!) durch Lernanregungen geschaffen werden können (vgl. SCHIEFELE/KRAPP 1974, S. 43 f; VOLK in SCHNITZER/GEISREITER/VOLK 1976, S. 58 u.a.).⁶⁴⁾

63) Eine gültige im Sinn von "allgemeingültige, immer und überall zutreffende" Zuordnung von Lehrinhalten und Altersangaben wird heute als nicht möglich angesehen (vgl. MESSNER in MESSNER u.a. 1975). Aber "ein bemerkenswert häufiges Zusammentreffen gleicher oder ähnlicher Beobachtungen innerhalb eines ungefähren Altersabschnitts berechtigt jedoch zu einer kennzeichnenden Verallgemeinerung, die nicht als Fixierung zu verstehen ist" (S.60).

64) PIAGET u.a. ordnen immer wieder Lernfähigkeiten, Lernmöglichkeiten, Lernnotwendigkeiten und Lernleistungen mehr oder wenig eng bestimmten Altersstufen zu. Die Unterrichtspraxis verlangt solche Zuordnung; vgl. GARLICH, A.: Lernziele und Lernalter, in: HALBFAS/LAURER/POPP (Hrsg.) 1972, S. 118 - 130.

Auch die Eigenart des Kindes in Gestalt von P e r s ö n -
l, i c h k e i t s v a r i a b l e n und die individuell
bzw. alterstypisch geprägten psychischen und physischen
Leistungsdispositionen sind entscheidende Bestimmungsfak-
toren im außerschulischen und schulischen Lern- und Ent-
wicklungsprozeß. Die u n t e r r i c h t l i c h e L e h r -
L e r n - O r g a n i s a t i o n als eine Situation der
Steuerung und des Vollzugs von Lernprozessen muß deshalb
i n d i v i d u a l p s y c h o l o g i s c h b e g r ü n -
d e t sein.

Die Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten
Lehr-Lern-Organisation ist nur auf der Basis einer genauen
Kenntnis der Schülerpersönlichkeit in allen Dimensionen
und individuellen Ausformungen bzw. Dispositionen zu ver-
wirklichen. Es wäre eine verkürzte Perspektive, wollte man
meinen, daß das didaktische Prinzip der Schülerorientie-
rung durch die u n t e r r i c h t s o r g a n i s a t o -
r i s c h e D i f f e r e n z i e r u n g des Lehr-Lern-
Vollzugs, in dem der Schüler primär als Lernobjekt fungiert,
realisiert wird. Dadurch ist nämlich noch nicht gewährleistet,
daß der Schüler aktiv, als Lernsubjekt, beim Aufbau von
Lernprozessen beteiligt ist, selbst wenn in einem leistungs-
differenzierenden bzw. individualisierenden Unterricht In-
terferenzen mit den aus der Lehrperspektive erwünschten
Leistungen hingenommen werden. Wenn schulisches Lernen "hu-
manes Lernen" (vgl. ROGERS 1974, S. 156 ff) sein will, dann
muß es "von Prinzipien ausgehen, die das Verhalten von
Schülern in Lernsituationen nicht auf instrumentelles Ver-
halten zu dem Zweck reduzieren, institutionelle Verstärker
(z.B. Lob, soziale Anerkennung, gute Noten) zu erhalten"
(HUBER in EINSIEDLER/HÄRLE (Hrsg.) 1976, S. 58).

Die Art der Beeinflussung der Lernenden durch den Lehrer darf dann nicht unilateral sein. Die unterrichtliche Interaktion sollte interdependent sein, d.h. daß der Lehrer Hilfestellung gibt zur Exploration der Lernumwelt durch die Lernenden selbst gemäß der sachstrukturellen Entwicklungsstand (vgl. HARVEA/HUNT & SCHRODER 1961, S.127; SCHRODER/DRIVER & STREUFERT 1975 u.a.). Denn "wenn Lernprozesse unilateral beeinflusst werden, gibt man den Schülern die Ziele ihres Lernens in Form von erwarteten Lernprodukten vor, legt man außerdem Lernwege und Bewegungskriterien für zielgerichtetes Verhalten fest. Die Vorgabe von Verhaltensregeln allerdings vereinfacht die Lernsituation so stark, reduziert die Erfahrungsmöglichkeiten der Schüler so sehr, daß sie nur noch lernen können, sich diesen Vorgaben als den verbindlichen Maßstäben ihres Handelns anzupassen" (HUBER in EINSIEDLER/HÄRLE (Hrsg.) 1976, S. 49). Um diese eben angedeutete Vernachlässigung des Schülers als Subjekt im Lernprozeß zu vermeiden, müßte der Lehrer interdependente Lernsituationen schaffen, in denen der Schüler eigene Interessen, Wünsche, und Fähigkeitsdispositionen einbringen kann, in denen der Lernprozeß auf Erfahrungen der Schüler aufbauen kann, in denen der Schüler selbst an der Festlegung von Zielen mitwirken kann. Die weithin geforderte Beschreibung des Endverhaltens der Schüler als Lehrziele im eigentlichen Wortsinne müßte in interdependenten Lernsituationen durch die Mit-Konzeption der Ziele und der zur Zielerreichung notwendigen Maßnahmen durch die Schüler ersetzt werden. Die Lernzielkontrolle kann dann allerdings nicht nur auf den Vergleich von Schülerverhalten und Verhaltensmaßstäben des Lehrers beruhen. "Die Auseinandersetzung mit der Umwelt, eigene Fragen und Beantwortungsversuche liefern die Hinweise auf zweckmäßiges Verhalten wirksamer als Vorbestimmungen dieses Verhaltens

von außen. Auch Hinweise auf wichtige Lernziele und geeignete Lernwege können so erworben werden. Die Schüler lernen anhand einer auf Anpassung gerichteten Orientierung, deren Hauptmerkmal die Anwendung selbstentwickelter Regeln ist' (SCHRODER/DRIVER & STREUFERT 1975, S. 85) "(HUBER in EINSIEDLER/HÄRLE 1976, S. 59).

Eine solchermaßen schülerorientiert gestaltete Lehr-Lern-Organisation muß auch Lernsituationen bereitstellen, die den Lernenden zur Exploration und Ermutigung anregen, die auch die Konsequenzen des Explorationsverhaltens bedenken und erfahren lassen, die alternative Handlungsmodelle entwickeln und anwenden helfen.

Diese Forderungen sind im Schulunterricht aufgrund einer Faktorenkomplexion nicht zuletzt auch deshalb so schwierig zu realisieren, weil die epistemische und heuristische Struktur als Teilkomponente der kognitiven bzw. motivationalen Struktur der Schüler⁶⁵⁾ unterschiedlich ist. Der Strukturierungsgrad ist von Umweltbedingungen und Lernerfahrungen, von konditionalen (externen) und dispositionalen (internen) Faktoren abhängig (vgl. SCHRODER/DRIVER & STREUFERT 1975), die eine Differenzierung, Diskriminierung und Integration der kognitiven Struktur bewirken.⁶⁶⁾ Änderungen

65) Nach DÖRNER (1974) wird die kognitive Struktur in zwei Teilkomponenten aufgegliedert:

1. Die epistemische Struktur als Insgesamt des Wissens eines Individuums
2. Die heuristische Struktur als mehr oder weniger integrierte Sammlung von Verfahren für die Auswertung des Wissens und seine Anwendung auf verschiedenartigste Probleme (vgl. DÖRNER, D.: Kognitive Struktur und Information. Vortragsmanuskript 1974).

Beide Teilkomponenten sind bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie wirksam.

66) In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, daß die Schule kognitive Ungleichheiten nicht nur abbauen, sondern sogar verstärken kann (vgl. MANDEL 1975; PLOWDEN-REPORT 1972 u.v.a. (Schereneffekt)).

der kognitiven Struktur werden als Veränderungen des Verhaltens unter situativen Bedingungen erschlossen und so der "sachstrukturelle Entwicklungsstand" (HECKHAUSEN) der Schüler festgestellt.

Die Forderung, Lehr-Lern-Ziele und Lehr-Lern-Verfahren an den Entwicklungsstand der Schüler ("optimale Passung"/HECKHAUSEN 1969) anzuknüpfen meint, daß innerhalb der Lehr-Lern-Organisation psychisch-physische Schülermerkmale und Unterrichtsmethoden aufeinander bezogen werden sollen. Nach FLAMMER (1975) soll der Unterricht demgemäß "lern determiniert" sein. SCHWARZER/STEINHAGEN (1975) sprechen von "adaptiven Lernsituationen", in denen das Wissen um die Fähigkeits- und Interessenprofile des Schülers grundlegend für Lerninhalte, Methodenwahl und zeitliche Unterrichtsorganisation sind. Die adaptive Lernsituation soll eine Lernumgebung darstellen, die "an die speziellen Talente, Stärken und Schwächen des Individuums, ausgedrückt durch soziale und persönliche pädagogische Ziele" (SCHWARZER/STEINHAGEN 1975, S. 117), angepaßt ist. Ziel ist dabei die Stärkung bzw. Modifikation der Fähigkeiten des Individuums, "um den Bedingungen der zur Verfügung stehenden Unterrichtsmittel und -möglichkeiten zu entsprechen" (ebda).

In dieser Zweckbestimmung liegt die Gefahr, daß über der notwendigen Bestimmung der Lernvoraussetzungen zum Zwecke der lehrstrategisch effektiveren Vermittlung von kognitiven Verhaltensmöglichkeiten der Schüler als Lernsubjekt mit lehrdivergenten Bedürfnissen und Interessen in den Hintergrund tritt. 67)

67) Auch der Zielvorstellung der "aptitude-treatment-interaction" (ATI-Modell) liegt zunächst ein technologisches Interesse zugrunde und weniger ein im 'echten' Sinn schülerorientiertes: "Dies zeigt sich z.B. in der Sprache mancher ATI-Vertreter ('treatment' - ein Begriff aus der Düngemittelforschung! - der Schüler als "Adressat" oder als "Lernsystem" mit Inputs und Outputs)" (EINSIEDLER in EINSIEDLER/HÄRLE (Hrsg.) 1976, S. 182).

Eine theoretische Legitimation des ATI-Modells ist u. a. durch die individualpsychologische Grundlagenforschung PIAGETs gegeben. ⁶⁸⁾ "Die Stufen der kognitiven Entwicklung, wie sie in der PIAGET'schen Intelligenztheorie beschrieben wurden, werden als bedeutsame Qualitätsveränderungen in den dem Kind zur Verfügung stehenden Denkweisen angesehen und demzufolge als Änderungen der spezifischen Lernweisen, derer es dort fähig ist... Die Lernsituation paßt sich den existierenden Modi und Prozessen eines Lernens an und kann diese Prozesse außerdem durch Unterricht beeinflussen. Die von PIAGET beschriebenen Stufen bieten demnach individuelle Leistungsmodi, die verschiedenen Kindern zur Verfügung stehen und die in einem Unterrichtsplan enthalten sein müssen" (SCHWARZER/STEINHAGEN 1975, S. 120). Die Kognitionstheorie PIAGETs ist ein Beitrag zur Erklärung der entwicklungsmäßigen Veränderungen in den Denkstrukturen und dem Einfluß dieser auf die Leistung" (ebda). Die Qualität und die Quantität der unterrichtlichen Lernaktivitäten sollte an die altersspezifischen und individuellen Unterschiede der Leistungsdispositionen der Schüler angepaßt sein.

68) Vgl. SCHWARZER/STEINHAGEN (1975, S. 120):

"Die Arbeiten und Theorien PIAGETs unterstützen meine Ideen über die Bedeutung von modifizierbaren Verhaltensprozessen im adaptiven Unterricht im Gegensatz zu der Annahme, einer relativ fixierten Intelligenz und Eignung."

Das Lernanregungspotential der Umwelt, zu dem auch die schulisch organisierte Lernsituation gehört, hat eine entwicklungsfördernde oder eine entwicklungshemmende Funktion. Es gibt keinen nur endogen gesteuerten Entwicklungs- und Reifungsprozeß.⁶⁹⁾

Der Entwicklungsprozeß muß als kontinuierlicher Differenzierungs- und Integrationsprozeß verstanden werden (vgl. OERTER 1969⁶, S. 49 u.a.). Anlagefaktoren "stellen mit anderen Worten eine Art Falsifikationskoeffizienten des Lernens dar. Man kann sich diese Falsifikation so vorstellen, daß das organische Substrat, in dem sich die Lernprozesse abspielen, verschieden funktionstüchtig ist" (AEBLI in ROTH (Hrsg.) 1969³, S. 172).

Sowohl die Strukturhöhe einer Leistungsdisposition wie auch die Vielzahl von Umweltvariablen bestimmen die jeweilige Leistungsfähigkeit des Schülers.⁷⁰⁾

69) vgl. BURK (1976, S. 12): "Gegenüber einer Vorstellung, daß Entwicklung nach einem in der Anlage des Kindes vorgegebenen Plan erfolge, also ein endogen gesteuerter Reifungsprozeß statfinde, auf den soziokulturelle Faktoren nur stimulierend und modifizierend wirken, werden heute die Lernprozesse als bedeutsamer für die menschliche Entwicklung angesehen. Dieses prinzipiell veränderte Verständnis der menschlichen Entwicklung findet sich bei allen 18 Gutachtern, die im Sammelband "Begabung und Lernen" von verschiedenen Forschungsrichtungen her entwicklungsfördernde und entwicklungshemmende Faktoren und Prozesse kennzeichnen"; vgl. auch ROTH, H. (Hrsg.): Begabung u. Lernen, Stuttgart 1969⁵.

70) "In ähnlicher Weise wie AEBLI (1963) und teilweise als Kritik an dessen neuer Theorie haben FLAVELL/WOHLWILL (1969) PIAGETS Entwicklungsmodell modifiziert und formalisiert, indem sie die kognitive Leistung des Kindes (1) durch die Strukturhöhe einer Operation vor allem durch ihren Grad an Verfügbarkeit oder Beständigkeit und (2) durch die Tatsache, ob eine Operation angesichts einer Aufgabe auch wirksam wird oder nicht, charakterisieren" (MONTADA in AEBLI/MONTADA/STEINER 1975, S. 104). Diese "Neuformulierung" gegenüber PIAGET ist für den Zusammenhang zwischen kognitiver Struktur und Lernwirksamkeit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie ein brauchbares Erklärungsmodell.

Für die unterrichtliche Lehr-Lern-Organisation bedeutet dieser Sachverhalt, daß kognitive Prozesse als Aufbau von Strukturen in einen Zusammenhang gebracht, "elaboriert" (AEBLI) werden sollten (vgl. STEINER in AEBLI/MONTADA/STEINER 1975, S. 105 und S. 108). "Die kognitive Struktur eines Individuums beruht nach PIAGET auf grundlegenden Operationen (verinnerlichten Handlungen), deren Aufbau und Organisation gewissen Regeln unterliegen...AEBLI beschränkt sich nicht wie PIAGET auf die Feststellung des jeweils gegebenen Entwicklungsstandes der intellektuellen Operationen, sondern thematisiert die Elaboration von intellektuellen Operationen und untersucht die Möglichkeiten, Elaborationsprozesse anzuregen und zu unterstützen" (EIGLER u.a. 1976, S. 187). PIAGET (1975; 1950 u.a.) betont die Notwendigkeit unterrichtlicher Maßnahmen zur Förderung der unbewußten Vorgänge der natürlichen geistigen Entwicklung. "Erste Voraussetzung ist natürlich die Anwendung aktiver Unterrichtsmethoden, die dem spontanen Forschungsdrang des Kindes oder Jugendlichen Rechnung tragen und stets darauf ausgehen, daß der Schüler jeden Tatbestand, den er sich aneignen soll, von sich aus neu findet oder doch zumindest nachvollzieht und nicht einfach nur übernimmt" (PIAGET 1975, S. 78). Die Spontaneität, die subjektgesteuerte Aktivität, das epistemische Verhalten charakterisieren den kindlichen Erkenntnisprozeß. "Nach PIAGET konstruiert das Kind aktiv seine Welt. Die Adaption basiert auf aktiver Interaktion zwischen Individuum und Umwelt, in dem Assimilations- und Akkomodationsprozesse zusammenwirken" (BURK 1976, S. 16).⁷¹⁾

71) Für PIAGET (1969) ist der Verstand das "Produkt einer fortschreitenden Äquilibration und ständigen Selbstregulierung" (S. 242). In den Äquilibrationsprozessen integriert das Subjekt aktiv neue Daten, Fakten und Strukturen in bereits vorhandene Strukturen. Nur durch die Aktivität des Subjekts werden kognitive Strukturen ausgebildet.

Aufgabe der Lehr-Lern-Organisation ist es demgemäß, durch den unterrichtlichen Interaktionsprozeß Bedingungen zu schaffen, unter denen die Schüler ihre konstruktiv-aktive Rolle im Erkenntnisprozeß wahrnehmen können. Nicht nur die Entwicklung spezifischer kognitiver, emotionaler und psychomotorischer Fähigkeiten darf dann Ziel des Unterrichts sein, sondern auch die Art und Weise der Zielerreichung.

Schülerorientierter Unterricht als individualpsychologisch orientierte Lehr-Lern-Prozeßgestaltung muß die Eigenaktivität des Kindes so weit als möglich fördern. Diese Maxime sollte wenigstens von Pädagogen nicht einseitig instrumental gesehen werden, etwa im Sinne, daß der Schüler durch aktivitätsfördernde Unterrichtsmethoden besser, schneller, intensiver und extensiver auf die Anforderungen in der Leistungsgesellschaft vorbereitet werden kann.

Die Identitätsförderung des Kindes als solchen und seine gesunde Ichentwicklung sind pädagogisch als primäres Ziel einzuschätzen (vgl. RUMPF 1974; WELLENDORF 1974² u.a.).

"Ob ein Kind eine aktive, selbstbestimmende Rolle im Entwicklungs- und Lernprozeß übernehmen kann, hängt entscheidend davon ab, wie Erziehung und Gesellschaft die Zeit der Kindheit auslegen und dem Kind für seine Entdeckungen, Freuden, Erlebnisse, für seine Konstruktionen und Aktivitäten, die sich nicht von denen der Erwachsenen unterscheiden müssen, aber auch nicht vom Erwachsenenstandpunkt aus festgelegt und bewertet werden dürfen, Raum gewähren" (BURK 1976, S. 18).

Die Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Prozeßgestaltung verlangt die Berücksichtigung einer Vielzahl von entwicklungs-, lern- und sozialpsychologischen Variablen, auf die in diesem Untersuchungszusammenhang nur ansatzhaft und kursorisch verwiesen werden konnte.

An späterer Stelle (vgl. 4.2.1) wird versucht, am Beispiel der experimentellen Lehr-Lern-Strategie exemplarisch Realisationsmöglichkeiten aufzuzeigen.

4.1.2 Die Zielsetzung der Lernmotivierung

Die didaktische Zielvorstellung der Schülerorientierung artikuliert das oberste pädagogische Leitziel der personalen Selbstbestimmung in besonderem Maße.⁷²⁾ Bei der Realisierung dieser didaktischen Intention müssen eine Anzahl entsprechender Zielkomponenten angestrebt werden. Im Zusammenhang dieser Untersuchung soll nach der knappen Beschreibung der Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Gestaltung des Lehr-Lern-Prozesses (vgl. 4.1.1) nun die Zielsetzung der Lernmotivierung als schülerorientierte Zielbestimmung in groben Zügen erläutert werden.

Didaktische Zielvorstellungen haben ihren Realisationskontext in Schulleben und Unterricht. Sie streben eine pädagogisch-didaktisch legitimierte Anregung und Formung der Erkenntnis-, Erlebnis- und Handlungsfähigkeit des heranwachsenden Menschen an, vermittelt über den schulischen Interaktions- und Lernprozeß.

72) Selbstbestimmung wird in diesem Zusammenhang im Anschluß an SCHIEFELE (1974) als "die erlernbare Fähigkeit, Beziehungszusammenhänge in der Lebensumwelt aufzugreifen, ihre Wertgrundlagen zu erfassen und in Auseinandersetzung mit ihnen nach eigenem Urteil Handlungsstandards zu entwickeln. Auf Grund personal erarbeiteter Normgeltung und kritisch geklärter Weltkenntnis handelt die mündige Person entscheidungsfähig in ihrer soziokulturellen Beziehungswelt. Das kann auch bedeuten, daß sie nicht übereinstimmt, sich nicht anpaßt und einfügt, anders denkt, anders wertet und handelt" (S.12); vgl. auch DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1970, S. 29 ff.; HEID 1970 b, S.585 f; KLAFFI 1970/III, S. 264; MOLLENHAUER 1972, S. 42; WEBER 1972, S. 89 u.a.

Die didaktische Zielvorstellung der Schülerorientierung zielt über s c h ü l e r g e m ä ß e und s c h ü l e r a k t i v i e r e n d e Maßnahmen (vgl. 4.1.1 und 4.2.1) auf Lernerfahrungen der Schüler, die "Gefühlsreaktionen, Sachbezüge und Beziehungsprinzipien (Einsichten), Handlungsformen und -richtungen für gegenwärtiges und zukünftiges Handeln bereitstellen" (vgl. SCHIEFELE 1974, S. 13). Die M o t i v a t i o n als "handlungsleitende Aktivierung von Motiven" (SCHIEFELE) ist eine grundlegende B e d i n g u n g des menschlichen Handelns. "Da in den Motiven Handlungsorientierungen vorgegeben sind, muß der Aufbau von individuellen Motivstrukturen unter dem Aspekt des Erziehungszieles gesehen werden" (SCHIEFELE 1974, S. 15). Motive als relativ dauernde Handlungsdispositionen sind vom pädagogischen Standpunkt aus zu hinterfragen. Motive als "Beweggründe " oder "Wertungsdispositionen" (HECKHAUSEN) haben auch einen hohen Anteil an rationalen Komponenten.⁷³⁾ Die Art und Weise des pädagogischen Interaktionsprozesses ist mit-bestimmend für den Aufbau und Ausbau von Motiven und Motivstrukturen.

Im konkreten L e r n p r o z e ß ist die bewußte oder unbewußte Synthese einer Anzahl vorhandener M o t i v e als Motivation a n r e g e n d und v e r l a u f s - s t e u e r n d. "Mag im Einzelfall dieses oder jenes Motiv auch beherrschend sein, -immer schwingt in ihm mehr, ja eigentlich die ganze Motivationssystematik des Schülers mit. An der vereinzelt Aufgabe, an einem Aufgabengebiet, an einem Unterrichtsfach muß der Schüler deshalb seine Motivation immer erneut produzieren und kritisch reflektieren lernen, wenn er nicht blinder Gewöhnung verfallen will" (PÖPPEL in IPFLING (Hrsg.) 1974, S. 209). Das bedeutet, daß der Unterricht den Schüler zur Lernmotivierung im Sinne der A u s r i c h t u n g der Motive des Schülers auf den Lerngegenstand beitragen muß und daß gleichzeitig

73) PÖPPEL(in IPFLING(Hrsg.) 1974, S. 209) weist auf den etymologischen Zusammenhang zwischen den Termini "Emotion" und "Motivation" hin.

aber auch die k r i t i s c h e R e f l e x i o n ü b e r die M o t i v e des Lernens (als unterrichtliches Handeln) eingeübt werden sollte.

Der Maßstab für die Geltung der Motive des Handelns im pädagogischen Handlungszusammenhang ist innerhalb eines schülerorientierten Unterrichts nicht nur aus der Erzieher- oder Lehrperspektive festzulegen und dem Schüler einfach aufzuzuktroieren. Der Geltungsmaßstab ist in beständiger Interaktion zwischen allen am Erziehungsprozeß Beteiligten zu bestimmen. "Wenn wir ihn als das Gesollte bezeichnen, dann ist wesentlich damit die Aufgabe gemeint, im konkreten Fall nach der gültigen Ordnung der Motive als verbindliche Motivation fragen zu müssen. Das ist die ureigenste Aufgabe des Lernenden, die ihm niemand abnehmen kann und die nie aufhört" (ebda, S. 209).

Aufgabe des Lehrers ist es, H i l f e s t e l l u n g zu leisten. Emanzipation, Mündigkeit, Selbstverwirklichung, personale S e l b s t b e s t i m m u n g als Leitziele eines schülerorientierten Unterrichts müssen u.a. im Realisationszusammenhang mit s c h ü l e r g e s t e u e r t e m L e r n e n gesehen werden. Der Schüler selbst aktiviert Handlungsmotive. Aber die Motivationsbedingungen für die Steuerung des Lernprozesses durch die Schüler sind "interaktional vermittelt" (SCHIEFELE). "Von einer reizbedingten, in der Umwelt ihren Ausgang nehmenden Motivation ist zentrale Motivation als personale Verursachung zu unterscheiden... Die vom Selbst gesetzte Motivation beruht auf interagierend gelernten Motiven und wird mitbeeinflusst von den reizvermittelten Gegebenheiten der Situation" (SCHIEFELE 1974, S. 64 und S. 68).

Die demgemäß zu unterscheidende innere und äußere Motivation besteht nicht unabhängig voneinander. Individuelle Motive und Motivstrukturen werden maßgeblich ausgebildet und aktiviert durch den Einfluß von Mitwelt und Umwelt. Motive werden handelnd erworben.

Wenn das Prinzip der Schülergemäßheit oder der Kindgemäßheit des Unterrichts nicht gleichgesetzt wird mit dem Postulat, daß man das Kind einzig sich selbst überlassen müsse (vgl. BURK 1976), sondern als Intention für pädagogische Aktivitäten verstanden wird, dann muß die Mit-Prägung von Handlungsmotiven des Schülers als eine der bedeutendsten Aufgaben von Schule und Unterricht gesehen werden. Jede Art von Lernmotivierung hat nach einer pädagogisch-didaktischen Legitimierung zu fragen.

Im vorliegenden Untersuchungszusammenhang sind vor allem jene Motive und Motivationsstrukturen als Lernziele bedeutsam, die bei der Auseinandersetzung des Grundschülers mit Gegenständen und Forschungsmethoden der Naturwissenschaften aktualisiert werden (sollen).

Die Auseinandersetzung des Menschen mit den Gegenständen der Umwelt ist durch ein epistemisches Verhalten gekennzeichnet, das von unterschiedlichen Interessen und Bedürfnissen, Erlebnisdrang, Erkenntnisstreben und Wißbegier geleitet wird. ⁷⁴⁾ "Im interessemotivierten Handeln ist die Interaktion im Gegenständlichen akzentuiert. Thema des Verhaltens ist die kognitive Erfassung einer Sache" (SCHIEFELE 1974, S. 250). ⁷⁵⁾

74) SCHIEFELE (1974) bezeichnet das Interesse als eine "ausgezeichnete Form kognitiver Motivation. Phänomenologische Analysen betonen seine Gegenstandsgerichtetheit, die bewußt gewordene Bedeutsamkeit und emotionale Beteiligung als wichtige Merkmale" (S. 249).

75) Die Ausbildung bestimmter Interessen gehört nach SCHIEFELE zu den "wichtigsten Erziehungszielen" (1974, S. 254); "zu wissen, daß Interessen äußerst wirksame Motive der kognitiven Welterfassung sind, ist eine Sache; eine andere ist es, Interessen zu entwickeln, zu wecken und für Lernaufgaben einzusetzen" (S. 250).

Das Interesse an der Beschreibung und Erklärung von Sachverhalten der Umwelt ist ein Hauptmotiv der naturwissenschaftlichen Tätigkeit. Zwischen der Motivation des Forschers und der Motivation des forschenden Schülers ist dabei kein wesentlicher Unterschied festzumachen, "denn bei sachbezogener Motivation geht es um die motivierenden Eigenschaften von Gegenständen und Situationen, während Persönlichkeitsunterschiede sekundär sind" (LIND 1975, S. 34). Interessen als kognitiv-emotionale Gegenstandsgerichtetheiten bestimmen das In-Beziehung-Treten des Menschen zur Welt. "In den Interessen scheinen die Weltbezüge auf, in denen der Mensch Eigenständigkeit besitzt oder erstrebt. Interessen, die sich während der Entwicklung herausbilden, kennzeichnen solche Person-Welt-Bezüge, in denen personale Kompetenz erreichbar erscheint" (SCHIEFELE 1974, S. 251).

Das Interesse des Menschen am Begreifen der Objekte in ihrem So-Sein ist auch der Auslöse- und Gestaltungsfaktor des kindlichen Lernvollzugs und des wissenschaftlichen Forschens. Deshalb bezeichnet DEWEY (1938) den Denkprozeß als verursacht durch eine Störung im "Handlungsdialog" zwischen Mensch und Umwelt. Durch Inkongruenzen wird die Motivation zum Forschen hervorgerufen. Die Störungen des "Handlungsdialogs" sind nach DEWEY der "Motor des wissenschaftlichen Fortschritts". "Durch sie ist das Individuum in der Lage, neue Erfahrungen zu machen und es wird motiviert, neue Verhaltensweisen zu erwerben. Ohne Störungen wäre das Leben ein bloßes Existieren. Mit ihrer Hilfe aber wird es zu einem Prozeß der ständigen Selbsterneuerung, zu einem dauernden Lernprozeß. Durch diesen Prozeß wird das Individuum nicht nur dauernd besser an seine Umwelt angepaßt, sondern er ist auch eine Quelle immer neuer Befriedigung und Erfüllung, die der Organismus bei der jeweiligen Wiederherstellung des Gleichgewichts erfährt" (LIND 1975, S. 225).

Die Erfahrung von Diskrepanzen zwischen den Erscheinungsformen und dem Wissen über Objekte löst im Individuum einen Spannungszustand aus. PIAGET (1972, S. 192 und S. 333 ff.) spricht von einer Störung im Gleichgewicht der "kognitiven Schemata", die das Interesse an der aktiven Gegenstandserkundung hervorruft. In einem "Äquilibrierungsvorgang" werden die kognitiven, sensomotorischen und perzeptiven Gegenstandsbeziehungen ständig neu geordnet. "Beim Auftreten eines Ungleichgewichts der kognitiven Schemata hat das Individuum die Möglichkeit der Reaktion. Es kann versuchen, die Gegebenheiten in sein vorhandenes Begriffs- und Regelsystem einzuordnen, sie zu assimilieren, oder es kann seine kognitiven Schemata an die Situation anpassen, durch Änderung seines Begriffs- und Regelsystems dieses an die Gegebenheiten akkomodieren" (LIND 1975, S. 253).

Dieses Erklärungsmodell für Interaktionen zwischen Individuum und Umwelt nimmt sachbezogene, erkenntniserstrebende (epistemische) Interessen innerhalb der Interaktionen des Menschen mit der Welt an.

Für die unterrichtsmethodisch geleitete Sachauseinandersetzung könnte gefolgert werden, "daß es durch Herbeiführung von Unterbrechungen des Gleichgewichts des Individuums möglich sein dürfte, kognitive Konflikte zu erzeugen, die das Individuum in konstruktiver Form lösen wird, wodurch ein höheres Niveau kognitiver Differenzierung und Integration erreicht wird" (PALMER 1965, S. 324). ⁷⁶⁾

76) LIND (1975) weist darauf hin, daß PALMER (1965) und im Anschluß an diesen auch NELSON (1973) versucht haben, "die Theorie PIAGETS für die Unterrichtsmotivation nutzbar zu machen. Leider sind ihre Ergebnisse wenig detailliert, entsprechend dem nicht sehr elaborierten Zustand der PIAGETSchen Theorie auf dem Sektor der Motivation. PALMER unternimmt einen Versuch der Integration von PIAGETS Gleichgewichtstheorie und der Inkongruenztheorie" (LIND 1975, S. 254).

Die "Störung des Gleichgewichts" (PIAGET), der "kognitive Konflikt" (BERLYNE), die "kognitive Dissonanz (FESTINGER), der Neuigkeitsgehalt einer Information, das Auftreten von "Inkonsistenz" (MÜNCH) oder "Inkongruenzen" (MILLER/GALANTER/PRIBRAM) oder "Anomalien" (LIND), Überraschungen, Unklarheiten, Ungereimtheiten, Ungewißheit und Zweifel, unerwartete Ereignisse, Widersprüche, Mehrdeutigkeiten oder nicht sofortige Erklärbarkeit von Objekterfahrungen sind für das von epistemischen Interessen geleitete Individuum aktivierende *A n l ä s s e* zu einem aktiven explorativen Gegenstandsverhalten (vgl. PIAGET 1974; NEBER 1974 u.a.).⁷⁷⁾

Durch unterrichtliche Maßnahmen kann eine solche sachbezogene Motivation "erzeugt" bzw. vorbereitet werden. Das Interesse des Kindes an der sachgerechten Gegenstandserkundung soll geweckt werden. Sachbezogene Motivation ist nicht nur ein Beweggrund zur lernmotivierenden Manipulation der Schüler hinsichtlich der Lehrstoffe ⁷⁸⁾, sondern fördert die aktive kindliche Auseinandersetzung mit den Gegenständen der Umwelt.

Im Sinne eines schülerorientierten Unterrichts sind Situationen zu schaffen die eine sachbezogene Motivation im Umgang mit den Unterrichtsgegenständen begünstigen. Die sachliche und sachgemäße Art der Auseinandersetzung zwischen Kind und Gegenstand ist ein Kriterium für die pädagogisch angestrebte sachbezogene Lernmotivierung.

77) Vgl. die differenzierte Analyse der sachbezogenen Motivation ^{im} naturwissenschaftlichen Unterricht in LIND (1975).

78) LIND (1975) stellt fest, daß nicht jede Inkongruenz zu einer sachbezogenen Motivation führt. "Sachmotiviertes Verhalten ist in einem Bereich mittlerer Inkongruenzstärke zu erwarten" (S. 84).

Die naturwissenschaftlichen Forschungsprozesse als Problemlösungsprozesse sind durch inhärente sachmotivierende Elemente charakterisiert (vgl. LIND 1975; WAGENSCHNIEDER 1965 und 1970 u.a.). Analoge unterrichtliche Problemlösungsprozesse (vgl. 4.1.3) wirken sachmotivierend für den Schüler. Eine externe Steuerung der Lernmotivierung ist deshalb oft überflüssig⁷⁹⁾, denn der problematisch gesehene Unterrichtsgegenstand hat an sich schon Aufforderungscharakter für ein epistemisches Erkundungsverhalten, "einem Verhaltenstypus, bei dem keinerlei explizite Verstärkungsbedingungen auszumachen sind" (LIND 1975, S. 16). Die Schüler setzen sich aus einem "echten" Anlaß und zielorientiert aktiv mit Sachverhalten auseinander. Die Lehr-Lern-Aktivitäten sind mehr stoffbezogen als lehrerbezogen. "Ein Sachproblem ist meist dazu geeignet, nicht nur Anfangsmotivation zu erzeugen, sondern das Interesse bis zur Lösung aufrechtzuerhalten" (EINSIEDLER in EINSIEDLER/HÄRLE (Hrsg.) 1976, S. 204).

(Naturwissenschaftliche) Problemlösungsstrategien sind Prozesse, die durch sachbezogene Denkmotivation und primär sachstrukturelle Motivationskomplexe gesteuert werden. BRUNER (1961 und 1966) und SUCHMANN (1961 und 1966) erörtern die motivierenden Qualitäten des forschenden Lernens (inquiry learning, learning by autonomous discovery) und sind im Anschluß an WHITE (1959) der Auffassung, daß die Forschungstätigkeit genuin motivierend ist, daß sachbezogene Motivation und forschendes Lernen eng miteinander verknüpft sind. Beim

79) Ein erfolgreicher Ablauf des Lernprozesses verstärkt bzw. kontrolliert sich selbst (vgl. LIND 1975, S. 21).

forschenden Lernen setzen die Schüler weit-
hin selbststeuernd Tätigkeiten
ein. Das Lernergebnis spielt keine entschei-
dende Rolle. 80)

Unterrichtlich organisierte
Problemlösungsprozesse fördern
kognitive Motive, "die auf Entwicklung von
Zusammenhängen gerichtet sind, die Unstimmigkeiten abbauen
und Sachverhalte ausforschen wollen" (SCHIEFELE 1974, S. 400).
Im Unterricht hat die Lernmotivierung als "Gestaltung von
Lernanreizen durch Überraschung, Widerspruch, Unstimmig-
keit u.a. immer auch das Ziel, Motivlernen in Gang zu brin-
gen. Unterricht zielt nicht nur auf Wissen, auch auf Zwei-
fel und eine Fragehaltung, auf Problemösempfindlichkeit.
Überdies soll der Schüler lernen, das Fragwürdige so anzu-
gehen, daß er auch Antworten bekommt und sich ihm Sachverhal-
te erschließen können" (ebda, S. 402).

Für den naturwissenschaftlichen Unterricht ist die moti-
vationale und schülergemäße Funk-
tion des problemorientierten, for-
schenden, entdeckenden Lernens in
der fachdidaktischen Literatur mehrfach aufgezeigt worden
(vgl. SKOWRONEK 1969; RIEDEL 1973; SUCHMANN 1961; WAGEN-
SCHEIN 1966 u.v.a.).

Auch hinsichtlich der problematischen Forderung nach einer
Stärkung der Leistungsmotivation zum Zwecke der besseren
Lebensbewältigung innerhalb der Leistungsgesellschaft (vgl.
ROTH 1971, S. 227 ff. u.a.) ist eine sachmotivational be-
stimmte Lehr-Lern-Organisation grundlegend, weil sie den
Schülern die für alle Leistungen notwendigen Selbstwertge-
fühle mit-vermitteln kann über die Selbstbestätigung durch
erfolgreiche selbstgesteuerte Explorationen. 81)

80) AUSUBEL (1972) ist der Ansicht, daß das forschende Ler-
nen gegenüber dem rezeptiven Lernen keine besonderen mo-
tivationalen Qualitäten aufweise, weil die Selbstbestäti-
gung in beiden Lehr-Lern-Verfahren möglich ist (vgl. S. 493 f.).
Innerhalb der großen Anzahl empirischer Untersuchungen zum
entdeckenden Lernen sind die motivationalen Variablen kaum
untersucht worden (vgl. LIND 1975, S. 259).

81) EIGLER u.a. (1976) weisen darauf hin, daß eine eingehende
Untersuchung des Motivationsproblems im Rahmen der Lehr-
Lern-Forschung noch am Anfang stehe (vgl. S. 188).

4.1.3 Die Zielsetzung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens

Wenn die Lehr-Lern-Organisation schülerorientiert sein soll, dann hat sie die Prozeßvariablen des Unterrichtsgeschehens in besonderer Weise zu berücksichtigen.

Die problemhafte Gestaltung der Lehr-Lern-Tätigkeiten ist ein bedeutsamer Realisationsfaktor der Zielsetzung der Lernmotivierung im Sinne einer schülergeleiteten Sachauseinandersetzung (vgl. 4.1.2).

Problemlösungsstrategien können noch weitere Funktionen bei der Organisation eines schülerorientierten Unterrichts übernehmen. Sie stellen mehr oder weniger schülergesteuerte Aktionsformen des Unterrichtsprozesses dar. Problemorientierte Unterrichtsgestaltung regt die Schüler an, gemäß den individualpsychologischen Voraussetzungen selbständig Handlungen zu planen und zu verwirklichen, sodaß die Handlungsergebnisse als selbst verursacht erlebt werden können. Vorrangig selbständiges und verantwortliches Denken und Handeln initiieren und charakterisieren die Lernerfahrungen innerhalb der unterrichtlichen Problemlösungsmethoden. Problemlösungsstrategien sind "Methoden der Selbstorientierung" (POPP) innerhalb des Erschließungsprozesses der (kindlichen) Umwelt (vgl. WAGENSCHNIG 1965 und 1974 u.a.). Sie sollten in einem schülerorientierten Unterricht deshalb planmäßig erarbeitet werden.

Das Lösen von Problemen ist lernpsychologisch betrachtet ein komplexer Denk- und Handlungs-vollzug, der dennoch nach bestimmten Regeln abläuft (vgl. BRUNER 1956; DUNCKER 1963; GAGNE 1969, S. 129 f; KLIX 1971; LÜER in FREY/LANG (Hrsg.) 1973; OERTER 1971 und 1976; ROHR 1975 u.v.a.).

Es gibt einen "Grundrhythmus des Problemlösens" (LÜER), der sich zwischen der Ausgangssituation (Problemsituation) und der Zielsituation (Problemlösungssituation) als Lösungsweg erstreckt. Eine Abfolge von Fähigkeiten und Fertigkeiten als erprobte Handlungsmöglichkeiten sind V o r a u s - s e t z u n g und E r g e b n i s von Problemlösungsprozessen.

Innerhalb eines Problemlösungsprozesses können zu verschiedenen Zeitpunkten unterschiedliche heuristische Strategien (DUNCKER 1963) als Techniken eingesetzt werden, um mit deren Hilfe Lösungen für Probleme zu finden.⁸²⁾ Heuristische Strategien der Lösungsfindung, die in Problemlösungsprozessen gewonnen wurden, sind eine Voraussetzung für die problemgemäße und problemlösende Auswahl von Lösungswegen. LÜER (in FREY/LANG (Hrsg.) 1973, S. 135) hat fünf Klassen von Elementen des Problemlösungsprozesses unterschieden: Erkenntnisprozeduren, Such- und Findeprozeduren, Prüf- und Entscheidungsprozeduren, Verarbeitungsprozeduren, Motivationsprozeduren. Diesen Elementen des Lösungsprozesses lassen sich wiederum einzelne L ö s u n g s s c h r i t t e zuordnen. Die Funktionsunterschiede zwischen den einzelnen heuristischen Strategien zur Lösungsfindung sind aus den unterschiedlichen Bezeichnungen der genannten Elemente des Lösungsprozesses ersichtlich.

Für die Beschreibung und Erklärung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens im (natur)wissenschaftlichen Unterricht sind die Such- und Findeprozeduren als "Auffinden von geeigneten Ausgangspunkten für einen Lösungsweg und das Herausfinden von geeigneten Problemlösungsmöglichkeiten für die Transformation zum Ziel" (LÜER in FREY/LANG (Hrsg.) 1973, S. 135), denen spezifische Teilfunktionen zugeordnet werden können, besonders bedeutsam.

82) DURKIN (1937) z.B. unterscheidet drei Weisen des Problemlösens:

- (1) Vorgehen nach Versuch und Irrtum (trial and error)
 - (2) die plötzliche Umstrukturierung (sudden reorganisation)
 - (3) schrittweises Problemlösen (gradual analysis)
- (vgl. ROHR 1975, S. 108)

Suchprozeduren als "Hypothesenbildungsaktivitäten" (NEBER) sind Formen epistemischen Verhaltens, welche die Lösung eines Problems, einer Aufgabe, eines kognitiven Konflikts, anstreben. Das epistemische Fragen ist ein Element des epistemischen Verhaltens (vgl. NEBER 1974; WAGENSCHNEIN 1974 u.a.). "Jeder Frage gehen interne Entscheidungsprozesse voraus, die zu einer Hypothese über die unbekannte Situation führen" (NEBER 1974, S. 39). Nach SUCHMANN (1961) werden durch epistemisches Fragen je nach der Frageart unterschiedliche lösungsrelevante Informationen angefordert. Wenn Schüler problemträchtige Sachverhalte durch Fragen "angehen" können, können sie die ersten Schritte zum selbständigen Suchen und Organisieren von Lösungsprozessen unternehmen. Das heuristische Fragevermögen ist ein Bedingungsfaktor für selbstgesteuerte Erkenntnis- und Wissensorganisation (vgl. MOSHER und HORSNEY 1971, S. 119 f; SHULMAN 1965; SUCHMANN 1961 u.a.).

Das problemlösende Frageverhalten als Element des schülergesteuerten Wissenserwerbsprozesses⁸³⁾ wird durch eine sensorische Aktivierung veranlaßt. Die verbale Fragehandlung erfolgt situationsdeterminiert durch externe und interne Variablen. Innerhalb eines schülerorientierten Unterrichts ist die Provokation von Schülerfragen eine unabdingbare Lehraktivität. Schülerfragen sind häufig "das äußere Anzeichen dafür, daß bei den Schülern eine Problemsituation entstanden ist, daß sie sich eines Widerspruchs bewußt geworden sind" (LOFFSCHER 1976, S. 571). Eine Voraussetzung für das epistemische Frageverhalten des Schülers sind Lehraktivitäten, welche kognitive Mechanismen des Schülers aktivieren und zu divergentem Denken anregen.⁸⁴⁾

83) LÜER (1975) u.a. definiert den Problemlösungsprozeß als kognitiven Informationsverarbeitungsprozeß.

84) Lehrer, die den grundlegenden Sachunterricht nur nach Fachaspekten durchführen, sollten bedenken, daß die Umwelt den Kindern nicht "in Fächern sortiert" (KROH) begegnet; vgl. dazu auch Kap. 5.

Kreativität und Produktivität im Denken⁸⁵⁾ sind Voraussetzungen für das einsichtige Erfassen von Problemen und deren selbständiger Lösung (vgl. WERTHEIMER 1945, DUNCKER 1963; GUILFORD 1950 und 1964 u.v.a.). Selbständiges Problemlösen wiederum kann als intelligente Verhaltensweise charakterisiert werden. Konvergierende und divergierende Denkleistungen (vgl. GUILFORD 1950) sowie die Koordination von Elementen einer Operation (PIAGET) sind Teilaktivitäten für die Entwicklung von Strategien des Problemlösens. Denkelemente werden dabei so in (neue) Beziehungen zueinander gebracht, daß sie als Teilmengen von Problemlösungsstrategien fungieren können. Die "Pluralität der Lösungswege als einer speziellen Form der divergenten Produktion und damit der Kreativität" (AEBLI/STEINER 1975, S. 77) müßte innerhalb eines schülerorientierten Unterrichts ein methodisches Organisationsprinzip darstellen.

Das Suchen nach Wegen sollte dem Suchen nach Ergebnissen vorgeordnet sein. "Im Grundschulunterricht kann der Lösungsgedanke nicht vorausgesetzt werden, wie dies der Unterricht auf höheren Schulstufen oft impliziert; der Schüler erlebt angesichts des Wissens seines Lehrers nicht die Situation des Unwissenden, sondern vollzieht allmählich durch Vermutungen, Formulieren von Hypothesen und Prüfen derselben, im Laufe von intensiven Denkprozessen, die durch Unsicherheit und Widersprüchlichkeit charakterisiert sind, einen Aufbau der Lösung (oder einer Lösung). Der Lehrer läßt im Verlaufe der Lösungsfindung durchaus Mißgriffe und ähnliches zu, mit anderen Worten: Er weiß auch die Produktivität des Fehlers zu nutzen" (AEBLI/STEINER 1975, S. 78).

85) Kreativität wird oft mit Problemlösefähigkeit gleichgesetzt; vgl. AEBLI/STEINER 1975, S. 71 ff.

Eine Lehr-Lern-Organisation, die solchermaßen die kognitiven Aktivitäten der Schüler anregt und auf *d i v e r - g e n t e L e r n o r g a n i s a t i o n* hinlenkt, hat WAGENSCHHEIN (1965 und 1970) insbesondere für den naturwissenschaftlichen Unterricht gefordert.

Nach WAGENSCHHEIN (1968, S. 55) soll der Unterricht genetisch, sokratisch und exemplarisch sein, d.h. durch fundamentales (wissenschafts- und lebensbedeutsames) Fragen sollen die Sachen und Sachverhalte in ihrer Genese erkundet werden. Die *S c h ü l e r* sollen *F o r s c h u n g s - p r o z e s s e* (*n a c h*) *v o l l z i e h e n*.

Ein Charakteristikum des kindlichen Forschungsprozesses wurde von WAGENSCHHEIN als "sokratisch" angegeben. Damit ist auf den Dialog-Charakter der Forschungsaktivitäten hingewiesen. Sowohl für den Schüler wie auch für den Wissenschaftler ist das Miteinander-Denken und *M i t e i n a n - d e r - F o r s c h e n* ein förderndes Element für das individuelle Denken und Forschen. "Mißgriffe" und Irrtümer können in einem solchermaßen geführten Lehr-Lern-Dialog "produktiv" ausgewertet werden (s.o.). Der Schüler hat ein "Recht" auf Fehler, Umwege und Irrwege, denn "wer durch Probleme motiviert, selber denkt, der begeht fast notwendig Irrtümer. Wer nicht selbständig geirrt hat, weiß gar nicht, was sicheres Wissen ist" (WAGENSCHHEIN 1974, S. 151). WAGENSCHHEIN postuliert sogar, "das 'Falsche' in einem gewissen Stadium des aktiven Verstehens-Prozesses" (ebda) als aktive Denkleistung des Kindes anzuerkennen, z.B. wenn das Kind noch in der magischen Denkwelt verhaftet ist und anstelle wissenschaftlich-rationaler Sachverhaltsbeschreibungen bildhaft animistische Aussagen trifft. ⁸⁶⁾

86) WAGENSCHHEIN (1974) weist in diesem Zusammenhang auch auf den fraglichen "Dirigismus" hin, mit dem den Kindern verfrüht fachsprachliche Symbole und Begriffe aufgedrückt werden (vgl. S. 152 f).

Der g e n e t i s c h e L e h r g a n g setzt bei einem relativ komplexen Problem mit einer "bewegenden" Frage ein, "bewegend im Sinne von beunruhigend und deshalb das Denken in Bewegung setzend, motivierend" (WAGENSCHNEIN 1968, S. 67). Nicht nach dem methodischen Prinzip "Vom Einfachen zum Komplexen", sondern umgekehrt soll der Lehrer die Lernorganisation vornehmen:

"erst etwas Erstaunliches, also schon (doch nicht allzu sehr) Kompliziertes, Problematisches vor den Schülern ausbreiten: dann in diesem Problematischen in produktivem Denken ein Verständliches, Gewohntes erkennen lassen, auf dem es 'beruht'" (ebda, S. 100).

Dieser S u c h p r o z e ß n a c h V e r s t e h e n, nach Erklärung, nach Information ist im Unterricht d i d a k t i s c h d u r c h L e h r g r i f f e z u p r o v o z i e r e n. Innerhalb der Unterrichtswirklichkeit ist die Methode des Entdeckens ein gelenkter Forschungsprozeß (didactic discovery, guided discovery). Auch und gerade in einem schülerorientierten Unterricht darf der Schüler nicht sich selbst, seinen mehr oder weniger zufälligen Möglichkeiten der Erfahrungsgewinnung überlassen bleiben. Unterricht als pädagogische Aufgabe muß das als Ziel gesetzte "Lern-not-wendige" entdecken helfen; auch der s c h ü l e r g e s t e u e r t e E n t d e c k u n g s v o r g a n g i s t d u r c h L e r n h i l f e n a n z u r e g e n und aufrechtzuerhalten (vgl. RIEDEL 1973; NEBER (Hrsg.) 1973 u.a.). BRUNER (1961) als leidenschaftlicher Vertreter eines offenentdeckenden Lehrverfahrens läßt die Frage unbeantwortet, wie intersubjektiv gültige und z.B. für einen Kulturkreis gültige Lehrinhalte mit der entdeckenden Methode von den Schülern überhaupt erworben werden können.⁸⁷⁾ Der Schulunterricht muß sich aber um intersubjektiv gültige Inhalte bemühen.

87) BRUNER hat im Laufe der Diskussion um das entdeckende Lernen seine Thesen immer vorsichtiger formuliert und auch Probleme bzw. Nachteile des entdeckenden Lernens zugestanden (vgl. EINSIEDLER 1976, S. 79).

Die Lehrtätigkeiten haben beim entdeckenden Lernvollzug der Schüler die Aufgabe, Hilfestellung zu leisten, damit die Schüler "die Verbindlichkeit des Sachanspruchs mit der Produktivität individueller Deutungen" (MUTSCHLER/OTT in NEFF (Hrsg.) 1977, S. 22) in Zusammenhang bringen kann. Unterrichtliches Entdecken ist deshalb in irgendeiner Form immer "gelenktes Entdecken". Das "reine" Entdecken als Unterrichtsverfahren gibt es nicht (vgl. 0.2 und 5.0). "Weil dies so ist, erscheint es uns sinnvoll, gerade innerhalb des darstellenden Verfahrens ebenso intensiv nach Möglichkeiten zu suchen, die der prinzipiellen Vieldeutigkeit des Gegenstandes und dem Anspruch des divergenten Denkens gerecht werden... Ein Unterrichtsgegenstand wird nicht gefunden, sondern im unterrichtlichen Lehr-Lern-Prozeß allererst gemacht, so wie die Lernfähigkeit des Schülers nicht vorab festliegt, sondern sich im Anforderungskontext von Unterricht erst ausbildet" (ebda, S. 23 - 24).⁸⁸⁾ RIEDEL (1973) unterscheidet "ergebnisorientierte" und "problemorientierte" Lernhilfen, die "als den Denkprozeß aktivierende Strukturierungs- bzw. auf das Ergebnis zielende Lösungshilfen" die Organisation des Lernprozesses der Schüler unterstützen. RIEDELS Effektivitätsvergleich ergebnis- und problemorientierter Lernhilfen führte zu dem didaktisch bedeutsamen Ergebnis, "daß die Bedeutung lenkender Hilfen für eine transferwirksame Auseinandersetzung mit einem Problem nicht unabhängig von der Komplexität des Problems, der Vertrautheit des Lernenden mit relevanten Sachzusammenhängen und der Wahrscheinlichkeit des Einfalls der Lösungshypothese beurteilt werden kann, vor allem aber, daß die um eine Organisation und Strukturierung des Lernprozesses bemühten problemorientierten Hilfen bei ähnlichen Aufgaben

88) MUTSCHLER/OTT übernehmen diese These prinzipiell von LOSER; vgl. dazu LOSSER, F.: Die Notwendigkeit einer pädagogischen Theorie des Lehrens und Lernens, in: Neue Sammlung, 1967, S. 58 - 70.

zu erheblich höheren Leistungen befähigen als die zum analytischen, schlußfolgernden und prüfenden Denken weniger herausfordernden ergebnisorientierten Hilfen" (RIEDEL 1973, S. 295). Problemorientierte Lernhilfen verhindern die Eigenaktivität der Schüler im Lernprozeß nicht. Sie sind als schülerorientierte Aktivationsfaktoren zu charakterisieren, welche Lernanstrengung und Lernerfolg der Schüler fördern.

Im Sinne eines schülerorientierten Unterrichts eignet sich die problemhafte Gestaltung der Lern-tätig-keit nach LOMPSCHER (1976) ganz besonders für "die Ausbildung von Fähigkeiten, zu selbständiger und schöpferischer Lern- und Arbeitstätigkeit, kognitiven Interessen und verantwortungsvoller Einstellung zu geistigen Anforderungen.... denn was durch eigenes aktives Suchen, Überlegen, Prüfen usw. erkannt wird, prägt sich besonders fest und dauerhaft ein und ist durch die Einbeziehung in verschiedenartige Zusammenhänge auch vielfältiger einsetzbar" (ebda, S. 568). Die Schüler können beim problemlösenden Lernen ihre individuellen Leistungsdispositionen (Kenntnisse, Fähigkeiten und Fertigkeiten) ihren kognitiv-emotionalen Bedürfnissen entsprechendeinsetzen.

Das Bewußtmachen von problemlösungsstrategischen Lernschritten durch den Lehrer setzt im Schüler "Impulse zum Bewußtwerden des eigenen Vorgehens bei der Bewältigung von Anforderungen und damit zur Selbstkontrolle und Selbstbeurteilung, zur bewußten Anwendung und Übertragung solcher Verfahren auf neue Anforderungssituationen" (ebda, S. 567). Nicht nur der inhaltliche Aspekt, auch der strategische Aspekt selbst muß beim unterrichtlichen Einsatz von heuristischen Strategien thematisiert werden, wenn die Schüler

Problemlösungsstrategien als Lösungshilfen für Sachprobleme erfahren und anwenden sollen (vgl. LÜER in FREY/LANG (Hrsg.) 1973, S. 133; SUCHMAN 1961; OERTER 1967 u.v.a.). Die Schüler können eine Vielfalt von Informationsaufnahme- und Informationsverarbeitungsmöglichkeiten entwickeln. Im Entdeckungslernen, "das dem Lernenden je eigene Zugangswege und Deutungschancen zuspielt" (NEFF), kann der Schüler produktiv, reflexiv und methodisch bewußt "emanzipative", die Eigenaktivität fördernde Qualifikationen erwerben. Die Durchführung von Problemlösungsstrategien fördert den Aufbau von Strategien mit erfahrungsorganisierender Wirkung (generic learning). Problemlösungsstrategien lassen dem Schüler sein eigenes Handeln bewußt werden und dann auch selbst steuern (self loop), ein Repertoire von Lösungstechniken gewinnen sowie das Bewußtsein der Methodenabhängigkeit und Reversibilität des menschlichen Wissens aneignen (vgl. MUTSCHLER/OTT in NEFF(Hrsg.), S. 20). Der Lehr-Lern-Prozess kann unter diesen Perspektiven als subjektgesteuerter, nicht nur als objekt determinierter Prozess erfahren werden.⁸⁹⁾

Zusammenfassung:

Die didaktische Leitvorstellung der Schülerorientierung wird in drei elementaren Zielkomponenten expliziert, die anstreben, den Schüler als Lernsubjekt in das Zentrum der unterrichtlichen Bemühungen zu stellen. Bei der Realisation der erörterten Zielsetzungen: der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation, der Lernmotivierung und des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens werden die drei elementaren psychischen Dimensionen in ihren alterspsychologischen Leistungsmodi berücksichtigt, aktiviert und modifiziert.

89) vgl. BRUNERS (1971) Forderung nach "the personalisation of knowledge".

4.2 Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den explizierten Zielvorstellungen der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

4.2.1 Die Relation zwischen der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Die Forderung nach einer stärkeren Beachtung des Schülers als Lernsubjekt ist in neueren unterrichtstheoretischen Überlegungen gegenüber der Einschätzung des Schülers als Lernobjekt primär geworden (vgl. 4.1.1). In diesem Zusammenhang ist auch das Zurücktreten der Ergebnisorientierung des Unterrichts gegenüber der Betonung der Prozesse des Kenntnis- und Erkenntniserwerbs zu verstehen.

Als bleibende Wirkungen von unterrichtlichen Lernprozessen werden weniger die vermittelten Wissensinhalte als die Aneignung eines Repertoires von Methoden zur Wissensaneignung und Problembewältigung eingeschätzt. Die Schüler sollen nicht nur lehrdeterminiert "etwas" lernen. Sie sollen vielmehr "das Lernen lernen", um sich selbst im Leben, das unaufhörlich Um-Lernprozesse und Neu-Lernprozesse fordert, zurechtzufinden.

Die schülerorientierte Lernprozeßbetonung fordert Lehrstile und Unterrichtsmethoden, welche die Schüler mit den genannten lebensnotwendigen Verhaltensdispositionen "ausstatten" helfen.

Im Folgenden soll untersucht werden, ob die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Teilmenge der Unterrichtsverfahren zur Realisierung dieser Zielvorstellungen beitragen kann.

Die Durchführung der experimentellen Forschungsmethode ist neben objektiven auch durch subjektive Relevanzkriterien gekennzeichnet: subjektbestimmte Zielvorstellungen, die subjektdeterminierte Art des experimentellen Zugriffs, die vom forschenden Subjekt vollzogene Beobachtung und Interpretation des experimentellen Geschehens bzw. der experimentell gewonnenen Beobachtungsdaten (vgl. 1.1 und 1.2).

Bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie müssen im Unterricht analoge Schüler-subjekt-eigene Fähigkeiten und Verhaltensweisen zum Einsatz kommen. Nach DEWEY ist die experimentelle Erfahrungsgewinnung grundlegend für das Sich-Zurechtfinden des Menschen in der Welt wobei zwischen kindlichem und wissenschaftlichem Experimentieren nur ein gradueller Unterschied besteht. "Die natürlichen Impulse des Kindes und die Wissenschaft werden so als äußerste Grenzen ein- und desselben Wachstumsprozesses begriffen, wobei das wissenschaftliche Denken die Richtung angibt, in die die Äußerungen des kindlichen Tätigkeitsdranges orientiert werden müssen" (AEBLI 1963, S.44).

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie kann die aktive, konkrete-operationale Erfahrungsgewinnung des Kindes fördern. Denn der Schüler untersucht experimentierend Gegenstände seiner Umwelt selbsttätig und kommt experimentierend zu Gegenstandserfahrungen bzw. Einsichten über Gegenstandsbeziehungen. Die vom Schüler aufgestellten Gegenstandshypothesen

können auch von ihm selbst experimentell überprüft werden gemäß dem individuellen psychomotorischen Leistungsvermögen. Die innere Folgerichtigkeit des kindlichen Denkens, die sich in der Vermutungs- und Hypothesenbildungsphase der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zeigt, kann konkret-operational durch Messen, Zählen, Wiegen u.a. an den Tatsachen "objektiv" überprüft werden. Die Erkenntnis- und Begriffsbildung, die sich beim Experimentieren vollzieht, entspricht beim Schülerexperiment den individualpsychologischen Leistungsdispositionen. Die Richtigkeit der hypothetisch angenommenen Gegenstandsmerkmale und Sachverhalte wird, dem kindlichen Verlangen nach Anschauung und Selbsttätigkeit entsprechend, mit Hilfe des experimentellen Arrangements, überprüft (vgl. KERSCHENSTEINER 1928³). Das solchermaßen experimentell gewonnene Wissen entspricht dann dem psychischen Denk- und Leistungsvermögen des Grundschulkindes, das nach PIAGET an konkret-operationale Vollzüge gebunden ist. 90)

Das Kind im Grundschulalter kann die experimentell gewonnenen Begriffe und Operationen (Strategien) im Sinne der Selbsttätigkeit und aktiven Selbstbildung im Gegensatz zum Bücherwissen auch relativ leicht verallgemeinern und transferieren. Das Experimentieren als konkrete Schülertätigkeit unterstützt die selbsttätige und die den individuellen Fähigkeiten entsprechende Aneignung der pädagogisch intendierten Kenntnisse und Erkenntnisse (vgl. DEWEY 1929; LAY 1907³; KERSCHENSTEINER 1928³; PIAGET 1950 u.a.).

90) vgl.PIAGET (1969) u.a.

Das Experimentieren im Unterricht und wiederum insbesondere das selbständige Experimentieren der Schüler gehört zu den wichtigsten unterrichtlichen Aktionsformen in der Grundschule, die dazu beitragen, daß die Schüler individualpsychologisch "angepaßt" neue Begriffe und Sachverhalte erkennen. Die Beziehungen zwischen den konkreten und den geistigen Operationen sind beim Grundschulkind besonders eng. PIAGET (1950 u.a.) versteht die geistigen Operationen als verinnerlichte Formen der konkreten Operationen. Auch bei der experimentellen Methode ist der Zusammenhang zwischen den internen und den externen Operationen sehr eng (vgl. Abb. 4 und Abb. 9 und 10).

Das experimentelle Forschen folgt einem inneren epistemischen Antrieb, der im Kind "vorhanden" ist. Die Aufgabe des Lehrenden ist es, Anlässe zu schaffen, die den Schüler zum Fragen und Vermuten nach Gegenstandsqualitäten oder Gegenstandsquantitäten anregen. Bereits erworbene Kenntnisse oder gemachte Beobachtungen helfen, die Problemlage zu analysieren und hypothetische Untersuchungswege bzw. Lösungswege gemäß dem kindlichen Denk- und Vorstellungsvermögen zu entwerfen. Die Kontrolle der Richtigkeit (Objektivität) des kindlichen Denkens geschieht zuerst logisch und dann konkret (experimentell). "Auf den niedrigen Stufen des Unterrichts ist diese Kontrolle nicht unbedingt experimentelle Bestätigung nach den strengen Regeln der wissenschaftlichen Methode.

Es handelt sich einstweilen nur darum, auf neue Situationen Begriffe oder Operationen anzuwenden und zu sehen, ob sie ihnen angemessen sind. Handelt es sich um eine neue Technik, die von den Kindern ersonnen wurde, so bestimmen die Ergebnisse den Wert. Aber während der geistigen Entwicklung des Kindes wacht der Lehrer darüber, daß das Kind sich immer wieder mit einer rein empirischen Kontrolle begnügt.

So wird sich der Schüler die wissenschaftliche Methode der experimentellen Verifikation allmählich erwerben" (AEBLI 1963, S. 41).

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie trägt effektiv dazu bei, daß unterrichtlich vermittelte (und vom pädagogischen Standpunkt aus notwendig zu vermittelnde) Kenntnisse wenigstens teilweise dem individuellen Vermögen der Schüler entsprechen. Dann werden sie vom Schüler auch als "interessant" erfahren. Das unterrichtliche Tun leistet dann Hilfestellung für die kindgemäße Umwelterkundung. Das Experimentieren im Unterricht darf dann aber nicht nur "Nachvollzug von Vorschriften" (MATHIESEN) sein, wie das innerhalb der Unterrichtspraxis oft beobachtet werden kann (vgl. ECKHARDT 1974, S. 165; HAUG u.a. in MÜLLER (Hrsg.) 1976, S. 372 u.a.).

Bei der im Zusammenhang mit dieser Untersuchung durchgeführten Lehrerbefragung (vgl. Anhang) gaben die Grundschullehrer an, daß sie die Durchführung von Schülerversuchen in Gruppenarbeit und Partnerarbeit gegenüber den Lehrer-Demonstrationsversuchen bevorzugten (vgl. Anh., Frage 4, S. 15). Bei der Frage nach dem Einsatz der kindlichen Fähigkeiten bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie wurde der Anteil der kognitiven Fähigkeiten am weitaus höchsten eingeschätzt (vgl. Anh., Frage 12, S. 23). Andererseits beurteilten die Lehrkräfte die Notwendigkeit, für die Wahl des didaktischen Ortes des Unterrichtsexperiments die Lernvoraussetzungen der Schüler zu berücksichtigen, verhältnismäßig gering (vgl. Anh., Frage 7, S. 18). Diese Befragungsergebnisse weisen m.E. auf die Notwendigkeit einer weiteren Diskussion der didaktischen Funktionen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie bezüglich der Konzeption des naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts hin.

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie muß per definitionem als **I n t e r a k t i o n s p r o z e ß** verstanden werden, in der Lehraktivitäten und Lernaktivitäten einander ergänzend kombiniert werden müssen (vgl. 2.2.3 und 2.3.2).

Die epistemisch-aktivistischen Verhaltensmöglichkeiten des Grundschulkindes (vgl. 4.1.1) können in entsprechenden Lehr-Lern-Situationen wie z.B. innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zum Einsatz gebracht und pädagogisch-didaktisch fruchtbar gemacht werden. Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie kommt dem Bedürfnis des Kindes nach möglichst freiem Explorieren und Experimentieren entgegen. Das aktive, konkret-operational-geistige Handeln bewirkt die Durchführung der experimentellen Forschungsstrategie (vgl. 1., 1.2, 1.3) wie die angemessene Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. 2.1, 2.2, 2.3). Die alterstypischen Leistungsmodi des Grundschülers entsprechen den Leistungsvoraussetzungen für die effektive Durchführung des Experiments (vgl. 4.2.1). Die lehrstrategischen und die lernstrategischen Aktivitäten bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. Abb. 9 und Abb. 10) tragen dem s p o n t a n e n und doch noch a u f A n r e g u n g a n g e w i e s e n e n F o r s c h u n g s i n t e r e s s e des Kindes in der Grundschule Rechnung.

Die e x p e r i m e n t e l l e M e t h o d e als aktive Unterrichtsmethode mit o p e r a t i v e m P r o z e ß c h a r a k t e r wird der didaktischen Forderung nach schülergemäßen Unterrichtsmethoden gerecht. Die Adaption der psychischen Leistungsdispositionen bzw. deren Modifikation kann durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie in angemessener Weise erfolgen. Denn die Schüler können innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie individuelle Frage- und Lösungsstrategien entwerfen und so i n d i v i d u e l l e

Problemlösefähigkeiten im Rahmen "objektiver" Untersuchungs- und Forschungsstrategien entwickeln. Es bieten sich Möglichkeiten zum selbstinitiierten und selbstgesteuerten Aufbau kognitiver, emotionaler und psychomotorischer Aktivitäten (vgl. BRUNER 1965; PIAGET 1964 u.a.). Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine Lehr-Lern-Organisation, welche die Denk-, Erkenntnis- und Erlebnisfähigkeiten der Schüler so fördert, daß "durch anregende Situationen und Erfahrungen die Neugierde des Kindes in Wißbegierde verwandelt wird, die zu erfolgreichen Leistungs- und Verhaltensformen befähigt und deren Betätigung und Erfüllung Kinder glücklich macht" (DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1970, S. 45). Durch die experimentelle Lehr-Lern-Strategie werden Lernvorgänge ermöglicht, "die sich allgemein dadurch charakterisieren lassen, daß der Schüler sein Wissen mit Hilfe seiner eigenen Lernmöglichkeiten in selbständiger Aktivität erwirbt" (NEBER 1974, S. 183). Konkrete und formale Operationen bzw. Strategien des Informationssuchens und Informationsverarbeitens können innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie gemäß den altersspezifischen, organismischen und umweltbedingten Lernvoraussetzungen im Schüler zum Einsatz kommen. PIAGET (1950) hat nachgewiesen, daß die kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Strukturen bzw. Strukturvariablen des Kindes im Grundschulalter beim Experimentieren besonders effektiv eingesetzt werden und gefördert werden können. Gleichzeitig kann der Schüler beim Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie naturwissenschaftliche Methoden und Inhalte selbststeuernd forschend und findend erwerben.

Ziel eines modernen naturwissenschaftlichen Unterrichts sollten gemäß dem Prinzip der Wissenschaftsorientierung (vgl. 3.) weniger eindeutig erwartete Lernprodukte als vielmehr die Aneignung möglicher Lernwege sein. Auch schülerorientierter Unterricht sollte Unterrichtsziele als Inhalte oder Verfahren nicht eindeutig vorbestimmen, sondern den Weg (die Wege) zum Ziel von den Schüler mit - finden lassen. Zielgerichtetes, aber nicht in allen Mikroschritten vorgeplantes Verhalten kann besonders effektiv bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie eingeübt werden. Der immer wieder geforderte Primat des Prozesslernens gegenüber dem Produktlernen im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht (vgl. EINSIEDLER 1976; WAGENSCHHEIN 1965 und 1970; u.a.) als Merkmal eines schülerorientierten Unterrichts kann durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie angemessen realisiert werden.

Es wäre eine verkürzte Sicht, wollte man das Experimentieren im Unterricht gleichsetzen mit der "Wut des Selbertuns" (vgl. MESSNER u.a. 1975, S. 15). Auch innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie ist "linear strukturiertes, übernehmendes Lernen... auf komplexer strukturierter, explorierendes Lernen verwiesen und umgekehrt. Da im gegenwärtigen Grundschulunterricht geschlossene Vermittlungsformen dominieren, ist es notwendig, gerade im Sachunterricht den Spielraum eigengesteuerten, offenen Lernens zu vergrößern und die entsprechenden methodischen Fertigkeiten und Einstellungen gezielt aufzubauen. Die Rolle des Schülers und des Lerners erhält durch den zweiten Lerntypus notwendige und oft vergessene Definitionsmerkmale" (HAUG u.a. in MÜLLER(Hrsg.) 1976, S. 63).

Die experimentelle Methode ist nicht die einzige, aber eine a n g e m e s s e n e Methode für die schülerorientierte Lehr-Lern-Prozeßgestaltung (vgl. WAGENSCHHEIM 1965, S. 309). ⁹¹⁾

Bei der p r a k t i s c h e n Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie ist es aber im Sinne einer schülerorientierten Lehr-Lern-Prozeßgestaltung e n t - s c h e i d e n d, daß die S c h ü l e r nach eigenem Ermessen die e x p e r i m e n t e l l e P l a n u n g vollziehen und die experimentellen Hilfsmittel benutzen. Lehrstrategienhe Hilfestellung darf nicht bedeuten, "daß der Versuch gewissermaßen in dem Ablesen von vorher schon bis ins einzelne geordneten Tatsachen besteht" (PIAGET 1950, S. 44). Der Lehrer sollte vielmehr die Schüler anregen, "die Versuche selbst aufzubauen, einfach indem man ihm die Probleme nahebringt, für die er schon lange unbekannt eine Antwort sucht, und ihn weiterhin anzuregen, neue Probleme zu entdecken, bis er von selbst ein Interesse für Experimente bekommt und vielleicht nach vielen vergeblichen Versuchen und Irrtümern Lösungen findet, indem er doch immer seine eigenen geistigen Fähigkeiten anwendet" (ebda).

Die l e h r s t r a t e g i s c h e n A k t i v i t ä t e n bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie sollen H i l f e s t e l l u n g bieten für die lernstrategisch vollzogenen experimentellen Aktivitäten, durch die der Schüler seine konstruktiven Fähigkeiten einsetzen lernt.

91) RIEDEL (1973) hat die leistungssteigernde Funktion des entdeckenden Lernens und forschender Lernmethoden nachgewiesen; vgl. RIEDEL (1973), S. 304.

4.2.2 Die Relation zwischen der Lernmotivierung als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Die Zielsetzung der Lernmotivierung meint die Ausrichtung der Motive des Schülers auf den Lerngegenstand. Der individuelle Lernweg und das "vom Subjektstandpunkt aus Bedeutsame" (DITNER), die Verbindung von "Lerner-Ich" und dem "Ich der Privatgedanken" (RUMPF) sind Faktoren, die eine schülergesteuerte Lernmotivierung berücksichtigen muß.

Motive als handlungsleitende Beweggründe werden handelnd erworben. Die Anregung bzw. "interaktionale Vermittlung" (SCHIEFELE) von Motiven geschieht im Unterricht innerhalb des Lehr-Lern-Prozesses. Motive sind auch Beweggründe des Lernens und verlaufssteuernde Faktoren im Lernvollzug. Pädagogisch verantwortbare Lernmotivierung muß jene Handlungsmotive im Schüler aktivieren, die den als legitimiert geltenden didaktischen Zielvorstellungen entsprechen. So hat die didaktische Zielsetzung der Lernmotivierung als Zielkomponente der didaktischen Intention der Schülerorientierung vor allem die dem Grundschulkind gemäßen Handlungsmotive wie das Bedürfnis nach Aktivität und Erlebnis, das Streben nach Wissen und Erkenntnis aufzugreifen. Die kritische Reflexion über diese elementaren Tendenzen des kindlichen Strebens in Rück-sicht und Zusammenschau mit pädagogisch legitimierten Leistungsanforderungen muß auch innerhalb des naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts erfolgen.

Das Bedürfnis nach Erklärung von Sachverhalten der kindlichen Umwelt erwächst aus Inkongruenzen zwischen dem subjektiven kindlichen Erklärungsvermögen und den Objekterfahrungen.

PIAGET spricht von einer "Störung im Gleichgewicht der kognitiven Schemata" (vgl. 4.1.2). Aus Ungereimtheiten, Unklarheiten, Widersprüchen und Mehrdeutigkeiten zwischen Sachen und Sachverhalten erwachsen kognitive Konflikte, die Anlaß und Anreiz für ein epistemisches Erkundungsverhalten sind. Der Wunsch nach Klärung des Sachverhaltes bzw. Lösung des Problems aktiviert eine sachklärende Gegenstandserkundung. Wenn die Motive des Handelns sachbezogene Motive sind, initiieren sie ein exploratives Gegenstandsverhalten. Die sachbezogene Motivation ist eine wichtige Voraussetzung für ein schülergesteuertes exploratives Gegenstandsverhalten. An der Art und Weise der Gegenstandserkundung kann die Art der handlungsmotivierenden Beweggründe indiziert werden.

Die didaktischen Zielvorstellungen des naturwissenschaftlichen Unterrichts fordern bereits in der Grundschule eine von sachbezogenen, sachlichen, sachangemessenen, strukturausgeprägten Interessen geleitete Auseinandersetzung mit den Naturgegenständen. Die sachbezogene Motivierung ist dem subjektbezogenen Motivationstyp vorzuziehen (vgl. 4.1.2). 92)

Im Zusammenhang dieser Untersuchung muß gefragt werden, ob die experimentelle Lehr-Lern-Strategie zur sachbezogenen Lernmotivierung beitragen kann. Die Durchführung der experimentellen Methode als Forschungsstrategie und als Lehr-Lern-Strategie ist zielorientiert, d.h. ein ganz bestimmtes "erkenntnisleitendes Interesse" (HABERMAS) bzw. eine Lernbereitschaft steuert

92) WAGENSCHNEIDER "betont immer wieder die pädagogische Erwünschtheit sachlicher Motive und setzt sich deshalb für einen Abbau extrinsischer Motivation ein" (LIND 1975, S. 252).

problemlösende Verhaltensaktivitäten (vgl. Abb. 4). Epistemische Verhaltensweisen sind dem wissenschaftlichen und dem kindlichen Forscher eigen. Das Erkenntnisinteresse ist das elementare Motiv des experimentellen Forschens. Entsprechend der anthropologischen Mehrdimensionalität von experimenteller Forschungsstrategie und experimenteller Lehr-Lern-Strategie (vgl. Abb. 4) liegen die Antriebe zum Experimentieren nicht nur im kognitiven Bereich. Emotionale und psychomotorische Bedürfnisse wie Erlebnis- und Tätigkeitsdrang verursachen und begleiten das experimentelle Explorationsverhalten besonders beim Grundschulkind (vgl. PIAGET 1950, S. 45). WAGENSCHNEIDER (1965 und 1970) und PIAGET betonen in diesem Zusammenhang auch immer wieder die Notwendigkeit, das Experiment als soziale Interaktionsform durchzuführen. "Die wirkliche Ausbildung der Verstandeswerkzeuge erfordert vielmehr eine gemeinschaftliche Atmosphäre aktiven Forschens, Experimentierens und miteinander Diskutierens" (PIAGET 1950, S. 39). Die innerhalb einer konkret durchgeführten Lehr-Lern-Strategie aktivierenden Motive und Motivkomplexe sind von allen interdependenten Unterrichtsfaktoren mit angeregt (vgl. MUSSEN 1976, S. 77).

Wenn lehrstrategische Aktivitäten den Schüler zu einer Fragehaltung und selbständiger Antwortsuche anregen, wenn Lehrerimpulse die sachbezogene Problemempfindlichkeit verfeinern helfen, dann bleibt das sachliche Interesse auch beim Grundschulkind meistens während aller strategischen Einzelmaßnahmen erhalten. KLAUER (1974, S. 180) formuliert die lernpsychologischen Vorteile der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als Prozedurhierarchie folgendermaßen:

"Man weiß e r s t e n s , daß die Motivation immer besonders stark kurz vor dem Handlungsziel ist; das wird bei jedem Versuch ausgenutzt, denn jeder Versuch endet mit der abschließenden Zielhandlung; es ist z w e i t e n s gewährleistet, daß jeder Versuch mit einem Erfolg endet... und das ist im Sinne der Reinforcement-Theorie des Lernens nachweislich von Bedeutung; d r i t t e n s schließlich erscheint jeder einzelne Schritt dem Schüler sinnvoll eingebettet, weil völlig klar wird, wozu der jeweilige Schritt d i e n t" (ebda).

Der Schüler erfährt in den Findeprozeduren eine leistungsmotivierende Selbstbestätigung. Die e x p e r i m e n t e l l e L e h r - L e r n - S t r a t e g i e als i n t e r n - e x t e r n e r O p e r a t i o n s z u s a m m e n h a n g mit h i e r a r c h i s c h e m P r o z e ß c h a r a k t e r ist im Sinne des l e r n - m o t i v i e r e n d e n Handlungsablaufs von heuristischen Strategien für den n a t u r w i s s e n s c h a f t l i c h e n G r u n d s c h u l u n t e r r i c h t eine e l e m e n t a r e L e h r - L e r n - S t r a t e g i e . Die lehrstrategisch angebotene schülergesteuerte Problemsituation kann strukturbezogene Lernaktivitäten anregen. Sachproblembezogene und schülersubjektive Motive und Motivstrukturen steuern die sachstrukturelle Gegenstandserkundung.

Die Förderung der Lernmotivation bei der Durchführung der experimentellen Unterrichtsform wurde auch bei der L e h r e r b e f r a g u n g höher eingeschätzt als der Wissenserwerb, die Förderung des produktiven Denkens und die Schulung fachspezifischer Fähigkeiten (vgl. Anh., Frage 20, S. 31). Das selbsttätige Experimentieren der Schüler findet nach Meinung der Lehrkräfte ein weitaus größeres Interesse bei den Schülern als die übrigen Typen von

Experimenten. Gruppenexperimente, Demonstrationsexperimente und Gedankenexperimente liegen in der Einschätzung der Schülerinteressen durch die Lehrenden bedeutend niedriger (vgl. Anh., Frage 15, S. 24). Der Zusammenhang der Motive bezüglich des motivationalen, kognitiven und psychomotorischen Lernbereichs wird auch aus diesen unterrichtspraktischen Erfahrungshinweisen deutlich.

Wird der Schüler zu einem freien Umgang und zum selbstgesteuerten Explorieren mit Phänomenen und Problemen seiner Umwelt angeregt, so gewinnt er primäre Gegenstandserfahrungen, von denen eine starke Motivation ausgeht, daß er sich weiter extensiv und intensiv mit naturwissenschaftlichen Problemen beschäftigt (vgl. NELSON 1968 (orig.), S. 26).

KRATHWOHL/BLOOM/MASIA (1975, orig. 1964) betonen, daß die Lernmotivation aus "positiven Affekten" resultiert. "Dies führt zunehmend dazu, die Methode des Entdeckungslernens (self discovery) als Mittel zu benutzen, um das Interesse an dem Lernstoff zu fördern. Indem wir damit die Neugier und das exploratorische Verhalten steigern, können wir vielleicht auf einem grundlegenden Trieb aufbauen" (ebda, S. 56).⁹³⁾

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie fördert die Aktivierung affektiver Verhaltensweisen (Erlebnisdrang, Neugier), den Erwerb kognitiver Zielsetzungen wie den Erwerb der experimentell-strategischen Schritfolgen ohne sachfremde Manipulation des Schülers.

93) KRATHWOHL/BLOOM/MASIA (1975) formulierten innerhalb der Liste von effektiven Lernzielen explizit auch ein affektives Lernziel, das sich auf das Experimentieren bezieht: "Der Schüler soll eine Einstellung entwickeln, die ihn auf die Kraft der Vernunft und die Methode des Experiments und der Diskussion vertrauen läßt" (S. 20).

Extrinsische Motivation geht dabei in intrinsische Motivation über (vgl. BRUNER 1970).

Lehrstrategische Aktivitäten sind deshalb aber nicht überflüssig. Der Lehrer hat die Aufgabe, "Anstoß und Anregung zu geben, d.h. zunächst die Situation herbeizuführen und die Grundvoraussetzungen zu schaffen, die das Kind vor nützliche Probleme stellen, um es anschließend durch geeignete Gegenbeispiele zum Nachdenken und damit zur Überprüfung vorschneller Lösungen zu nötigen: Wünschenswert ist also nicht, daß der Lehrer verschwindet, sondern daß er, statt bloß Vorträge zu halten und fertige Lösungen zu übermitteln, den Forschungseifer der Schüler weckt und sie dazu anregt, sich selber ins Zeug zu legen" (PIAGET 1975 (orig. 1948), S. 78).

MUTSCHLER/OTT (in NEFF(Hrsg.) 1977) erörtern im Anschluß an MERLYNE (1960 und 1973) d i d a k t i s c h e H a n d l u n g s f o r m e n, die problemträchtige Ausgangssituationen als "Anstoß" und A n r e g u n g f ü r d a s u n t e r r i c h t l i c h e E x p e r i m e n t i e r e n der Schüler bewirken können. Didaktische Maßnahmen im Sinne des "produktiven Verwirrens" zum Zwecke der Auslösung einer epistemischen Neugier und einer gezielten Exploration des problemhaften Sachverhalts sind u.a. die "didaktische Kontradiktion" (sich widersprechende Teilinformationen), die "Verfremdung" (Alltägliches aus selbstverständlichen Zusammenhängen herausnehmen) und die "didaktische Provokation" (den Lernenden aus der trügerischen Sicherheit seines Wissens herausreißen) (ebda, S. 26). Im Sinne der sachgemäßen Lernmotivierung ist es aber auch notwendig, daß der L e h r e r a n d e n S u c h a k t i o n e n und Entdeckungen der Kinder begeistert A n t e i l n i m m t. Hypothetische und experimentell gewonnene Lösungen der Probleme sind natürliche

Anlässe für solche schülermotivierende Lehrer-Schüler-Interaktionen. 94)

4.2.3 Die Relation zwischen dem schülergesteuerten Problemlöseverhalten als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Die experimentelle Methode ist in Forschung und Unterricht durch eine Regelmäßigkeit in der Abfolge der Handlungsschritte gekennzeichnet. Durch die Art und die Hierarchie der experimentalmethodischen Schritte unterscheidet sich die experimentelle Lösungsstrategie von anderen Problemlösungsstrategien und ist sie definitorisch als eigene Forschungsstrategie zu bestimmen (vgl. 2.2.2 und 2.3.2).

Innerhalb der einzelnen Phasen der experimentellen Methode laufen interne und externe Operationen ab, die von kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Leistungsdispositionen des kindlichen bzw. des wissenschaftlichen Forschers gesteuert werden (vgl. 3.3).

94) WAGENSCHHEIN betont immer wieder und besonders im Zusammenhang mit dem exemplarischen Prinzip, daß "Kind und Sache" gleichermaßen im Blickfeld des Lehrers sein müssen: "Die Ballungen, Plattformen, müssen auch auf der Subjektseite Ballungen der Aktivität des Kindes sein. Sie müssen eindringlich und inständig sein, in die Sache hinein und in den Seelengrund des Lernenden hinein. Die Spiegelung muß nicht nur das Ganze des Faches - im günstigen Falle das Ganze der geistigen Welt-, sie muß auch das Ganze des Lernenden (nicht nur z.B. seine Intelligenz) erhellen" (WAGENSCHHEIN 1965, S. 302).

Die Hypothese, daß zwischen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie und der schülerorientierten Zielsetzung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens ein enger Zusammenhang besteht, ist theoretisch durch die analogen strukturellen Merkmale der beiden Sachverhalte begründet.

Im Folgenden sollen wichtige sach- bzw. methodenstrukturelle Relationskriterien erläutert werden.

Nach LÜER (1973) kann der Problemlösungsprozeß als Organisieren einer Abfolge von fünf Klassen von Elementen charakterisiert werden. Erkennnisprozeduren, Such- und Findeprozeduren, Prüf- und Entscheidungsprozeduren, Verarbeitungsprozeduren und Motivationsprozeduren vollziehen sich zwischen Problemstellung und Problemlösung in hierarchischer Abfolge. In inhaltlich analoger Weise ist die hierarchische Phasenabfolge bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zu sehen (vgl. ANTENBRINK 1973, S. 105; KLEIN 1974, S. 377; ROHR 1975, S. 62; SKOWRONEK 1969, S. 164; SOOSTMEIER 1975, S. 74; TRAVERS 1975, S. 322 u.a.).

SOOST-MEIER (1975) spricht im Zusammenhang mit strategischen Schritten beim forschend-findenden Lernen bzw. beim Experimentieren im Unterricht von einem "Algorithmus der Methode des Probierens", der in schülergemäßer Formulierung für den Grundschulunterricht durch fünf nacheinander zu stellende und nacheinander zu beantwortende Fragen beschrieben werden kann: "Ich habe eine Frage (Frage). Was muß ich tun, um diese Frage zu beantworten (Versuchsplanung)? Ich führe das aus, was ich geplant habe (Versuchsdurchführung). Welche Ergebnisse habe ich beobachtet (Ergebnis)? Ich beantworte die Frage mit Hilfe der Ergebnisse (Beantwortung der Frage)" (ebda, S. 78).

Die auf die kognitive und emotionale Struktur des Kindes bezogene Vermittlung dieses Algorithmus ist bereits in der Grundschule sinnvoll, "da das Kind bereits im Vorschulalter Probehandlungen dieser Art an Spielzeugen, Fahrrädern usw. selbst durchführt und die Bewußtmachung der Schrittfolge durch Reflexion, Tafelbilder, Klassengespräche und der Analyse von Handlungsabläufen auf der Basis hinreichend konkreter Erfahrungen erfolgt. Im Rahmen des forschend-findenden Lernens ist dieser Algorithmus als methodisches Konzept zur Neuordnung, Strukturierung oder Transformierung von Gegebenheiten anzusehen" (ebda).⁹⁵⁾ Naturwissenschaftliche Grunderfahrungen wie Beobachtung, Problemfindung, Hypothesenbildung, Versuchsplanung, Versuchsdurchführung und Versuchsauswertung sind Voraussetzungen bzw. Teilstراتيجien innerhalb des Komplexes aller möglichen Problemlösungsstrategien und elementare Faktoren innerhalb der experimentellen Methode als zentrale naturwissenschaftliche Forschungsmethode. Es ist hinsichtlich der selbständigen Steuerung der experimentellen Methode als Lehr-Lern-Strategie durch den Schüler notwendig, daß der Schüler die einzelnen Grunderfahrungen bzw. lernstrategischen Aktivitäten (vgl. Abb.9)

95) SOOSTMEIER (1975) berichtet über eine empirische Untersuchung, in der der Algorithmus des Probierens als methodisches Konzept überprüft wurde. "Von den 318 Schülern waren 295 im Anschluß an die Vermittlung des Algorithmus in der Lage, unterschiedliche alltägliche Situationen der Schrittfolge gemäß zu strukturieren und als Probehandlungen zu identifizieren. Der hohe Prozentsatz der Schüler (ca 94%), die diese Transferleistung erbrachten, zeigt, daß die Erkenntnis der Generalisierbarkeit und des Inklusivitätscharakters der Methode des Probierens beim Schüler sichergestellt werden könnte" (S. 74).

"an sich" oder zumindest in weniger komplexen Aktivitätskombinationen als innerhalb der höchstkomplexen experimentellen Strategie gewinnt. Denn die konkret-empirische Erfahrung dessen, was in der Auseinandersetzung zwischen Subjekt und Objekt das Untersuchen, Betrachten, Beobachten, Benennen, Messen, Zählen usw. bedeutet, ermöglicht es dem Kind erst, die innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie unabdingbaren Planungs-, Durchführungs- und Beurteilungsaktivitäten koordiniert (strategisch) anzuwenden (vgl. BÄUML 1976, S. 582; SOOSTMEIER 1975, S. 75). Die elementaren Aktivitäten bzw. Grundbeziehungen, welche die experimentelle Methode als lehr-lern-strategischen Operationskomplex kennzeichnen, sind als Teiloperationen einzuüben.

Zum Erfassen einer Strategie ist eine entsprechende Situation als Bedingungsrahmen notwendig, welcher die adäquate Zuordnung der Teiloperationen ausrichtet.

Für die Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie muß deshalb die Ausgangssituation didaktisch besonders sorgfältig geplant werden. Der Lehrer muß die Aktivitäten der Schüler so ausrichten, "daß sie durch persönliches Suchen und Forschen das Ganze eines Operationssystems und nicht nur die Teiloperationen dieses Systems entdecken... Andererseits ist klar, daß man die Eignung des Kindes zum freien Forschen nicht überschätzen darf. Das Kind ist kein Wissenschaftler mit der Fähigkeit, den Blick auf ein fernes Ziel zu richten, auf dessen Verwirklichung er eine Vielfalt von Teiloperationen ausrichtet. Sobald der Abstand zwischen den bekannten alten Denkschemata mit einer neuen Operation eine gewisse Grenze überschreitet, verliert sich die Klasse im Laufe des Forschens. Daher die Regel für

Aufgaben, welche vom Schüler eigenes Forschen und Fragen verlangen: Die Problemweite so einzugrenzen, daß die Klasse selbst die Lösung finden kann, ohne jedoch die Grenze der sinnvollen Aufgaben zu überschreiten" (AEBELI 1963, S. 94).

Eine individualpsychologisch und sachstrukturell angemessene lehrstrategisch vermittelte Problemstellung regt im Lernenden interne Problemlösungsbedürfnisse und Problemlösungshypothesen an, die Voraussetzungen für externes Problemlöseverhalten und das Experimentieren darstellen (TRAVERS 1975, S. 322; AUSEBEL/SULLIVAN 1974, S. 633 f).

Je zahlreicher Elemente und Sequenzen von Problemlösungsprozessen im Unterricht wirksam werden, umso schneller lernen die Schüler, Problemsituationen selbststeuernd zu bewältigen, indem sie einzelne strategische Maßnahmen zu umfassenderen Lösungsstrategien kombinieren. Sie werden dann auch sensibilisiert für die Zuordnung von Problemtypen und adäquaten Problemlösungsstrategien (vgl. LÜER in FREY/LANG (Hrsg.) 1973, S. 139).. 96)

Bevor die Schüler die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als effektive Problemlösungsstrategie selbststeuernd zur Lösung von Sachproblemen einsetzen können, ist es notwendig, daß viele einschlägige schulische und außerschulische Einzelerfahrungen gewonnen wurden. Denn "nie taucht ein neues Verhalten ex abrupto und ohne Vorbereitung auf; in allen Bereichen des seelischen Lebens ist es stets vorbereitet von einer langen Reihe vorhergehender

96) LÜER (in FREY/LANG (Hrsg.) 1973) weist nachdrücklich darauf hin, daß das Erlernen von Strategien der Problemlösung umso schneller und effektiver vor sich geht, je mehr Lösungstechniken und lösungstaktisch relevante Informationen gegeben werden (vgl. S. 141 f).

Verhaltensweisen, von denen es nur eine weitere Differenzierung bzw. eine neue Kombination ist. So haben alle Operationen und Begriffe ihre Geschichte, die Geschichte ihres progressiven und vollkommen stetigen Aufbaus, ausgehend von früheren Denkelementen" (AEBLI 1963, S. 76). Diesen Zusammenhang hat PIAGET in seinen kognitionspsychologischen Untersuchungen immer wieder empirisch nachgewiesen und auf seine Bedeutung für das Experimentieren hingewiesen (vgl. PIAGET 1950 u.a.).

Der unterrichtliche Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie kann die individualpsychologisch adäquate Entfaltung der Erkenntnis durch die Aktivierung des Lernsubjekts zum Aufbau und Ausbau kognitiver Denkschemata fördern.

Im Verlauf des experimentellen Suchens und Forschens bildet der Schüler geistig selbsttätig neue Begriffe und Operationsmuster aus. Unterrichtliche Problemstellungen als konfliktträchtige Situationsgegebenheiten sind für den Schüler oft Anlässe, den angemessenen Weg der Problemlösung zu finden (vgl. PETTER 1966, S. 50 ff).⁹⁷⁾

Das gilt auch für die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als Lösungsstrategie für naturwissenschaftliche Probleme. Als Lehrer muß man darauf achten, daß man den Lernenden "mit variierten und in ihrer Schwierigkeit gut dosierten Problemen konfrontiert, daß man die Aufmerksamkeit allmählich auf die Lösungsansätze lenkt, daß man die Lösungsbestrebungen in ihren Stärken und Schwächen reflektiert und einzelne Teilschritte zu unterscheiden und zu kontrollieren sucht" (SKOWRONEK 1969, S. 165). Dann kann der Schüler die

97) ROHR (1975) bezeichnet den ersten Schritt für das Problemlösen als "Situationsanalyse. Er unterscheidet Konfliktanalysen, Materialanalysen, Zielanalysen (vgl. S. 37).

experimentelle Lehr-Lern-Strategie als eine Verfahrensweise einüben, die als adäquates Instrumentarium Sachprobleme lösen hilft.

Die verschiedenen experimentellen Handlungsschritte wie Vorbereitung, Organisation, Durchführung und Auswertung des Experiments können mit zunehmender Übung aus den spezifischen Untersuchungskontexten gelöst und als allgemeine strategische Problemlösungsschritte erfaßt werden. Die durch Erfahrung gewonnene Kenntnis einzelner Phasen des Problemlösungsprozesses wie Problemstellung, Explikation der Situationsmomente, Ziel- und Materialanalyse, Funktionalisierung und Konkretisierung der Lösung (vgl. ROHR 1975, S. 62) erleichtert das selbständige Aufstellen von Lösungsplänen. Deshalb sollte der Lehrer im Unterricht forschungsstrategische Elemente des Problemlösungsprozesses bewußt machen und z.B. die verschiedenen Möglichkeiten der Phaseneinteilung bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. Abb. 5, Abb. 6, Abb. 7) an Beispielen erarbeiten.

Das "Wissen von Methoden (Knowledge of Methodology) des Forschens, der Techniken und Verfahren, die in einem besonderen Fachgebiet angewendet werden oder die benutzt werden, um besondere Probleme und Erscheinungen zu erfassen" (RATHWOHL/BLOOM/MASIA 1975, S. 176), ist ein anzustrebendes kognitives Lernziel des Schulunterrichts, insbesondere im naturwissenschaftlichen Lernbereich.

Erfahrungs- und Handlungszusammenhänge des Kindes müssen deshalb im Unterricht so aufbereitet werden, "daß die dabei erkennbar werdenden Probleme das Kind motivieren, und es gleichzeitig veranlassen, seine durchaus vorhandenen Denkmöglichkeiten einzusetzen... Die Unterrichtsinhalte sollten deshalb so strukturiert sein, daß die dabei gewählten Aufgabenstellungen konkrete Handlungen zur Lösung des

Problems erfordern, die nach der induktiven Methode durchgeführt werden und so allmählich sich ein logisches Schlußfolgern ausbilden wird, das Kinder dieser Altersstufe nach und nach zu einem autonomen Handeln führt. Das Ziel eines sich so entwickelnden Handelns wird nach der Fähigkeit des Lösen von bewußt gemachten Problemen die sich daraus weiterentwickelnde Fähigkeit zum selbständigen Erkennen von Problemen einschließen" (SCHMEER in KUHN/MENDEL 1976, S. 194).

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als „induktive“ Methode entspricht diesen elementaren Forderungen der unterrichtlichen Zielsetzung des selbstgesteuerten Problemlöseverhaltens. Besonders die zahlreichen Gegenstände und Sachverhalte aus der Umwelt des Kindes, die einen Bezug zur Technik haben, können in kindgemäßen Handlungsabläufen experimentierend untersucht werden. Die freie Beschäftigung mit Materialien motiviert zum spielerischen Experimentieren, das als lustbetonte Vorform der experimentellen Lehr-Lern-Strategie Kenntnisse und Fertigkeiten für den unterrichtlichen "Ernstfall" bereitstellt. Aus dem probierenden Hantieren mit Gegenständen entwickeln sich allmählich die Stationen eines bewußten strategischen Vorgehens beim Experimentieren wie Entwerfen und Planen, Herstellen, Auswerten, Übertragen und Anwenden von Gegenstandserfahrungen. Das Probieren, Erkunden, Betrachten, Beobachten und Untersuchen als Teilfertigkeiten der experimentellen Strategie sollte im naturwissenschaftlichen Grundschulunterricht immer auch anhand von "Experimentierspielen" (ULRICH) eingeübt werden. Denn in "Experimentierspielen setzt sich

das Kind mit solchen Erscheinungen wie Wasser, Wind, Licht, Schall, Magnetismus, Elektrizität auseinander. Die Tätigkeiten des Experimentierens und Konstruierens sind im kindlichen Spiel nicht scharf voneinander zu trennen. Experimentierspiele gehen oft in Konstruktionsspiele über, umgekehrt können Konstruktionsspiele zu Experimentierspielen führen...Spielen schafft die motivationalen Voraussetzungen für aktives, entdeckendes Lernen im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. Durch Spielen werden kreative Verhaltensweisen des Kindes wie Explorieren, selbständiges Experimentieren, Konstruieren und Erfinden entwickelt und ausgebildet" (ULRICH 1976, S. 15 f).

Der Lehrorganisation obliegt es, die externe Situation für solche Experimentierspiele zu schaffen. Das Bereitstellen von vielfältigen Materialien, die Aufforderungscharakter haben und Entdeckungen zulassen, ist eine unabdingbare Voraussetzung.⁹⁸⁾ Das Spielen, das Explorieren und das Experimentieren des Kindes muß gerade für die Konzeption eines schülergemäßen Unterrichts in der Grundschule in einem engen Zusammenhang gesehen werden. Das aktive Entdecken als alterspsychologische Verhaltensweise kann als zielgerichtetes Spielen und zugleich als Grundqualifikation eines experimentell gestalteten naturwissenschaftlichen Grundschulunterrichts verstanden werden. Die intrinsische Motivation, die Kinder beim Spielen entwickeln, die Fähigkeit, offen und flexibel auf Umweltreize zu reagieren und sie manipulierend und experimentierend zu verarbeiten,

98) Auch AEBLI betont immer wieder, daß genügend Experimentiermaterial eine Voraussetzung für effektives Experimentieren im Unterricht ist. Er stellt diese Forderung auch im Zusammenhang mit der Forderung, Gruppenexperimente statt Demonstrationsexperimente durchzuführen (vgl. AEBLI 1965, S. 102).

ist eine Grundvoraussetzung für alle aktiven, selbständigen, entdeckenden und problemlösenden Lernprozesse. Kinder, die spielen lernen, haben auch die besten Voraussetzungen für produktives Lernen, auch für die spezifischeren und systematischeren Leistungen im schulischen Bereich, gewonnen. Sie haben den Spaß und das Vergnügen erlebt, sich herausfordern zu lassen von der Umwelt, selbständig und aktiv an Probleme heranzugehen, experimentierend neue Erfahrungen zu machen und eigenständig Lösungen zu finden" (DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1975, Bd. 2/1, S. 18).

Durch die lehrstrategische Ermöglichung des spielenden Experimentierens wird der Schüler angehalten, "Ursituationen" (ROTH) des Mensch-Welt-Bezugs zu realisieren (vgl. 1.3), die auch für den unterrichtlichen Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zu gezielten Wissens- und Könnensaneignung grundlegend sind. WAGENSCHNIG (1965 und 1970 u.a.) betont immer wieder die Notwendigkeit eines solchen *genetischen* Lernens im naturwissenschaftlichen Unterricht der Grundschule, das die Unterrichtsinhalte über das "Nach-Denken" und "Nach-Forschen" erarbeitet. "Insbesondere im naturwissenschaftlich orientierten Sachunterricht ermöglicht gelenkt-entdeckendes Lernen die 'genetische' Entwicklung der jeweiligen Sach- und Handlungskompetenz, und verhindert eine durch fachsystematisches Denken bedingte Einspurigkeit des Unterrichts... Gelenkt-entdeckendes Lernen vermittelt dem Lehrer fruchtbare Erfahrungen bezüglich kindlicher Denkstrategien, Erklärungsmodelle, Erfahrungshorizonte, Motivationslagen, Fähigkeiten und Fertigkeiten" (MUCKENFUS/LÜFTNER in NEFF(Hrsg.) 1977, S. 181). Die individualpsychologischen und situativen Determinanten des Lernens sind innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie gleichzeitig als Lernweg und als Lernziel zu sehen.⁹⁹

99) Arbeitsmaterialien, Arbeitsbücher und Lehrerhandbücher für den naturwissenschaftlichen Unterricht in der Grundschule werden diesen Prämissen kaum gerecht; denn oft werden bis ins Minutiöse detaillierte Arbeitsanweisungen gegeben, wann, wie, wo und warum Experimente im Unterricht durchzuführen seien (vgl. HAUG 1974, S.372 u.a.).

Durch die evaluativen Möglichkeiten, welche die experimentelle Lehr-Lern-Strategie dem Kind z.B. durch die experimentell organisierte Bestätigung seiner Vermutung über Sachzusammenhänge bietet, kann das Vertrauen in die eigene Leistungsfähigkeit gesteigert und die Motivation zur weiteren selbstgesteuerten Gegenstandserkundung verstärkt werden. Die Kinder erkennen Regelmäßigkeiten in den Beziehungen zwischen Sachverhalten. Das forschende Fragen entwickelt sich so allmählich zum systematischen Ergründen, das eine Grundeinstellung für die experimentelle Gegenstandserkundung darstellt.

Für das selbständige Erschließen der Umwelt durch das Kind ist die experimentelle Lehr-Lern-Strategie eine das kindliche epistemische Verhalten systematisch weiterentfaltende unterrichtliche Maßnahme.

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist ein unterrichtlicher Suchprozeß nach dem Verstehen und der Erklärung von Sachverhalten, der im experimentellen Ergebnis dem kindlichen Anschauungsbedürfnis angemessene Findemöglichkeiten zur kritischen Prüfung anbietet.

Diese Einschätzung des Experiments im Unterricht wurde auch in der Fragebogenerhebung deutlich, die im Zusammenhang mit dieser Untersuchung durchgeführt wurde (vgl. Anhang).

Die Verwirklichung der didaktischen Zielvorstellung des entdeckenden Lernens und das Lernen durch Tun wurden von den Lehrkräften mit großem Abstand vor anderen genannten Zielvorstellungen aufgeführt (vgl. Anh., Frage 19, S. 30). Auch die Angaben zur Verwirklichung von Unterrichtsprinzipien durch die experimentelle Unterrichtsform, die dem Prinzip der Veranschaulichung den höchsten Rangplatz einräumen, muß aus der Sicht des Unterrichtspraktikers wohl

dahingehend gedeutet werden, daß die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als schülerorientierte methodische Maßnahme gewertet wird (vgl. Anh., Frage 10, S. 21). Die Notwendigkeit lehrstrategischer Maßnahmen für die Lernwirksamkeit der experimentellen Unterrichtsform ist in der Beantwortung der Fragen 17 und Frage 8 (vgl. Anh., S. 19 und S. 28) deutlich artikuliert worden. Auch die Gestaltung einer problemträchtigen Ausgangssituation, das Initiieren bestimmter Fragestellungen bzw. die gemeinsame Planung des Experiments mit der Klasse wird von den Unterrichtspraktikern relativ hoch eingeschätzt.

Z u s a m m e n f a s s u n g :

Die analytische Deskription der Schülerorientierung als d i d a k t i s c h e Leitvorstellung machte deutlich, daß ein s c h ü l e r o r i e n t i e r t e r (Grundschul-)U n t e r r i c h t insbesondere gemäß den d r e i Z i e l k o m p o n e n t e n der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation, der Lernmotivierung und des selbstgesteuerten Problemlöseverhaltens zu konzipieren ist. Die adäquate U n t e r r i c h t s g e s t a l t u n g richtet sich auf die d r e i e l e m e n t a r e n D i m e n s i o n e n des Lehr-Lern-Prozesses (vgl. 4.3).

Eine vergleichende Analyse ergab, daß die für die Realisierung der einzelnen Z i e l k o m p o n e n t e n geforderten Lehr-Lern-Aktivitäten und die bei der Durchführung der e x p e r i m e n t e l l e n L e h r - L e r n - S t r a t e g i e einzusetzenden L e h r - L e r n - A k t i v i t ä t e n qualitativ und quantitativ ä h n l i c h sind.

Der Vergleich von makro- und mikrostrukturellen Elementen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mit den Merkmalen der einzelnen Zielkomponenten (vgl. 4, 2.1, 4.2.2 und 4.2.3) ließ auch die Affinität zwischen den Ziel-

setzungen und der kognitiven, psychomotorischen und emotionalen Lerndimension erkennen. Eine eindeutige Zuordnung der einzelnen Zielkomponenten zu den einzelnen Lerndimensionen ist nicht möglich, denn jede Zielkomponente der Schülerorientierung zielt gleichermaßen auf alle drei unterschiedenen Lerndimensionen.

4.3 Kritisches Resümee

Die Frage nach den didaktischen Funktionen des Experiments im Unterricht wird im Rahmen dieser Untersuchung aus der Perspektive des Realisationszusammenhanges zwischen elementaren Lehrintentionen des (naturwissenschaftlichen) Grundschulunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zu beantworten versucht. Lernintentionen sind hypothetische Sinngebungen und Zwecksetzungen des Unterrichts und als solche Voraussetzungen für einzielgerichtetes und planmäßiges unterrichtliches Vorgehen. Die theoretische und praktische Klärung des Zusammenhanges von didaktischen Zielvorstellungen und Realisationsweisen ist ein zentrales Anliegen von Unterrichtstheorie und Unterrichtspraxis.

Die Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen der didaktischen Intention der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als Teilmenge aller möglichen Lehr-Lern-Verfahren versteht sich als ein Beitrag zur Klärung didaktischer Funktionsbereiche.

Die Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den einzelnen Zielkomponenten der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. 4.2.1, 4.2.2 und 4.2.3) ließ erkennen, daß innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie qualitativ und quantitativ in hohem Maße schülerorientierte Lehr-Lern-Aktivitäten zum Einsatz kommen.

Die didaktische Intention der Schülerorientierung und die experimentelle Lehr-Lern-Strategie fordern die Berücksichtigung der drei elementaren Dimensionen des Lehr-Lern-Vollzugs.

Die didaktische Intention der Schülerorientierung bezieht sich in den o.g. drei Teilkomponenten auf die Entfaltung bzw. Modifikation der kognitiven, psychomotorischen und emotionalen Leistungsdispositionen, welche innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mehr oder weniger interdependent zum Einsatz kommen.¹⁰⁰⁾

Unter der Zielperspektive einer schülerorientierten Lehr-Lern-Prozessgestaltung, die alle Kräfte des Schülers im Unterricht zu ihrem Recht kommen lassen bzw. pädagogisch fördern will, ist die experimentelle Lehr-Lern-Strategie im (naturwissenschaftlichen) Grundschulunterricht eine angemessene Aktionsform.

4.3.1 Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Soll die Lehr-Lern-Organisation an den individualpsychologischen Gegebenheiten der Schüler orientiert sein, dann müssen die entsprechenden lehrdivergenten Bedürfnisse und Interessen der Schüler als Lernsubjekte bei der Unterrichtsgestaltung so weit als möglich berücksichtigt werden.

Diese grundsätzliche Förderung der didaktischen Intention der Schülerorientierung kann beim Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht angemessen erfüllt werden.

100) vgl. auch 3.3 und besonders Anm. 53.

Bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie kommen schülersubjekt-eigene Fähigkeiten und Fertigkeiten zum Einsatz, denn Zielsetzung, Planung, Durchführung, Kontrolle und Interpretation des Experiments müssen vom experimentierenden Schüler unter Einsatz kognitiver, psychomotorischer und emotionaler Aktivitäten bestimmt werden; der Schüler vollzieht eine mehrdimensionale Aktivitätenkombination (vgl. Abb. 4).

Die Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als Aktionsform der Schüler fordert und fördert die Eigenaktivität der Schüler. Die experimentelle Methode als logisch zu planende und konkret-operational auszuführende Methode der Erfahrungsgewinnung trägt zum individuellen Aufbau und Ausbau der kognitiven, motivationalen und pragmatischen Strukturen der Schüler bei.

In Abb. 17 werden die elementaren Kriterien dieses Begründungszusammenhangs im Überblick dargestellt. Die tabellarische Anordnung erleichtert die rasche Erfassung der relationalen Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

4.3.2 Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhangs zwischen der Lernmotivierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Soll der Unterricht Motive als handlungsleitende Beweggründe aktivieren; so muß die Unterrichtsgestaltung lernmotivierende Elemente enthalten. Diese grundsätzliche Forderung der didaktischen Intention der Schülerorientierung kann beim Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht angemessen erfüllt werden.

Handlungsleitender Beweggrund des experimentellen Forschens in Wissenschaft und Unterricht ist das den Menschen auszeichnende epistemische Interesse. Bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie kann der Schüler seine kognitiven und emotionalen Gegenstandsgerichtetheiten in operativen Gegenstandserkundungen konkretisieren. Das explorative, probierende Gegenstandsverhalten ist primär von sachbezogenen Motiven geleitet.

Der Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht greift die kindlichen Forschungsbedürfnisse auf und führt das Kind zur methodisch bewußten, gezielt angestrebten Erfahrungsgewinnung, die eine genuin motivierende Tätigkeit darstellt.

Voraussetzung für die genannten positiven Effekte der experimentellen Lehr-Lern-Strategie in bezug auf die Lernmotivierung ist, daß die individuell und individualpsychologisch geprägten Forschungsmotive des Schülers beim Experimentieren im Unterricht genügend Berücksichtigung finden.

In Abb. 18 werden die elementaren Kriterien dieses Begründungszusammenhangs im Überblick dargestellt. Die tabellarische Anordnung erleichtert die rasche Erfassung der relationalen Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung der Lernmotivierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

4.3.3 Elementare Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhanges zwischen dem selbstgesteuerten Problemlöseverhalten und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Sollen die Schüler durch den Unterricht zur selbstständigen Durchführung von Problemlösungsstrategien befähigt werden, so muß sich die Lehr-Lern-Organisation um eine problemhaltige Gestaltung des Lehr-Lern-Vollzugs bemühen.

Diese grundsätzliche Forderung der didaktischen Intention der Schülerorientierung kann durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Unterricht angemessen erfüllt werden.

Die experimentelle Methode als zentrale naturwissenschaftliche Problemlösungsmethode fordert, daß der Experimentator seine kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Leistungsdispositionen zum Einsatz bringt.¹⁰ Zwischen dem forschenden Kind und dem forschenden Wissenschaftler ist kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller Unterschied hinsichtlich des mehrdimensionalen Fähigkeitseinsatzes festzustellen.

Die experimentelle Methode als eine kritisch-problemlösende Strategie verlangt die vom Experimentator gesteuerte interne und externe Koordination von makro- und mikrostrukturellen Teilaktivitäten bzw. Teilschritten. Das gegenstandsbezogene Explorieren und das spielerische Experimentieren können als

101) Nach DINGLER (1952) ist deshalb die "Analyse des experimentellen Lebensraumes" innerhalb der Durchführung der experimentellen Methode als "3. Formalstufe des Experimentierens" gesondert durchzuführen. DINGLER betont immer wieder, daß die experimentelle Handlung nicht nur von der objektiven Experimentalsituation, sondern entscheidend auch von den subjektiven Bedingungen im Experimentator abhängig ist; vgl. hierzu auch Abb. 5.

kindgemäße Vorformen des forschungsstrategischen Einsatzes der experimentellen Methode gewertet werden. Die lehrstrategische Anregung und Bewusstmachung der experimentellen Entdeckungsstrategie, z.B. beim wiederholten Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie, fördert schülergesteuertes Problemlöseverhalten.

In Abb. 19 werden die elementaren Kriterien dieses Begründungszusammenhangs im Überblick dargestellt. Die tabellarische Anordnung erleichtert die rasche Erfassung der relationalen Kriterien für die Begründung der Annahme eines Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

Z u s a m m e n f a s s u n g:

Qualität und Quantität der relationalen Kriterien zwischen den o.g. Zielkomponenten der Schülerorientierung als didaktische Intention und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie rechtfertigen theoretisch die Annahme eines Realisationszusammenhangs im Lehr-Lern-Prozeß.

Die Lehr-Lern-Aktivitäten, die bei der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zum Einsatz kommen müssen, sind in den drei elementaren Lerndimensionen verankert. Der Wissenschaftler wie auch der Schüler setzen bei der Durchführung der experimentellen Methode kognitive, emotionale und psychomotorische Fähigkeiten und Fertigkeiten ein. Die Art und Weise bzw. die Koordination der Leistungsdispositionen ist mitbestimmt vom Ausprägungsgrad des epistemischen Interesses, von der Strukturhöhe der Kognition und vom Ausbildungsgrad der konkreten Operationsfähigkeit.

Die individualpsychologischen Unterschiede im Ausbildungsniveau der drei Lerndimensionen können beim Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als Unterrichtsmethode angemessen berücksichtigt werden, wenn die Schüler selbst aktiv, gemäß ihren individuellen, kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Voraussetzungen Experimente planen, durchführen und auswerten dürfen. Die lehrstrategische Hilfestellung durch den Lehrer hat die individualpsychologischen Schülervoraussetzungen aufzugreifen und fördernd zu modifizieren.

Die oben erläuterten Zielkomponenten des didaktischen Prinzips der Schülerorientierung beziehen sich jeweils mehr oder weniger komplex auf die drei elementaren Lerndimensionen. Eine direkte Zuordnung der einzelnen Zielkomponenten zu einzelnen Lerndimensionen ist vom sachlichen Begründungszusammenhang her nicht vertretbar. Die individualpsychologisch-orientierte Lehr-Lern-Organisation und das selbstgesteuerte Problemlöseverhalten haben die kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Aktivitäten gleichermaßen anzustreben. Auch die Lernmotivierung als Zielsetzung für den schülerorientierten Grundschulunterricht wird den Schüler nur dann in seinen altersspezifischen Interessen erreichen, wenn neben kognitiven und emotionalen auch psychomotorische Elemente in die Unterrichtsgestaltung eingeplant werden (vgl. Abb. 20).¹⁰²

Strukturmerkmale der experimentellen Lehr-Lern-Strategie: die anthropologische Mehrdimensionalität, die subjektiv-objektive Bestimmtheit, die Zielorientierung, der Prozeßcharakter, die hierarchische Phaseneinteilung, die Aktivitätenkombination sind den Strukturmerkmalen einer schülerorientierten Lehr-Lern-Organisation ähnlich.

102) vgl. dazu auch die Ausführungen innerhalb der Zusammenfassung zu 3.3.

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie kann als b e -
d e u t e n d e r Realisationsfaktor für die Zielvorstel-
lung der Schülerorientierung gewertet werden.

Abb. 17: Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung</u>	<u>Forderungen an eine dieser Zielsetzung adäquate Unterrichtsgestaltung</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die Lehr-Lern-Organisation muß sich an den individualpsychologischen Gegebenheiten orientieren.</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die Unterrichtsgestaltung muß lehrdivergente Interessen und Bedürfnisse der Schüler berücksichtigen.</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsweise für die Zielsetzung der individualpsychologisch orientierten Lehr-Lern-Organisation.</u></p>
<p><u>alterstypisch und umweltspezifisch geprägte physische und psychische Leistungsdispositionen des Kindes als Bestimmungsfaktoren des Lehr-Lern-Prozesses</u></p>	<p><u>Anpassung der Lehr-Lern-Ziele und der Lehr-Lern-Verfahren an die individuellen Leistungsmodi (adaptive Lernsituationen)</u></p>	<p>(schüler)subjekteigene Fähigkeiten und Fertigkeiten als subjektive Relevanzkriterien der experimentellen Methode (subjektbestimmte Zielsetzung, Planung, Durchführung, Interpretation des Experiments)</p>
<p><u>Stärkung bzw. Modifikation der Fähigkeits- und Interessenprofile der Schüler - epistemisch-aktivistische Verhaltensmöglichkeiten des Grundschülers</u></p>	<p><u>lehrstrategische Hilfestellung zur Förderung der mehrdimensionalen Fähigkeitsdispositionen der Schüler (interdependente Lernsituationen)</u></p>	<p><u>das Experimentieren als aktive, konkret-operationale Erfahrungsgewinnung und Erfahrungserweiterung (mehrdimensionale Aktivitätenkombination)</u></p>
<p><u>individuell unterschiedliche Strukturhöhe der epistemischen und heuristischen kognitiven Struktur der Schüler</u></p>	<p><u>lehrstrategische Anregung zur selbständigen Exploration von Sachverhalten durch die Schüler (entsäkende Lernsituationen)</u></p>	<p>die experimentelle Methode als Verfahren zum individuellen Aufbau und Ausbau kognitiver, motivationaler und pragmatischer Strukturen</p>

Abb. 18: Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielsetzung der Lernmotivierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien der Lernmotivierung</u> als Zielkomponente der didaktischen Intention der Schülerorientierung	<u>Forderung</u> an die dieser Zielsetzung <u>adäquate Unterrichtsgestaltung</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
Leitgedanke <u>Der Unterricht hat Motive als handlungsleitende Beweggründe zu aktivieren.</u>	Leitgedanke <u>Die Unterrichtsgestaltung soll lernmotivierende Elemente enthalten.</u>	Leitgedanke <u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsweise für die Zielsetzung der Lernmotivierung</u>
<u>Erkenntnisinteresse, Erlebnisfähigkeit und Handlungsbereitschaft</u> als Bestimmungsfaktor des Lehr-Lern-Prozesses	Bereitstellen <u>motivierender Lernumwelten</u> zur Anregung und Ausrichtung der Motive im Schüler	<u>epistemisches Interesse als Ursprung und Regulativ</u> des experimentellen Forschens in Wissenschaft und Unterricht
<u>emotionale Gegenstandsgerichtetheiten</u> (sachbezogene Motivation) als Hauptmotive für forschendes Lernen	<u>lehrstrategische Initiierung kognitiver Konflikte</u> als Ausgangssituationen für ein exploratives Gegenstandsverhalten	experimentelle Methode als <u>probierendes und erkundendes Gegenstandsverhalten</u>
<u>Schülermotivierende Lern-Prozessorientierung</u> und weniger lehrerdeterminierte Lernproduktororientierung	Einsatz <u>mehr sachbezogener als lehr(er)bezogener</u> Lehr-Lern-Aktivitäten	Einsatz der experimentellen Methode zur methodisch bewußten und gezielt angestrebten Erfahrungsgewinnung als <u>genuin motivierende Tätigkeit</u>

Abb. 19: Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielsetzung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Schülerorientierung</u>	<u>Forderungen an eine dieser Zielsetzung adäquate Unterrichtsgestaltung</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
Leitgedanke: <u>Durch den Unterricht sollen die Schüler zur selbständigen Durchführung von Problemlösungsstrategien befähigt werden.</u>	Leitgedanke <u>Die Lehr-Lern-Organisation muß sich um eine problemhaltige Gestaltung des Lehr-Lern-Vollzugs bemühen.</u>	Leitgedanke <u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsweise für die Zielsetzung des schülergesteuerten Problemlöseverhaltens.</u>
<u>bei der Durchführung von Problemlösestrategien als schülergesteuerte Aktionsformen Einsatz von individuellen Leistungsdispositionen</u>	<u>durch problemorientierte Lernhilfen die schülergesteuerte Wissens- und Erkenntnisorganisation anregen</u>	<u>mehrdimensionaler Einsatz von Leistungsdispositionen bei der experimentellen Methode als zentrale naturwissenschaftliche Problemlösungsstrategie</u>
<u>Problemlösungsstrategien als Abfolge von erprobten Handlungsschritten zur Lösungsfindung</u>	<u>strategische Teilschritte bzw. Lösungstechniken durch Lehraktivitäten bewußt fördern</u>	<u>Koordination von makro- und mikrostrategischen Teilschritten zur experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<u>Förderung des individuellen Problemlösevermögens durch das genetische und sozialisches Forschen als Nach-Forschen und Miteinander-Forschen</u>	<u>das strategisch angestrebte Entdecken der Schüler selbst anregen und bewußt machen</u>	<u>spielerisches Experimentieren als Vorform des forschungsstrategischen Einsatzes der experimentellen Methode</u>

Realisationszusammenhang

didaktische
Leitvorstellung der
Schülerorientierung

experimentelle
Lehr-Lern-Strategie

angezielte
Lehr-Lern-Dimensionen

individualpsycho-
logisch orientier-
te Lehr-Lern-
Organisation

-subjektiv bestimmte Ziel-
setzung, Durchführung, In-
terpretation des Experiments
-aktiver, konkret-operationa-
ler Aufbau und Ausbau kogni-
tiver Strukturen beim Ex-
perimentieren

Kognition

Lernmotivierung

-erkenntnisleitendes Interesse
als Ursprung des experimentel-
len Forschens
-Experimentieren als gezielt
angestrebte Erfahrungsgewin-
nung

Emotion

selbstgesteuertes
Problemlöseverhalten

-experimentelle Methode als zen-
trale naturwissenschaftliche
Problemlösungsmethode
-spielendes Experimentieren als
lustbetonte Vorform der expe-
riment-ellen Lehr-Lern-Strategie

Psychomotorik

Abb. 20: Strukturmodell des Realisationszusammenhanges
zwischen den durch die didaktische Leitvorstel-
lung der Schülerorientierung angezielten Lehr-
Lern-Dimensionen und der experimentellen Lehr-
Lern-Strategie

5. ANALYSE DES REALISATIONSZUSAMMENHANGES ZWISCHEN
DER DIDAKTISCHEN LEITVORSTELLUNG DER UMWELTORIENTIERUNG
UND DER EXPERIMENTELLEN LEHR-LERN-STRATEGIE

5.0 Die Umweltorientierung als didaktisches Regulativ
für die Konzeption des grundlegenden Sachunter-
richts

Die Vermittlung von U m w e l t k o m p e t e n z war und ist ein elementares Anliegen des Unterrichts und in spezifischer Weise des grundlegenden Sachunterrichts. Das Kind soll durch Erziehung und Unterricht befähigt werden, sich selbst in seiner Welt zurechtzufinden, d.h. sich, seine Mitwelt und seine Umwelt zu verstehen, und es soll sich umweltgerecht verhalten können. Durch den Unterricht sollen die Erscheinungen der Umwelt dem Kind durchschaubar, begreiflich und verständlich gemacht werden, damit es sich in seiner "Welt" wohlfühlen und zurechtfinden kann.

Das didaktische Prinzip der Umweltorientierung des Unterrichts wurde in dieser allgemeinen inhaltlichen Bestimmung von den unterschiedlichsten didaktischen Konzeptionen des Schulunterrichts und des grundlegenden Sachunterrichts schon immer intendiert. Differenzen, ja sogar gegensätzliche Auffassungen traten bei der näheren inhaltlichen Bestimmung bzw. Operationalisierung dieses Leitzieles auf. Auch die Sichtweise des Kindes selbst war im Laufe der Geschichte der Pädagogik teilweise sehr unterschiedlich bestimmt worden (vgl. GÜMBEL/MESSER/THIEL 1977; BURK 1976 u.a.).¹⁰³⁾ Die unterschiedliche Betrachtung des Kindes und

103) vgl. dazu u.a. auch die einschlägigen Erörterungen in:
ARIES, Ph.: Geschichte der Kindheit. München, Wien 1975²
(Orig. Paris 1960);
BITTNER, G.: Vorschulerziehung und kindliche Identität.
In: Zeitschrift für Pädagogik, 1971, H.4, S. 417 ff;
DIETRICH, Th. (Hrsg.): Die pädagogische Bewegung "vom Kin-
de aus". Klinkhardts Pädagogische Quellentexte. Bad Heil-
brunn 1963;
GLÄS, Th. (Bearb.): Pädagogik vom Kinde aus. Basel 1963²;
HASSENSTEIN/HEINELT/MEVES: Das Kind im Vorschul- und
Grundschulalter. Freiburg 1973.

demgemäß seiner (Um-)Welt bestimmt die jeweiligen Intentionen und Methoden für den Sachunterricht als Unterrichtsfach, der Kind und Welt miteinander vermitteln soll, entscheidend mit (vgl. DOLCH 1971³; GÜMBEL/MESSER/THIEL 1977, S. 17 u.a.).

Seit der ersten Grundschulrichtlinien von 1921¹⁰⁴⁾ ist die Umwelt oder die "nähere Erfahrungswelt des Kindes" als Grundlage und Zielbereich des Unterrichts definitiv festgelegt worden. Die geistige Durchdringung, Klärung und Ordnung der Umweltgegebenheiten war im heimatkundlichen Gesamtunterricht mit dem Ziel der Erziehung zur Heimatverbundenheit gekoppelt.¹⁰⁵⁾

Die vom Kind erlebte Umwelt ist auch Ausgangspunkt und Unterrichtsgegenstand des den heimatkundlichen Gesamtunterricht ablösenden Sachunterrichts.¹⁰⁶⁾

104) vgl. Zur Geschichte der Volksschule II. Gesetze und Gesetzesentwürfe, Berichte, Reformvorschläge und Beiträge zur Theorie der Volksschule im 19. und 20. Jahrhunderts. Hrsg. v. W. SCHEIBE. Klinkhardt Pädagogische Quellentexte. Bad Heilbrunn 1965, S. 58.

105) Bereits aus dem Jahre 1954 stammt der erste Vorschlag für die Ablösung des heimatkundlichen Gesamtunterrichts durch den Sachunterricht als eigenständiges Unterrichtsfach: dazu: ROTHER, I.: Schulanfang. Frankfurt 1954; außerdem: NEUHAUS, E.: Gesamtunterricht. In: Lexikon der Pädagogik. Freiburg-Basel-Wien 1971, Bd. 2, S. 102-103. Erläuterungen zum Prinzip der Erziehung zur Heimatverbundenheit sind u.a. in der nachfolgenden Literatur zu finden.

106) Als didaktisch eigenständiges Unterrichtsfach in der Grundschule wurde der Sachunterricht erstmals in den niedersächsischen Richtlinien von 1962 verankert; vgl. Richtlinien für die Volksschulen des Landes Niedersachsen. Hannover 1962.

Aber in dieser curricularen Konzeption gibt das jeweilige Sachthema nicht wie im heimatkundlichen Gesamtunterricht, den thematischen Rahmen für die Inhalte der Schulfächer, sondern ist ein eigenständiger Unterrichtsinhalt, der planmäßig den Kindern erschlossen wird" (NEUHAUS 1974, S. 219). Die sachgemäße Erschließung der Umwelt, die bis heute das Prinzip der Umweltorientierung inhaltlich bestimmt, wurde als Aufgabe eines eigenen - ständigen Unterrichtsfaches festgelegt.

Umweltorientierung meint nicht nur die Orientierung an den räumlichen Gegebenheiten der kindlichen Umwelt.¹⁰⁷⁾ Nur jene Sachen und Sachverhalte des kindlichen Lebensraumes, zu denen das Kind in einer mehr oder weniger konkreten, bewußten bzw. emotionalen Beziehung steht, die also für das Kind bedeutungsvoll sind, wurden bei der Konzipierung des elementaren Sachunterrichts zu Unterrichtsgegenständen erklärt.¹⁰⁸⁾ Die Gegenstände der Umwelt haben für das Kind andere Merkmale als für den Erwachsenen. Die subjektive Bedeutung der Umweltgegenstände für das Kind ist bei der

107) Es ging und geht um die Erschließung der räumlichen und geistigen "Kinderheimat", um den durch subjektive Beziehungen geprägten 'objektiven' Raum, in dem das Kind lebt. "Es sollen die Gegenstände, Sachverhalte und Lebensverhältnisse geklärt, vertieft und erweitert werden, zu denen das Kind eine innere Beziehung hat. Die Umweltgegebenheiten sind nur dann als Unterrichtsgegenstand von Interesse, wenn sie für das Kind bedeutungsvoll sind" (NEUHAUS 1974, S. 221).

108) HANSEN fordert, bei der Auswahl der Unterrichtsinhalte von psychologischen Forschungen zur Struktur der "geistigen Kinderheimat", zur Art und Weise, wie die Kinder ihre Heimat erleben und was sie ihnen bedeutet; vgl. HANSEN, W.: Kind und Heimat. Psychologische Voraussetzungen der Heimatkunde in der Grundschule. München 1968.

Stoffauswahl im elementaren Sachunterricht entscheidend. Die sachliche Eigengesetzlichkeit oder die gesellschaftliche Bedeutsamkeit oder die fachwissenschaftliche Beschreibung von Sachen und Sachverhalten sollten gegenüber der "Kindgemäßheit" sekundäre Auswahlkriterien sein.¹⁰⁹⁾

Seit den sechziger Jahren zeichnet sich in der BRD innerhalb der Konzeption für den grundlegenden Sachunterricht immer stärker die Tendenz ab, das Verständnis der Umweltorientierung durch eine primär wissenschafts- bzw. gesellschaftsorientierte Auffassungsweise zu bestimmen. Dem erweiterten Erfahrungsraum des Kindes soll nicht nur eine quantitative, sondern auch eine qualitative Erweiterung des Stoffkanons entsprechen. Naturwissenschaftliche, technische, wirtschaftliche, sozialkundliche und politische Sachverhalte und Fragestellungen bestimmen immer mehr die moderne Lebenswelt und nehmen auch schon in der kindlichen Umwelterfahrung einen bedeutenden Stellenwert ein. Nicht nur neue Inhalte, auch neue "sach- und fachbezogene" Arbeitsweisen hat der Unterricht deshalb zu vermitteln, wenn er das Sich-Zurechtfinden des Schülers

109) Dieser Sachunterricht ist ebenso wie der heimatkundliche Gesamtunterricht stark auf das für die Kinder unmittelbar Sichtbare und Erfahrbare ausgerichtet, er hat 'privaten' Charakter. Die Umweltgegebenheiten werden nicht in ihrem möglichen öffentlichen Spannungsgefüge dem Kind bewußtgemacht. Die Verflochtenheit des Unterrichtsgegenstandes mit wirtschaftlichen oder gesellschaftspolitischen Gegebenheiten kommt auf diese Weise kaum in den Blick. Diese Form der Sachbegegnung und der Sachdurchdringung paßt in den Gesamtauftrag der traditionellen Grundschule: Die Schule soll dem Kind einen harmonischen Lebensraum bieten." (NEUHAUS 1974, S. 226 f.).

in der ihn umgebenden Lebenswirklichkeit unterstützen will.¹¹⁰⁾

Die zielgerichtete Umwelterschließung ist in allen derzeitigen Grundschulrichtlinien die primäre Zielvorstellung. Die didaktische Intention der Vermittlung von Umweltkompetenz war und ist das didaktische Regulativ für die Konzeption eines elementaren Sachunterrichts (vgl. BECK/CLAUSSEN 1976; GÜMBEL/MESSER/THIEL 1977; LAÜTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976; KATZENBERGER (Hrsg.) 1973; NEUHAUS 1974 u.a.). Der Terminus "Umwelt" bezeichnet dabei Sachverhalte aus der Naturwelt, der Sozialwelt, und der Kulturwelt. Der umweltorientierte Sachunterricht soll durch geeignete Aufgabenstellungen das gegebene, aber überwiegend unbewusste Verhältnis des Kindes zu den Gegenständen und Sachverhalten seiner Umwelt zu einem dem Kind bewußten, durch Wissen und Fertigkeiten geförderten Realitätsbezug führen.

Demgemäß sind in den Lehrplänen folgende Forderungen aufgeführt: Der Sachunterricht soll die Kinder "zu sachgemäßer Auseinandersetzung mit den Gegenständen ihres Erfahrungsraumes" führen (BAYERN 1971); der Sachunterricht soll die "sachgerechte und zielgerichtete Erschließung der Erfahrungswelt des Grundschulkindes" zur Aufgabe haben (RHEINLAND-PFALZ und SAARLAND 1971); der Sachunterricht soll die Kinder "zu einer bewußteren Erfahrungsaufnahme" anleiten (NORDRHEIN-WESTFALEN 1973); der Sachunterricht soll die Kinder in zunehmendem Maße befähigen, daß sie die Erscheinungen und Zusammenhänge ihrer Lebenswirklichkeit in überprüfbarer Weise erfassen, erklären und

110) vgl. die "Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule. Beschluß der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland vom 2. Juli 1970. Stuttgart 1970.

beurteilen können" (BADEN- WÜRTTEMBERG 1975); der Sachunterricht soll dem Schüler helfen, "Lebenssituationen denkend und handelnd zu bewältigen sowie seine Umwelt zunehmend differenzierter und kritischer auffassen und seinem Alter entsprechend an ihrer Gestaltung mitzuwirken" (NIEDERSACHSEN 1975).

Das Prinzip der Umweltorientierung könnte als didaktische 'Klammer' zwischen dem Prinzip der Schülerorientierung und dem Prinzip der Wissenschaftsorientierung verstanden werden. Denn ein umweltorientierter Unterricht muß den Menschen - den Schüler - innerhalb der modernen, von der Wissenschaft geprägten Welt sehen und verantwortungsbewußt ein dieser Umwelt adäquates Wissen und Handeln-können lehren. Fachwissenschaftliche Kenntnisse und Fertigkeiten haben als Unterrichtsinhalte keinen Selbstzweck; sie sollen dem Kind für seine Lebensbewältigung in der modernen Umwelt dienen. Dabei darf wissenschaftliches Weltverständnis und kindliches Umweltverständnis nicht einfach gleichgesetzt werden. Aber wissenschaftliche Unterrichtsinhalte und Verfahrensweisen sind ein bedeutender Faktor für die vom Schüler und späteren Erwachsenen zu leistende Umweltbewältigung. Die lebenspraktischen, umweltorientierten Interessen der Kinder und primäre Lebenserfahrungen müssen deshalb im Unterricht mit den "sekundären Erfahrungen, die vor allem von Seiten der Wissenschaften stammen" (GÜMBEL/MESSER/THIEL) didaktisch koordiniert werden.

"Die Schule kann die Erfahrungen und das Denken des Kindes nicht mehr als eine ungestörte Phase vor jedem wissenschaftlichen Denken betrachten, sondern muß die Fähigkeiten des Kindes schon immer als einen Spiegel des heutigen Bewußtseins anerkennen" (GÜMBEL/MESSER/THIEL 1977, S. 62).¹¹¹⁾

111) vgl. dazu auch HILLER, G.G.: Konstruktive Didaktik. Düsseldorf 1973;
Eckhardt, P.-D.: Sachunterricht: Analyse und Kritik. Düsseldorf 1974.

Wissenschaftliche Deutungsmuster der Wirklichkeit und wissenschaftliche Verfahrensweisen als Umgangsweisen mit der Wirklichkeit sind als *e i n e*, für das Leben in der modernen Welt allerdings sehr bedeutsame Klärungs- und Zugriffsweise für Umweltprobleme zu vermitteln.¹¹²⁾ Der Beitrag, den die Wissenschaften für eine vernünftige und sinnvolle Lebenspraxis des Menschen leisten können, muß in einem modernen umweltorientierten Unterricht einsichtig gemacht werden. Viele *E r f a h r u n g s b e r e i - c h e* des Kindes sind durch die *T e c h n i - s i e r u n g* "mit ihren Folgeerscheinungen der Mechanisierung und Automatisierung vieler Ereignisse des täglichen Lebens und nahezu aller Arbeits-, Produktions- und Kommunikationsprozesse" (LEIPRECHT in ADRIEN/SCHNEIDER 1975, S. 114) geprägt. So gelten die naturwissenschaftlich-technischen Inhalte und Verfahrensweisen in einem zeitgemäßen Sachunterricht als "Instrumente des Menschen, mittels derer er sich 'wahre' Aussagen über die Welt verschafft, sie kennen und mit ihr umgehen lernt" (ebda).¹¹³⁾

112) BURK (1976;1977) hat auf diesen Sachverhalt mit Nachdruck hingewiesen und gefordert, an Stelle der fachlichen Strukturierung "Lernbereiche" zu bilden, "ie eine bessere Koordination verschiedener Aspekte gestalten" (1977, S. 30).

113) Die Gefahr, daß auf die Ideologisierung der Heimatkunde eine Ideologisierung des Sachunterrichts folgt, wenn "Wissenschaftlichkeit" als Weltanschauung eingeschätzt wird und nicht als *e i n e* Sichtweise der Sachverhalte, scheint innerhalb der neuesten curricularen und unterrichtspraktischen Erörterungen zum Sachunterricht erkannt worden zu sein; vgl. dazu u.a. die Neufassungen der Lehrpläne in den Bundesländern seit 1975.

Umweltverständnis und Umweltbewältigung als unterrichtliche Zielsetzung sind insbesondere unter der naturwissenschaftlich-technischen Perspektive durch eine Dimension zu erweitern, welche die Lebensmöglichkeiten des Menschen in seiner Umwelt elementar betrifft: das Verantwortungsbewusstsein im Umgang mit den Umweltgegebenheiten.

"Auf das Schulfach Sachunterricht wirkt sich das so aus: Lehren, die Umwelt zu verstehen, bedeutet immer mehr auch, die Dimension der Verantwortung für Umweltgestaltung und Umweltveränderung durch den Menschen mitzulehren. Alle fachlichen Komponenten des Sachunterrichts (Biologie, Physik/Chemie, Technikunde, Geographie, sozialwissenschaftlicher Unterricht) haben diesen Aspekt der Verantwortung für die hergestellte Welt mit zu berücksichtigen und in ihr Lehrangebot - vielleicht in der Weise einer fachübergreifenden Kooperation - aufzunehmen" (ebda, S. 113). Für die Umwelt des Menschen ist nicht nur das Merkmal der Gegenständlichkeit (Objektivität) allein charakteristisch. Als Umwelt sind Sachverhalte in ihrer "Relevanz für ein sich verhaltendes Lebewesen" (BAHRDT 1974, S. 15) zu verstehen. Der Mensch mit seiner Freiheit kann die Art und Weise dieser Relevanz, die seine Umwelt für ihn hat, zumindest mitbestimmen. Durch sachlich orientiertes Denken und Handeln kann der Mensch seine Umwelt und seine Mitwelt human gestalten und einen humanen Fortschritt der Menschheit mitgestalten helfen (vgl. DEWEY 1910 u.a.).

In diesem Sinne ist es eine unabdingbare Zielsetzung des grundlegenden Sachunterrichts, den verantwortlichen Umgang mit den technischen Elementen unserer Industriekultur einzüben. JOHN DEWEY, der die Erziehung auf die Erhaltung als Mittel und Ziel gründete, und den wissenschaftlichen und humanen Fortschritt der Menschheit

in engem Zusammenhang mit der Realisation seines Erziehungskonzeptes sah, hat der experimentellen Methode eine zentrale Funktion zugeschrieben (vgl. DEWEY 1974 (Orig. 1938) S. 294 f.). Der Unterricht hat Erfahrungen der Kinder in und mit ihrer Welt aufzugreifen, aufzuklären, auszuweiten. Die experimentelle Methode ist das angemessene Verfahren eines Lehr-Lern-Prozesses, der als "kontinuierlicher Prozeß der Neuordnung der Erfahrung" verstanden werden soll. DEWEY ist der festen Überzeugung, daß die experimentelle Methode "das einzige zur Verfügung stehende Mittel ist, mit dessen Hilfe wir die Bedeutung unserer alltäglichen Erfahrungen in unserer Umwelt erfassen können. Die wissenschaftliche Methode bietet ein Arbeitsmuster, das zeigt, wie und unter welchen Bedingungen die Erfahrungen jeweils so angewandt werden können, daß sie stets in weitere Bereiche hinausführen. Die Anpassung der Methode an die verschiedenen Reifegrade der Individuen ist ein Problem der Erziehung und die bleibenden Faktoren in diesem Problem sind die Bildung der Ideen, das Handeln gemäß diesen Ideen, die Beobachtung dessen, was sich daraus ergibt und die zusammenschauende Organisation der so erhellten Tatsachen und Ideen für den zukünftigen Gebrauch" (ebda, S. 294).

Demgemäß könnte die experimentelle Methode als methodisches Regulatoriv für den Erwerb von Umgangserfahrungen im Sinne einer pädagogisch verantwortbaren Umweltbewältigung gesehen werden. Soziale Verantwortung und wissenschaftliche Verantwortung sind gleich bedeutsam für den verantwortungsvollen Umgang mit der Umwelt als beständige originelle Bewältigung von Lebenskonflikten. Das experimentierende Explorieren des Kindes ist eine Form des aktiven Denkens und Handelns in seiner Umwelt.

Die experimentelle Methode als eine Methode der Umweltforschung entspricht dem handelnden (Um-)Weltbegreifen des Kindes.

Als ein Teilziel dieser Untersuchung wird im Folgenden versucht, die These zu begründen, daß die experimentelle Lehr-Lern-Strategie eine Realisationsweise des didaktischen Prinzips der Umweltorientierung darstellt.

Der Untersuchungsmodus für die eingangs (0.3) aufgestellte Hypothese, daß zwischen dem didaktischen Prinzip der Schülerorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie ein positiver Bedingungszusammenhang besteht, ist analog dem Dreischritt bei der Analyse des Realisationszusammenhangs zwischen der didaktischen Zielvorstellung der Wissenschaftsorientierung bzw. der Schülerorientierung (vgl. 3.1, 3.2, 3.3 und 4.1, 4.2, 4.3): Die Deskription des Prinzips der Umweltorientierung führt zur kritisch-vergleichenden Analyse des Realisationszusammenhangs zwischen den Zielkomponenten und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie. Daran schließt sich eine kritische Diskussion bzw. Entscheidung im Hinblick auf die Verifikation bzw. Falsifikation der Untersuchungshypothese (vgl. Abb. 1).

5.1 Elementare Tendenzen der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung

5.1.1 Die Zielsetzung der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses

Der Umgang mit Menschen und Dingen wandelt sich im Laufe der kindlichen Entwicklung von einem mehr Auf-sich-zukommen-lassen zu einem mehr Sich-verfügbar-machen, von einem mehr freien, spielerischen, scheinbar absichtslosen Agieren zu einer zielgerichteten Auseinandersetzung mit den Umweltgegebenheiten.

Dabei erfährt sich das Kind in seiner Eingebundenheit in Umwelt und Mitwelt. "Alle kulturellen Traditionen, vom Gebrauch eines Werkzeuges bis hin zu den höchsten geistigen und künstlerischen Gestaltungen unseres Menschenlebens begegnen dem Kind so, daß es am anderen Menschen zunächst den rechten Umgang mit der Sache erfährt und sie dann zuschauend, nachahmend, im sekundären Vollzug eines vom anderen geistig zubereiteten Werks sich untertan macht. Es ist angewiesen auf die Gemeinsamkeit mit ihm und zugleich immer aufs neue von dem tiefen, unauslöschlichen Trieb seines eigenen Herzens vorwärtsgestoßen" (KLINGENBURG 1959, S. 281).¹¹⁴⁾

Der Grundschulunterricht hat den Übergang aus dem freien, spielerischen Umgang mit Sachverhalten in das dem Erwachsenen adäquate sach- und sinnbezogene Umgangsverhalten in verantwortlicher Weise zu begleiten. Dem schulischen Lernbereich des Sachunterrichts ist dieses Anliegen als Hauptaufgabe gestellt: "Hier wird jene innere Auseinandersetzung des Kindes mit der dringlichen Welt, mit seiner Lebenswirklichkeit fortgesetzt, die ihren Anfang nahm an jenem Tage, als es sich aufrichtete, um seine ersten aufrechten Schritte zu tun, und damit zum Menschen wurde. Beendet ist diese Auseinandersetzung nie, solange ein Mensch lebt" (ebda, S. 284).

Der grundlegende Sachunterricht hat demgemäß elementare Interpretationsmuster der Wirklichkeit zu vermitteln (vgl. auch 3.1.1); er hat die "Sach-Logik" und die "Psycho-Logik"

114) vgl. dazu u.a. PORTMANN ADOLF: "Zoologie und das neue Bild vom Menschen". Rohwohlt's Deutsche Enzyklopädie. Hamburg 1956.

der kindlichen Gegenstandserfahrungen zu klären bzw. miteinander zu verbinden (vgl. FREY/LANG (Hrsg.) 1973, S. 40 ff); er muß zur "subjektiven Konstitution von Welt" Hilfestellung leisten (vgl. AEBLI/MONTADA/STEINER 1975; PIAGET 1974); er soll naive Umgangserfahrungen durch wissenschaftlich gesicherte Erfahrungen klären und vertiefen helfen (vgl. WAGENSCHNIEDER/BANHOLZER/THIEL 1973). Sachunterricht meint also immer die Auseinandersetzung mit den "Sachen", die "für den Menschen nicht nur als Sachverhalte, sondern gleichzeitig auch immer als Wertverhalten existieren" (FRÖHLINGSDORF 1976, S. 114).¹¹⁵⁾

Die Sachverhalte der kindlichen Umwelt als Unterrichtsinhalte dürfen deshalb nicht nur von wissenschaftlichen Erklärungsmodellen her dargestellt und erläutert werden. Auch die geisteswissenschaftlichen und gesellschaftswissenschaftlichen Perspektiven der Umweltgegebenheiten sind angemessen verständlich zu machen.

Für die didaktische Struktur und die entsprechende Unterrichtsorganisation bedeutet das, daß "eine Unterscheidung in naturwissenschaftlich orientierte - und damit 'mehr' objektive Sachverhalte - und in gesellschaftswissenschaftlich orientierte - und damit 'mehr' wertgebundene Sachverhalte - zu einem falschen theoretischen Ansatz führen müßte" (ebda).

Für die Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses sind naturwissenschaftlich-technische Inhalte ein unabdingbarer Bestandteil des Stoffkanons. Aber die in der alltäglichen Umgangserfahrung gegebene Mehrdimensionalität einer jeden "Sache" kann - will der Unterricht sachgerecht sein -

115) vgl. K.R. POPPER: Conjectures and Refutations, Addendum 8, 1969³, S. 408 ff; H.HABER: Gefangen in Raum und Zeit. Stuttgart 1975, S. 11 ff.

nicht nur von technisch-naturwissenschaftlichen oder anderen fachspezifischen Sachmerkmalen her beschrieben, analysiert, strukturiert und bewertet werden. Die Inhalte des Sachunterrichts als Umweltunterricht, der ein besseres Verständnis und eine rational begründbare Bewältigung von Lebenssituationen beabsichtigt, müssen an den komplexen Sachverhalten der Lebenssituationen orientiert sein.¹¹⁶⁾

Wohl sind die lebenssituativ bedeutsamen Sachverhalte (oft) auch Objekte wissenschaftlicher Forschung und können des öfteren auch von wissenschaftlich gesicherten Forschungsergebnissen her Klärung erfahren. Aber ein grundlegender Sachunterricht, der ein zeitgemäßes Umweltverständnis nach oft nur nebeneinander bestehenden Fachperspektiven vermitteln wollte, würde seinem spezifischen Auftrag der Vermittlung einer allseitigen Umweltkompetenz nicht gerecht werden. Denn "ist das, was der Mensch in seinem täglichen Lebenslauf zu besorgen hat, was ihm Sorge - auch kognitive Sorge - macht, die er überwinden möchte, mit den Lernergebnissen des aufgeteilten Fächerbündels zu besorgen? Erzeugt unsere fach- und fachwissenschaftsorientierte Vorbereitung auf Lebensbewältigung denn auch gerade die Qualitäten (Fähigkeiten, Kenntnisse, Fertigkeiten), die der Mensch benötigt, um sich in einer ganz bestimmten Lebenssituation zurechtzufinden? Müßte nicht eher so verfahren werden, daß zunächst die Anforderungen relevanter Situationen oder Handlungsfelder, auf die der Mensch mit einiger Sicherheit stoßen wird, analysiert werden vom Standpunkt des Menschen, der mit ihnen zurechtkommen muß, und daß - von diesem Blickpunkt her - die Fachaspekte hinzugezogen werden, die dazu mit-helfen können, diese bestimmte relevante Situation zu verstehen?" (LEIPRECHT in ADRIAN/SCHNEIDER 1975, S. 123).^{116a)}

116) Der curriculare Begriff der "Situation" wurde von ROBINSON eingeführt; vgl. S.B.ROBINSON: Bildungsreform als Revision des Curriculum. Neuwied 1967.

116a) siehe dazu auch HEID, H.: Pädagogische Konsequenzen sozialkultureller Strukturwandlungen in: Jahrb. f. Wirtschafts- und Sozialpädagogik 1967, Heidelberg 1967, S. 184 ff; insbes. S. 212 - 219

Für einen gemäß dem Prinzip der Umweltorientierung konzipierten Sachunterricht müßten fächerübergreifende curriculare Planungen vorgenommen werden, die umweltrelevante Handlungsfelder des Kindes zum Ausgangspunkt für die methodische Vermittlung der Unterrichtsinhalte haben sollten. Die komplexen Handlungs- und Erfahrungssituationen sollten dabei immer wieder von verschiedenen Seiten her analysiert und strukturiert werden. Diesem Anspruch versuchen Curriculumkonzeptionen gerecht zu werden.¹¹⁷⁾ Sachgebiete bzw. Problemfelder der Umwelt werden in fächer integrierenden bzw. mehrperspektivischen curricularen Konzeptionen in ihrer inhaltlichen Komplexität zu analysieren und zu strukturieren versucht. Der methodische Ausgang sollte von einer komplexen Umweltproblematik¹¹⁸⁾ genommen werden (vgl. 4.1.3), anschließend einzelne Aspekte fachspezifisch untersucht und geklärt werden und dann die isolierende Betrachtung durch den Vergleich von fachbezogenen Einzelaussagen und durch die kombinierende (wenn auch kritische) Zusammenschau überwunden

-
- 117) vgl.u.a. folgende fächerübergreifenden Curriculumkonzeptionen:
SCIENCE 5/13. Bristol, England, 1967
GIEL/HILLER/KRÄMER: Stücke zu einem mehrperspektivischen Unterricht. Aufsätze zur Konzeption I, Stuttgart 1974;
ZIMMER: Situationsbezogene Curriculumentwicklung in der Eingangsstufe. In: Die Deutsche Schule, 1973, H.10, S. 684 ff.
- 118) ZIECHMANN (1973) spricht von lehrgangsverbindenden Problemfeldern, welche die "Brücken" für die Verbindung der erarbeiteten lehrgangsspezifischen Einzelinhalte bilden sollen;
vgl. auch KLEIN (1974), der die Interdependenz der Lehrplanthemen ganz besonders deutlich macht.

werden. Im Sinne eines umweltorientierten und schülerorientierten Unterrichts ist die situationsspezifische Bildung von Querverbindungen zwischen fachspezifischen Lehrgangsaspekten und problemfeldorientierten Inhaltsaspekten besonders wichtig. Wenn sich die Gestaltung des Unterrichts nach fächerübergreifenden Problemfeldern (vgl. ZIECHMANN 1973, S. 60) an der aktuellen Umwelt des Kindes orientiert, muß sie Zielaspekte der Wissenschaftsorientierung und der Schülerorientierung mit berücksichtigen (vgl. 3.1 und 4.1). In diesem Zusammenhang könnte gefordert werden, die seit der neuesten Grundschulreform (ab 1969) weithin erfolgte strukturelle Fächerung des grundlegenden Sachunterrichts nach traditionellen wissenschaftlichen Disziplinen (vgl. LAUTERBACH/MARQUARDT (Hrsg.) 1976 u.a.) zugunsten einer Bildung von "Lernbereichen" wieder aufzugeben (vgl. BURK 1976, S. 113 f und 1977, S. 30 f).¹¹⁹⁾ Diese unterrichtsorganisatorische Maßnahme könnte dazu beitragen, daß das Prinzip der Wissenschaftsorientierung nicht einseitig überbetont und das Prinzip der Schülerorientierung bzw. Umweltorientierung curricular angemessen berücksichtigt würde. "Wissenschaftsorientierung des Lehrens und Lernens in Lernbereichen kann dann nicht Indifferenz gegenüber Wahrheits- und Sinnfragen, gegenüber konkreten Problemen des Lebens bedeuten, sondern geradezu Verpflichtung auf Rationalität und Engagement unter den jeweiligen Lebensbedingungen. Es geht um das

119) BURK (1977) meint, daß diese Tendenz heute innerhalb der curricularen Umgestaltungen bereits deutlich werde. "Zur Begründung wird auf die fortschreitende Verschmelzung und Neuabgrenzung wissenschaftlicher Disziplinen verwiesen sowie auf die qualitative Differenz in der Funktion universitärer Spezialwissenschaften und schulischen Unterrichts" (S. 30).

Anbahnen, Ermöglichen und Auslösen geistiger Erfahrungen zum Zwecke der Mündigkeit des Subjekts für eine humane Gesellschaft" (BURK 1977, S. 30). BURK fordert, daß das "multidimensionale Beziehungsgeflecht" der Sachverhalte der menschlichen Umwelt bei der curricularen Neu- bzw. Umstrukturierung des elementaren Sachunterrichts wieder¹²⁰⁾ stärker in Betracht gezogen wird und nicht nur als "Subproblem des Realisationsaspektes" betrachtet werde. Allerdings dürften "Lernbereichsbildungen nicht die Differenz zwischen grundlegenden Fragedimensionen einebnen oder in einer Art Leitfachsystem zur subordinierenden Integration der Fächer führen" (ebda, S. 32). Denn die Orientierung in der modernen, von einzelnen wissenschaftlichen Forschungszweigen teilweise einseitig geprägten Umwelt bedarf der Einführung in u n t e r s c h i e d l i c h e, ja vielleicht sogar konträre S i c h t w e i s e n, D e n k - z u g ä n g e u n d H a n d l u n g s z u g r i f f e b e z ü g l i c h e i n - u n d d e s s e l b e n S a c h - v e r h a l t s.

Die Mehrdimensionalität der Umweltgegebenheiten fordert einen mehr-perspektivischen Sachunterricht¹²¹⁾, der den Kindern aufzeigen sollte, daß Sachen und Sachverhalte

120) Eine intensiv ausgeprägte Unterrichtskonzeption, die das "mehrdimensionale Beziehungsgeflecht" der Sachverhalte den Schülern vermitteln sollte, war der Gesamtunterricht; vgl. Anm 105. Allerdings war er durch die hier von BURK kritisierte "subordinierende Integration der Fächer unter die Heimatkunde als "Leitfach" charakterisiert.

121) Der Begriff "mehr-perspektivisch" soll hier vom etymologischen Wortsinn her verstanden werden und nicht nur in der Deutungsweise nach GIEL,K.; vgl. dazu: GÜMBEL/MESSER/THIEL (1977), S. 15.

"nicht nur unter dem subjektiv erlebnishaften oder dem wissenschaftlichen Blickwinkel analysiert und beleuchtet, sondern daß darüber hinaus noch wirtschaftliche, rechtliche, politische Interessen" (GÜMBEL/MESSER/THIEL 1977, S. 15) für das Verständnis und die Bewältigung von Umweltgegebenheiten entscheidend sein können.¹²²⁾

Das Problem der Mehrdeutigkeit der Phänomene innerhalb der menschlichen Lebenswelt erfordert einen Umweltunterricht, der ein situationsspezifisches, individuelles und lebenspraktisch hilfreiches Sach- und Weltverstehen vorbereitet (vgl. ECKHARDT 1974).¹²³⁾

122) vgl. entsprechende curriculare Überlegungen in GIEL, K./GOTTHILF, G.: Vorläufiger Entwurf eines curricularen Zusammenhange für das erste Schuljahr. In: Reflektierte Schulpraxis. Villingen 1971.

123) ECKHARDT (1974) hat eine umfassende und detaillierte "Wesens"-Analyse des Sachunterrichts unter dem Aspekt: Sachunterricht als Weltverstehen vorgelegt.

5.1.2 Die Zielsetzung der Förderung einer aktiven Umweltzuwendung

Dem Menschen ist seine Lebenswelt nicht einfachhin vorgegeben. Reizoffen und u m w e l t o f f e n schafft der Mensch sich "seine" Welt, indem er sich die Welt der Dinge und außermenschlichen Lebewesen verfügbar macht, indem er den natürlichen Lebensraum in einen Kulturraum verwandelt.¹²⁴⁾ "Diese Hinwendung zu der Welt der Dinge, die sich der Mensch als Werkzeug untertan macht, um damit den Bereich seiner Lebensmöglichkeiten immer sichtbarer auszuweiten, ist zugleich begleitet vom freien Spiel seelischer Kräfte, von Phantasie, von Magien, von Angst und Furcht, die beim "Primitiven" wie beim Kind offener, noch unverhüllter zutage treten" (KLINGENBURG 1959, S. 297).

Die Auseinandersetzung mit den Gegebenheiten der Umwelt vollzieht der Mensch von Geburt an aus einer spontanen inneren Aktivität heraus. Die U m w e l t e r k u n d u n g und die Umweltgestaltung ist ein u r s p r ü n g l i c h e s B e d ü r f n i s des Menschen. "Alle inneren Bereitschaften, die wir von dem erwachsenen Menschen unserer technischen Zeit erwarten müssen, also auch solche, die zuletzt in den Bereich wissenschaftlicher Erkenntnis und Durchdringung der Welt hineinführen, stehen im Kind zum Aufbruch bereit. Aber es nutzt nichts, wenn man versucht, diese Entwicklung von außen her anzutreiben, so wie man einen Motor auf volle Touren bringt, bis er zitternd das Äußerste an Arbeitsleistung hergibt. Und es nutzt ebensowenig, wenn man gar nichts unternimmt und zuwartet, als wären die Kinder von ihren Trieben vorwärts-gestoßen und würden sich aus sich selbst zu ihrer vollen Gestalt entwickeln" (ebda, S. 281).

124) vgl.u.a.ADOLF PORTMANN: Zoologie und das neue Bild vom Menschen. Hamburg 1956;
GEHLEN, A.: Der Mensch. Bonn 1966⁸;
GADAMER, H.-G./VOGLER, P. (Hrsg.): Neue Anthropologie. Bd. 1: Biologische Anthropologie. Stuttgart 1972.

Unterricht und Erziehung haben demgemäß im Hinblick auf die Förderung der notwendigen Leistungsdispositionen des Kindes zur Bewältigung seiner je eigenen Lebenswelt in behutsamer Abwägung z w i s c h e n Anpassung und Veränderung vorzugehen. "Erziehen heißt, das Individuum an das umgebende soziale Milieu anzupassen. Doch die neuen Methoden suchen diese Anpassung zu fördern, indem sie die der Kindheit eigenen Tendenzen und die der geistigen Entwicklung inhärente spontane Aktivität ausnützen" (PIAGET 1972 (orig. 1964), S. 154).

Das kindliche S p i e l ist in diesem Zusammenhang eine der bedeutsamsten Aktivitätsformen. Das Spiel des Kleinkindes ist "in seinen beiden wesentlichen Gestalten als sensomotorisches Üben und als Symbolik, eine Assimilation des Wirklichen an die eigene Aktivität, wobei es dieser ihren notwendigen Stoff liefert und die Wirklichkeit an Hand der mannigfachen Bedürfnisse des Ich transformiert" (ebda, S. 160). Neben der A s s i m i l a t i o n d e r k i n d l i c h e n U m w e l t im Kleinkinderspiel entwickelt sich zunehmend die A k k o m o d a t i o n d e s K i n d e s a n d i e r e a l e n U m w e l t g e g e b e n h e i t e n, bis innerhalb der Grundschulzeit immer mehr spontane Übergänge zwischen Spiel und Arbeit festzustellen sind. Die ursprünglich noch stark subjektiv geprägte Umweltzuwendung des Kleinkindes wächst langsam in eine sachorientierte, an objektiven Gegebenheiten interessierte Umwelterkundung hinein.

Aufgabe von Erziehung und Unterricht ist es, die spontanen Spielinteressen des Kindes so zu akzeptieren und zu fördern, daß die für das Leben in der modernen Umwelt lebenslang notwendige aktive Zuwendungsbereitschaft zur Umwelt erhalten bleibt. Aus dem kindlichen Spiel sind die Verhal-

tensmerkmale für die Umweltassimilation und die Umweltakkomodation aufzugreifen und fruchtbar zu machen, damit die Orientierungsfähigkeit in bezug auf die mit zunehmendem Alter sich qualitativ und quantitativ verstärkenden Komplexität der Umwelteinflüsse gefördert wird. Dabei ist darauf zu achten, daß die im Unterricht sich vollziehenden Umwelterkundungen dem Kind Spaß machen, seinen Leistungsdispositionen entsprechen, einerseits das Interesse und die Leistungsfähigkeit des Kindes herausfordern, andererseits aber nicht frustrierend wirken.¹²⁵⁾ Umweltkonstellationen, die für das Kleinkind als Anregungskonstellationen für eine spielende Auseinandersetzung wirken, sollten im Unterricht - entsprechend didaktisch aufbereitet - als Lernumwelten bereitgestellt werden. Innere und äußere Anregungspotentiale können in Lernsituationen vorgeplant und organisiert werden, um Aufforderungsvalenzen zu schaffen zum aktiven Beobachten, Untersuchen und Experimentieren.

Damit dem Kind die aktive Zuwendungsbereitschaft zu seiner Umwelt erhalten bleibt, sollte dem Spielen als einer grundlegenden Form des Lernens zumindest in den ersten Schuljahren ein bedeutender Stellenwert innerhalb der Unterrichtsformen zugeschrieben werden. Denn in Spielsituationen lernt das Kind "engagiert, lustvoll und freudig in einer relativ entspannten Motivationslage. Lernen im Spiel ist aktives, entdeckendes und strukturierendes Lernen, das Spaß macht und neues Lernen in seinem Vollzug generiert" (DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1975, Bd. 2/1, S. 18).

Das Spiel ist eine intrinsisch motivierte Interaktionsform des Kindes (des Menschen) mit den Dingen und Menschen seiner Umwelt.

125) vgl. MILLIE ALMY: Das freie Spiel, ein Weg zur intellektuellen Entwicklung. Aus dem Englischen übersetzt von INGRID HOCH und ELISABETH FLITNER. In: HALBFAS/MAURER/POPP: Neuorientierung des Primarbereichs. Bd. 1. Entwicklung und Lernfähigkeit. Stuttgart 1972; vgl. auch J.McV.HUNT: Intelligence and Experience. New York: The Ronald Press Co., 1961.

Die Realisationsformen der Zielsetzung einer Förderung der aktiven Zuwendungsbereitschaft des Kindes zur Umwelt müssen berücksichtigen, daß der Mensch nicht einfachhin objektive Erfahrungen macht, sondern daß es immer in höherem und geringerem Grade seine eigenen, d.h. subjektive Erfahrungen sind (vgl. 1.2). Umweltgegebenheiten als Erfahrungsobjekte werden erst dann menschliche Erfahrungsgegenstände, wenn der Mensch zu ihnen in Beziehung tritt, sie in je spezifischen Umweltbezügen als Objekte erfährt. Die Dynamik des Bezuges zwischen Mensch und Umweltgegenständen wird vom Menschen bestimmt.

"Mit den Menschen und Dingen um uns stehen wir in einem stets veränderlichen Wechselverhältnis: erkennend, bewertend, auswählend, Bedeutung verleihend, handelnd. Die Erklärung menschlichen Handelns und seiner Motivation muß in dieser Umweltbeziehung gesucht werden. Den Mitmenschen, der sozialen Interaktion, kommt dabei besondere Bedeutung zu. Es gibt so viele inhaltlich unterscheidbare Motive, wie es thematisch verschiedene Person-Welt-Bezüge gibt" (SCHIEFELE 1974, S. 434).

Dieses Wechselverhältnis zwischen dem Menschen und den Sachverhalten seiner Umwelt ist insbesondere in der Zeit der kindlichen Entwicklung einem ständigen Wandel unterworfen und einerseits von der kindlichen Subjektbezogenheit, andererseits von Anregungen der Umwelt stark beeinflusst.

Was allgemein für die menschliche Erfahrungsgewinnung gilt, sollte in der schulisches Lehr-Lern-Organisation gefördert werden: "Wenn nämlich Verhaltensweisen, welche durch bisherige Erfahrung abgesichert erscheinen (ggf. jedoch durch eine zu subjektive), nicht mehr hinreichen, um auf den Menschen zukommende Aufgaben zu lösen, wird die Bereitschaft hervorgerufen, diese Erfahrung zu hinterfragen

sowie eventuell zu modifizieren, d.h. zu lernen... Die Subjektivität der Erfahrung, welche einerseits einen Mangel darstellt, wird andererseits zur Chance; denn aus ihr entspringen Impulse für Lernprozesse" (SCHWAB in SCHWEDES 1976, S. 19).

Während der Grundschulzeit entwickeln sich die für eine aktive Erfahrungsgewinnung und detaillierte Objekterfassung psychophysischen Leistungsdispositionen in zunehmendem Maße. "Die wesentlichen Verbesserungen der Wahrnehmungsleistungen, besonders im visuellen Bereich... führen dazu, daß das Schulkind seine Umwelt zunehmend differenzierter und damit zugleich auch realitätsbezogener auffaßt" (NICKEL 1975, S. 172 f).

Folgende charakteristische Entwicklungstendenzen, welche die aktive Umweltzuwendung unterstützen, sind bei und während der Grundschulzeit festzustellen:

"ein vorherrschendes Interesse an der Erfassung und Durchdringung seiner Umwelt, eine zunehmend kritische Einstellung, die dazu führt, daß die einzelnen Objekte sorgfältiger beachtet werden; eine wachsende Ausdauer bei der Auseinandersetzung mit einzelnen Objekten und damit einhergehend eine stärker fixierende Aufmerksamkeitszuwendung; eine größere Planmäßigkeit, Systematik und Sorgfalt beim Auffassungsvorgang; eine geringere selektierende Wahrnehmung aufgrund von Voreinstellungen, Gefühlen, Wünschen und Bedürfnissen als im frühen Kindesalter und eine noch geringere Abstraktion im Sinne kategorialer Wahrnehmung als bei Jugendlichen und Erwachsenen" (ebda, S. 173).

Diese alterspsychologischen Gegebenheiten können bei den unterrichtlichen Umwelterkundungsprozessen vorausgesetzt werden bzw. sollten sie durch entsprechende Lernanlässe so weit als möglich gefördert werden.

5.1.3 Die Zielsetzung der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen

Der grundlegende Sachunterricht und wiederum insbesondere der naturwissenschaftlich orientierte grundlegende Sachunterricht hat die Aufgabe, die Sachkompetenz der Kinder gegenüber ihrer Umwelt zu entwickeln. Teilaufgaben sind u.a. die Förderung einer aktiven Zuwendungsbereitschaft und des sachgerechten Verhaltens gegenüber der Umwelt, die Erschließung neuer Erfahrungen mit der Umwelt, die Vermittlung angemessener Deutungsmuster zum Verständnis der Umwelt, die Entwicklung von Fähigkeiten und Verfahren zur Bewältigung von Umweltproblemen und zur Erarbeitung bzw. Verarbeitung von Informationen aus der Umwelt.¹²⁶⁾

Die Tatsache, daß die Umwelt des Kindes nicht nur von gegenständlichen Gegebenheiten, sondern für das kindliche Erleben primär durch subjektive Beziehungen konstituiert wird, muß bei der Konzeption eines umweltorientierten Unterrichts besonders berücksichtigt werden. Ziele und Realisationsweisen, die eine angemessene Umweltkompetenz des Schülers anstreben, dürfen deshalb nicht nur die Erarbeitung einer Sachkompetenz als Gegenstandskompetenz beabsichtigen.

Wenn Unterricht eine Hilfestellung zur Entfaltung der Persönlichkeit sein soll, dann müssen Unterrichtsmethoden zur Anwendung kommen, die "ein Gemeinschaftsmilieu

126) Ein in der BRD entwickeltes Curriculum, das "naturwissenschaftlich" sein will und sich dennoch eng an der "Umwelt" der Kinder orientiert, ist 1977 von der Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung" (hrsg. v. BURFEIND u.a.) veröffentlicht worden; vgl. Kinder und ihre natürliche Umwelt: naturwissenschaftlich orientiertes Curriculum für den Sachunterricht in der Grundschule. Planungshilfen und Unterrichtsbeispiele. Frankfurt/Berlin/München 1977.

voraussetzen, das die moralische Persönlichkeit formt und gleichzeitig den geregelten intellektuellen Austausch fördert" (PIAGET 1975 (orig. 1948), S. 46). Das gemeinschaftliche Arbeiten im Unterricht ist eine Einübung in die g e m e i n s c h a f t l i c h e B e w ä l t i g u n g v o n P r o b l e m e n, wie das in der modernen Umwelt erforderlich ist. PIAGET hat immer wieder mit Nachdruck darauf hingewiesen, daß für die Ausbildung der intellektuellen und sozialen Leistungsdispositionen, d.h. auch für die Gewinnung einer angemessenen Sach- und Sozialkompetenz, die Kooperation in ihren unterschiedlichen Ausprägungsarten unabdingbar ist: "Ohne freie Zusammenarbeit (in diesem Fall zwischen den Schülern und nicht nur zwischen Lehrer und Schüler) kann sich keine echte intellektuelle Aktivität in Form spontaner Experimente und Untersuchungen entfalten. Denn geistige Aktivität erfordert nicht nur die fortgesetzte gegenseitige Anregung, sondern vor allem auch die gegenseitige Überprüfung unter Einsatz des kritischen Denkens-Voraussetzungen, ohne die der einzelne weder zu objektiven Sichten gelangen noch das Bedürfnis nach strikter Beweisführung entwickeln kann. Tatsächlich beruhen die logischen Operationen stets auf Kooperation, d.h. setzen ein ganzes Gefüge auf intellektueller Gegenseitigkeit und moralischer und rationaler Zusammenarbeit aufbauender Beziehungen voraus" (ebda, S. 46 f).

Diese Forderung nach einem k o o p e r a t i v e n Erkundungsverhalten gegenüber den Objekten der Umwelt ist in Berücksichtigung der altersspezifischen Entwicklungsmerkmale des Grundschulkindes mit der Forderung nach einer k o n k r e t - o p e r a t i o n a l e n Gegenstandserkundung zu koppeln. Im Alter von 7 - 11 Jahren etwa kann das Kind im handelnden

Umgang mit den Umweltdingen selbständig kognitive Umwelterfahrungen erwerben. Es kann die Dinge "in bereits bestehende kognitive Strukturen assimilieren, oder aber es kann sich an von außen kommender Information akkomodieren... Das Denken des Kindes im konkret-operationalen Stadium ist weniger egozentrisch. Es wird durch ein größeres Maß an Dezentrierung gekennzeichnet, d.h. das Kind ist nun in der Lage, mehrere Dimensionen innerhalb derselben Situation gleichzeitig in Augenschein zu nehmen und diese untereinander in Zusammenhang zu bringen (...). Das Kind achtet nun auf den dynamischen Aspekt der Veränderungen" (MÖNKS/KNOER 1976, S. 108 und 114; vgl. auch Anm. 71).

Diese Tendenzen der Dezentrierung im operativen Umweltbezug sollte im Grundschulunterricht unterstützt werden durch die Planung kooperativer Sacherkundungen.

Sacherfahrungen und Sachwissen als Voraussetzung für ein angemessenes Umweltverhalten werden gemeinschaftlich qualitativ und quantitativ optimaler erworben, wenn entsprechende lehrstrategische Vorbereitungen getroffen werden.

"In den durch die Instruktion des Lehrers abgesteckten Grenzen kann die Teilleistung eines Lernenden durch die Teilleistung der übrigen Lernenden zu einer Gesamtleistung ergänzt werden, die durch ihn allein nicht zu erzielen ist. Voraussetzung dafür ist, daß die Instruktion eine genügend große Menge an Operationen und eine summativ oder hierarchisch strukturierte Synthese von Teilleistungen zuläßt" (GRZESIK 1976, S. 165).

Kooperative Arbeitsformen als gemeinschaftlich-operationale und gemeinschaftlich-reflektierende Arbeitsweisen ermöglichen gerade dem Grundschüler eine sachlich umfassendere bzw. objektivere, alterspsychologisch angemessene Umwelterschließung als dies bei lehrdominanten Instruktionsverfahren möglich ist (vgl. GÜMBEL/MESSER/THIEL 1977; MÖNKS/KNOER 1976; PIAGET 1975; PIETSCH 1973; SCHMEER 1976 u.a.).

Die Lösung umweltbezogener und lebenspraktischer Aufgaben in einem "ernsthaften, absichtsvollen Tun" (KILPATRICK) wird in Projekten und projektähnlichen Unterrichtsverfahren angestrebt.¹²⁷⁾ Unterrichtliche Projekte streben kooperatives Erfahrungslernen an. Sie gehen von Lebenssituationen aus und überlassen es dem einzelnen Schüler oder Schülergruppen, in konkretem Handeln problematische (Lebens-)Situationen zu bewältigen (vgl. DEWEY 1974 (orig. 1938); de BOUTEMARD 1975; von HENTIG 1973; FLECHSIG 1975; FLESSAU/MINDER 1976, S. 495 u.a.). Lernprojekte sind gekennzeichnet durch Merkmale wie Umweltbezug der Inhalte, Integration von Lernen und Handeln, fächerübergreifende Information und Arbeitsweisen, Selbsttätigkeit der Lernenden, Integration von kognitiven, affektiven, motorischen und sozialen Leistungen, kooperative Zusammenarbeit. Die Klärung eines Problems oder die Herstellung eines Produkts bezüglich einer spezifischen Umweltsituation ist das allgemeine Unterrichtsziel (vgl. FLECHSIG 1975, S. 327).¹²⁸⁾

Projekte versuchen, "den Zusammenhang zwischen schulischem Lernen und außerschulischer Erfahrung herzustellen und die Umwelt der Schüler zu verändern" (HAUG u.a. 1976, S. 78).

127) FLECHSIG (1975) führt an, daß der Begriff "Projekt" in vielen Bereichen unserer Gesellschaft bekannt ist und, kennzeichnet ihn inhaltlich als "Arbeitsvorhaben, das von einer Gruppe, der 'Projektgruppe', arbeitsteilig durchgeführt wird. Diese Gruppe wird zumeist aus Mitarbeitern verschiedener Qualifikation gebildet. Mit dem Begriff des Projekts verbinden sich zugleich Vorstellungen von Neuerung und Praxisbezug, häufig auch von einer Organisationsform, die unabhängig von der bestehenden Betriebshierarchie und ihren Abteilungen aufgabenorientiert und Querverbindungen schaffend funktioniert" (S. 327).
Das Lernprojekt weist analoge Merkmale auf.

128) Diese Grundvorstellungen sind in den unterschiedlichen schulpädagogischen Ausprägungen des Projektgedankens wiederzufinden; vgl. FLECHSIG 1975, S. 328 u.a.

Die inhaltliche P r o b l e m s t e l l u n g eines Projekts wird primär unter dem Aspekt des U m w e l t - b e z u g s d e r S c h ü l e r diskutiert. Leitziel ist die Erweiterung der umweltkompetenten Handlungsfähigkeit der Schüler. "Durch die hohe Eigenbeteiligung der Schüler in allen Projektphasen ergeben sich verstärkt Situationen kooperativen und sozialen Lernens, für die neben Einzel- und Partnerarbeit besonders die Gruppenarbeit (mit der Ermöglichung von Arbeitsteilung und Interessendifferenzierung) organisiert werden müssen" (ebda, S. 79). In gemeinsamer Bemühung versuchen die Schüler unter behutsamer Anleitung des Lehrers Probleme zu lösen und erwerben so Qualifikationen für die lebenslang vom Menschen geforderten Problembewältigungen. Die O r i e n - t i e r u n g an den Sachverhalten der Umwelt u n d die individuelle bzw. gemeinschaftliche S t e l l u n g - n a h m e zu diesen Sachverhalten wird bei der Durchführung von projektähnlichen Unterrichtsverfahren eingeübt. Aktive Einzelarbeit ist neben und für die Teamarbeit erforderlich.¹²⁹⁾

Die Projektmethode kann als eine "Probe für den Ernstfall" charakterisiert werden; denn das, was die Arbeit innerhalb eines schulischen Projekts und das, was den Schüler im praktischen Leben unmittelbar angeht, sollte prinzipiell dieselben Qualifikationen erfordern (vgl. NELSON/BOSSING in GEISLER 1952, S. 141). Der Unterricht hat sich im Zusammenhang mit der alltäglichen Lebensumwelt zu vollziehen; er ist "practical problem solving in live situations" (BOSSING).¹³⁰⁾

-
- 129) Bereits DEWEY hat die Bildung von heterogenen Altersgruppen als Projektgruppen gefordert und in seinen Experimenterschulen u.a. das Jahrgangsprinzip aufgehoben; vgl. PETERSEN, P. (Hrsg.): Der Projektplan, Grundlegung und Praxis von JOHN DEWEY und W.H.KILPATRICK. Weimar 1935.
- 130) WESTPHAL u. Mitarbeiter haben ein curriculares, umweltbezogenes Handlungsmodell für den elementaren Sachunterricht entwickelt, das prinzipiell nur von "Prototypen" des kindlichen Umwelthandelns her den Unterricht konzipieren will; vgl. WESTPHAL u.a.: Prototypischer Sachunterricht auf der Primarstufe. Düsseldorf 1976.

Die Entscheidungen über Ziele, Inhalte, Verfahren und Medien, für den Unterrichtsprozeß werden in Kommunikation zwischen Lehrern und Schülern getroffen, die sich an aktuellen umweltrelevanten Problemen entzündet. Der Unterrichtsprozeß ist ein kooperativer Lehr-Lern-Prozeß, der didaktisch und methodisch am Leitziel des kooperativen Erwerbs von Umgangserfahrungen orientiert ist.

Zusammenfassung:

Die didaktische Leitvorstellung der Umweltorientierung wurde in drei elementaren Zielkomponenten expliziert, durch deren Realisation dem Schüler Umweltkompetenzen vermittelt werden soll.

Ein zeitgemäßes Umweltverständnis ist die Grundlage für ein kompetentes Verhalten im sachlichen und personalen Umgang mit der Umwelt. Die Schulung des kooperativen Erwerbs von Umgangserfahrungen unterstützt die Bereitschaft der Schüler, ihre spontane aktive Umweltzuwendung je neu und bereichert durch den kommunikativen Austausch zu realisieren.

Bei der Realisation der explizierten Zielkomponenten der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung werden die drei psychischen Dimensionen unterschiedlich angesprochen (vgl. Abb. 24).

5.2 Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den explizierten Zielvorstellungen der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

5.2.1 Die Relation zwischen der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Die Leitvorstellung der Umweltorientierung im Sinne der Orientierung an der Erfahrungs- und Lebenswelt des Kindes war für alle bisherigen Konzeptionen des grundlegenden Sachunterrichts das didaktische Regulativ hinsichtlich inhaltlicher und methodischer Entscheidungen (vgl. 5.0).

Auch die neuesten Reformbestrebungen sind dadurch gekennzeichnet, daß bei der Erweiterung des Lehrgebietes um naturwissenschaftliche, technische, wirtschaftliche und politische Fragestellungen die traditionelle Aufgabe des elementaren Sachunterrichts: die Erschließung der Erfahrungswelt des Grundschulkindes, Grundlage und Ziel der unterrichtlichen Arbeit ist.¹³¹⁾

Die Einführung von kindgemäßen Experimenten ist eine curriculare Forderung, deren Realisation zur Klärung von nicht durchschauten Erscheinungen und Erfahrungszusammenhängen beitragen soll. Die Schüler lernen durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie, einzelne Erscheinungen und Vorgänge in ihrer Erfahrungswelt bewußter aufzufassen und in größere Beziehungsgefüge einzuordnen. Kindliche Vermutungen und Theoriebildungen werden beim Experimentieren konkret-operational mit den angezielten Erfahrungsobjekten der kindlichen Umwelt untersucht und einer "Realitätsprüfung" unterzogen (vgl. 0.3 und 3.1).

131) vgl. Anm 110

Durch Experimentieren mit interessierenden Erfahrungsobjekten "baut" sich das Kind von Anfang seiner geistigen Entwicklung an konkret-handelnd "seine" Welt auf. Es kann den Erfahrungsgegenständen seiner Umwelt immer zahlreiche, an und mit den jeweiligen Gegenständen erfahrene Merkmale zuordnen und Beziehungen zwischen Einzelerfahrungen feststellen. So lernt es, durch "Versuch und Irrtum" Erscheinungen und Zusammenhänge der Lebenswirklichkeit zu erfassen, ihre Richtigkeit experimentierend zu überprüfen und sie dann sachangemessen zu beschreiben bzw. zu erklären.

Die experimentelle Methode kann die Sachlichkeit im Umgang mit der Wirklichkeit entscheidend fördern. Die Sachlichkeit, das sachgemäße Verständnis der Umweltgegebenheiten ist "als eine 'Bedingung der Selbstwerdung' (ROMBACH) der Person zu betrachten, die ihre Freiheit nicht jenseits der gegenständlich-leibhaft-welthaften Notwendigkeit findet" (REITER in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd. 1, S. 36). Der Mensch und insbesondere der sich entwickelnde Mensch hat sich h a n d e l n d mit den "Sachen" seiner Umwelt auseinanderzusetzen; er hat sich den Gegenständen zu stellen, wenn er seinen Standort in diesen Weltgegebenheiten s e l b s t seine Freiheit verwirklichend, b e s t i m m e n will. "In dieser aktiven Auseinandersetzung mit der Umwelt erhalten die Gegebenheiten derselben erst ihren subjektiven Sinn, ihre 'Bedeutung'. Während sie im Handeln des Menschen eine Rolle zu spielen beginnen, bekommen die Dinge der Welt Objektcharakter. Der Mensch versteht die Welt in dem Maße, in dem er sie deutet, und er deutet sie, indem er mit ihr umgeht, ihr eine Funktion in seinem Handlungsgefüge zumißt." (CORRELL Einleitung zu DEWEY 1974 (orig. 1938), S. 18).

"Objektives" Weltverständnis ist immer auch subjektiv bestimmt; es entsteht durch den handelnden Umgang mit den Dingen. Dieses operativ zu erwerbende Weltverstehen ¹³²⁾ kommt weder beim einzelnen Menschen noch in der Menschheit insgesamt zu einem Stillstand. Wenn sich die Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses an diesem Begründungszusammenhang didaktisch orientieren würde, dürften weniger statische Erklärungsmodelle oder konstante Theoriegefüge Gegenstand des Unterrichts sein als vielmehr die Vermittlung k r i t i s c h e r U n t e r s u c h u n g s m e t h o d e n. Das Postulat des "Permanent learning" in einer ständig und immer schneller sich verändernden Umwelt bezieht sich auf eine den neuen Erfahrungen entsprechende Wissens- u n d Verhaltensneuordnung.

Für die Konzeption und für die Durchführung des grundlegenden Sachunterrichts bedeuten diese Annahmen, daß nicht nur wissenschaftlich gesicherte I n h a l t e zum Verständnis der Umwelt des Kindes vermittelt werden sollten, sondern auch V e r f a h r e n s w e i s e n, die den heranwachsenden Menschen befähigen, sich d i e Welt bzw. s e i n e Welt selbständig - handelnd zu erobern. ¹³³⁾ Aus

132) DEWEYs anthropologische Begründung der Pädagogik vom Leitmotiv des handelnden Menschen her wurde mit dem Schlagwort des "Experimentalismus" charakterisiert; die wissenschaftliche Methode, die alltägliche Problemlösungsmethode und die Unterrichtsmethoden sind nach DEWEY prinzipiell ähnlich: sie können mit dem Überbegriff "experimentelle" Methode treffend bezeichnet werden.

133) Dabei sollte der Einsatz wissenschaftlicher Methoden überhaupt und der Einsatz der eXperimentellen Methode insbesondere nicht im Sinne der Förderung der Wissenschaftsgläubigkeit, sondern zum Zwecke der kritischen Bewältigung der Lebenswirklichkeit hin erfolgen. Die Unzulänglichkeit von einzelnen Modellen und einzelnen Methoden für die Lösung der komplexen Umweltprobleme kann und muß auch schon im Grundschulunterricht angedeutet werden (vgl. ZIECHMANN 1973, S. 53).

dem methodischen Reservoir der Wissenschaften sind vor allem jene Verfahrensweisen zum Gegenstand des Grundschulunterrichts zu machen, "die das Kind aufgrund seiner physischen Entwicklung bewältigen kann und die es in besonderem Maße für die erfolgreiche Bewältigung seiner Konfrontation mit der Umwelt benötigt" (ZIECHMANN 1973, S. 53).

Die experimentelle Methode ist ein zentrales Verfahren der Naturwissenschaften zum Zwecke der zielgerichteten Umweltererschließung (vgl. 3.2.3). Die hypothetisch konstruierte Wirklichkeitserfassung kann der Mensch im Experiment an der Realität überprüfen (vgl. 1.1.2, 1.3.2 und 1.4.1). Durch den Einsatz der experimentellen Methode will der Mensch bewußt und gezielt an der Realität geprüfte Erfahrungen gewinnen (vgl. Abb.4). Die experimentelle Methode könnte als methodisches Regulativ für den Erwerb von objektiven Umgangserfahrungen charakterisiert werden (vgl. 1.2.2 und 5.0).

Im umweltorientierten Sachunterricht kann die experimentelle Methode als "Arbeitsmuster" (DEWEY) eingeführt werden, mit dessen Hilfe die Kinder Erfahrungen im Umgang mit den Sachen und Sachverhalten ihrer Wirklichkeit bewußt und gezielt gewinnen können. Der freie, spielerisch-experimentierende Umgang mit den Umweltgegebenheiten sollte dabei innerhalb der Grundschulzeit immer mehr zu einem zielbewußten, zweckmäßigen, sach- und sinnbezogenen Umgangsverhalten geführt werden. Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie kann bei der Verwirklichung dieser Hauptaufgabe des grundlegenden Sachunterrichts (vgl. 5.0 und 5.1) als hilfreiches methodisches Instrumentarium eingesetzt werden. Gemäß ihrer Strukturmerkmale als subjektiv und objektiv bestimmtes Verfahren

(vgl. 1.1.2) ermöglicht die experimentelle Lehr-Lern-Strategie die Verbindung von "Psycho-Logik" und "Sach-Logik" (FREY), die für die Gewinnung eines angemessenen Umweltverständnisses elementar-konstituierend ist. Ein geschickter lehrstrategisch geleiteter Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie kann es bewirken, "daß nicht das Laborprodukt, die Modellvorstellung, die technischen Apparaturen, die wissenschaftliche Fachsprache und die Formelwelt im Vordergrund stehen und das Primärinteresse beanspruchen, sondern die unmittelbar sinnlich gegebenen Dinge, die Erscheinungen der menschlichen und der außermenschlichen Natur" (KLAINGUT 1975, S. 1759). Die Merkmale und die Struktur des Gegenstandes können dabei als "innerlich notwendig und aus der Sache hervorgehend" (ebda) erfahren werden.¹³⁴⁾ In altersgemäßer Weise können die Schüler bei der gemeinschaftlichen schülergesteuerten Planung, Durchführung, Kontrolle und Deutung des Experiments exemplarisch erfahren, daß "die Theorien durch Erfahrungsdaten nicht eindeutig festgelegt sind, insofern grundsätzlich die gleichen Daten durch verschiedene Theorien deutbar sind" (ROMBACH in ROMBACH (Hrsg.) 1974, Bd. 1, S. 31) und daß es u.a. der Untersuchungsprozeß ist, "auf den solche Verschiedenheiten zurückzuführen sind" (ebda). Gerade die Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses hat diesen Aspekt der Mehrdimensionalität im Forschungsprozeß und in der Feststellung von Forschungsergebnissen immer wieder aufzuzeigen, um die Mehr-Perspektivität der menschlichen Sichtweisen und Zugriffsweisen gegenüber den sogenannten objektiven Umweltgegebenheiten aufzuzeigen.

134) Auf diesen Sachverhalt hat vor allem WAGENSCHNEIDER immer wieder hingewiesen; vgl. WAGENSCHNEIDER 1965 und 1974 u.a.

Die experimentelle Strategie ist ein Verfahren, das zwar als Problemlösungsstrategie von ganz bestimmten makrostrategischen Schritten geprägt ist, mikrostrategisch jedoch die unterschiedlichsten Varianten gemäß dem individualpsychologisch verschiedenen Einsatz von Leistungsdispositionen zulässt (vgl. 1.4 und 4.1.1 bzw. 4.2.1).

Das unterschiedliche Verständnis ein- und desselben Sachverhalts kann sich deshalb bei formal gleicher Durchführung der experimentellen Strategie ergeben, wenn die Einzelmaßnahmen wie das Arrangement der Versuchsbedingungen, die Verwendung bestimmter Versuchsmaterialien, der Einsatz von Kontrollverfahren unterschiedlich sind.¹³⁵⁾

So kann durch die Arbeit mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie eine kritisch-prüfende Einstellung zu Aussagen über Sachen und Sachverhalte eingeübt werden, die für ein zeitgemäßes Umweltverständnis und für die Einübung eines individuell-umweltkompetenten Verhaltens bedeutsame Faktoren sind.

Das kritische Bewußtsein der Verantwortung für die vom Menschen ständig veränderte, "hergestellte" Welt ist gerade für das Verständnis unserer modernen technischen Industriekultur ein geradezu lebensnotwendiger Faktor geworden. Das Experiment als "herstellende Realisationshandlung" (DINGLER) sollte und kann bei einer adäquaten lehrstrategisch geleiteten Durchführung im Unterricht als eine dem Menschen Macht über die "Welt" verleihende und gerade deshalb in Verantwortung zu gestaltende Realisationsform des Mensch-Welt-Bezuges aufgezeigt werden (vgl. 1.4.1; DINGLER 1952 u.a.).

Die experimentelle Methode ist ein Verfahren, durch welches die Schüler zur Einsicht kommen können, daß das Weltverständnis nicht aus "Dingen" konstituiert ist, sondern aus Erkenntnissen bzw. Einsichten, die der Mensch in sei-

135) Die experimentelle Methode ist von einer großen Zahl von Voraussetzungen und Bedingungen abhängig; vgl. WAGENSCHN 1965, S. 309; DINGLER 1952 u.a.

nem Umgang mit der Welt gewinnt (vgl. AEBLI in AEBLI/MONTADA/STEINER 1975, S. 16).¹³⁶⁾

5.2.2 Die Relation zwischen der Förderung der aktiven Umweltzuwendung als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Der Mensch ist ein umweltbezogenes reizoffenes Wesen, das von Beginn seines Lebens an durch eine spontane innere und äußere Aktivität gegenüber seiner Mitwelt und Umwelt gekennzeichnet ist (vgl. 5.1.2). Explorative Umweltzuwendung und epistemisches Verhalten sind seiner psycho-physischen Entwicklung inhärent, können aber durch entsprechende Umweltkonstellationen maßgeblich beeinflusst werden (vgl. 4.1.1).

Nach PIAGET/INHELDER (1972) besteht ein enger Zusammenhang zwischen den affektiven und kognitiven Verhaltensdispositionen. "Es gibt deshalb kein Verhalten, so intellektuell es auch sein mag, das nicht als Triebfedern affektive Faktoren enthalten würde; doch umgekehrt kann es auch keine affektiven Zustände geben, ohne daß Wahrnehmungen und Anschauungen mitwirken, die ihre kognitive Struktur ausmachen. Das Verhalten ist folglich eins, auch wenn seine Strukturen nicht seine Energetik erklären und umgekehrt die Energetik die Strukturen unberücksichtigt läßt: der affektive und der kognitive Aspekt sind weder voneinander zu trennen noch aufeinander zurückzuführen" (ebda, S. 158). Affektivität und

136) Auch das Training von sogenannten instrumentalen Lernzielen, zu dem die experimentelle Methode als Verfahrensweise gerechnet werden kann, sollte gemäß der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung nicht unabhängig von inhaltlichen Perspektiven erfolgen. Denn "wenn diese Kompetenz amputiert von Lebenssituationen geschult wird, wenn Inhalte nur noch beliebiger Anlaß zu ihrer Förderung werden, lernen Menschen etwas, ohne nach dem Wozu zu fragen, ohne sich der Verankerung des zu Lernenden in ihrer Erfahrungswelt zu vergewissern." (RUMPF in GARLICHES u.a. 1974, S. 70).

Rationalität, Emotionalität und Sachlichkeit sind bei der spontanen Umweltzuwendung des Kindes von Anfang an eng beieinander.

Für den Umgang mit den Lebewesen der kindlichen Umwelt z.B. bedeutet das Folgendes: "Das Interesse, das kleine Kinder am Leben zeigen, das tiefen psychologischen Neigungen entspringt (Neugier um den Ursprung aller Dinge, Geburt, Wachstum usw.) bildet die Wurzel einer ganzen Denkarbeit, halbsymbolisch oder mystisch, die den Kindern ihrerseits neue Kraft verleiht. Die Verbindung dieser beiden Interessengruppen - nämlich die Neugier am Leben und die reflexive Neugier (wenn man diese so nennen darf) - ist es, die das Kind später dem wirklichen biologischen Wissen so geneigt macht" (PIAGET 1950, S. 41 f.).

Das Experimentieren im Unterricht ist nach PIAGET ein ausgezeichnetes Verfahren, diese beiden "kind-gemäßen" Weisen der aktiven Weltzuwendung pädagogisch zu fördern. Die experimentelle Methode sollte im Unterricht vermehrt eingesetzt werden, wenn - wie heute allgemein anerkannt - ein Hauptziel des Unterrichts "die Heranbildung eines aktiven Verstandes ist, der mit kritischem Scharfsinn, persönlicher Urteilskraft und konstruktivem Forschungsgeist ausgestattet ist" (ebda, S. 35). Denn indem das Kind durch den experimentierenden Umgang mit den Umweltgegebenheiten veranlaßt wird, "Sachen und lebendige Dinge einzuordnen und objektive Verhältnisse in den beobachteten Tatsachen zu schaffen, wird es auch die Verbindung zwischen seiner biologischen Neugier und seinem sich fortschrittlich steigernden Wissen von der natürlichen Welt wiederherstellen" (ebda, S. 43). Der Weg, auf dem

sich das Kind aktiv seiner Umwelt zuwendet, ist in irgendeiner Form immer ein experimentähnliches Verfahren, z.B. das sensomotorische Untersuchen von Gegenständen und das spielerische Erkunden, Erforschen und Erobern von räumlichen Umweltverhältnissen.

Die spielerischen und dennoch zielstrebigsten Verhaltensweisen bei der vom Kind selbst initiierten Umweltzuwendung sind "von Gefühlen der Lust, der Freude und des positiven Angespant- und Aufgeregtseins begleitet. Sie nehmen insbesondere in den Frühphasen der Entwicklung einen so breiten Raum ein, daß die Ansicht, hier handle es sich um ein biologisch zweckloses und eigentlich überflüssiges Verhalten kaum einsichtig erscheinen kann. Kinder sind von Geburt an 'aktive Erkunder', die in einem ständigen Interaktionsprozeß mit der Umwelt stehen und die sich beim spontanen Spielen, beim aktiven Explorieren und Experimentieren diese Umwelt vertraut machen und sie erobern" (DEUTSCHER BILDUNGSRAT 1975, Bd. 2/1, S. 17).

Die Kinder entdecken beim s p i e l e n d e n E x p l o r i e r e n bzw. E x p e r i m e n t i e r e n immer neue Perspektiven an den Gegenständen und Sachverhalten ihrer Umwelt. Diese selbstinitiierten Umweltinteraktionen sind die Grundlage für die schulische Förderung von kontinuierlichen Lernprozessen. Das spontane, aktive Eroberungsverhalten gegenüber der Welt ist das psychologische Fundament und der Erfahrungshintergrund für pädagogisch-didaktisch geplante Lernaufgaben als meist komplexere Problemlösungsstrategien (vgl. 5.1.2). Aufgabe der schulischen Lehr-Lern-Organisation ist es, die offenen und zielflexiblen spielerischen Explorationen in bewußte, zielbestimmte Interaktionsprozesse des Kindes mit Objekten bzw. Personen seiner Umwelt auszurichten.

Denn "je mehr man einen Menschen schon in jungen Jahren dem 'kulturellen Angebot' konfrontiert, je qualifizierter man ihn zur (altersangemessenen) Auseinandersetzung mit seiner Umwelt und sich selbst herausfordert, und je besser er dazu befähigt wird, 'Konkordanz' zwischen seinem Tun, seinem Wissen, Planen, Fragen usw. herzustellen, desto mehr wird man ihn in die Lage setzen, mit neuen Problemen fertig zu werden" (BONN/ROSMANITH (Hrsg.), 1972, S. 8).

Die schulischen und außerschulischen Lernumwelten sollten deshalb die spontane kindliche Zuwendungsbereitschaft zur Umwelt durch Anregungskonstellationen so fördern, daß im jungen Menschen die Bereitschaft zur selbständigen und sachangemessenen Orientierung in der Umwelt bestärkt wird.

Durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie können schülersubjektive und sachorientierte Elemente des Umweltverhaltens gefördert werden. Bewußt experimentierend lernt der Schüler, zielorientiert seine epistemischen Interessen gegenüber der Umwelt zu realisieren und strategisch eine Annäherung der subjektiven Sicht der Dinge an die objektiven Gegebenheiten zu erreichen (vgl. 1.2.2 und Abb.4).

Die experimentelle Forschungsmethode ist eine Form der sinnlich-geistigen und der subjektiv-objektiven Vermittlung von Mensch und Welt, die im intrinsisch motivierten spielerischen Experimentierverhalten individualgenetische Vorformen hat (vgl. 1.1.2, 1.4.1 und Anm. 23). Durch den Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im grundlegenden Sachunterricht wird der Schüler in der Bereitschaft gefördert, seine Umwelterfahrung zu hinterfragen und immer objektangemessener zu gewinnen (vgl. BRÄUER in ADRION/SCHNEIDER 1975, S. 204).

"Beweglichkeit, Aktivität des Lernenden, Operieren, Verhinderung fester Denkgewohnheiten, Bewegung und Entstehung, Offensein, Ausweitung der Aufmerksamkeit, Lernen als Erfahrung und angesichts verschiedener Wege und Möglichkeiten, das sind Elemente, die für das schöpferische Tun wie für das normale Leben gelten und bestimmend sind" (BÖNSCH 1970, S. 47). Es sind auch die elementaren Aktivitäten, die bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie zum Einsatz kommen sollten.¹³⁷⁾ Der Unterricht sollte berücksichtigen, daß nicht so sehr das Produkt des experimentellen Forschens als vielmehr der Prozeß des forschenden Verhaltens genuin motivierend ist. Deshalb sollte die Fähigkeit und die Bereitschaft, "sich auf das Objekt gründlich einzulassen und es möglichst unverhüllt, eben 'objektiv' zur Sprache zu bringen" (SCHULZ-HAGELEIT 1971, S. 352), im Unterricht gefördert werden. Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist in diesem Sinne optimal wirksam.

5.2.3 Die Relation zwischen der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

Es ist Aufgabe des Grundschulunterrichts, den Kindern Fähigkeiten und Fertigkeiten zu vermitteln, die ihnen bei der Verarbeitung von Informationen aus der Umwelt

¹³⁷⁾ In einer Umwelt, die so gestaltet ist, daß die Kinder selbständig agieren und experimentieren können, setzen sich die Kinder viel intensiver und ohne den Einsatz von lehrstrategischen "Verstärkerwirkungen" mit den Lerngegenständen auseinander; vgl. H.F.SILBERMANN: Programmiertes Lernen, in: R.GLASER(Hrsg.): Programmier-tes Lernen und Unterrichtstechnologie. Berlin 1971, S.491.

hilfreich sind. Das weithin subjektive Erfahrungswissen der Kinder soll langsam in ein der Realität angemessenes, objektives Erfahrungswissen übergeführt werden. Die experimentelle Methode kann dabei als Strategie dienen, mit deren Hilfe die subjektiven Konstrukte (Vermutungen, Meinungen, Annahmen) über die Sachverhalte einer Realitätsprüfung unterzogen werden. Das experimentelle Ergebnis gilt als Indikator für den Realitätsgehalt der experimentell zur Überprüfung aufgestellten Hypothesen (vgl. 1.1, 1.3 und 2.3).

Die gemeinsame Arbeit an der Klärung von Sachproblemen hat den Vorteil, daß sich die Schüler z.B. innerhalb einer Experimentiergruppe gegenseitig Anregungen und Informationen geben können, die vom Einzelnen allein schon quantitativ nicht gebracht werden könnten. "Das Experiment wird erst durch Gruppendiskussion vollständig; die Übertragung der Ergebnisse in Beobachtungsbücher durch Beschreibungen und Zeichnungen macht die Zusammenarbeit aller tätigen Kinder nötig. So setzt die Anwendung der Vorstellungen, auf denen das Wissen beruht, eine vernünftige Zusammenarbeit voraus, die die unerläßliche Bedingung für den Aufbau selbst der Vorstellungen des Einzelnen ist" (PIAGET 1950, S. 45).

Beim Experimentieren in Partnerarbeit oder in Gruppenarbeit können der Lehrer und die Schüler erfahren, daß beim Miteinander-Denken und Miteinander-Handeln "um ein Sachproblem herum" meist mehrere Sachaspekte bzw. Problem Aspekte in kürzerer Zeit bewältigt werden als in Einzelarbeit. Problemfindung, Präzisierung bzw. Formulierung des Problems, die mehr-perspektivische Problemanalyse,

der Umfang und die Art der Vermutungen und die Hypothesenformulierung, die Anordnung und die Durchführung der experimentellen Untersuchung, die Feststellung der durch das Experiment gewonnenen Beobachtungsdaten, die Interpretation dieser Daten und das Generalisieren des relevanten Beziehungszusammenhanges sind in Kooperation weitaus detaillierter bzw. präziser möglich. So lernen die Schüler beim Einsatz der experimentellen Lehr-Lern-Strategie als soziale unterrichtliche Aktionsform exemplarisch, daß der Erwerb erfahrungsordnender Begriffe und Einsichten in gemeinschaftlicher Bemühung optimaler erfolgen kann als durch die Mühe eines Einzelnen.

Die alterstypische Tendenz zur Dezentrierung, die vom kindlichen Subjekt immer stärker zur Gemeinschafts- und Sachbezogenheit hinlenkt, ist eine notwendige Voraussetzung für die Effektivität des Einsatzes von kooperativen Lern- und Arbeitsformen.

Die aktive Zusammenarbeit innerhalb der Experimentiergruppe weckt außerdem das Interesse an der Erarbeitung der Unterrichtsgegenstände bedeutend stärker als die Einzelarbeit oder frontale und vortragende Unterrichtsformen (vgl. NICKEL 1975, S. 96).¹³⁸⁾

Die Zielsetzung des kooperativen Erwerbs von Umwelterfahrungen im Schulunterricht meint vor allem auch, daß innerhalb der Lehr-Lern-Organisation genügend Materialien und Werkzeuge für den motorischen und kognitiven handelnden

138) Nach NICKEL müßte gerade der naturwissenschaftlich-technische Unterricht in hohem Maße die "Tendenz zur aktiv handelnden Betätigung und einer Unterstützung durch probierendes intuitives Versuch-Irrtum-Lernen" (1975, S. 96) berücksichtigen, wenn er die Motivation der Schüler erhalten und fördern will.

Umgang mit Umweltsachverhalten bereitgestellt werden sollten. "Das setzt voraus, daß die Unterrichtsmethoden und die Schulorganisation so abgeändert werden, daß die Kinder sich ständig und direkt mit Gegenständen beschäftigen können. Das bedeutet nicht, daß der Gebrauch der Sprache eingeschränkt werde; sie muß sich aber dem Leben nähern und fruchtbarer werden, indem sie ihre natürlichen Beziehungen zu den gemeinsamen Tätigkeiten beibehält" (AEBLI 1963, S. 39).¹³⁹⁾

Die Bereitstellung von Hilfsmitteln ist unterrichtspraktisch von großer Bedeutung. Das Interesse der Kinder an den gemeinschaftlichen Sacherkundungen kann durch anregende Materialien entscheidend geweckt und erhalten werden.¹⁴⁰⁾ Motivierendes Handlungsmaterial regt die Kinder an, "Probleme aus größeren, komplexeren Zusammenhängen herauszulösen, sich für Lösungsmöglichkeiten für diese Probleme zu entscheiden und dazu Versuche (Experimente) zu planen, auszuführen und gewonnene Ergebnisse zu interpretieren" (BECK/CLAUSEN 1976, S. 131 f).

139) Gedankenexperimente, wie sie in vielen Unterrichtsmethodiken empfohlen werden, sind für den Grundschulunterricht respektive des angeführten Begründungszusammenhangs nicht effektiv.

140) Dieser Gedankengang ist ausführlich erläutert in BRÜGELMANN, H.: Offene Curricula - Der experimentell-pragmatische Ansatz in englischen Entwicklungsprojekten. In: Zeitschrift für Pädagogik, 1972, H. 1, S. 95 ff.

In der im Zusammenhang mit dieser Untersuchung durchgeführten Fragebogenerhebung stellten die Lehrkräfte fest, daß der Mangel an geeigneten Versuchsmaterialien die Durchführung der experimentellen Unterrichtsform besonders erschwere (vgl. Anh., Frage 9, S. 20). Die Lehrkräfte schätzten auch Gegenstände aus der Umwelt des Kindes gegenüber technischen Versuchsmaterialien und gegenüber didaktisch aufbereiteten Materialien weitaus effektiver ein (vgl. Anh., Frage 5, S. 16). Sie waren der Meinung, daß insbesondere für die Grundschule die einfachen Versuche mit Materialien aus der kindlichen Umwelt im Vergleich zu Versuchen mit technischen Apparaten angemessener sind.

Im Laufe der menschlichen Entwicklung nimmt das umweltbezogene Handeln des Kindes verschiedene Ausprägungsarten und Ausprägungsgrade an. "Das konkrete und zweckbestimmte Handeln des Kindes wird durch kontinuierliche Rekonstruktion beim Erwachsenen zum Experiment, das immer zusammenhängender und objektiver wird. Die begrenzten Erkenntnismittel des Kindes entwickeln sich zur Wissenschaft des Erwachsenen, die seinem Handeln eine fast unbegrenzte Wirksamkeit sichert" (AEBLI 1963, S. 38). Die experimentelle Methode als unterrichtliche Lehr-Lern-Strategie ist ein Unterrichtsverfahren, das dieser Entwicklungstendenz entgegenkommt. Die Strukturmerkmale des Prozeßcharakters und der hierarchischen Phaseneinteilung (vgl. 2.3.2 und Abb. 4,5,6,7) kommen einer makrostrategischen Planung und Vorbereitung in Lehrer-Schüler-Interaktion oder Schüler-Schüler-Interaktion entgegen. Die mikrostrategischen Lehr-Lern-Aktivitäten lassen Raum für individuelle, kreative Problemlösungsaktivitäten und für den gegenseitigen Erkenntnis-

und Erfahrungsaustausch.

Das Schülerexperiment in Einzel-, Partner-, und Gruppenarbeit ist von motivationspsychologischen Ergebnissen her dem Lehrerdemonstrationsversuch vorzuziehen. Denn es ist erwiesen, "daß die Schüler dem Unterricht ein Interesse entgegenbringen, das direkt proportional ist zu den Handlungsmöglichkeiten, die man ihnen einräumt. Ihr Interesse ist größer, wenn sie die Lösung einer Aufgabe selber finden, als wenn sie nur der Demonstration der Lösung beiwohnen dürfen; es ist größer, wenn sie selber mit konkreten Gegebenheiten arbeiten können als wenn sie sich diese Gegebenheiten vorstellen müssen oder sie nur als Zuschauer betrachten dürfen" (AEBLI 1963, S. 25; vgl. auch SCHOLZ 1976, S. 79; KEISER 1976, S. 840 u.a.).¹⁴¹⁾

Zusammenfassung:

Die analytische Deskription der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung machte deutlich, daß ein umweltorientierter (Grundschul-) Unterricht gemäß den drei Zielkomponenten der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses, der Förderung der aktiven Umweltzuwendung und der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen zu organisieren ist. Die adäquate Unterrichtsgestaltung richtet sich auf die drei elementaren Dimensionen des Lehr-Lern-Prozesses (vgl. 4.3).

141) Im Zusammenhang mit der curricularen Reform des grundlegenden Sachunterrichts wurden auch eine große Anzahl von Unterrichtsmaterialien, meist Medienpaketen entwickelt, die dem Lehrer bei geschicktem didaktischen Einsatz die Vorbereitung von Schülerversuchen und Schülergruppenversuchen sehr erleichtern können; vgl. die Angaben in NEUHAUS 1974, S. 271 u.a.

Eine vergleichende Analyse ergab, daß die für die Realisierung der einzelnen Zielkomponenten geforderten Lehr-Lern-Aktivitäten und die bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie einzusetzenden Lehr-Lern-Aktivitäten ä h n l i c h sind. Der Vergleich makro- bzw. mikrostruktureller Elemente der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mit den Merkmalen der einzelnen Zielkomponenten (vgl. 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3) ließ auch die Affinität zwischen den jeweiligen inhaltlichen Zielsetzungen und der kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Lerndimension erkennen.

5.3 Kritisches Resümee

Die Analyse der Frage nach dem Realisationszusammenhang zwischen den elementaren Lehrintentionen des (naturwissenschaftlichen) Grundschulunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie ist das zentrale Anliegen der vorliegenden Untersuchung (vgl. 0.3).

Die Realisation von didaktischen Zielvorstellungen wird durch schulorganisatorische und unterrichtsmethodische Maßnahmen angestrebt. Eine bedeutsame Fragestellung in diesem Zusammenhang ist einerseits die Frage nach zieladäquaten Unterrichtsmethoden; andererseits sollten auch die traditionellen, "gut funktionierenden", im Unterricht oft "selbst-verständlich" angewandten Unterrichtsmethoden immer wieder neu auf ihre didaktischen Funktionen hin befragt werden.

In der vorliegenden Untersuchung sollten beide Frageaspekte exemplarisch dergestalt analysiert werden, daß ein Realisationszusammenhang zwischen den explizierten didaktischen Leitvorstellungen des Grundschulunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie aufgrund des Aufweises ähnlicher struktureller Merkmale begründet angenommen werden kann.

Auch beim Vergleich zwischen der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie konnte eine erstaunlich große Anzahl ähnlicher Strukturmerkmale festgestellt werden.

Die Analyse des Realisationszusammenhanges zwischen den einzelnen Zielkomponenten der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung und der experimentellen Methode (vgl. 5.2.1, 5.2.2 und 5.2.3) ließ erkennen, daß mit Hilfe der experimentellen Lehr-Lern-Strategie umweltrelevante Kenntnisse, Einstellungen und Fertigkeiten erworben werden können.

Die didaktische Intention der Umweltorientierung fordert ebenso wie die experimentelle Lehr-Lern-Strategie die Berücksichtigung der drei elementaren Dimensionen des Lehr-Lern-Vollzugs.

Die didaktische Intention der Umweltorientierung strebt in den explizierten Teilkomponenten die Entfaltung bzw. die Modifikation der kognitiven, emotionalen und psychomotorischen Verhaltensdispositionen an, welche innerhalb der experimentellen Lehr-Lern-Strategie mehr oder weniger interdependent zum Einsatz kommen. Für die Konzeption des grundlegenden Sachunterrichts galt und gilt das Prinzip der Umweltorientierung als didaktisches Regulativ, das z.B. die einseitige Gewichtung anderer Leitvorstellungen wie etwa in jüngster Zeit der Wissenschaftsorientierung verhindern hilft.

Für die Durchführung des grundlegenden Sachunterrichts kann die experimentelle Lehr-Lern-Strategie als methodisches Regulativ eingeplant werden, das bei einseitig subjektiven oder ein-

Abb. 21:

Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung</u>	<u>Forderungen an eine dieser Zielsetzung adäquate Unterrichtsgestaltung</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<p>Leitgedanke</p> <p><u>Der Unterricht hat ein zeitgemäßes Umweltverständnis zu vermitteln.</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die Lehr-Lern-Organisation muß die Erarbeitung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses fördern.</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsweise für die Zielsetzung der Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständnisses.</u></p>
<p><u>Vermittlung elementarer Interpretationsmuster und Interpretationsverfahren für die (naturwissenschaftlich-technisch geprägte) Umwelt</u></p>	<p><u>lehrstrategische Hilfestellung zur subjektiven Konstitution der objektiven Umweltgegebenheiten</u></p>	<p><u>Realitätsprüfung der subjektiven Hypothesen von Sachverhalten durch das Experiment ("Hypothesen-Experiment-Falsifikationsgeflecht")</u></p>
<p><u>Aufzeigen der Mehrdimensionalität bzw. Mehrdeutigkeit der Sachverhalte in der "natürlichen" Umwelt</u></p>	<p><u>mehrperspektivische Betrachtung und Untersuchung der Unterrichtsgenstände im "Umweltunterricht"</u></p>	<p><u>konkret-operationale, zielgerichtete Untersuchung der Umweltobjekte mit Hilfe der experimentellen Methode (mehrdimensionale Aktivitätskombination)</u></p>
<p><u>Erschließung umweltrelevanter Erfahrungs- und Handlungssituationen</u></p>	<p><u>problemorientierte Analyse von Umweltsituation</u></p>	<p><u>die experimentelle Strategie als Methode zur sachadäquaten, kritisch-prüfenden Analyse von Sachverhalten</u></p>

Abb. 22: Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhanges zwischen der Zielsetzung der Förderung einer aktiven Umweltzuwendung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien der Förderung einer aktiven Umweltzuwendung als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung</u>	<u>Forderungen an eine dieser Zielsetzung adäquate Unterrichts-gestaltung</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<p>Leitgedanke</p> <p><u>Der Unterricht soll die spontane Umweltzuwendung des Kindes unterstützen und bestärken</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die Lehr-Lern-Organisation soll motivierende Situationen für die aktive Umweltzuwendung bereitstellen.</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsweise für die Zielsetzung der Förderung einer aktiven Umweltzuwendung.</u></p>
<p><u>Unterstützung der Assimilation bzw. Akkomodation im Verhältnis Kind-Umwelt</u></p>	<p>didaktische Aufbereitung von motivierenden Umweltkonstellationen (Lernumwelten)</p>	<p>subjektiv-objektive Bestimmtheit der experimentellen Methode als Realisationsform des Mensch-Welt-Bezugs</p>
<p><u>Hilfestellung beim Übergang von der subjektorientierten zur subjekt- und sachorientierten Umweltzuwendung</u></p>	<p>lehrstrategische Unterstützung der detaillierten Erfassung der Umweltobjekte und Umweltsituationen</p>	<p>die experimentelle Anordnung als "objektives" Kontrollinstrument für eine subjektbezogene Theorie</p>
<p><u>Didaktisches Interesse an spielerischen Interaktionsformen des Kindes mit den personalen und objektiven Umweltgegebenheiten</u></p>	<p>Anregung zu aktivem, entdeckendem und strukturierendem Lernen in didaktisch arrangierten Spielsituationen</p>	<p>das Experimentieren als intrinsisch motivierter, genuin spielerischer und zugleich zielstrebigter Interaktionsprozeß zwischen Mensch und Welt</p>

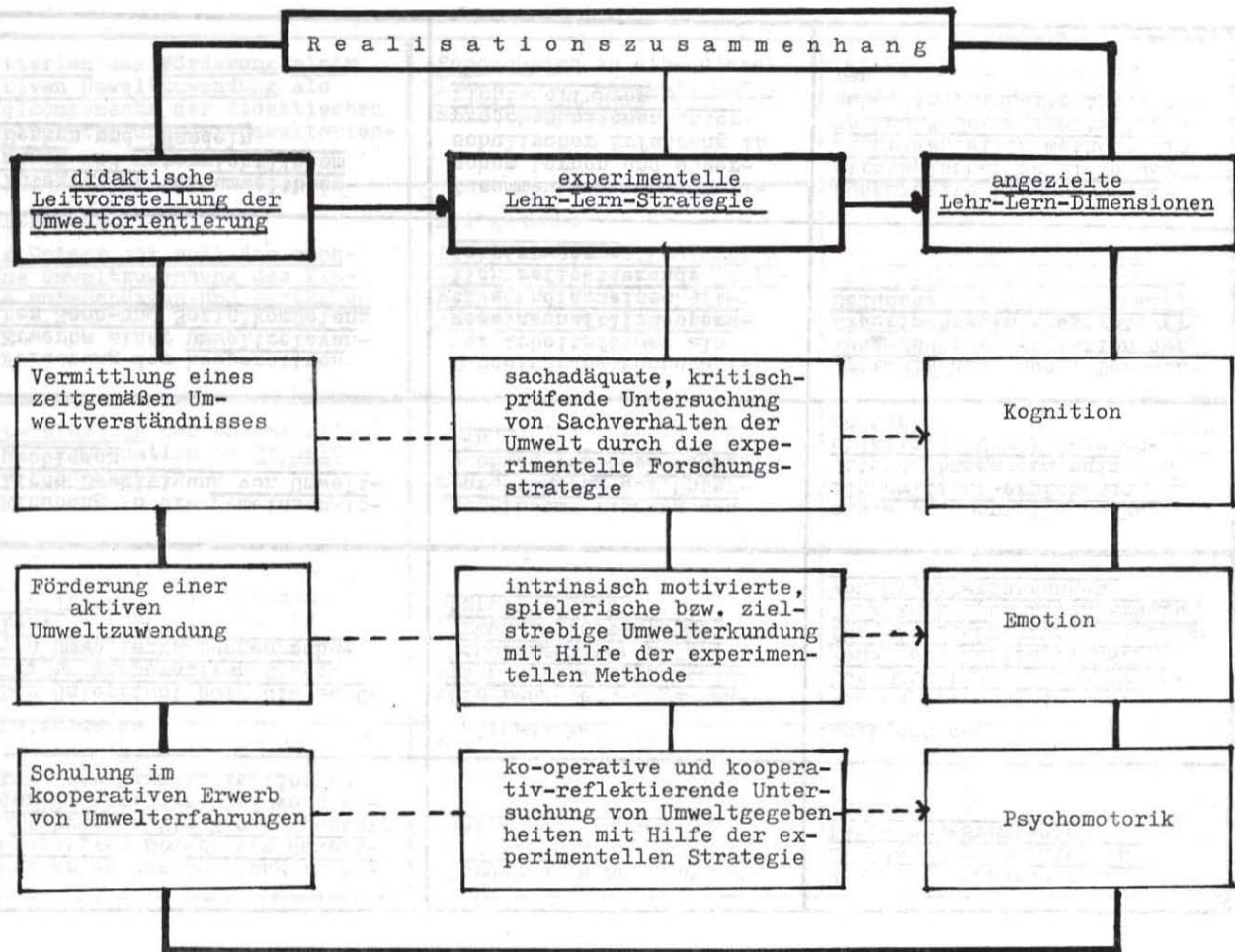
Abb. 23:

Prinzipielle Perspektiven des Realisationszusammenhangs zwischen der Zielsetzung der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

<u>Kriterien der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen als Zielkomponente der didaktischen Leitvorstellung der Umweltorientierung</u>	<u>Forderungen an eine dieser Zielsetzung adäquate Unterrichtsgestaltung</u>	<u>Realisationszusammenhang mit der experimentellen Lehr-Lern-Strategie</u>
<p>Leitgedanke</p> <p><u>Der Unterricht soll die Schüler im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen schulen.</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die Lehr-Lern-Organisation soll motivierendes Handlungsmaterial für Erkundungssituationen bereitstellen.</u></p>	<p>Leitgedanke</p> <p><u>Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie ist eine angemessene Realisationsform für die Zielsetzung der Schulung im kooperativen Erwerb von Umwelterfahrungen</u></p>
<u>Einübung in die gemeinschaftliche Bewältigung von Umweltproblemen</u>	<u>gemeinsame Planung und Durchführung der Untersuchung von Sachverhalten</u>	die <u>experimentelle Methode</u> als <u>kritisch-erprobende Untersuchungsstrategie</u> von objektiven Umweltgegebenheiten
<u>Förderung des kooperativen Erwerbs einer umweltrelevanten Sach- und Sozialkompetenz</u>	<u>Durchführung kooperativer Arbeitsformen als gemeinschaftlich-operative und gemeinschaftlich reflektierende Arbeitsweisen</u>	<u>optimale Anordnung, Beobachtung und Interpretation des Experiments in kooperativer Bemühung</u>
<u>Integration von umweltbezogenem und unterrichtlichem Denken und Handeln</u>	<u>Zusammenhang von schulischem Lernen und außerschulischer Erfahrung in projektähnlichen Unterrichtsverfahren</u>	<u>kooperative Planung makrostrategischer Schritte der experimentellen Methode als "Rahmen" für mikrostrategische, individuelle Aktivitäten</u>

Abb. 24:

Strukturmodell des Realisationszusammenhanges zwischen den durch die didaktische Leitvorstellung der Umweltorientierung angezielten Lehr-Lern-Dimensionen und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie



ERGEBNISSE DER UNTERSUCHUNG - EINIGE FOLGERUNGEN

Das zentrale Anliegen dieser Untersuchung war es, den Realisationszusammenhang zwischen zentralen didaktischen Intentionen des (naturwissenschaftlichen) Grundschulunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie festzustellen und dadurch einen Beitrag zur Bestimmung bzw. Klärung der didaktischen Funktionen des Experiments im Grundschulunterricht zu leisten. Im Verlaufe der Untersuchung konnte der enge Zusammenhang zwischen dem explizierten Zielgefüge und dem Realisationsgefüge der experimentellen Lehr-Lern-Strategie an zahlreichen analogen strukturellen Merkmalen aufgezeigt werden.

Die Hypothesen zur didaktischen Effektivität des Experiments im Grundschulunterricht (vgl. 0.1 und 0.3) wurden hinsichtlich des eingegrenzten Untersuchungsgegenstandes expliziert und sie konnten in didaktisch begründete Annahmen umformuliert werden (vgl. 3.3, 4.3, 5.3). Die Einwände gegen die Durchführung des Experiments im Grundschulunterricht (vgl. 0.1) erwiesen sich aus der detaillierten unterrichtstheoretischen Betrachtung des Experiments als Element der experimentellen Lehr-Lern-Strategie (vgl. 2.) als wenig stichhaltig.

Da der Begriff Experiment inhaltlich ein sehr komplexer Begriff ist (vgl. 1.) und da zudem dem Terminus Unterrichtsexperiment in der didaktischen Literatur unterschiedliche Merkmale zugewiesen sind (vgl. 2.1.1 und 2.1.2), wurde für den vorliegenden Untersuchungszusammenhang auf der Basis vorhandener definitorischer Be-

stimmungen eine eigenständige kritische Merkmals- und Funktionsbestimmung des Experiments vorgenommen (vgl. 1. und 2.). Die definitivische Festlegung des Unterrichtsexperiments als experimentelle Lehr-Lern-Strategie geschah aus der kritischen Zusammenschau der unterschiedlichen bzw. ähnlichen Planungs- und Realisationsbedingungen des Experiments in der wissenschaftlichen Forschung und im Unterricht.

Das Experiment als Forschungsstrategie (vgl. 1.) und das Experiment als Lehr-Lern-Strategie (vgl. 2.) können zwar aufgrund ihrer Strukturmerkmale als ähnlich bezeichnet, nicht aber gleichgesetzt werden. Das Experiment im Unterricht kann nicht in allen strategischen und inhaltlichen Merkmalen vom Forschungsexperiment abgeleitet werden. Das könnte nur aus einer verkürzten Sichtweise der beiden Strategien erfolgen, die durch ihre je spezifische Zielorientierung und Realisationsbedingung auch eine je spezifische Funktion neben der ähnlichen Bedeutung als (naturwissenschaftliche) Problemlösungsstrategien innehaben. Die unterschiedlichen inhaltlichen Zielsetzungen und die unterschiedlichen Realisationsbedingungen bzw. Qualitätsstufen der Realisation müssen gerade dann ernst genommen werden, wenn ähnliche Funktionen begründet aufgezeigt werden sollen.

Die Voraussetzungen, Bedingungen und Zielsetzungen sind beim "rein" wissenschaftlichen Forschungsexperiment und beim Unterrichtsexperiment qualitativ und quantitativ unterschiedlich. Aber die strategischen Merkmale des Vorgehens weisen eine so große Anzahl

ähnlicher Strukturmerkmale auf (vgl. Abb. 4), daß die Bezeichnung "e x p e r i m e n t e l l e Lehr-Lern- Strategie" für das Unterrichtsexperiment sachadäquat ist. Das Aufzeigen der A n a l o g i e kriterien an Stelle von Gleichheiten geschah im Sinne einer kritischen Darstellung der Zusammenhänge; es sollte den Kurzschluß einer Gleichsetzung bzw. direkten Ableitung verhindern helfen.

In einer ebenfalls p o s i t i v - k r i t i s c h e n F u n k t i o n ist die Analyse und Deskription der Analogiekriterien zwischen den Merkmalen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie und den Merkmalen der explizierten Zielvorstellungen des Grundschulunterrichts zu sehen und zu interpretieren (vgl. 3.3, 4.3., 5.3). Die vorgenommene qualitative und die quantitative Bestimmung dieser A n a l o g i e k r i t e r i e n rechtfertigt logisch die Annahme eines p o s i t i v e n R e a l i s a t i o n s z u s a m m e n h a n g e s zwischen den didaktischen Intentionen der Wissenschaftsorientierung, Schülerorientierung, Umweltorientierung und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie.

Im Überblick wird der Z u s a m m e n h a n g d e r S t r u k t u r m e r k m a l e zwischen den explizierten didaktischen Intentionen des grundlegenden Sachunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie in einer Matrix dargestellt (vgl. Abb. 25). Die Art und Weise der Kombination der beiden Merkmalsklassen ergibt sich aus dem Begründungszusammenhang der vorliegenden Analyse (vgl. 3., 4., 5.). Die g r o ß e A n z a h l d e r s t r u k t u r e l l e n B e z u g s p u n k t e rechtfertigt die Annahme eines positiven Bedingungs-zusammenhangs zwischen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie und den explizierten Zielvorstellungen. Empirische Relevanzkriterien, die im Zusammenhang mit dieser Untersuchung

an Hand einer Fragebogenerhebung gewonnen wurden (vgl. Anhang), konnten die theoretischen Explikationen stützen.

Die experimentelle Lehr-Lern-Strategie kann als ein integratives Lehr-Lern-Verfahren charakterisiert werden. Sie hat nicht nur hinsichtlich der Forschungsmethoden eine integrative Funktion inne (vgl. 3.1.3, 3.2.2), sondern stellt auch gemäß den vorliegenden Untersuchungsergebnissen für die Realisation der drei elementaren didaktischen Intentionen des grundlegenden Sachunterrichts gleichzeitig und in gleicher Weise einen bedeutsamen Realisationsfaktor dar. Auch die Aktivierung bzw. Modifizierung der drei elementaren psychischen Lehr-Lern-Dimensionen geschieht bei der Durchführung der experimentellen Lehr-Lern-Strategie in integrativer Weise.

Trotz oder gerade aufgrund des explizierten Realisationszusammenhanges zwischen den didaktischen Leitvorstellungen des grundlegenden Sachunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie sind weitere Nachforschungen erforderlich, die insbesondere eine genauere Analyse der Realisationsbedingungen und eine Darstellung möglicher Realisationstypen der experimentellen Lehr-Lern-Strategie im Grundschulunterricht anstreben sollten. Denkbar und im Sinne der Theorie-Praxis-Korrelation fruchtbar wäre die detaillierte Ausarbeitung verschiedener Modelle der experimentellen Lehr-Lern-Strategie, die z.B. unterschiedliche Verlaufsgestalten, Lehrinhalte, Lernhilfen, Schülervoraussetzungen und Medienarrangements berücksichtigen würden (vgl. Anh., Frage 25, S. 35 ff).

<div> <div>EXPERIMENTELLE LEHR- LERN- STRATEGIE</div> <div>DIDAKTISCHE INTENTIONEN</div> </div>	Teilmenge	Prozeßcharakter	hierarchische Phaseneinteilung	zyklische Struktur	Ziel- orientierung	Ergebnis- orientierung	Aktivitäten- kombination	intern-externer Operations- zusammenhang	anthropologische Mehrdimensionalität	Konstrukt- und In- dikatorzuordnung	subjektiv-objek- tive Bestimmtheit
WISSENSCHAFTS- ORIENTIERUNG											
wissenschafts- adäquate In- haltsvermittlung	X			X		X	X		X	X	X
wissenschafts- adäquate Metho- denanwendung	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
wissenschafts- adäquate Ein- stellungsan- bahnung	X			X	X		X	X	X		X
SCHÜLER ORIENTIERUNG											
individual- psychologisch orientierte Lehr-Lern- Organisation	X	X	X	X	X		X		X	X	X
Lernmotivie- rung	X	X		X	X	X	X	X	X		X
schülergesteu- ertes Problemlö- severhalten	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
UMWELT- ORIENTIERUNG											
Vermittlung eines zeitgemäßen Umweltverständ- nisses	X			X		X	X		X		X
Förderung der aktiven Umwelt- zuwendung	X	X	X		X		X	X	X		X
Schulung im ko- operativen Erwerb von Umwelterfah- rungen	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X

Abb.25 : Der Zusammenhang der Strukturmerkmale zwischen den explizierten didaktischen Intentionen des grundlegenden Sachunterrichts und der experimentellen Lehr-Lern-Strategie

ANHANG

1. Die ersten drei Abschnitte des Buches sind in der ersten Auflage erschienen. Die vierte Auflage ist eine Neuauflage der ersten Auflage. Die fünfte Auflage ist eine Neuauflage der vierten Auflage. Die sechste Auflage ist eine Neuauflage der fünften Auflage. Die siebte Auflage ist eine Neuauflage der sechsten Auflage. Die achte Auflage ist eine Neuauflage der siebten Auflage. Die neunte Auflage ist eine Neuauflage der achten Auflage. Die zehnte Auflage ist eine Neuauflage der neunten Auflage.

DARSTELLUNG DER SCHRIFTLICHEN BEFRAGUNG

1. Zielsetzung der Befragung

Die Adressaten der schriftlichen Befragung waren Lehrkräfte der Grundschulen, die zum Zeitpunkt der Befragung in einem 3. oder 4. Schülerjahrgang unterrichteten. Zu den Aufgaben dieser Adressatengruppe gehört auch, die von Richtlinien und Lehrplänen vorgeschlagenen Unterrichtsmethoden in den konkreten alltäglichen Schulsituationen durchzuführen und im Hinblick auf die Effektivität des eigenen Unterrichts sich kritisch damit auseinanderzusetzen.

Die Eruierung von Einstellungen und Wertungen von Lehrkräften gegenüber Unterrichtsmethoden ist deshalb für die praxisrelevante Einschätzung unterrichtstheoretisch für "gut" befundener Unterrichtsmethoden besonders aufschlußreich im Hinblick auf die praktische Relevanz der Unterrichtsmethoden - die Anwendungssituation im schulischen Alltag. Die Einschätzung der Lehrkräfte - die von sehr unterschiedlichen Ursachen bestimmt werden kann - bestimmt auch die "Anwendung" einer Methode. Die in solch einer Befragung gewonnenen Ergebnisse sollten - wenn Repräsentativität vorliegt - eine mitbestimmende Information für theoretische und praktische Entscheidungsprozesse über Auswahl und Einsatz von Unterrichtsmethoden sein.

Befragungsgegenstand ist nicht eine eng an die theoretische Problemstellung der vorliegenden Arbeit anschließende Fragestellung; vielmehr sollte eine möglichst breit angelegte Datensammlung hinsichtlich der Durchführung von Experimenten im Grundschulunterricht erfolgen, in der Erfahrungen, Meinungen, Einschätzungen der Effektivität der experimentellen Unterrichtsform sowie Verwendungshäufigkeit und schulorganisatorische sowie materiale Voraussetzungen in der Unterrichtspraxis ermittelt werden sollten.¹⁾

1) Die Anlage des Fragebogens wurde deshalb auf so breiter Basis belassen, weil in der Fachliteratur keine ähnliche Befragung auf so allgemeiner Basis bekannt ist. Diese Erfragung ist als PILOT-Study zu verstehen, die spezifischere Fragestellungen, z.B. im Anschluß an die vorliegende Untersuchung erst ermitteln soll.

Einzelsergebnisse dieser Befragung wurden in die vorliegende Untersuchung an entsprechenden Stellen eingearbeitet. Eine in diesem Kapitel gegebene systematische Darstellung der Befragung soll Einzelergebnisse im Vergleich zu anderen Einschätzungen, Aussagen sehen lernen.

ZWECK der Fragebogenuntersuchung

1. Ermittlung von D a t e n hinsichtlich der Häufigkeit und Art der D u r c h f ü h r u n g von Versuchen im grundlegenden Sachunterricht
2. Ermittlung der M e i n u n g / E i n s t e l l u n g der Lehrkräfte gegenüber der experimentellen Unterrichtsform
3. Ermittlung von E r f a h r u n g s w i s s e n, um dieses mit theoretischen Annahmen (prognostisch) vergleichen zu können

2. Die Anlage der schriftlichen Befragung

Schriftliche Befragungen sind im Vergleich zu anderen empirischen Untersuchungsmethoden verhältnismäßig leichter (ökonomischer) durchzuführen. Die Fragestellungen wurden formuliert aus der kritischen Zusammenschau entsprechender theoretischer Annahmen aus der einschlägigen Fachliteratur und aus in eigener praktischer Unterrichtstätigkeit gewonnenen Einsichten und Problemstellungen bzw. informellen Gesprächen mit unterrichtspraktisch und unterrichtstheoretisch interessierten Fachleuten.

2.1 Der Aufbau des Fragebogens

Entsprechend des in 1. dargestellten Befragungsgegenstandes wurden Einzelfragen so formuliert und thematisch geordnet, daß ein möglichst breites Erfahrungswissen der Adressatengruppe hinsichtlich der Durchführungs- und Effektivitätsfaktoren der experimentellen Unterrichtsform ermittelt werden konnte. Im einzelnen wurden folgende Frageaspekte gewählt:

Frage-Nr.	Frageaspekt
	A) H ä u f i g k e i t und A r t (Methodik) der Durchführung von Experimenten im Grundschulunterricht
1	Meinung zur Häufigkeit der Durchführung
2	tatsächliche Angaben zur Häufigkeit der Durchführung
3	Angaben zur Durchführung von Versuchen in den unterschiedlichen Lernbereichen des grundlegenden Sachunterrichts
4	Angaben zur Bevorzugung von Versuchsarten
5	Angaben zu bevorzugten Hilfsmitteln bei der Durchführung 2)
6	tatsächliche Angaben über die Beliebtheit der experimentellen Unterrichtsform beim Lehrer
7	Meinung zum didaktischen Ort der Durchführung (Einsatz in welchen Unterrichtsphasen)
8	Meinung zur Gewichtung methodischer Maßnahmen bei der Durchführung
9	Einschätzung besonderer Schwierigkeiten für die Durchführung von Experimenten 3)
14	Meinung zu grundschulspezifischen Durchführungsarten
24	Meinung zur methodischen Kennzeichnung der experimentellen Unterrichtsform 4)

- 2) Die vorliegende 3-Teilung wurde entsprechend den heute gebräuchlichen Materialien vorgenommen.
- 3) "Vorgenannt" ist keine zutreffende Formulierung, die aber anscheinend keine Auswirkung auf die Angaben hatte!
- 4) Diese Frage wurde zur Abklärung der theoretisch diskutierten Frage gestellt.

Frage Nr.	Frageaspekt
	B) Einschätzung der didaktischen Funktionen der experimentellen Unterrichtsform
10	Meinung zur Verwirklichung von Unterrichtsgrundsätzen (didaktisch-methodische Prinzipien)
15	Einschätzung grundschulspezifischer Verfehlungen der didaktischen Wirksamkeit
16	Einschätzung spezifischer Lernwirksamkeiten
27	Einschätzung der notwendigen Voraussetzungen für die Lernwirksamkeit des Experiments im Grundschulunterricht
19,20,22	Einschätzung der Wirksamkeit der experimentellen Unterrichtsform für die Verwirklichung spezifischer Intentionen
23	tatsächliche Angaben zur Effektivität von Unterrichtsformen
	C) Schülerorientierte Fragestellungen
11	Einschätzung der Bedeutsamkeit des Einsatzes der verschiedenen psychischen Bereiche beim Schüler für die Durchführung der experimentellen Unterrichtsform
12	Einschätzung, welcher psychische Bereich beim Schüler während der Durchführung der experimentellen Unterrichtsform zum Einsatz kommt
13	Einschätzung der Schülerinteressen bei bestimmten Versuchsarten
18	Einschätzung der Bedeutung der experimentellen Unterrichtsform für die Einstellung der Schüler zum jeweiligen Fach
21	Einschätzung der Bedeutung der experimentellen Unterrichtsform für lernschwache Schüler
25	Meinung zur Notwendigkeit theoretischer Untersuchungen über Durchführungs- und Wirkungsaspekte der experimentellen Unterrichtsform

2.2 Erprobung und Revision des Fragebogens

Der Erstentwurf des Fragebogens entsprach in Anzahl und Anordnung der Fragen der Revisen.

Die Erprobung des Erstentwurfes erfolgte durch 7 Einzel-Interviews, in denen 4 Grundschullehrer, 2 ehemalige Grundschullehrer, derzeitig Dozenten in der Lehrerbildung und ein Hauptschullehrer interviewt wurden. Die Einzel-Interviews wurden so durchgeführt, daß in einem kurzen Gespräch das Anliegen der schriftlichen Befragung mitgeteilt wurde, dann ohne konkretere Hinweise die Fragen schriftlich beantwortet wurden und sich daran eine Aussprache über aufgetauchte Probleme bei der Beantwortung angeschlossen hat. Nach den solchermaßen durchgeführten Einzelinterviews wurden folgende Aspekte verbessert:

- Kennzeichnung der Aufgaben, bei denen aus den vorgegebenen Antworten m e h r e r e A n t w o r t e n angekreuzt werden konnten (vgl. Begleitbrief S. 9).
- Kennzeichnung der Fragen, bei denen die Antworten nach einer bestimmten R a n g f o, l g e genannt werden sollten (vgl. Begleitbrief S. 9)
- Bestimmung, daß alle nicht näher gekennzeichneten Fragen mit nur e i n e r A n t w o r t m ö g l i c h k e i t beantwortet werden sollten.
- Hervorhebung der H a u p t b e g r i f f e der jeweiligen Frage im Hinblick auf ein rascheres Verständnis der Frage
- Umformulierung von Ausdrücken, die sich bei der Beantwortung als nicht eindeutig beantwortbar erwiesen hatten
- Einbringen einzelner neuer Antwortmöglichkeiten

3. Die Durchführung der Befragung

3.1. Auswahl der Adressatengruppe

Die Population sollte Lehrkräfte des 3. und 4. Schuljahrganges der Grundschule umfassen.

Als Stichproben wurden alle Lehrkräfte des 3. und 4. Schülerjahrganges ausgewählt, die in den Schulbezirken Regensburg - Stadt und Regensburg - Land sowie in dem Landkreis Tirschenreuth im Juli 76 unterrichteten.

3.2 Verteilung und Rücklauf des Fragebogens

Die Fragebögen wurden über die dienstliche Post (nach Genehmigung der Regierung d. Obpf.), ausgehend von den Schulämtern, verteilt. Den Lehrkräften wurde zum Fragebogen ein Informationsblatt mit Zweckangabe und Beantwortungsmodus der Fragebögen überreicht (vgl. S. 9)

Von den verteilten Fragebögen (302) ging beim Rücklauf etwa $\frac{1}{3}$ zurück (108).⁵⁾

3.3 Reaktionen auf die Befragung

Etwa 80% der Befragten nahmen in der Frage 25 zur Art und zum Sinn dieser Untersuchung bzw. zu dieser Befragung Stellung. Eine Auswahl der Stellungnahmen ist angeführt (vgl. S. 35 - 38). Insgesamt kann das Echo wohl als positiv bezeichnet werden, wenn auch einige kritische Stimmen laut wurden.

5) Das mag z.T. auch daran gelegen haben, daß die Beantwortung völlig frei gestellt war und in den letzten beiden Schulwochen (Ferienstimmung!) erfolgen sollte. Speziell für Regensburg: eventuell ein Überdruß für derartige Fragebogenuntersuchungen wegen der starken Frequenzierung durch Universitätsangehörige. Insgesamt war der Rücklauf im Stadtbezirk bedeutend schlechter als in den Landbezirken.

3.4 Art der Datenverarbeitung

Die statistische Auswertung der Fragebögen erfolgte am Rechenzentrum der Universität Regensburg ⁶⁾.

Stichprobe:	Lehrkräfte des 3. Schuljahres:	51	(54,6%)
	Lehrkräfte des 4. Schuljahres:	46	(42,6%)
	keine Angaben des geführten Schuljahres	: 3	(2,8%)
		<hr/>	
		108	(100%)

Dienstalter: 41,7% der Lehrkräfte stehen in den ersten 10 Dienstjahren.

4. Darstellung der Ergebnisse

In dieser systematischen Darstellung werden die einzelnen Fragen der Reihe nach unter Berücksichtigung der Frageart ausgewertet. Das geschieht in nachgeannter Form:

- Fragen, die mit einem Dreieck gekennzeichnet sind:

Bei diesen konnten mehrere Antwortmöglichkeiten angegeben werden; weil Antwortmöglichkeiten bewußt nicht angekreuzt werden konnten, wird die Beantwortungshäufigkeit zu den einzelnen vorgegebenen Möglichkeiten mit der Prozentzahl der relativen Häufigkeit angeführt und in Säulendiagrammen veranschaulicht.

- Fragen, die mit einem Kreis gekennzeichnet sind:

Bei diesen sollten die Antworten nach Rangfolge geordnet angegeben werden; die Darstellung der Ergebnisse erfolgt hier in cross tabs ⁷⁾, wobei jeweils auch die Durchschnittswerte (Mean) zusätzlich zum Rang angegeben werden.

6) Für die Aufbereitung der Daten und die statistischen Einzelarbeiten beauftragte ich einen Fachmann gegen Entlohnung, da die Universität für derartige wissenschaftliche Arbeiten keine Mittel zur Verfügung stellte.

7) cross-tabs : adjustet % - Angaben

- Fragen, die nicht näher gekennzeichnet sind

Bei diesen sollte die Beantwortung durch Ankreuzen einer Antwortmöglichkeit erfolgen; die Darstellung der Ergebnisse erfolgt durch Angabe der Urdaten bzw. der entsprechenden %-Zahlen und in der Veranschaulichung durch Kreisdiagramme.

Da die Einzelergebnisse der meisten Fragestellungen bereits in die theoretische Untersuchung interpretativ eingegangen sind, werden in diesem systematischen Überblick keine interpretativen Vergleiche mehr vorgenommen.

Maria-Anna Bäuml
Wiss. Ass.
Universitätsstr. 25
84 Regensburg

-9-

Regensburg, den 28.6.76

UNIVERSITÄT REGENSBURG
LEHRSTUHL FÜR DIDAKTIK DER GRUNDSCHULE

L i e b e F r a u K o l l e g i n !
L i e b e r H e r r K o l l e g e !

Der Lehrplan für die Grundschule in Bayern, insbesondere für den Sachunterricht der Grundschule, fordert auch die Durchführung von Versuchen im Unterricht. Ich arbeite zur Zeit an einer theoretischen Erörterung der Problematik des Experimentierens im Grundschulunterricht.

Darf ich Sie bitten, mir Ihre diesbezüglichen Erfahrungen bzw. Meinungen durch das Ausfüllen eines Fragebogens mitzuteilen (absolute Anonymität, keine Angabe Ihres Namens oder des Schulortes !) .

Aus sachlichen Gründen spreche ich entweder von der "experimentellen Unterrichtsform" oder ich verwende die Formulierung "Durchführung von Versuchen im Unterricht". Gemeint ist jeder - wenn auch noch so "kleine" - Versuch, der innerhalb der normalen Sachunterrichtsstunden durchgeführt wird.

Darf ich Sie bitten, mir die Fragebögen nach Möglichkeit umgehend zurückzuleiten, wenn es geht, bis 10. Juli über Ihren Schulleiter an das Schulam t .

Für Ihre Bemühungen danke ich Ihnen im voraus sehr herzlich !

Mit freundlichen Grüßen

M. A. Bäuml

Bemerkungen zum Ausfüllen des Fragebogens :

1. Bei Fragen, die mit ▲ gekennzeichnet sind, können mehrere Möglichkeiten angekreuzt werden.

Beispiel: Mit welchen der genannten Gebiete würden Sie sich gerne be-

- schäftigen?
☒ Musik
☐ Kunst
☒ Sport

2. Fragen, die mit ○ gekennzeichnet sind, sollten Antworten nach Rangfolge geordnet erhalten.

Beispiel: Welche der genannten Fähigkeiten sollte ein guter Autofahrer besitzen

- ☒ Gutes Sehvermögen
☒ Konzentrationsvermögen
☒ schnelle Reaktionsfähigkeit
☒ technisches Können

3. Alle nicht näher gekennzeichneten Fragen sollten durch Ankreuzen einer Antwortmöglichkeit beantwortet werden.

Forschung zum Problem der Durchführung von Versuchen im Sachunterricht der Grundschule

- ☐ Stadtschule
☐ Landschule

Ich bin Lehrkraft im ... ten Schuljahr
abgeschlossene Dienstjahre

1-7

1. Meinen Sie, daß im Sachunterricht der Grundschule viele Versuche durchgeführt werden?

- ☐ ja
☐ nein
☐ kann ich nicht entscheiden

8

2. Haben Sie selbst schon Versuche im Unterricht durchgeführt oder von den Schülern durchführen lassen?

- ☐ ja
☐ nein
wenn ja, wieviele Versuche durchschnittlich im Jahr?
☐ zehn
☐ weniger als 10
☐ mehr als 10

10

3. In welchem Lernbereich haben Sie Versuche durchgeführt?

- ☐ Biologie
☐ Physik/Chemie
☐ Erdkunde
☐ Sozial- und Wirtschaftswissenschaften
☐ Geschichte

11-15

4. Welche Arten von Versuchen bevorzugen Sie?

- ☐ Schülerversuche in Einzelarbeit
☐ Schülerversuche in Partnerarbeit
☐ Schülerversuche in Gruppenarbeit
☐ Schülerdemonstrationsversuche
☐ Lehrendemonstrationsversuche

16-20

5. Welche Hilfsmittel bevorzugen Sie bei der Durchführung von Versuchen?

- ☐ Gegenstände aus der Umwelt des Kindes
☐ technische Versuchsmaterialien
☐ didaktisch aufbereitete Material (z.B. Arbeitsblätter verschiedener Verlage)

21-23

6. Führen Sie in Ihrem Unterricht gerne Versuche durch?

- ☐ ja
☐ nein

7. In welcher Unterrichtsphase sollte Ihrer Meinung nach der Versuch im Unterricht durchgeführt werden?

- a) ☒ Einführungsphase
☐ Erarbeitungsphase
☐ Vertiefungsphase

25-27

b) ☒ ist von jeweiligem Thema abhängig
☐ ist von den Lernvoraussetzungen der Schüler abhängig

28-30

8. Welcher der folgenden Aspekte ist Ihrer Meinung nach bei der Durchführung von Versuchen besonders zu berücksichtigen?

- ☒ gemeinsame Planung mit der Klasse
☐ Anleitung zur konkreten Ausführung des Versuchs
☐ Festhalten der Schülerhypothesen
☐ gemeinsame Formulierung der Ergebnisse

30-33

9. Welcher der vorgenannten Punkte scheinen Ihnen dem Einsatz der experimentellen Unterrichtsform besonders zu entsprechen?

- ☒ Einstellung der Lehrperson
☐ Mangel an geeigneten Versuchsmaterialien
☐ Lehrerausbildung
weil das Verfahren zu viel Zeit und Vorbereitung verlangt
weil die Klasse zu unruhig wird

34-36

10. Welche Unterrichtsgrundsätze werden Ihrer Meinung nach bei der experimentellen Unterrichtsform am meisten verwirklicht?

- ☒ Wissensorientierung
☐ Kindgemäßheit
☐ Veranschaulichung
☐ exemplarisches Lernen
☐ Lebnahme
☐ Selbsttätigkeit

39-44

11. Welche der genannten Fähigkeiten sind Ihrer Meinung nach für die Durchführung der experimentellen Unterrichtsform am wichtigsten?

- ☒ Beobachtungsfähigkeit
☐ Wahrnehmungsfähigkeit
☐ Deutungsfähigkeit
☐ Fragefähigkeit
☐ sorgfältiges Arbeitsverhalten

45-49

12. Welcher Bereich der kindlichen Koffre kommt Ihrer Meinung nach bei der Durchführung der experimentellen Unterrichtsform am stärksten zum Einsatz?

- ☐ Verstand
☐ Gefühl / Gemut
☐ manuelle Fähigkeiten

50

51-54	13. Welche der angegebenen Möglichkeiten findet Ih- ren Meinung nach bei den Schülern das größte Interesse? selbst experimentieren durch Demonstrationsexperimente lernen Gedankenexperimente durchführen Gruppenexperimente durchführen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
55-56	14. Welche der genannten Formen der experimentellen Unterrichtsform scheint Ihnen für die Grundschule besonders wichtig zu sein? a) Versuche mit einfachen Materialien aus der kindlichen Umwelt Versuche mit technischen Apparaten b) der Einzelversuch Versuchsergebnisse	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
57-58	15. Scheint Ihnen eine oder mehrere der folgenden Gefahren bei der Durch- führung von Versuchen in Unterricht der Grundschule besonders gegeben zu sein? Verfälschung Verpädagogisierung Spielerel Verfälschung keine Gefahr	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
59-63	16. In welcher Hinsicht scheint Ihnen die Lernwirksamkeit der experimentellen Unterrichtsform besonders groß zu sein? a) Begriffsbildung Wissensvererb Erkenntnisgewinnung b) Langzeitgedächtnis Kurzzeitgedächtnis	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
64-66	17. Ist die experimentelle Unterrichtsform Ihrer Meinung nach nur dann lern- wirksam, wenn eine oder mehrere der genannten Voraussetzungen erfüllt sind? bei bestimmten Stoffen bei bestimmten Fragestellungen bei Vorhandensein einer mittelwässigen bis hohen Intelligenz ab der 4. Jahrgangsstufe bei einem besonders motivierten Lehrer	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
69-73	18. Glauben Sie, daß die experimentelle Unterrichtsform die Einstellung der Schüler zum jeweiligen Fach positiv ändert? ja nein kann ich nicht entscheiden	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
74	19. Können Ihrer Meinung nach eine/einige der genannten didaktischen Ziel- vorstellungen bei der experimentellen Unterrichtsform verwirklicht werden? Förderung des schöpferischen Denkens Durchführung des entdeckenden Lernens Lernen durch Tun Erhöhung der Transferfähigkeit	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
75-78	20. Inwieweit werden die folgenden Effekte durch die Durchföhrung der experimentellen Unterrichtsform erreicht? emotionaler Bezug zum jeweiligen Fach Lernmotivation Wissensvererb Schulung fachspezifischer Fertigkeiten Förderung des produktiven Denkens	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

II 1-3 4-6	20. Inwieweit werden die folgenden Effekte durch die Durchföhrung der experimentellen Unterrichtsform erreicht? emotionaler Bezug zum jeweiligen Fach Lernmotivation Wissensvererb Schulung fachspezifischer Fertigkeiten Förderung des produktiven Denkens	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
9	21. Meinen Sie, daß die Durchföhrung der experimentellen Unterrichtsform bei Lernschwachen Schülern besonders notwendig ist? ja nein kann ich nicht entscheiden	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
10-12	22. In welcher Hinsicht scheint Ihnen die Durchföhrung von Versuchen in Unterricht besonders notwendig zu sein? zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse zur Gewinnung eines naturwissenschaftlichen Methodenverständnisses zur Verwirklichung von Unterrichtsprinzipien (z.B. Anschauung, Selbsttätigkeit)	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
13-17	23. Mit welcher Unterrichtsform erzielen Sie den besten Unterrichtserfolg? darstellender Unterricht fragend-entwickelnder Unterricht Unterricht mit audio-visuellen Medien experimentelle Unterrichtsform mit wechselnden Unterrichtsformen	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
18-19	24. Wie würden Sie die Durchföhrung von Versuchen am ehesten kennzeichnen? Sonderform der Beobachtung eigenständige Unterrichtsform	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
20	25. Ist es Ihrer Meinung nach notwendig, daß Formen und Effekte der experi- mentellen Unterrichtsform noch genauer untersucht werden? nein ja Bitte, begründen Sie Ihre Meinung!	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>

Frage 1 Meinen Sie, daß im Sachunterricht der
Grundschule viele Versuche durchgeführt
werden?

- ☐ ja
☐ nein
☐ kann ich nicht entscheiden

ERGEBNIS

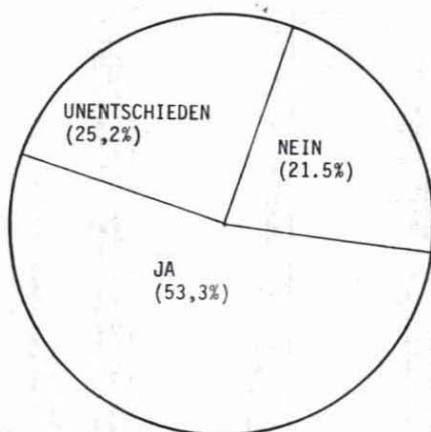
Diese Frage ist von allen Probanden mit nur
einer Ausnahme beantwortet worden.

Die Angaben verteilen sich wie folgt:

53,3% : ja

21,5% : nein

25,2% : kann ich nicht entscheiden



Frage 2 Haben Sie selbst schon Versuche im Unterricht durchgeführt oder von den Schülern durchführen lassen?

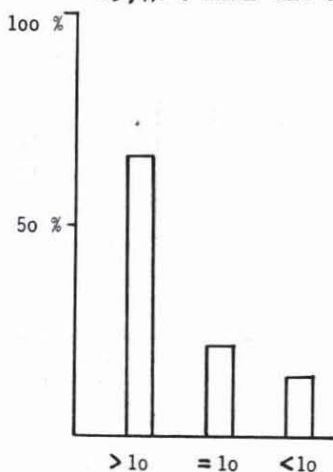
- ☐ ja
☐ nein

wenn ja, wieviele Versuche durchschnittlich im Jahr?

- ☐ zehn
☐ weniger als zehn
☐ mehr als zehn
-

ERGEBNIS: Alle Probanden mit nur einer einzigen Ausnahme beantworteten den 1. Teil der Frage mit "ja" (99,1%). Die im 2. Teil geforderte Differenzierung der Beantwortung nach der Häufigkeit der Versuchsdurchführungen in einem Schuljahr verteilte sich folgendermaßen:

21,0% : zehn
13,3% : weniger als zehn
65,7% : mehr als zehn

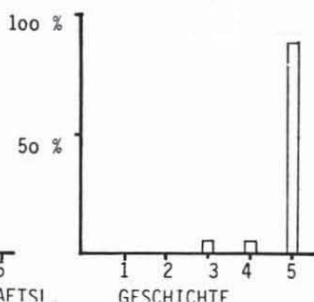
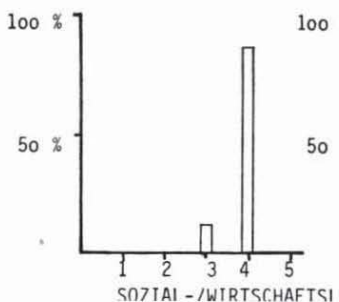
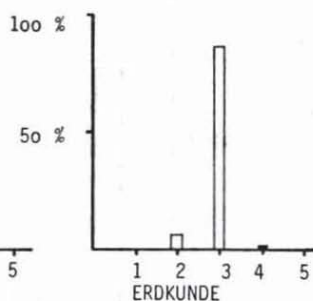
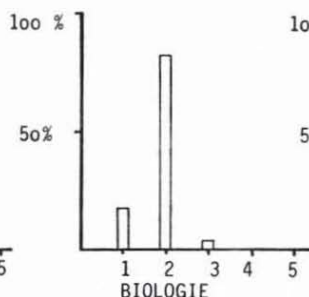
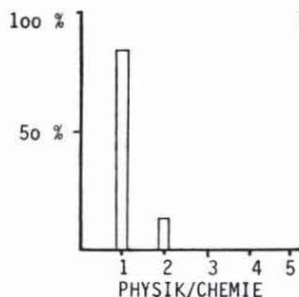


Frage 3 In welchen Lernbereichen haben Sie Versuche durchgeführt?

- ☐ Biologie
☐ Physik/Chemie
☐ Erdkunde
☐ Sozial- und Wirtschaftslehre
☐ Geschichte

ERGEBNIS

Stelle Merkmal	1	2	3	4	5	Mean	Rang
Biologie	16,2	80,8	3,0	-	-	1,869	2.
Physik/Chemie	84,2	15,8	-	-	-	1,158	1.
Erdkunde	1,4	6,9	87,5	2,8	1,4	2,958	3.
Soz./WL	-	-	12,5	87,5	-	3,875	4.
Geschichte	-	-	5,3	5,3	89,5	4,842	5.

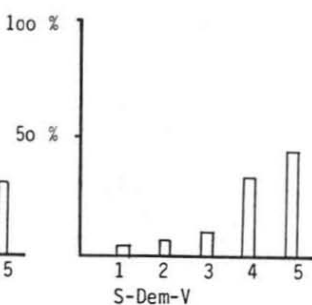
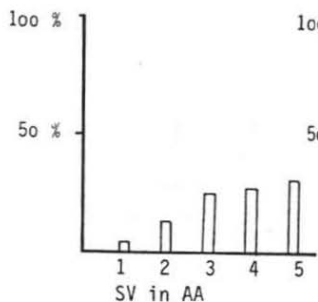
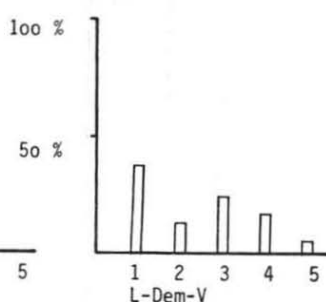
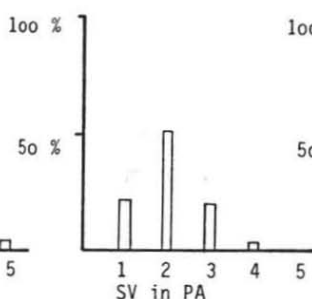
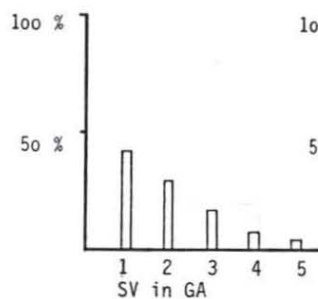


Frage 4 Welche Arten von Versuchen bevorzugen Sie?

- ☒ Schülerversuche in Alleinarbeit
☐ Schülerversuche in Partnerarbeit
☐ Schülerversuche in Gruppenarbeit
☐ Schülerdemonstrationsversuche
☐ Lehrerdemonstrationsversuche

ERGEBNIS

Stelle Merkmal	1	2	3	4	5	Mean	Rang
SV in AA	5,5	13,7	24,7	26,0	30,1	3,616	4.
SV in PA	22,5	51,7	21,3	4,5	-	2,079	2.
SV in GA	42,9	28,6	16,5	7,7	4,4	2,022	1.
S-Dem-V	4,4	7,4	10,3	32,4	45,6	4,074	5.
L-Dem-V	38,6	12,9	23,8	18,8	5,9	2,406	3.



Frage 5 Welche Hilfsmittel bevorzugen Sie bei der Durchführung von Versuchen?

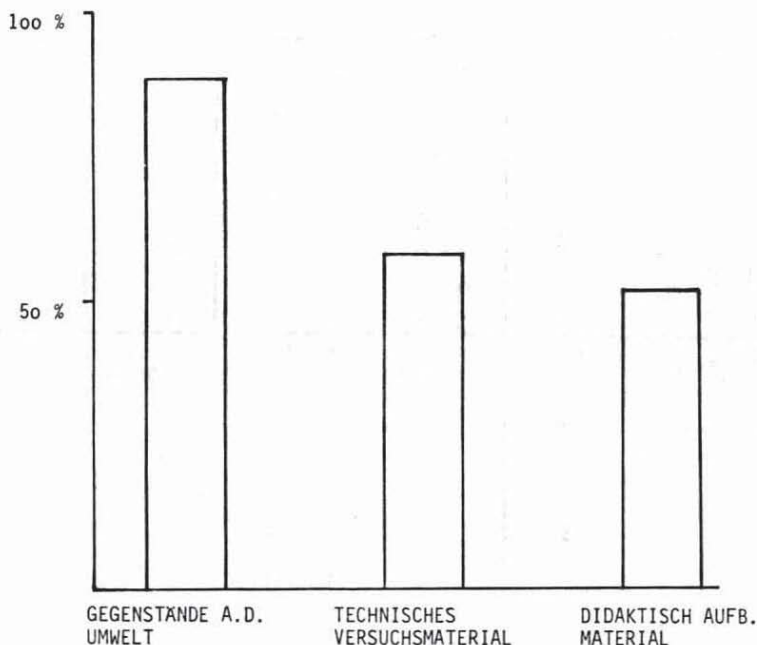
- ☐ Gegenstände aus der Umwelt des Kindes
☐ technische Versuchsmaterialien
☐ didaktisch aufbereitetes Material (z.B. Arbeitskästen verschiedener Verlage)

ERGEBNIS

Insgesamt 88% der Probanden gaben die Bevorzugung der Gegenstände aus der Umwelt des Kindes an. Die übrigen Antwortmöglichkeiten wurden von etwa der Hälfte der Befragten angekreuzt:

58,3% : didaktisch aufbereitetes Material

51,9% : technische Versuchsmaterialien



Frage 6 Führen Sie in Ihrem Unterricht gerne Versuche durch?

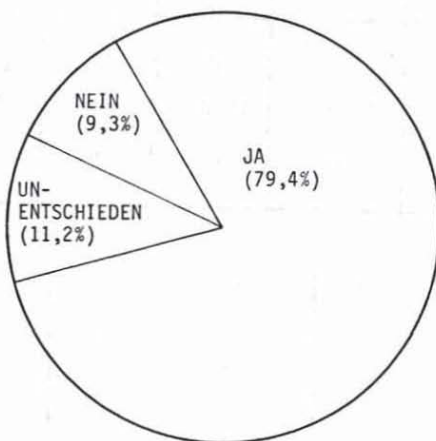
- ☐ ja
☐ nein
☐ ist mir gleich
-

ERGEBNIS

Etwa 3/4 aller Befragten äußern sich positiv (79,4%). Die restlichen Angaben verteilen sich nahezu gleichmäßig auf die beiden übrigen Antwortmöglichkeiten:

11,2% : ist mir gleich

9,3% : nein



Frage 7 In welcher Unterrichtsphase sollte Ihrer Meinung nach der Versuch im Unterricht durchgeführt werden

- ☐ a) Einführungsphase
☐ Erarbeitungsphase
☐ Vertiefungsphase

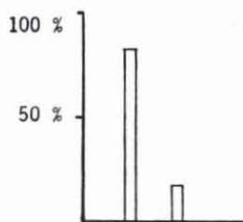


- ☐ b) ist vom jeweiligen Thema abhängig
☐ ist von den Lernvoraussetzungen der Schüler abhängig

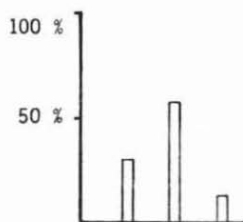
ERGEBNIS

a)

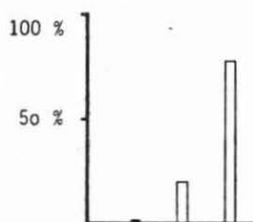
Stelle Merkmal	1	2	3	MEIN	Rang
Einfg	28,9	57,8	13,3	1,843	2.
Erarb.	82,0	18,0	-	1,110	1.
Vertfg	1,4	21,9	76,7	2,753	3.



ERARBEITUNGS-PHASE



EINFÜHRUNGS-PHASE



VERTIEFUNGS-PHASE

b) Die Abhängigkeit vom Thema wird weit höher eingeschätzt als die Abhängigkeit von den Lernvoraussetzungen der Schüler:

90,7% : ist vom jeweiligen Thema abhängig

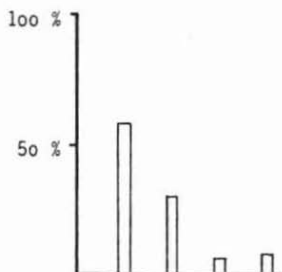
27,8% : ist von den Lernvoraussetzungen der Schüler abhängig

Frage 8 Welcher der folgenden Aspekte ist Ihrer Meinung nach bei der Durchführung von Versuchen besonders zu berücksichtigen?

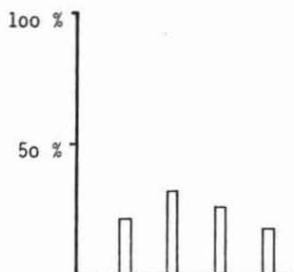
- ☐ gemeinsame Planung mit der Klasse
☐ Anleitung zur konkreten Ausführung des Versuchs
☐ Festhalten der Schülerhypothesen
☐ gemeinsame Formulierung der Ergebnisse

ERGEBNIS

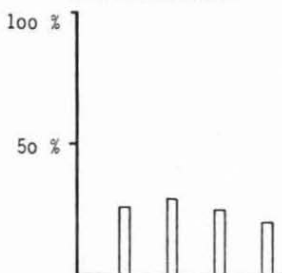
Stelle Merkmal	1	2	3	4	MEAN	Rang
gem. Pl.	57,6	29,3	5,4	7,6	1,630	1.
Anltg	26,5	28,6	24,5	20,4	2,388	3.
Festh.SH	22,1	32,6	26,7	17,4	2,372	2.
gem.Form	4,0	18,2	37,4	40,4	3,141	4.



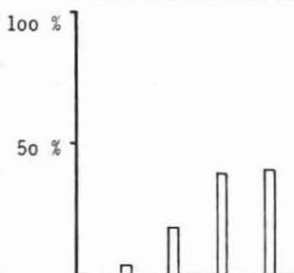
GEMEINS. PLANUNG



FESTH.D.SCHOLERHYPOTHESEN



ANLEITUNG Z. DURCHF.



GEMEINS. ERGEBNISFORMULIERUNG

Frage 9 Welche der vorgenannten Punkte scheinen Ihnen den Einsatz der experimentellen Unterrichtsform be-
sonders zu erschweren?

- ☐ Einstellung der Lehrperson
- ☐ Mangel an geeigneten Versuchsmaterialien
- ☐ Lehrerausbildung
- ☐ weil das Verfahren zu viel Zeit und Vorbereitung verlangt
- ☐ weil die Klasse zu unruhig wird

ERGEBNIS

Als größte Schwierigkeit wird der Mangel an geeigneten Versuchsmaterialien genannt: 70,4%

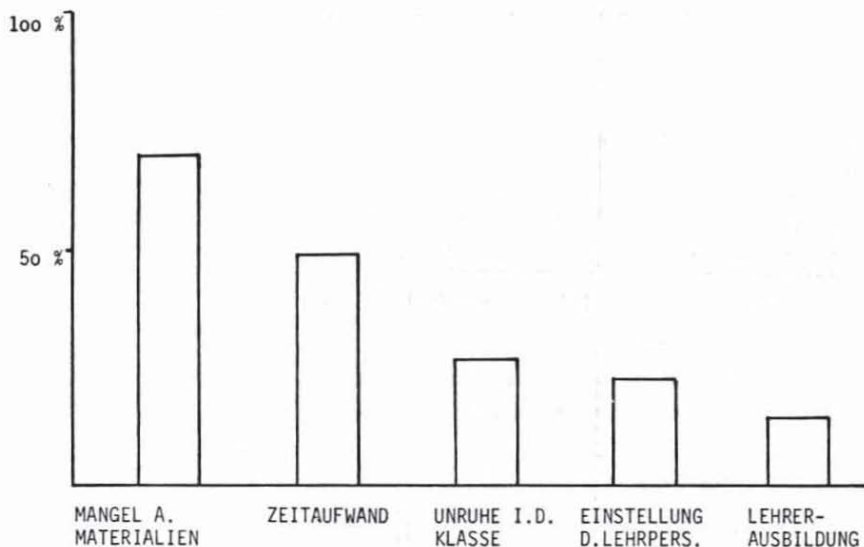
Die übrigen Aspekte verteilen sich wie folgt:

49,1% : weil das Verfahren zu viel Zeit und Vorbereitung verlangt

26,9% : weil die Klasse zu unruhig wird

22,2% : Einstellung der Lehrperson

14,8% : Lehrerausbildung

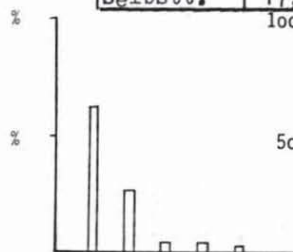


Frage 10 Welche Unterrichtsgrundsätze werden Ihrer Meinung nach bei der experimentellen Unterrichtsform am meisten verwirklicht?

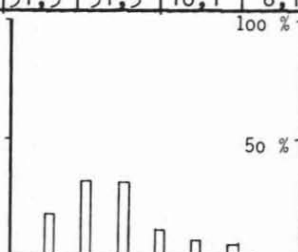
- ☐ Wissenschaftsorientierung
☐ Kindgemäßheit
☐ Veranschaulichung
☐ exemplarisches Lernen
☐ Lebensnähe
☐ Selbsttätigkeit

ERGEBNIS

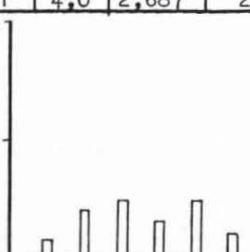
Stelle Merkmal	1	2	3	4	5	6	MEAN	Rang
Wiss.or.	6,4	6,4	10,3	17,9	7,7	51,3	4,679	6.
Kindgem.	11,4	10,1	15,2	27,8	27,8	7,6	3,734	4.
Veransch. exempl.L.	59,8 7,4	27,5 19,8	5,9 24,7	4,9 16,0	2,0 23,5	- 8,6	1,618 3,543	1. 3.
Lebensn.	6,1	15,9	23,2	20,7	20,7	13,4	3,744	5.
Selbstt.	17,2	31,3	31,3	10,1	6,1	4,0	2,687	2.



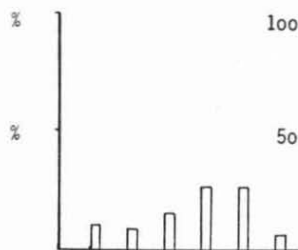
VERANSCHAULICHUNG



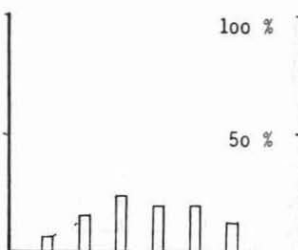
SELBSTTÄTIGKEIT



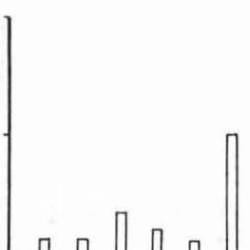
EXEMPLARISCHES LERNEN



KINDGEMÄSSHEIT



LEBENSNAHE



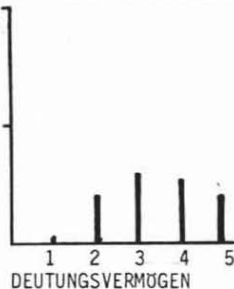
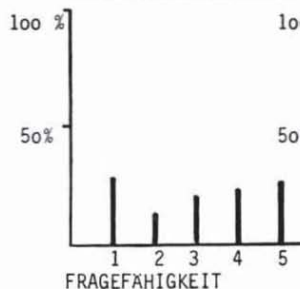
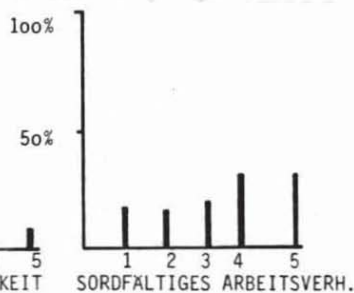
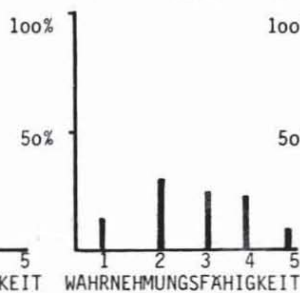
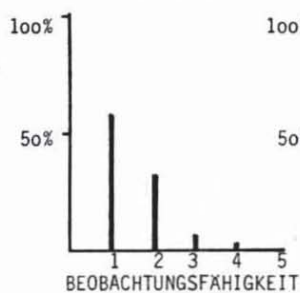
WISSENSCHAFTSORIENTIERUNG

Frage 11 Welche der genannten Fähigkeiten sind Ihrer Meinung nach für die Durchführung der experimentellen Unterrichtsform am wichtigsten?

- ☐ Beobachtungsfähigkeit
☐ Wahrnehmungsfähigkeit
☐ Deutungsvermögen
☐ Fragefähigkeit
☐ sorgfältiges Arbeitsverhalten

ERGEBNIS

Stelle Merkmal	1	2	3	4	5	MEAN	Rang
Beob.f.	58,0	32,0	8,0	2,0	-	1,540	1.
Wahrn.f.	12,4	29,2	24,7	23,6	10,1	2,899	2.
Deutg.v.	3,3	18,9	30,0	27,8	20,0	3,422	5.
Fragef.	18,1	13,3	19,3	21,7	27,7	3,277	4.
sorgf.AV	18,2	15,9	20,5	14,8	30,7	3,239	3.



Frage 12 Welcher Bereich der kindlichen Kräfte kommt Ihrer Meinung nach bei der Durchführung der experimentellen Unterrichtsform am stärksten zum Einsatz?

- ☐ Verstand
- ☐ Gefühl/Gemüt
- ☐ manuelle Fähigkeiten

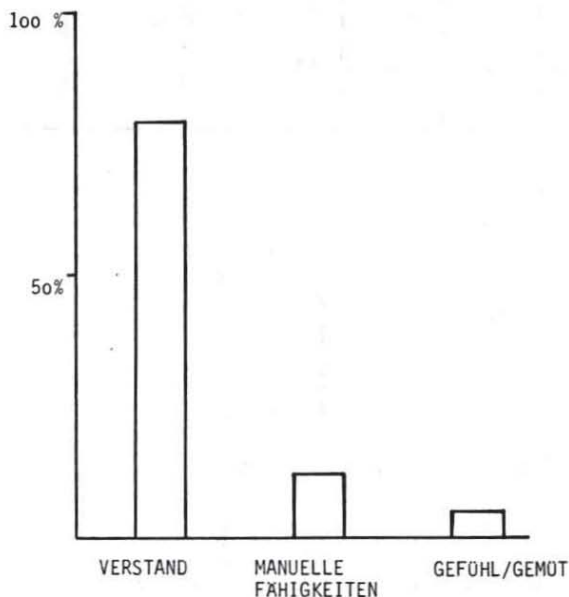
ERGEBNIS

Etwa 3/4 der Antworten beziehen sich auf den Bereich "Verstand" : 79,6%.

Die übrigen Bereiche erhalten eine verhältnismäßig geringe Stimmenzuordnung:

12,0% : manuelle Fähigkeiten

4,6% : Gefühl/Gemüt

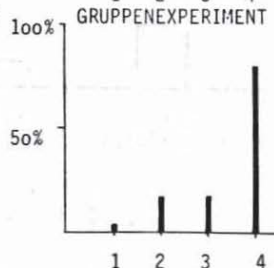
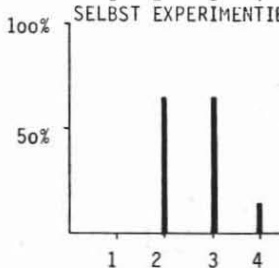
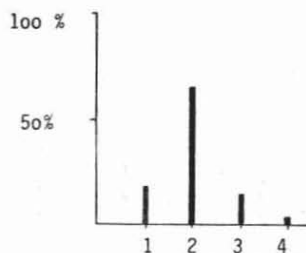
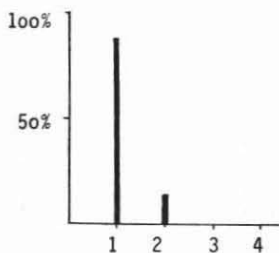


Frage 13 Welche der angegebenen Möglichkeiten findet
Ihrer Meinung nach bei den Schülern das größte
Interesse ?

- ☐ selbst experimentieren
☐ durch Demonstrationsexperimente lernen
☐ Gedankenexperimente durchführen
☐ Gruppenexperimente durchführen

ERGEBNIS

Stelle Merkmal	1	2	3	4	MEAN	Rang
selbst exp.	87,3	12,7	-	-	1,127	1.
d. Dem.lern.	-	20,7	64,6	14,6	2,939	3.
Ged.exp.d.	-	4,1	16,4	79,5	3,753	4.
Grupp.exp.d.	18,5	65,2	13,0	3,3	2,011	2.



DEMONSTRATIONEXP.
LERNEN

GEDANKENEXPERIMENT

Frage 14 Welche der genannten Formen der experimentellen Unterrichtsform scheint Ihnen für die Grundschule besonders wichtig zu sein?

- ☐ a) Versuche mit einfachen Materialien aus der kindlichen Umwelt
- ☐ Versuche mit technischen Apparaten
-
- ☐ b) der Einzelversuch
- ☐ Versuchsreihen
-

ERGEBNIS

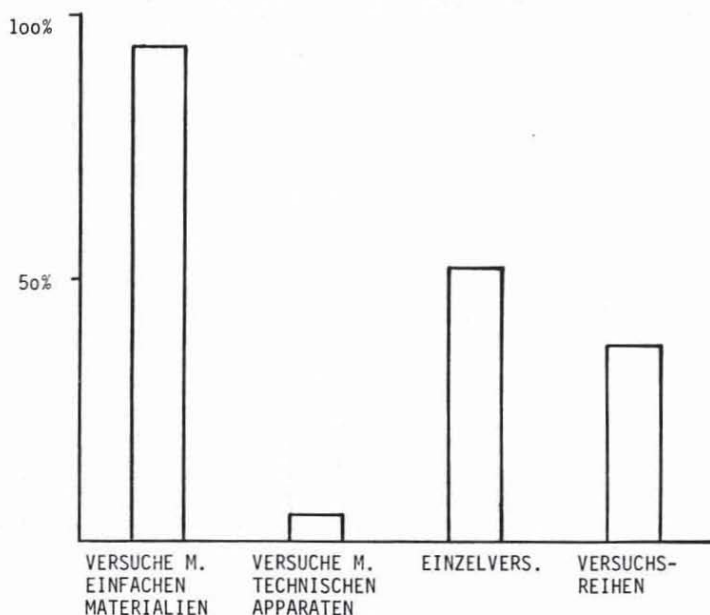
Die Bewertung der einfachen Materialien überwiegt überaus: 94,4%.

4,6% : Versuche mit technischen Apparaten

Das Verhältnis von Einzelversuch und Versuchsreihen wurde folgendermaßen gekennzeichnet:

51,9% : Einzelversuch

37,0% : Versuchsreihen



Frage 15 Scheint Ihnen eine oder mehrere der folgenden
▲ Gefahren bei der Durchführung von Versuchen
im Unterricht der Grundschule besonders gegeben zu sein?

- ☐ Verfälschung
- ☐ Verpädagogisierung
- ☐ Spielerei
- ☐ Verführung
- ☐ keine Gefahr

ERGEBNIS

Die Hälfte der Befragten sieht keine Gefahr: 45,4%.

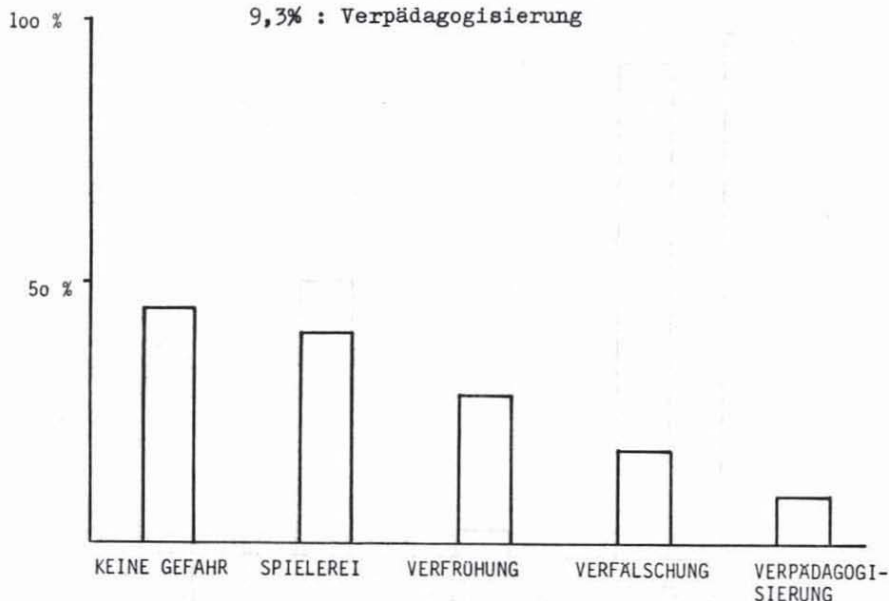
Die übrigen Aspekte bezüglich sogenannter Gefahrenmomente verteilen sich wie folgt:

39,8% : Spielerei

27,8% : Verführung

17,6% : Verfälschung

9,3% : Verpädagogisierung



Frage 16 In welcher Hinsicht scheint Ihnen die Lernwirk-
 samkeit der experimentellen Unterrichtsform
 besonders groß zu sein?

- a) Begriffsbildung +)
☐ Wissenserwerb
☐ Erkenntnisgewinnung
 b) Langzeitgedächtnis
☐ Kurzzeitgedächtnis

ERGEBNIS

Die Erkenntnisgewinnung als Lerneffekt wird
 im Verhältnis zur Wissensaneignung sehr hoch
 eingeschätzt:

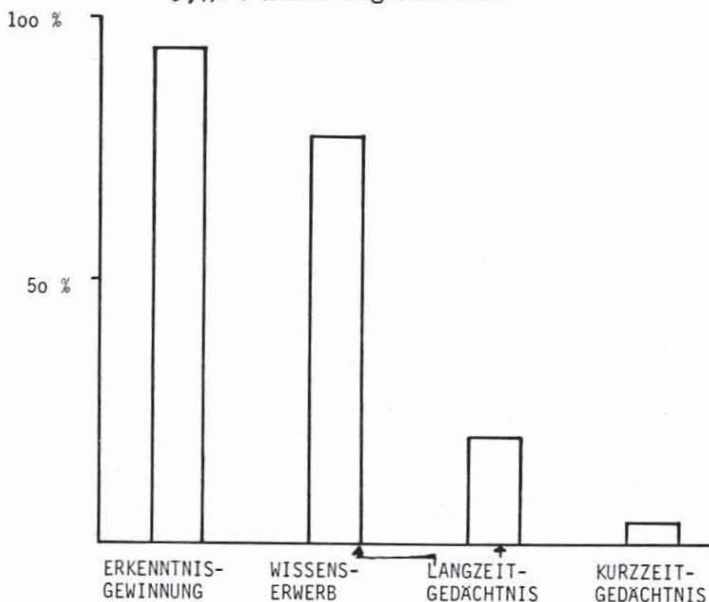
94,4% : Erkenntnisgewinnung

20,4% : Wissenserwerb

Das Kurzzeitgedächtnis erhält gegenüber dem Lang-
 zeitgedächtnis nahezu keine Bewertung:

76,9% : Langzeitgedächtnis

3,7% : Kurzzeitgedächtnis



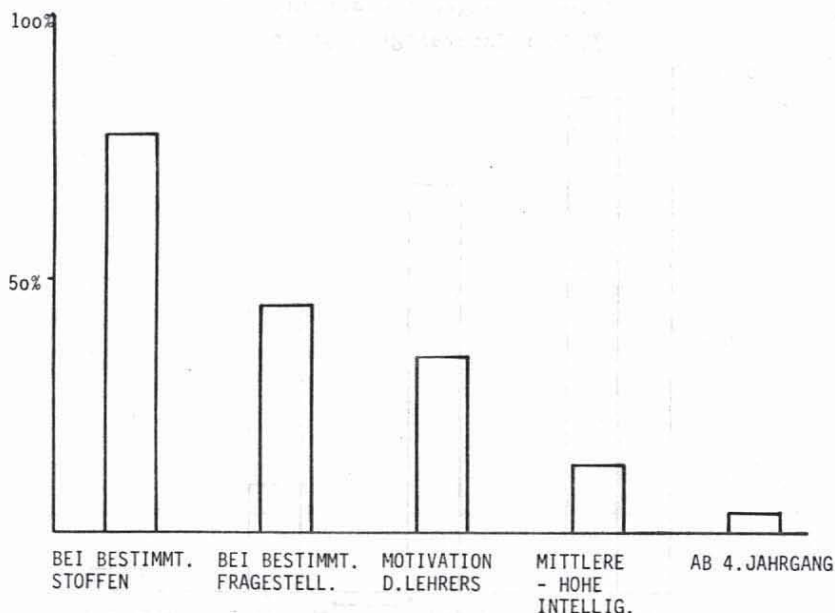
+) Nachdem das Kästchen zum Ankreuzen vergessen wurde,
 wurde diese Frage durchwegs nicht beantwortet.

Frage 17 Ist die experimentelle Unterrichtsform Ihrer Meinung nach nur dann lernwirksam, wenn eine oder mehrere der genannten Voraussetzungen erfüllt sind?

- ☒ bei bestimmten Stoffen
- ☐ bei bestimmten Fragestellungen
- ☐ bei Vorhandensein einer mittelmäßigen bis hohen Intelligenz
- ☐ ab der 4. Jahrgangsklasse
- ☐ bei einem besonders motivierten Lehrer

ERGEBNIS

Die Angabe des Merkmals "bei bestimmten Stoffen" überwiegt die übrigen Angaben bei weitem: 76,9%
44,4% : bei bestimmten Fragestellungen
34,3% : bei einem besonders motivierten Lehrer
13,0% : bei Vorhandensein einer mittelmäßigen bis hohen Intelligenz
3,7% : ab der 4. Jahrgangsklasse



Frage 18 Glauben Sie, daß die experimentelle Unterrichtsform die Einstellung der Schüler zum jeweiligen Fach positiv ändert?

- ☐ ja
☐ nein
☐ kann ich nicht entscheiden

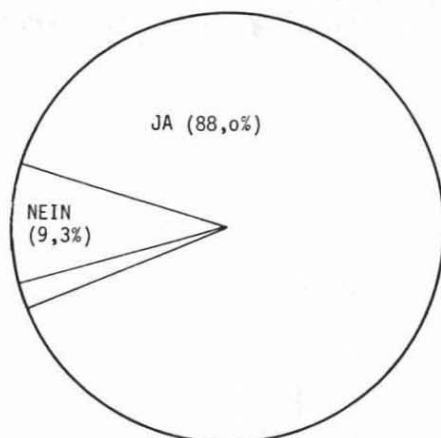
ERGEBNIS

Durchwegs überwiegt die Annahme einer positiven Einstellungsänderung: 88,0%.

1,9% : nein

9,3% : kann ich nicht entscheiden

UNENT
SCHIEDEN
(1,9%)

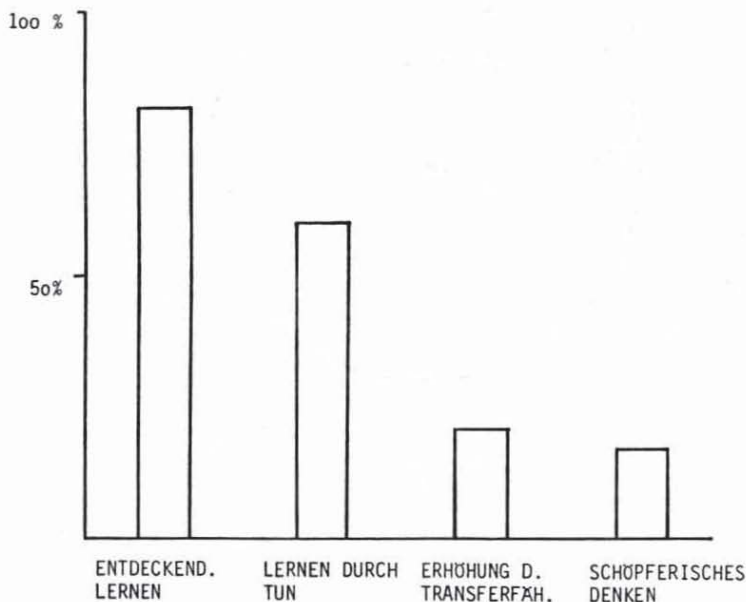


Frage 19 Können Ihrer Meinung nach eine/einige der genannten didaktischen Zielvorstellungen bei der experimentellen Unterrichtsform verwirklicht werden?

- ☐ Förderung des schöpferischen Denkens
- ☐ Durchführung des entdeckenden Lernens
- ☐ Lernen durch Tun
- ☐ Erhöhung der Transferfähigkeit

ERGEBNIS

Die Verwirklichung der Zielvorstellung "entdeckendes Lernen" wird dominant eingeschätzt: 82,4%
Die übrigen Angaben verteilen sich wie folgt:
60,2% : Lernen durch Tun
17,6% : Förderung des schöpferischen Denkens
21,3% : Erhöhung der Transferfähigkeit



Frage 20 Welchen der folgenden Effekte würden Sie bei der Durchführung der experimentellen Unterrichtsform erwarten?

- ☐ emotionaler Bezug zum jeweiligen Fach
- ☐ Lernmotivation
- ☐ Wissenserwerb
- ☐ Schulung fachspezifischer Fertigkeiten
- ☐ Förderung des produktiven Denkens

ERGEBNIS

Lernmotivation, Wissenserwerb und Förderung des produktiven Denkens werden in etwa gleichen Verhältnis verhältnismäßig hoch erwartet:

65,7% :Lernmotivation

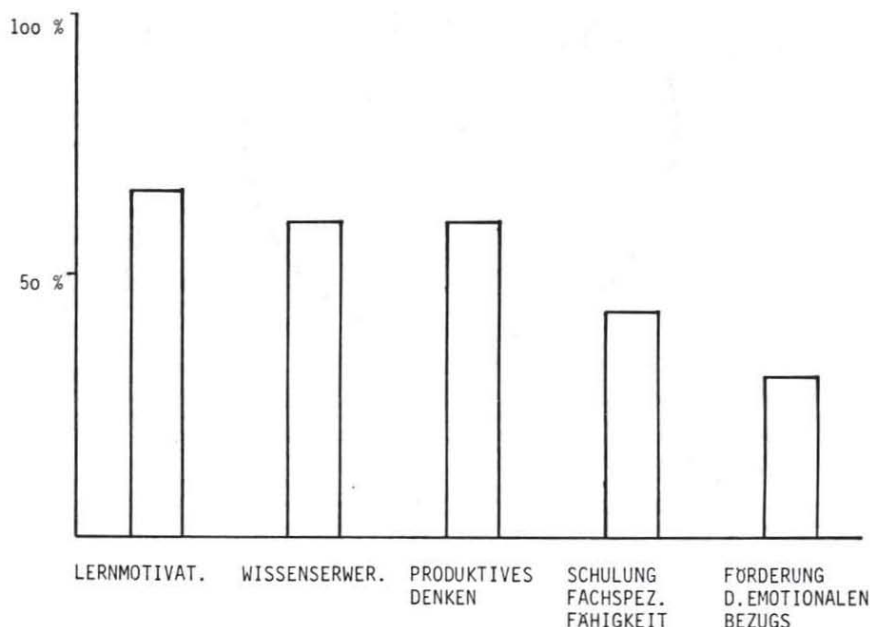
59,3% :Wissenserwerb

59,3% :Förderung des produktiven Denkens

Die übrigen Effekte werden wie folgt eingestuft:

42,6% :Schulung fachspezifischer Fertigkeiten

30,6% :emotionaler Bezug zum jeweiligen Fach



Frage 21 Meinen Sie, daß die Durchführung der experimentellen Unterrichtsform bei lernschwachen Schülern besonders notwendig ist?

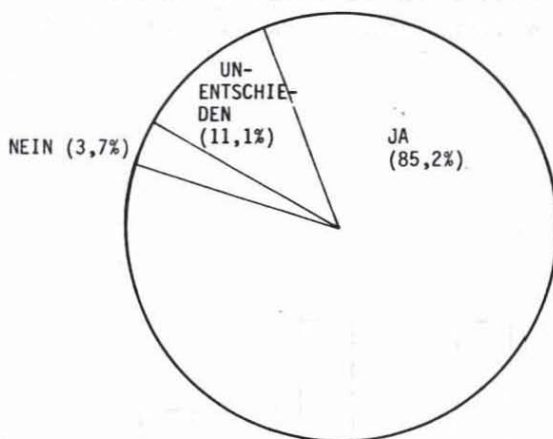
- ☐ ja
☐ nein
☐ kann ich nicht entscheiden
-

ERGEBNIS

Einhohher Prozentsatz der Befragten bejaht die Fragestellung: 85,2%

11,1% : kann ich nicht entscheiden

3,7% : nein



Frage 22 In welcher Hinsicht scheint Ihnen die Durchführung von Versuchen im Unterricht besonders wichtig zu sein?

- ☐ zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse
☐ zur Gewinnung eines naturwissenschaftlichen Methodenverständnisses
☐ zur Verwirklichung von Unterrichtsprinzipien (z.B. Anschauung, Selbsttätigkeit)

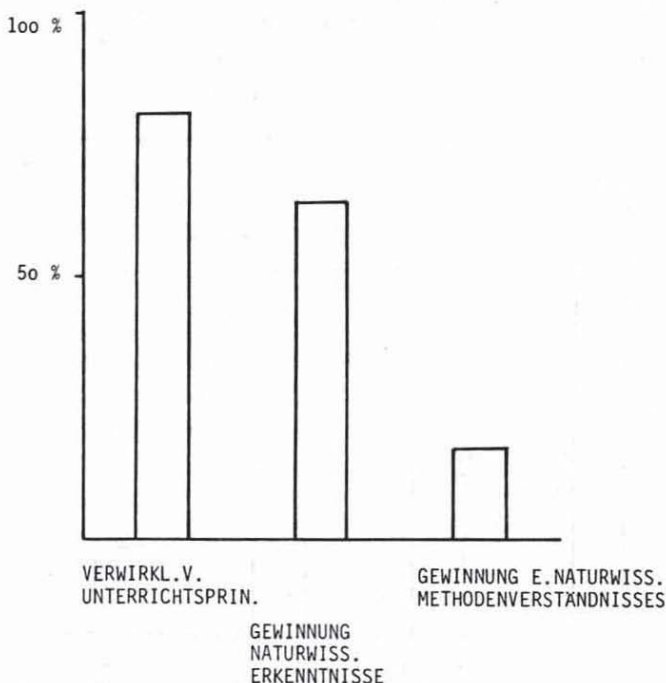
ERGEBNIS

Die höchste Einschätzung erfährt das Merkmal:

"zur Verwirklichung von Unterrichtsprinzipien": 80,6%

63,9% : zur Gewinnung naturwissenschaftlicher Erkenntnisse

16,7% : zur Gewinnung eines naturwissenschaftlichen Methodenverständnisses



- Frage 23 Mit welcher Unterrichtsform erzielen Sie den
besten Unterrichtserfolg?
- ☒ darbietender Unterricht
- ☐ fragend-entwickelnder Unterricht
- ☐ Unterricht mit audio-visuellen Medien
- ☐ experimentelle Unterrichtsform
- ☐ mit wechselnden Unterrichtsformen

ERGEBNIS

Das Merkmal "mit wechselnden Unterrichtsformen"
übertrifft bei weitem die Angaben zu den übrigen
Unterrichtsformen:

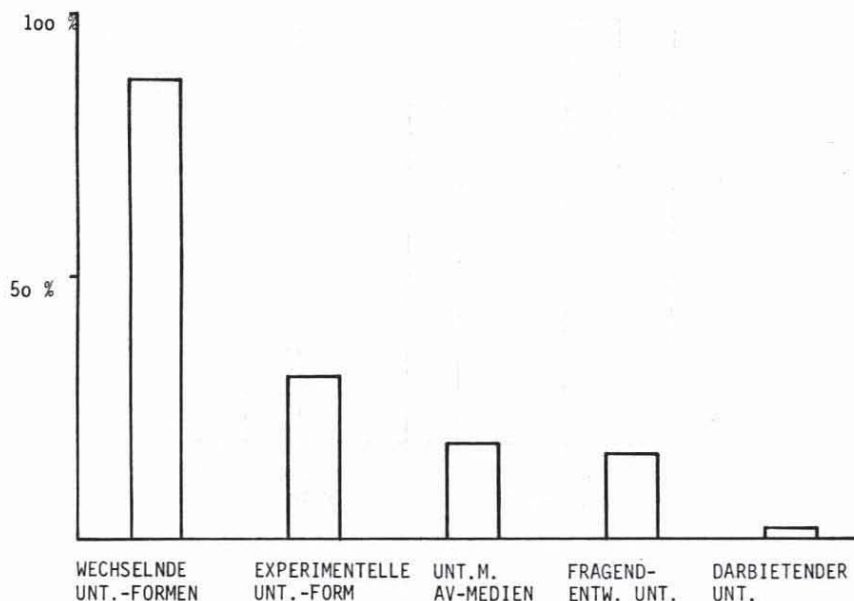
88,0% : Mit wechselnden Unterrichtsformen

31,5% : experimentelle Unterrichtsform

18,5% : Unterricht mit audio-visuellen Medien

15,7% : fragend-entwickelnder Unterricht

1,9% : darbietender Unterricht



- Frage 24 Wie würden Sie die Durchführung von Versuchen
am ehesten kennzeichnen?
Sonderform der Beobachtung
eigenständige Unterrichtsform
-

ERGEBNIS

Die Stellungnahme der Probanden verteilte sich folgendermaßen:

56,5% : Sonderform der Beobachtung

43,5% : eigenständige Unterrichtsform

- Frage 25 Ist es Ihrer Meinung nach notwendig, daß Formen
und Effekte der experimentellen Unterrichtsform
nooh genauer untersucht werden?
nein
ja
Bitte, begründen Sie Ihre Meinung!
-

ERGEBNIS

Etwa doppelt so viele Antworten wurden dem "Nein"
wie dem "Ja" zugeordnet:

60,2% : nein

31,5% : ja

Nachstehend wird eine wortgetreue Auswahl aus den
jeweiligen begründenden Stellungnahmen wiedergegeben.

"Es ist m.E. noch nicht geklärt, wie weit die Schüler der
Grundschule fähig sind, spezielle Ergebnisse von Versuchen zu
verallgemeinern; auch das Problem des Transfer ist noch zu
wenig untersucht" ("ja" : - 8. Dienstjahr)

"Man will als Lehrer so viel wie nur möglich mit geeigneten
Mitteln beibringen". ("ja" - 1. Dienstjahr)

"Um durch Vergleich diesbezüglicher Erfahrungen mit der Wirksamkeit der experimentellen Unterrichtsform allgemein gültige Aussagen machen zu können, die der schulischen Arbeit dienen." ("ja" - 23. Dienstjahr)

"In den Fachzeitschriften wurde schon viel über diese Unterrichtsform (entdeckendes Lernen!) berichtet. Derjenige Lehrer, der im HSU-Unterricht entdeckendes Lernen verwirklicht, weiß um die Vorteile; der andere wird sich auch durch eine neuerliche Untersuchung nicht dazu bekehren lassen - aus welchen Gründen auch immer." ("nein" - 5. Dienstjahr)

"Es ist notwendig zu untersuchen, welche Inhalte und Formen von Versuchen für die jeweiligen Jahrgangsstufen sinnvoll sind, um einen möglichst effektiven Einsatz dieser Unterrichtsform zu gewährleisten." ("ja" - 3. Dienstjahr)

"Nur dann, wenn diese Untersuchung Hilfsfunktion im Sinne der Lernfähigkeit des Kindes anzielt und nicht autonom "wissenschaftlich" ohne Blick auf das Grundschulkind zur umfassenden Selbstdarstellung wird, da sonst ein erneuter Impuls für den falsch verstandenen und einseitig geförderten Sachunterricht als "Mini-Universität" gerade den "braven Lehrern" Handlangerdienste zu einem noch größeren Hiatus zwischen Kind und Stoff leistet und sich das Karussell der permanenten Lehrplan- und Methodenrevision über die Köpfe der Kinder hinweg, munter weiterdreht." ("ja" - 6. Dienstjahr)

"Die Kindgemäßheit muß noch mehr berücksichtigt werden, denn der Stoff steht leider bislang noch zu sehr im Mittelpunkt." ("ja" - 24. Dienstjahr)

"Die Form des experimentellen Unterrichts sei jedem Lehrer persönlich überlassen. Erfolge erzielt mit dieser Unterrichtsart nur der Lehrer, der das Kind in den Mittelpunkt seiner Schularbeit stellt und nicht die Sache und seinen eigenen Erfolg." ("nein" - 28. Dienstjahr)

"Viel Versuche, die in Lehrbüchern geschrieben werden, sind zu wissenschaftlich und wenig kindgemäß durchgeführt. Oft sind die Versuche auch zu lang und ausführlich. Konzentration und Aufmerksamkeit der Kinder halten nicht so lang durch." ("ja" - 13 Dienstjahre)

"Das ist Sache der weiterführenden bzw. besonderen Fachschulen." ("nein" - 30 Dienstjahre)

"Es sollte vor allem untersucht werden, wie weit der Unterrichtserfolg durch die experimentelle Unterrichtsform gesteigert werden kann." ("ja" - 31 Dienstjahre)

"Jeder Lehrer ist zwar darüber informiert, daß die experimentelle Unterrichtsform Veranschaulichung ermöglicht; über die verschiedenen Formen des Experiments, dessen besonders effektvollen Einsatzes und entsprechende Abstimmung auf den Intelligenzgrad der Klasse erfährt er jedoch recht wenig." ("ja" - 6. Dienstjahr)

Mögliche Fragestellungen der Untersuchung: Ist altersgemäßer Einsatz von Versuchen eher gewährleistet? Wird Langzeitwirkung bestätigt? Bringt es Gewinn für weiterführende Versuche in höheren Klassen? Sind Versuche doch nur Spielerei?" ("ja" - 6. Dienstjahr)

"Vermutlich zu wenig Untersuchungen, vor allem im Hinblick auf: Stellung der Schüler selbst zum experimentellen Unterricht - Ergebnisse bzw. Erfolge: Kurzzeitergebnisse oder Langzeitergebnis - Genaue Untersuchungen ev. nötig im Hinblick auf Fachbereiche und entsprechende Arten von Experimenten (Versuche in Physik sind ganz anders in ihrer Struktur und Auswirkung als z.B. experimentelle Rollenspiele beim sozialen Lernen -

Inwiefern dient der experimentelle Unterricht der Vorbereitung für: weiterführende Schulen, Berufsleben, usw.?" ("ja" - 6 Dienstjahre)

"Weiterentwicklung mit dem Ziel der Vereinfachung im Hinblick auf Zeitersparnis, größtmögliche Ausrichtung auf die Ziele des Lehrplans und entsprechenden Niederschlag im Unterrichtsmaterial (Lehrbücher, Arbeitsblätter, Material für Tageslichtprojektor...). ("Ja" - keine Dienstalterangabe)

"Durch Untersuchungen könnten Möglichkeiten, Grenzen und die effektivsten Versuche ermittelt werden. Die bisher vorgesehenen Versuche 'kranken' nicht selten an entsprechenden einfachen, aber für den Lehrer genug informativen Modellen." ("ja" - 25 Dienstjahre)

"Mich würde vor allem interessieren, ob all die Vermutungen, die angestellt werden, auch zutreffen. So wurde z.B. meine Vermutung, physikalische Themen interessieren die Kinder, auf Grund der Versuche besonders, total als falsch erwiesen. Eine Umfrage in meiner Klasse ergab, daß die Kinder andere Themen und andere Arbeitsweisen weit mehr bevorzugen." ("ja" - 3. Dienstjahr)

"Damit gezielter und nutzbringenderer Einsatz ermöglicht wird." ("ja" - 20. Dienstjahr)

"Zum Zwecke der Beachtung des Spiralmodells über die Grundschule hinaus." ("ja" - 37. Dienstjahr)

LITERATURVERZEICHNIS

- Abelson, R.P./Rosenberg, M.J.: Symbolic psycho-logic: A model of attitudinal cognition. In: Behav. Sci. 1958, 3, S. 1ff.
- Achtenhagen, F./Meyer, H.L. (Hrsg.): Curriculumrevision - Möglichkeiten und Grenzen. München 1971
- Adorno, T.W./Becker, H.: Erziehung wozu. In: Neue Sammlung 7, 1967, S. 1-10
- Adrian/Schneider: Grundschule im Wandel. Ravensburg 1975
- Aebli, H.: Didactique psychologique. Application à la didactique de la psychologie de Jean Piaget. Neuchâtel 1951
- Aebli, H.: Psychologische Didaktik. Stuttgart 1963
- Aebli, H.: Über die geistige Entwicklung des Kindes. Stuttgart 1963
- Aebli, H.: Die geistige Entwicklung als Funktion von Anlage, Reifung, Umwelt- und Erziehungsbedingungen. In: Roth, H. (Hrsg.): Begabung und Lernen. Stuttgart 1969, S. 151-192
- Aebli, H.: Grundformen des Lehrens. Ein Beitrag zur Grundlegung der Unterrichtsmethode. Stuttgart 1969
- Aebli, H.: Entwicklungspsychologische Kriterien für die Auswahl von Curriculuminhalten. In: Frey, K. (Hrsg.): Kriterien in der Curriculumkonstruktion. Weinheim 1970, S. 49-55
- Aebli, H./Montada, L./Steiner, G.: Erkennen, Lernen, Wachsen. Stuttgart 1975
- Aebli, H./Steiner, G.: Probleme der Schulpraxis und die Erziehungswissenschaften. Stuttgart 1975
- Albert, H.: Traktat über kritische Vernunft. Tübingen 1969²
- Albert, H.: Plädoyer für kritischen Rationalismus. München 1971²
- Antenbrink, H.: Unterricht als Determinante kognitiven Lernens. Eine Untersuchung über die Auswirkungen von didaktischen Instruktionsmethoden auf kognitive Lernprozesse. Basel und Weinheim 1973
- Antenbrink, H.: Der Beitrag der Psychologie für eine Lehre vom Unterrichten. In: Pfister, H.J. (Hrsg.): Aspekte der pädagogischen Psychologie. Heidelberg 1972, S. 11 - 46
- Arbeitsgruppe für Unterrichtsforschung Frankfurt (Hrsg.): Kinder und ihre natürliche Umwelt. Naturwissenschaftlich orientiertes Curriculum für den Sachunterricht in der Grundschule. Planungshilfen und Unterrichtsbeispiele. 1. Lernjahr - 1. Halbband. Frankfurt a.M. 1977
- Arbeitskreis Grundschule e.V. (Hrsg.): Unterrichtsmittel für Grundschüler. Ein Medienhandbuch der Primarstufe. Frankfurt a.M. 1974
- Arbeitskreis Grundschule e.V. (Hrsg.): Lernbereich Sachunterricht. Prinzipien und Beispiele. Regionale Grundschulkongresse 73/74. Frankfurt a.M. 1974
- Arbeitskreis Grundschule e.V. (Hrsg.): Entdeckendes Lernen im Lernbereich Biologie. Beiträge zur Reform der Grundschule. Frankfurt a.M. 1973
- Arendt, H.: Vita activa oder Vom tätigen Leben. Stuttgart 1960

- Ausubel, D.P.: Educational psychology: a cognitive view. London 1967
- Ausubel, D.P.: Psychologie des Unterrichts, Band 1. Weinheim 1974
- Ausubel, D.P./Sullivan: Das Kindesalter. Fakten, Probleme, Theorien. München 1974
- Aust, S.: Das Leistungsproblem in der Grundschule. In: Westermanns Pädagogische Beiträge 1973, H.5, S. 267 ff.
- Autorenteam: Quellen für "Entdeckendes Lernen". In: Die Grundschule 1974, H.7, S. 351 - 355
- Autorenteam: Entdeckendes Lernen in der Gruppe. Telefon - Auto. In: Die Grundschule 1974, H.7, S. 382 ff.
- Bacon F.: Das Neue Organon. Hrsg. v. M. Buhr, Berlin 1962
- Bäumel, M.-A.: Zum entdeckenden Lernen im Sachunterricht der Grundschule. In: Blätter für Lehrerfortbildung 1974 H.4, S. 135 - 139
- Bäumel, M.-A.: Fachspezifische Arbeitsweisen im grundlegenden Biologieunterricht. In: Sachunterricht und Mathematik in der Grundschule 1976, H.12, S. 580 ff.
- Ballauf, Th.: Skeptische Didaktik. Heidelberg 1970
- Bährdt, H.P.: Umwelterfahrung. Soziologische Betrachtungen über den Beitrag des Subjekts zur Konstitution von Umwelt. München 1974
- Bandura, A.: Social learning through imitation. In: Jones, M.R. (Hrsg.): Nebraska symposium on motivation: 1962. Lincoln 1962, S. 211 - 269
- Bandura, A.: Social learning and moral judgement. In: Journal of Personality and Social Psychology, 1969, H.11, S. 274 - 279
- Bandura, A./Walters, R.H.: Social learning and personality development. New York 1963.
- Barthel, H.: Untersuchungen über die Entwicklung von Denkleistungen der Schüler durch Einsatz der experimentellen Methode. Dargestellt an Beispielen aus dem Chemieunterricht der 7. und 8. Klassen. Dissertation, Potsdam 1971
- Bartusch, S.: Anthropologische Voraussetzungen der Didaktik. München 1969
- Baston, S.: Ziele, Inhalte und Realisationsformen des Unterstufenunterrichts in der UdSSR. In: Vogt, H.u.a.: Primarstufenunterricht in der DDR sowie in der BRD und UdSSR, in Schweden und in Polen. 3 Bände. Ratingen 1974, Band 3, S. 157 ff.
- Bauer, H.F.: Der physikalische und chemische Aspekt im Sachunterricht der Grundschule. In: Bauer et al.: Fachgemäße Arbeitsweisen in der Grundschule. Bad Heilbrunn 1971, S. 112 ff.
- Bauer, H.F.u.a. (Hrsg.): Fachgemäße Arbeitsweisen im Sachunterricht der Grundschule. Bad Heilbrunn 1975
- Beck, G./Claussen, G.: Einführung in Probleme des Sachunterrichts. Kronberg 1976
- Becker, G.E.: Auf dem Weg zu einer Taxonomie des Lehrverhaltens. In: Unterrichtswissenschaft 1975, H.4, S. 35 - 54

- Becker, C.E./Clemens-Lodde, B./Kühl, K.: Unterrichtssituationen III. Üben und Experimentieren. München, Berlin, Wien 1976
- Belser, H./Callies, E./Ewert, O./Freude, A./Pause, G./Tütken, H./Wudtke, H.: Zum Curriculum der Eingangsstufe. In: Flitner, A.: Voraussetzungen der Eingangsstufe. Stuttgart 1975, S. 25 ff.
- Belser/Roeder(Hrsg.): Kinder, Schule, Elternhaus (Flowden Report, gekürzte Ausgabe in deutscher Sprache). Frankfurt a.M. 1972
- Benden, M.(Hrsg.): Zur Zielproblematik in der Pädagogik. Bad Heilbrunn 1977
- Berlyne, D.E.: Conflict, arousal, and curiosity. New York 1960
- Berlyne, D.E.: Uncertainty an epistemic curiosity. In: Brit. J. Psychology. 1962. H.53, S. 27 ff.
- Berlyne, D.E.: Motivational problems raised by exploratory and epistemic behavior. In: Koch, S.(Hrsg.): Psychology: A study of a science. Vol.5. New York 1963
- Berlyne, D.E.: Curiosity and Education. In: Krumboltz, J.(Hrsg.): Learning and the educational process. Chicago 1965
- Berlyne, D.E.: Structure and direction in thinking. New York 1965
- Berlyne, D.E.: The motivational significance of collative variables and conflict. In: Abelson, R.P. et al.(Hrsg.): Theories of cognitive consistence: A source book. Chicago 1968, S. 257 ff.
- Berlyne, D.E.: The reward-value of indifferent stimulation. In: Tapp, J.T.(Hrsg.): Reinforcement and behavior. New York 1969, S. 178 ff.
- Berlyne, D.E.: Neugier und Erziehung. In: Neber, H.: Die Erforschung spontanen Lernens. Weinheim 1974. S. 89 - 106
- Berlyne, D.E./Frommer, F.D.: Some determinants of the incidence and content of children's questions. In: Child development 1966, H.37, S. 177 ff.
- Bittner, G.: Das "unbewusste Ich" des Kindes im unterrichtlichen Lernprozeß. Psychoanalytische Anmerkungen zu Rumpf, H.: Unterricht und Identität. In: Zeitschrift für Pädagogik, 1976, S. 901 - 905
- Blankertz, H.: Theorien und Modelle der Didaktik. Augsburg 1967
- Bloch, E.: Experimentum Mundi. Frankfurt 1975
- Bloch, J./Häußler, P./Jaekel, K./Reiß V.: Curriculum Naturwissenschaft. Struktur - Planung - Wirkung. Köln 1976
- Block, J.H.: Mastery learning: Theory and practice. New York 1971
- Block, J.H.: Schools, society and mastery learning. New York 1974
- Bloom, B.S.: Taxonomy o educational objectives: The classification of educational goals. Handbook 1, cognitive domain. New York 1956
- Bloom, B.S.: Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim, Basel 1972 (mit einem krit. Nachwort von Rudolf Messner)

- Boeckmann, K.: Analyse und Definition operationaler Lernziele. In: Die Deutsche Schule. 1971, H.4, S. 235 ff.
- Bönsch, M.: Produktives Lernen in dynamischen und variabel organisierten Unterrichtsprozessen. Essen 1970
- Bönsch, M.: Die lernpsychologische und didaktische Relevanz der Anschauung. In: Welt der Schule. Ausg. Grundschule 1974, H.4, S. 121 - 139
- Bonn, H./Rohsmanith (Hrsg.): Studien zur Entwicklung des Denkens im Kindesalter. Darmstadt 1972
- Bono de, E., hrsg.v. J. Stork: Kinderlogik löst Probleme. Psyche des Kindes. München 1975
- Bräuer, G.: Soziales Lernen in der Grundschule. In: Adrion/Schneider: Texte zur Reform des Grundschulunterrichts Ravensburg 1975, S. 198 - 212
- Brauner, A./Peters, A.: Auffassungen, Vorstellungen und Begriffe von Kindern im Zusammenhang mit der Elektrizität und dem elektrischen Strom (III). Ergebnisse einer empirischen Untersuchung. In: Naturwissenschaften im Unterricht. 1976, H.8, S. 323 - 328
- Brechel, H./Engemann, D.: Schöpferisches Lernen und ideologisches Werten im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Physik in der Schule (Berlin DDR) 1976, H.6. S. 269 - 271
- Brezinka, W.: Von der Pädagogik zur Erziehungswissenschaft. Weinheim 1971
- Brezinka, W.: Was sind Erziehungsziele? In: Zeitschrift für Pädagogik, 1972, H.4, S. 497 ff.
- Brezinka, W.: Erziehungsziele, Erziehungsmittel, Erziehungserfolg. München, Basel 1976
- Brügelmann, H.: Offene Curricula - Der experimentell-pragmatische Ansatz in englischen Entwicklungsprojekten. In: Zeitschrift f. Pädagogik, 1972, H. 1, S. 95 ff.
- Bruner, J.S. et al.: A study of thinking. New York 1956
- Bruner, J.S.: The act of discovery. In: Harvard Educ. Rev. 1961, H. 31, S. 21 ff.
- Bruner, J.S.: Toward a theory of instruction. Cambridge, Mass. 1966
- Bruner, J.S.: Der Prozeß der Erziehung. Düsseldorf. 1970
- Bruner, J.S.u.a.: Studien zur kognitiven Entwicklung. Stuttgart 1971
- Bruner, J.S.: Relevanz der Erziehung. Regensburg 1973
- Bruner, J.S.: Der Akt der Entdeckung. In: Nebel, H. (Hrsg.): Entdeckendes Lernen. Weinheim 1975
- Bruner, J.S./Greenfield u.a.: Studien zur kognitiven Entwicklung. Stuttgart 1971
- Buck, G.: Lernen und Erfahrung. Zum Begriff der didaktischen Induktion. Stuttgart, Berlin, Köln, Mainz 1969
- Bukatsch, F./Glöckner, W./Kotter, L. (Hrsg.): Chemie. Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung. München 1976
- Burk, K.: Grundschule: Kinderschule oder Vorschule der Wissenschaft. Frankfurt 1976
- Burk, K.: 'Lernbereich' - was ist das? Eine didaktische Aufgabe (nicht nur) für die Grundschule. In: Westermanns Pädagogische Beiträge, 1977, H.1, S. 28

- Burton, W.H.: The Nature and Direction of Learning.
New York (Appleton) 1929, S. 256
- Bussmann, H.: Zum Prozeß des schöpferischen Lernens.
In: Zeitschrift für Pädagogik 1976, H.2, S. 199 ff.
- Callies, E.: Offene und geschlossene Lernsituationen.
In: Die Grundschule 1974, H. 2, S. 75 - 79
- Copei, F.: Der fruchtbare Moment im Bildungsprozeß.
Heidelberg 1950 (1931)
- Corell, W.: Lernen und Verhalten. Grundlagen der Optimierung
von Lernen und Lehren. München 1971
- Corell, W./Dechert, H.W./Schwarze, H.: Die Bedeutung des
Schülerexperiments für den Lernerfolg im Physikunter-
richt. Eine experimentelle Untersuchung. In: Aula.
Experimente und Erfahrungen, 1969, S. 258 -261
- Corte, E. de u.a.: Grundlagen didaktischen Handelns. Von
der Didaktik zur Didaxologie. Weinheim 1975
- Council for Education, Children and their Primary Schools.
A report of the Central Advisory (Flowden Report), Her
Majesty's Stationery Office. London 1967
- Czinczoll, B./Röhl, B./Röhl, H.(Hrsg.): Physik und Chemie
im Sachunterricht der Grundschule. Unterrichtsprakti-
sche Hilfen und Vorschläge. Donauwörth 1970
- Duhem, P.: Ziel und Struktur der physikalischen Theorien.
Leipzig 1908
- Dallmann, G.u.a.: Kritische Rezeption didaktischer Konzepte
des Sachunterrichts und Entwurf einer situationsorien-
tierten Didaktik. Bericht 3 des COLPS - Projekts.
Pädagogisches Zentrum (Hrsg.). Berlin 1976
- Dennison, G.: Lernen und Freiheit. Aus der Praxis der FIRST
STREET SCHOOL. Frankfurt 1971 (Orig. 1969)
- Deutscher Bildungsrat (Hrsg.): Strukturplan für das deutsche
Bildungswesen. Empfehlungen der Bildungskommission.
Stuttgart 1970
- Deutscher Bildungsrat (Hrsg.): Empfehlungen der Bildungskommis-
sion "zur Förderung praxisnaher Curriculum-Entwicklung".
Saarbrücken 1973
- Deutscher Bildungsrat (Hrsg.): Gutachten und Studien der
Bildungskommission. Die Eingangsstufe des Primarber-
eichs. Band 1. Ansätze zur Entwicklung. Band 2/1
Spielen und Gestalten. Stuttgart 1975
- Dewey, J.: Experience and nature. New York 1929.
- Dewey, J.: Wie wir denken. Zürich 1951. Originalausg.
How we think. New York 1910
- Dewey, J.: Logic: The theory of inquiry. New York 1964². 1. Aufl.
1958
- Dewey, J.: Psychologische Grundfragen der Erziehung. hrsg.v.
Corell, W. (amerikan. Ausg.1958). München 1974
- Diemer, A. Was heißt Wissenschaft? Meisenheim a.Gl. 1964
- Dingler, H.: Über die Geschichte und das Wesen des Experi-
ments. München 1952
- Döpp, A.: Naturgeschichte im 1. Schuljahr. In: Die neue
Volksschule. 1. Bd. H.8. 1949. S. 250 ff.
- Dolch, J.: Lehrplan des Abendlandes. Ratingen 1959
- Dolch, J.: Grundbegriffe der pädagogischen Fachsprache.
München 1969

- Dohmen/Maurer/Popp (Hrsg.): Unterrichtsforschung und didaktische Theorie. Erziehung in Wissenschaft und Praxis. Band 11. München 1970
- Dorer, E.: Vergleichendes Lehren und Lernen. In: Schweizerische Lehrerzeitung, Zürich 1976, H.34. S. 1192 - 1193
- Duncker, K.: Zur Psychologie des produktiven Denkens. Berlin 1935 (Neudruck 1963)
- Eckardt, P.D.: Sachunterricht. Analyse und Kritik. Ratingen, Kastellaun, Düsseldorf 1974
- Edelstein, W.: Diskursive oder ideologische Legitimation durch Wissenschaft. In: Neue Sammlung 1974. 133-145
- Egger, H.: Eine kritische Situation im Unterricht. In: Westermanns Pädagogische Beiträge, 1977, H.1, S. 35 ff.
- Eggersdorfer, F.X.: Jugendbildung. Allgemeine Theorie des Schulunterrichts. Teil I: Allgemeine Erziehungslehre des Handbuchs der Erziehungswissenschaft. Bd.3. München 1928
- Eichmüller, R.: Vorschläge zur Durchführung von Experimenten im fachlichen Bereich Physik/Chemie (Teil 1). In: Welt der Schule 1976. H.5. S. 281 - 294
- Eigenmann, J./Strittmatter, A.: Ein Zielebenenmodell zur Curriculumkonstruktion. In: Aregger/Isenegger (Hrsg.): Curriculumprozeß: Beiträge zur Curriculumkonstruktion und zur Implementation. Basel 1972
- Eigler, G./Macke, G./Nenninger, P./Poelchau H.-W./ Straka, G.A. Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen. In: Zeitschrift f. Pädagogik 1976, H.2, S. 181 ff.
- Einsiedler, W.: Schulpädagogik. Eine Einführung. Donauwörth 1974
- Einsiedler, W.: Lehrstrategien und Lernerfolg. Weinheim 1976 a
- Einsiedler, W.: Unterrichtsmethoden in der Heimat- und Sachkunde. Ein Beitrag zur Besinnung auf einen schülerorientierten Unterricht. In: Sauter, H.(Hrsg.): Heimat- und Sachkunde in der Grundschule. Donauwörth 1976 b, S. 22 ff.
- Einsiedler, W.: Entdeckungslernen und Konzeptlernen. Zum Sachunterricht in der Grundschule. In: Die Grundschule 1976 c, S. 646 ff.
- Eisermann, W.: Die Hauptkategorien der Grundschulpädagogik und ihr Ursprung in der neueren Geistesgeschichte. In: Wenzel, A.(Hrsg.): Grundschulpädagogik. Bad Heilbrunn 1970, S. 7 - 23
- Empfehlungen zur Arbeit in der Grundschule. Beschlüsse der Kultusministerkonferenz. Stuttgart 1970
- Ennenbach, W.: Prototypen des Lernens und Unterrichtens. Psychologische Untersuchungen zum Problem der Didaktik. München, Basel 1970

- Enrich, H.: Überlegungen zu einem Curriculum "Natur und Technik" im Rahmen des Sachunterrichts. In: Lauterbach, R./Marquardt, B.(Hrsg.): Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Basel und Weinheim 1976, S. 176 - 215
- Erlinghagen, K.: Vom Bildungsideal zur Lebensordnung. Freiburg 1960
- Erziehung zur Disziplin und Schülerexperimente. Aufzeichnung einer Diskussion mit Chemielehrer-Jubilaren, anlässlich des 25. Jahrestages der DDR zu Gast in der Redaktion. In: Chemie in der Schule. 1974, H. 10, S. 417 - 435
- Faber, W.(Hrsg.): Das Problem der Didaktik. München 1973
- Festinger, L.: A theory of cognitive dissonance. Stanford 1957
- Fiedler, U.: Prinzipien und Beispiele eines generativen Sachunterrichts. In: Die Grundschule 1974, H. 6, S. 184 ff.
- Finckh, H.J.: Ziele, Inhalte und Realisationsformen des Grundschulunterrichts in Schweden (unter besonderer Berücksichtigung der Fächer Schwedisch und Mathematik auf der Unterstufe). In: Vogt, H.u.a.: Primarstufenunterricht in der DDR sowie in der BRD und UdSSR, in Schweden und in Polen. Ratingen 1974, Bd. 3, S. 111 ff.
- Fischler, H.: Operationalisierung und Hierarchisierung von naturwissenschaftlichen Lernzielen. In: Neue Unterrichtspraxis 1971, H. 3, S. 189 ff.
- Flammer, A.: Individuelle Unterschiede im Lernen. Weinheim 1975
- Flehsig, K.-H.: Die technologische Wendung in der Didaktik. In: Dohmen, G./Mauerer, F./Popp, W.(Hrsg.): Unterrichtsforschung und didaktische Theorie. München 1970, S. 243 - 262
- Flehsig, K.H.: Was ist ein Lernprojekt? In: Flehsig/Haller: Einführung in didaktisches Handeln. Stuttgart 1975, S. 327 ff.
- Flehsig/Haller: Einführung in didaktisches Handeln. Stuttgart 1975
- Flessau, I./ Minder, U.: Wissenschaftsorientierter Unterricht als Projektunterricht. In: Die Realschule 1976, H. 8/9, S. 491 - 501
- Flitner, W.: Allgemeine Pädagogik. Stuttgart 1966¹¹
- Flitner, A.: Spielenlernen. Praxis und Deutung des Kinderspiels. München 1972
- Flitner, A.u.a.: Voraussetzung der Eingangsstufe. In: Die Eingangsstufe des Primarbereichs. Bd.1. Ansätze zur Entwicklung. Mit Beiträgen von Flitner, A.u.a., Belser, H.u.a., Albrecht, R. u.a., Haarmann, D. und Schmidt, J.J. Stuttgart 1975
- Foppa, K.: Lernen, Gedächtnis, Verhalten. Ergebnisse und Probleme der Lernpsychologie. Köln und Berlin 1965
- Ford, G.W./FUGNO, L.: Wissensstruktur und Curriculum. Düsseldorf 1972
- Forschende Unterrichtsplanung mit Schülern. Hrsg. v. einer Autorengruppe Psychologie Gießen. Curriculumentwicklung für das Fach Psychologie in der Sekundarstufe II. Weinheim u. Basel 1976

- Franke, H.: Problemlösen als soziale Interaktion. Berlin 1976
- Freise, G.: Weg in die Naturwissenschaft - oder Irrwege einer Unterrichtsreform? Anmerkungen zu einigen Arbeitsmaterialien für den naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Grundschule. In: Die Grundschule 1972, H. 5, S. 312 - 320
- Fries, E./Rosenberger, R.: Forschender Unterricht. Frankfurt a.M. 1967
- Frey, K.: Kognitionspsychologie und Unterricht. Zum heutigen Stand der Kenntnisse und ihrer Implementation. In: Frey, K./Lang, M.(Hrsg.): Kognitionspsychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. 2. IPN-Symposion. Kiel 1972, Wien 1973, S. 20 - 52
- Frey, K./Häussler, D. (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Bericht über das 4. IPN-Symposion. Weinheim 1973
- Frey, K./Blänsdorf, H.(Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft der Sekundarstufe I. Projekte und Innovationsstrategien. Weinheim 1974
- Frey, K. u.a.(Hrsg.): Curriculum-Handbuch, Band II. München und Zürich 1975
- Freyhoff, U.: Bildsamkeit als didaktisches Problem. In: Stach, R.: Grundfragen des Lehrens und Lernens. Düsseldorf 1974
- Fröhlingsdorf u.a.: Sachunterricht in der Primarstufe. Düsseldorf 1976
- Fuchs, R.: Lernpsychologische Grundlagen der Unterrichtsgestaltung. München 1974
- Fuhrmann, E./Weck, H.: Forschungsproblem Unterrichtsmethoden. Berlin (Ost) 1976
- Funkkolleg: Pädagogische Psychologie. Studienbegleitbrief 5, Tübingen 1972
- Gage, N.L.: Theories of teaching. In: Hilgard, E.R.(ed.): Theories of learning and instruction. 63rd Yearbook of the N.S.S.E. Chicago 1964
- Gagné, R.M.: Psychological Issues in "Science - A Process Approach", in: AAAS, The Psychological Bases of Science-Gagné A Process Approach. 1965
- Gagné, R.: Bedingungen des Menschlichen Lernens. 1969
- Galperin, P.J.: Die geistige Handlung als Grundlage für die Bildung von Gedanken und Vorstellungen. In: Dowe, G.u.a. (Hrsg.): Psychologische Studentexte Unterstufe. Berlin 1972
- Garlichs, A.: Lernziele und Lernalter. In: Neuorientierung des Primarbereichs B and 1: HALBFAS, H./Maurer, F./Popp, W.: Entwicklung der Lernfähigkeit. Stuttgart 1972, S. 118 - 130
- Garlichs, A.: Präferenzen unterschiedlicher gesellschaftlicher Gruppen für Lernziele der Elementarerziehung. Eine Befragung im Rahmen des LOT-Projekts. Dissertation, Konstanz 1972

- Heipcke, K.: Lehrziele und Handlungsziele im Unterricht. In: Garlichs, A./Heipcke, K./Messner, R./Rumpf, H.: Didaktik offener Curricula (8 Vorträge vor Lehrern). Weinheim und Basel 1974, S. 36 ff.
- Gattegno, C.: Die Unterordnung des Lehrens unter das Lernen. Hannover 1974
- Gaudig, H.: Didaktische Präludien. Leipzig 1909
- Geiling, : Grundschule: Lernziele -Lehrinhalte-Methodische Planung. Band 1: Sachunterricht Physik/Chemie. München 1976⁵.
- Geiling, H.(Hrsg.): Grundschule: Lernziele-Lehrinhalte-Methodische Planung. Band 3: Sachunterricht - Sozial- und Wirtschaftslehre-Biologie-Sexualerziehung. München 1976⁵
- Geißler, E.E.: Unterricht (und Erziehung) in: Roth, L.(Hrsg.): Handlexikon der Erziehungswissenschaft. München 1976 S. 438 ff.
- Giel, K.: Das Problem einer wissenschaftlichen Didaktik, In: Hiller, G.G.: Konstruktive Didaktik. Düsseldorf 1973 S. 231 - 239
- Giehl, K.: Operationelles Denken und sprachliches Verstehen. In: Zeitschrift für Pädagogik, 1971, 7. Beiheft, S. 111-124
- Glück, G.: Zur Bedeutung der psychologischen Lernzielaxonomie für Unterrichtswissenschaft und Unterrichtspraxis. In: Unterrichtswissenschaft 1975, H.4, S. 20 - 34
- Götz, B.: Erfahrung und Erziehung. Freiburg, Basel, Wien 1973
- Götze, B./Hahneemann, R.(Hrsg.): Grundschulpädagogik im Überblick. Bad Heilbrunn 1975
- Gordon, J.: Die frühe Kindheit in neuer Sicht. In: Halbfas, H./Maurer, F./Popp, W.(Hrsg.): Entwicklung der Lernfähigkeit. Stuttgart 1972, S. 32 - 43
- Graumann, C.F.: Motivation. Bern 1969
- Griebel, G.(Hrsg.): Weg in die Naturwissenschaft. Stuttgart 1971
- Grimm, : Etymologisches Wörterbuch. 3 Bde.
- Grzesik, J.: Die Steuerung von Lernprozessen im Unterricht. Heidelberg 1976
- Gümbel, G./Thiel, S.: Curriculare Konzepte für den Sachunterricht, In: Die Grundschule 1975, S. 181 ff.
- Gümbel, G./Messer, A./Thiel, S.: Sachunterricht. Entwicklung, Ansätze und Perspektiven. Ravensburg 1977
- Guilford, J.P.: Persönlichkeit. Weinheim 1964
- Guilford, J.P.: Creativity. Amerikan Psychologist 5, 444-454. Deutsch in: Mühle & Schell 1970. S. 13 - 36
- Habermas, J.: Erkenntnis und Interesse. Frankfurt 1968
- Habermas, J.: Pädagogischer "Optimismus" vor Gericht einer pessimistischen Anthropologie. In: Neue Sammlung 1, S. 251 - 278
- Habermas, J.: Technik und Wissenschaft als Ideologie. Frankfurt 1971⁵

- Häussler, P.: Bisherige Ansätze zu disziplinübergreifenden naturwissenschaftlichen Curricula - Eine Übersicht. In: Frey, K./Häussler, P. (Hrsg.): Integriertes Curriculum Naturwissenschaft: Theoretische Grundlagen und Ansätze. Bericht über das 4. IPN-Symposium. Weinheim und Basel 1973
- Häussler, P.: Tendenzen in der Didaktik der Naturwissenschaften und der jeweilige Stand der Realisierung in naturwissenschaftl. Curricula. In: Bloch, J./Häussler, P./Jaeckel, K./Reiß V.: Curriculum Naturwissenschaft. Struktur - Planung - Wirkung. Köln 1976
- Halbfas/Maurer/Popp(Hrsg.): Neuorientierung des Primarbereichs. Bd. 1: Entwicklung der Lernfähigkeit. Stuttgart 1972
- Halbfas, H./Maurer, F./Popp, W. (Hrsg.): In Modellen denken. Neuorientierung des Primarbereichs. Band 4. Stuttgart 1976
- Harlow, H.F./Harlow, M.R./Meyer, D.R.: Learning motivated by a manipulation drive. In: J.exp.Psychol. 1950, H.40, S. 228 ff.
- Hartmann, M.: Einführung in die Biologie und ihre Grund- und Grenzfragen. Berlin 1956 (1.Aufl. 1948)
- Harvey, O.J./Hunt, D.E./Schroder, H.M.: Conceptual systems and personality organization. New York 1961
- Haseloff, O.W./Jorswieck, E.: Psychologie des Lernens. Methoden, Ergebnisse, Anwendungen. Berlin 1971
- Haug, J.: Verordnetes oder forschendes Lernen? Beispiele aus dem Sachunterricht. In: Die Grundschule, H. 7, 1974, S. 368 - 376
- Haug, J./Kasper, H./Piechorowski, A.: Wege des Lernens im Sachunterricht der Grundschule. In: Müller, E.H. (Hrsg.): Planungshilfen zum Sachunterricht. Kommentare und Materialien zu den vorläufigen Arbeitsanweisungen für den Sachunterricht in der Grundschule des Landes Baden-Württemberg. Ulm 1976
- Hauschild, G.: Beispiele für die Entwicklung des Denkens in technischen Sachverhalten. In: Chemie in der Schule 22, 1975, S. 322 ff.
- Hawkes, G.R.: Kinder lernen sich selbst verstehen. In: Halbfas, H., Maurer, F./Popp, W.: Entwicklung der Lernfähigkeit. Neuorientierung des Primarbereichs. Bd.1. Stuttgart 1972, S. 44 - 53
- Heckhausen, H.: Eine Rahmentheorie der Motivation in zehn Thesen. In: Z.f.exp. angew. Psychol. 1963, H. 10, S. 604 ff.
- Heckhausen, H.: Leistungsmotivation. In: Thomae (Hrsg.): Handbuch der Psychologie. Bd. 2: Motivation. Göttingen 1965, S. 602 ff.
- Heckhausen, H.: Förderung der Lernmotivierung und der intellektuellen Tüchtigkeit. In: Roth, H. (Hrsg.): Begabung und Lernen. Stuttgart 1969, S. 193 ff.
- Heckhausen, H.: Grundlagen des frühen und schulischen Lernens. In: Schwartz, E. (Hrsg.): Begabung und Lernen im Kindesalter. Grundschulkongress 1969. Frankfurt 1969. S. 73 - 100

- Heid, H.: Begründbarkeit von Erziehungszielen. In: Zeitschrift für Pädagogik. 1972, S. 551 ff.
- Heid, H.: Zur pädagogischen Legitimität gesellschaftlicher Verhaltenserwartungen. In: Zeitschrift für Pädagogik 1970, S. 365 ff.
- Heid, H.: Über den Charakter des Gegenstandes erziehungstheoretischer Aktivitäten. In: Böhm/Schriewer (Hrsg.): Geschichte der Pädagogik und systematischen Erziehungswissenschaft. Stuttgart 1975
- Heidenreich, W.D./Heymann, H.W.: Lehr-Lern-Forschung. Neuere unterrichtswissenschaftliche Literatur im Spiegel eines neuen Forschungsansatzes. In: Zeitschrift für Pädagogik 1976, H. 2, S. 225 - 251
- Heider, F.: Attitudes and cognitive organisation. In: J. Psychol. 1946, S. 107 ff.
- Heiland, H.: Von der Grundschule zur Primarstufe - Von der Kindgemäßheit zum Prinzip der Wissenschaftsorientierung. In: Lebendige Schule 1974, S. 83 - 92
- Heimann, P.: Didaktik als Theorie und Lehre. In: Die Deutsche Schule 1962, S. 407 ff.
- Heimann, P./ Otto, G./Schulz, W.: Unterricht, Analyse und Planung. Hannover 1968
- Heipcke, K.: Zum Verhältnis von Lernzielen und Handlungszielen. Institut für Unterrichtsfragen und Lehrerfortbildung. Werkstattseminar. Basel 1973
- Hemmer, K.P./Zimmer, J.: Der Bezug zu Lebenssituationen in der didaktischen Diskussion. In: Frey, K. (Hrsg.): Curriculum-Handbuch, Bd. II, München 1975, S. 188-201
- Hempel, G.G.: Erklärung in Naturwissenschaft und Geschichte. In: Krüger, L (Hrsg.): Erkenntnisprobleme der Naturwissenschaften. Köln 1970, S. 215 ff.
- Hendrix, G.: Learning by discovery. In: Math. Teacher 1961, S. 290 - 299
- Henke, K.: Wissenschaftliche Erziehung in den Naturwissenschaften. Weinheim/Berlin 1957
- Henningsen, J. (Hrsg.): Erfolgreich manipulieren. Methoden des Beybringens. Ratingen/Kastellaun/Düsseldorf 1974
- Hentig, H.v.: Curriculum-Reform als Gegenstand der Schule. In: Paedagogica Europaea 6. 1971
- Hentig, H.v.: Schule als Erfahrungsraum? Eine Übung im Konkretisieren einer pädagogischen Idee. Stuttgart 1973
- Hentschel, D.: Lernzieloperationalisierung für die Primarstufe. In: Gesamtschule 1971, S. 23 ff.
- Hermann, G.: Learning by discovery: a critical review of studies. In: J. exp. Educ. 1969, S. 58 ff.
- Hilgard, E.R.: Theories of learning. New York 1954
- Hiller, G.G. u.a.: Stücke zu einem mehrperspektivischen Curriculum. Stuttgart 1973 ff.
- Himmerich, W. et al: Unterrichtsplanung und Unterrichtsanalyse. Ein didaktisches Modell. Bd. 1, Stuttgart 1976
- Hinrichs, W. Sachunterricht als Abkehr von der Heimatkunde? - Beweisstücke in der Polemik statt Lehrplan-Forschung. In: Päd. Rundschau 1975, H.6, S. 524 ff.

- Hirst, P.H./Peters, R.S.: Die Begründung der Erziehung durch die Vernunft. Düsseldorf 1972
- Hörz, H.: Experiment und experimentelle Tätigkeit im naturwissenschaftlichen Unterricht. In: Chemie in der Schule 1975, H. 10, S. 418 - 427
- Hörz, H.: Experiment -Modell- Theorie. In: Deutsche Zeitschrift für Philosophie 1975, H.7
- Holzcamp, K.: Theorie und Experiment in der Psychologie. Berlin 1964
- Holzcamp, K.: Sinnliche Erkenntnis. Historischer Ursprung und gesellschaftliche Funktion der Wahrnehmung. Frankfurt 1975
- Hopf, D.: Entwicklung der Intelligenz und Reform des Bildungswesens. In: Skowronek, H.(Hrsg.): Umwelt und Begabung. Stuttgart 1973, S. 179 - 198
- Horn, H.A.: Neue Richtlinien und Lehrpläne für die Grundschule. In: Die Grundschule 1970, H.2, S. 26 - 35
- Huber, G.L.: Begriffsbildung im Unterricht. Empirische Untersuchung über Denkprozesse bei Schülern. München 1970
- Huber, G.L.: Lernpsychologische Grundlagen des schülerorientierten Unterrichts. In: Einsiedler, W./Härle, H.: Schülerorientierter Unterricht. Donauwörth 1976, S. 45-7
- Hunneshagen, H./Winkler, H.: Bemerkungen zu Fragen des Problemunterrichts. In: Biologie in der Schule. 1976, H. 4, S. 129 - 133
- Hurlock, E.: Die Entwicklung des Kindes. Weinheim 1970
- Ingenkamp, K.H.: Pädagogische Diagnostik. Weinheim 1975
- Inhelder, B./Piaget, J.: De la logique de l'enfant à la logique de l'adolescent. Paris 1955
- IPN-Einheitenbank Curriculum Biologie. Hrsg.v. Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften an der Christian-Albrecht-Universität Kiel. Köln 1976
- Isaacs, N.: Children's "Why" questions. In: Isaac, S.: Intellectual growth in young children. London 1948, S. 291 ff.
- Isenegger, U.: Lernzielerhebung und Curriculumkonstruktion. Weinheim 1977
- Iwan, W.: Impulsgebung in der sogenannten intuitiven Phase des problemlösenden Unterrichts. In: Naturwissenschaften im Unterricht. H.7, 1976, S. 282 - 284
- Janke, B.: Zur Struktur der komplexen Tätigkeit des Experimentierens. In: Chemie in der Schule 1976. H. 2/3
- Jensen, A.R.: Wie sehr können wir Intelligenzquotient und schulische Leistung steigern? In: Skowronek, H.(Hrsg.): Umwelt und Begabung. Stuttgart 1973, S. 63 - 155
- Jetter, K.: Kindliches Handeln und kognitive Entwicklung. Bern 1975
- Jeziorsky, W.: Physik in der Grundschule. Kritische Betrachtungen zu einem wissenschaftsstrukturierten Unterricht nach Kay Spreckelsen. In: Westermanns Päd. Beiträge 1972, H. 2, S. 72 - 85

- Kagan, J.: Motive und Entwicklung. In: Edelstein, W./Hopf, D. (Hrsg.): Bedingungen des Bildungsprozesses. Stuttgart 1973
- Kaiser, B.: Zielorientierte Vermittlungsformen im Unterricht der Eingangsstufe. In: Deutscher Bildungsrat: Die Eingangsstufe des Primarbereichs. Bd. 3: Perspektiven und Modelle. Stuttgart 1975, S. 97 - 143
- Kaiser, H.J./Menck, P.: Didaktik und Methodik. In: Menck, P./Thoma, G. (Hrsg.): Unterrichtsmethode: Intuition, Reflexion, Organisation. München 1972, S. 145 ff.
- Karplus, R.: Science Curriculum Improvement Study (SCIS). Berkeley, California 1968.
- Kasper, H.: Erfahrung und Lernen im Raum/in: Halbias/Maurer/Popp (Hrsg.): Lernwelten und Medien. Reihe: Neuorientierung des Primarbereichs. Bd. 5, Stuttgart 1976, S. 165 ff.
- Katzenberger, L.: Zentrale Probleme des Sachunterrichts der Grundschule. In: Welt der Schule. Ausgabe Grundschule 1972, H. 11, S. 401 - 406
- Katzenberger, L. (Hrsg.): Der Sachunterricht der Grundschule in Theorie und Praxis. Ein Handbuch für Studierende und Lehrer. Teil I, II, III. Ansbach 1972, 1973, 1975
- Keiser, W.: Pädagogisch-psychologische Fragen der Ausbildung von Fertigkeiten und Gewohnheiten. In: Pädagogik 1976, H. 9, S. 840 - 850
- Kellersohn, H.: Ist der Sachunterricht in sich widerspruchsfrei? - Eine Frage aus didaktischer Sicht. In: SUMG 1973, H. 5, S. 185 - 188
- Kerschensteiner, G.: Theorie der Bildung. Berlin - Leipzig 1926
- Kerschensteiner, G.: Begriff der Arbeitsschule. München 1928⁷, 1953
- Kerschensteiner, G.: Wesen und Wert des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Leipzig 1928⁹
- Kersh, B.Y.: The motivation effect of learning by directed discovery. In: J. educ. Psychol. 1962, S. 65 ff
- Kersh, B.Y./Wittrock, M.C.: Learning by discovery, an interpretation of recent research. In: J. teacher Educ. 1962, S. 461 - 468
- Key, E.: Das Jahrhundert des Kindes. Berlin 1902
- Kitzinger, E./Kopp, F./Selzle, E.: Lehrplan für die Grundschule in Bayern mit Erläuterungen und Handreichungen. Donauwörth 1972⁵
- Klafki, W.: Das pädagogische Problem des Elementaren und die Theorie der kategorialen Bildung. Göttingen 1957.
- Klafki, W.: Dialektisches Denken in der Pädagogik. In: Oppolzer, S. (Hrsg.): Denkformen und Forschungsmethoden der Erziehungswissenschaft. Bd. 1, München 1966, S. 159 - 184
- Klafki, W.: Erziehungswissenschaft als kritisch-konstruktive Theorie: Hermeneutik - Empirie - Ideologiekritik. In: Zeitschrift für Pädagogik 1971, S. 351 - 385
- Klafki, W.: Probleme der Leistung und ihre Bedeutung für die Reform der Grundschule. In: Die Grundschule 1975, H. 10 S. 527 - 532
- Klafki, W.: Die Entwicklung einer kritisch-konstruktiven Didaktik. Gastvorlesungs-Manuskript. Regensburg 1977
- Klaingut, G.: Rehabilitierung der Sinne im Sachunterricht. In: Schweizerische Lehrerzeitung 1975, H. 47, S. 1759 ff.

- Klauwer, J.: Das Experiment in der pädagogischen Forschung. Düsseldorf 1973
- Klausner, J.: Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse. Düsseldorf 1974
- Klaus, B./Buhr, M. (Hrsg.): Philosophisches Wörterbuch. Leipzig 1974
- Klausmeier, H.J./Goodwin, W.: Learning and human abilities. New York 1969
- Klein, A.: Das chemische Experiment in der sowjetischen Schule. In: Chemie in der Schule 1974, H. 8/9, S. 375-384
- Klein, H.: Der naturwissenschaftliche Lernbereich im Sachunterricht der Grundschule. Probleme - Praxis - Perspektiven. In: Herget, H.u.a. (Hrsg.): Reform der Grundschule. Aspekte und Beiträge. Düsseldorf 1975, S. 55 ff.
- Kleinschmidt, G.: Einige lern- und denkpsychologische Grundlagen des modernen Mathematik- und Sachunterrichts in der Grundschule. In: Lebendige Schule 1970, H.6, S. 212 - 220
- Kleinschmidt, G.: Ziele der Praxis in der Grundschule - Kurzbericht über ein Forschungsprojekt des Britischen School Council. In: Ehrenwirth Grundschulmagazin 1976, H. 12, S. 5 ff.
- Klemmer, G.: Fachdidaktisches Selbstverständnis und fachdidaktische Unterrichtsforschung - Gedanken zu einer möglichen Weiterentwicklung der Fachdidaktik Chemie. 2. Teil. In: Naturwissenschaften im Unterricht. 1976, H.7, S. 299 - 303
- Klewitz, E./Mitzkat, H.: Entdeckendes Lernen in der Grundschule. In: Die Grundschule 1974, H. 7, S. 356 ff.
- Kley, E.: Das didaktische Prinzip der Lücke zur Aktualisierung des kindlichen Interesses. In: Roth, H./Blumenthal, A. (Hrsg.): Didaktische Analyse. Hannover 1964, S. 68 ff.
- Klingberg, L. (Hrsg.): Einführung in die Allgemeine Didaktik. Vorlesungen. Frankfurt a.M., o.J.
- Klingenburg, W.: Grundlagen des Weltverständnisses beim Kinde. In: Westermanns Päd. Beiträge 1959, H. 7, S. 276 ff.
- Klix, F.: Information und Verhalten. Bern, Stuttgart, Wien 1971
- Knoll, J.: Arbeitsweisen und Problemlösungsstrategien im grundlegenden Biologieunterricht. In: Bauer, H.F.u.a.: Fachgemäße Arbeitsweisen in der Grundschule. Bad Heilbrunn 1972, S. 167 ff.
- König, E./Riedel, H.: Systemtheoretische Didaktik. Weinheim 1976
- König, G.: Hypothese, Experiment, Falsifikation. In: Rombach, H. (Hrsg.): Wissenschaftstheorie. Struktur und Methode der Wissenschaften. Freiburg, Basel, Wien 1974, S. 52-57
- König, J.: Bemerkungen über den Begriff der Ursache. In: Gesellschaft, J.J. (Hrsg.): Das Problem der Gesetzlichkeit Bd. 1, Hamburg 1949, S. 25 ff.
- Körner, A.: Primarschulcurriculum in England. Ergebnisse einer empirischen Studie. In: Päd. Rundschau 1976, H.2, S. 110 - 119
- Kochan, D.C. (Hrsg.): Allgemeine Didaktik, Fachdidaktik, Fachwissenschaft. Darmstadt 1970
- Kokemohr, R.: Zur Funktion des Lehrziels für die Konstitution von Intersubjektivität im Prozeß des Lehrens und Lernens. In: Bildung und Erziehung 1973, H. 1, S. 30 ff.

- Kolbeck, H.H./Krüger, R./ Stenzel, A. (Hrsg.): Sachunterricht in der Grundschule. Kiel 1976
- Kopp, F.: Von der Heimatkunde zum Sachunterricht. Donauwörth 1972
- Kopp, F. (Hrsg.): Didaktik in Leitgedanken. Donauwörth 1974⁵
- Kotter, L.: Die zentrale Stellung des Experiments im Chemieunterricht. In: Bukatsch u.a.: Chemie. München 1976, S. 88 ff.
- Kraft, V.: Die Grundlagen einer wissenschaftlichen Wertlehre. Wien 1951
- Kraft, V.: Einführung in die Philosophie. Wien - New York 1967
- Krapp, A./ Schiefele, H. (Hrsg.): Lebensalter und Intelligenz-entwicklung. Eine Analyse des Entwicklungsmodells von B.S. Bloom mit 6 Abbildungen und 4 Tabellen. München 1976
- Krathwohl/Bloom/Masia: Taxonomie von Lernzielen im affektiven Bereich. Weinheim und Basel 1975 (Original 1964)
- Krueger, E.: Organisations- und Planungsmodelle für die Eingangsstufe. In: Deutscher Bildungsrat: Die Eingangsstufe des Primarbereichs. Bd. 3: Perspektiven und Modelle. Stuttgart 1975, S. 71 - 96
- Krueger, F.: Die Tiefendimensionen und die Gegensätzlichkeit des Gefühlslebens. Festschrift zu Joh. Volkelts 70. Geburtstag. München 1918
- Krüger, G.: Grundfragen der Philosophie. Frankfurt 1958
- Krüger, R. (Hrsg.): Projekt Lernen durch Lehren. Schüler als Tutoren von Mitschülern. Bad Heilbrunn 1975
- Krüger, W.: Vergleichen und Unterscheiden: Umgang mit der Lupe. Eine Unterrichtsstunde im Sachunterricht einer 3. Klasse. Biologischer Aspekt: Pflanzenbestimmungen. In: Die Grundschule 1975, H. 12, S. 671 ff.
- Kuhn, Th.S.: A function for thought experiments. In: Tdon, R./ Cohen, J.B. (Hrsg.): Mélanges Alexandre Koyré. Paris 1963 S. 307 ff.
- Kunert, Ch.: Provokation im Unterricht. Donauwörth 1972
- Lakatos, I. : Popper on demarcation and induction. In: Schlipp, P.A.: The Philosophy of Sir Karl Popper. 1971
- Langeveld, J. M.: Die Schule als Weg des Kindes. Braunschweig 1960
- Lauterbach, R./Marquardt, B.: Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Weinheim 1976
- Lauterbach/Roland: Naturwissenschaftlich-technisches Lernen in den Lehrplänen der Grundschule - Eine Analyse. In: Lauterbach/Marquardt (Hrsg.): 1976, S. 37 - 91
- Lay, W.A.: Methodik des naturgeschichtlichen Unterrichts. Leipzig 1907
- Leiprecht, u.a.: Von der Heimatkunde zum Sachunterricht. In: Adrion/Schneider: Grundschule im Wandel. Ravensburg 1975 S. 110 ff.
- Lersch, Ph.: Der Aufbau der Person. München 1956⁷
- Lind, G.: Sachbezogene Motivation im naturwissenschaftlichen Unterricht. Weinheim, Basel 1975
- Litt, Th.: Führen oder Wachsenlassen. Stuttgart 1952⁵
- Litt, W.: Naturwissenschaft und Menschenbildung. Heidelberg 1959²

- Ein Literaturbericht: Verschiedene Rezensionen. Entdecken-
des Lernen. In: Die Grundschule 1974, H. 7, S. 585 - 586
- Löhr, H.J./Wolff, H.: Bemerkungen zur Einheit von manueller
und geistiger Tätigkeit bei experimenteller Schüler-
tätigkeit. In: Physik in der Schule 1976, H. 6, S. 250 ff
- Löwe, B.: Wie stark interessieren sich Schüler der Eingangs-
stufe für die Menschenkunde? In: Praxis des naturwis-
senschaftlichen Unterrichts 1974, H. 1, S. 16 ff
- Lompscher, J.u.a.: Theoretische und experimentelle Unter-
suchungen zur Entwicklung geistiger Fähigkeiten. Berlin
(Ost) 1972
- Lompscher, J.: Bedingungen der Entwicklung geistiger Fähig-
keiten im Unterricht. In: Pädagogik, H.6, S. 563-575
1976
- Losser, F.: Die anthropologische Betrachtungsweise einer Ge-
schichte des Lehrens und Lernens. In: Zeitschrift für
Pädagogik 1966, H. 5, S. 425 ff.
- Losser, F.: Analysieren - experimentieren - planen. Thesen
zur Gliederung der schulpraktischen Ausbildung in der
ersten Phase der Lehrerbildung. In: Die Schulwarte
1968, H. 8, S. 698 - 708
- Lückert, H.-R.: Die Stabilität und Veränderung der kogni-
tiven Leistungen. Eine Zusammenfassung der wichtig-
sten Ergebnisse von Bloom, B.S. In: Lückert, H.-R. (Hrsg.)
Begabungsforschung und Bildungsforschung als Gegenwarts-
aufgabe. München 1969, S. 145 - 167
- Lüer, G.: Gesetzmäßige Denkabläufe beim Problemlösen. Ein
empirischer Beitrag für eine psychologische Theorie
der Entwicklung des Denkens. Weinheim und Basel 1973
- Lüttge, D.: Das Problem der Leistung aus psychologischer
Sicht. In: Westermanns Päd. Beiträge 1973, H.5, S.
261 - 266
- Lunzer, E.A.: Die Entwicklung des formalen Denkens: Einige
neuere Experimente und ihre Implikationen (Zusammen-
fassung). In: Frey, K./Lang, M. (Hrsg.): Kognitions-
psychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht.
2. IPN-Symposium Kiel 1972, Wien 1973
- Machmutow, M.J.: Teorija i praktika problemnogo obučenija
(Theorie und Praxis des Problemunterrichts). Kasan 1972
- Mager, R.: Lernziele und programmierter Unterricht. Weinheim
1971
- Mager, R.: Zielanalyse. Weinheim 1973
- Mandl, H.: Kognitive Entwicklungsverläufe von Grundschulern.
Empirische Befunde zum Schereneffekt. München 1965
- Mandl, H./Krapp, W.: Kognitive Entwicklungsverläufe von Grund-
schulern. München 1975
- Maras, R.: Sachunterricht oder Heimatkunde? keine Alternati-
ve! In: Die Grundschule 1975, H.12, S. 675 ff.
- Marquardt, B.: Das Verständnis von Wissenschaftsorientie-
rung in den Lehrplänen zum Sachunterricht (Lernbereich
Biologie) - Eine Analyse. In: Lauterbach/Marquardt (Hrsg.)
Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im
Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven.
Weinheim 1976, S. 95 - 135

- Martin, E.: Grundformen des Gegenstandsbezuges im Unterricht. Bern 1964
- Martin, E.: Probleme und Aspekte quantitativer Experimente im Biologieunterricht und bei der Durchführung von Arbeitsgemeinschaften und Rahmenprogrammen. In: Biologie in der Schule 1973, H.1, S. 18 - 30
- Martin, H.: Concepts of science education. Glenview III. 1972
- Masuch, G.: Lernziele für den Biologieunterricht.
- Meier, R.: Sachunterricht - Situation und Aufgabe. In: Lauterbach/Marquardt (Hrsg.): Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Weinheim 1976, S. 13 - 35
- Menck, P.: Unterrichtsanalyse und didaktische Konstruktion. Frankfurt 1975
- Mendel, E.: Möglichkeiten und Grenzen im Sachunterricht, aufgezeigt an dem Unterrichtsbeispiel: Einführung zur Teilchenvorstellung. In: Kuhn/Mendel/Mors/Rexer/Schmeer/Sprößler: Mathematik, Naturwissenschaften, Technik in der Primarstufe. Bad Heilbrunn 1976, S. 120-140
- Menne, K.-H.: Das Experiment im Sachunterricht der Grundschule. Vorfeld Physik - Chemie, dargestellt an Beispielen. In: Neue Wege im Unterricht. 1974, S. 22 - 29
- Messner, R. u. a.: Kind, Schule, Unterricht. Reihe Lehrerbildung von morgen. Hg. v. H. Aebli. Stuttgart 1975
- Minsel, W.-R./Kaatz, S./Minsel, B.: Lehrverhalten I, Unterrichtsziele, Selbstkontrolle, Lenkung. München 1976
- Möller, Chr.: Technik der Lernplanung. 1973¹
- Mönks, F.J./Knoers, A.M.P.: Entwicklungspsychologie. Stuttgart, Berlin 1976
- Mollenhauer, K.: Theorien zum Erziehungsprozeß. München 1972
- Montada, L.: Die Lernpsychologie Jean Piagets. Stuttgart 1970
- Montada, L.: Struktureller Transfer durch Analogiebildung. Ein entwicklungspsychologischer Beitrag zur Deutung von Lernprozessen. In: Halbfas/Maurer/Popp (Hrsg.): Neuorientierung des Primarbereichs. Bd. 1. Entwicklung und Lernfähigkeit. Stuttgart 1972, S. 100 ff.
- Montada, L.: Lernpsychologie. In: Aebli, H./Montada, L./Steiner, G.: Erkennen, Lernen, Wachsen. Stuttgart 1975
- Mors, K.: Begründung. Zielvorstellungen und Konzeption eines Geometrieunterrichts in der Primarstufe. In: Kuhn/Mendel/Mors/Rexer/Schmeer/Sprößler: Mathematik, Naturwissenschaften, Technik in der Primarstufe. Bad Heilbrunn 1976, S. 13 - 28
- Montessori, M.: Selbsttätige Erziehung im frühen Kindesalter. Stuttgart 1928
- Mosher, F.A./Rigney Hornsby: Über das Fragenstellen. In: Bruner/Greenfield u. a.: Studien zur kognitiven Entwicklung. Stuttgart 1971, S. 117 ff.
- Muckenfuß, H./Lüftner, W.: Die Verwirklichung gelenkt - entdeckenden Lernens innerhalb vorgegebener Rahmenrichtlinien am Beispiel des naturwissenschaftlich orientierten Sachunterrichts. In: Neff, G. (Hrsg.) Praxis des entdeckenden Lernens in der Grundschule. Kronberg 1977

- Muckenhaupt, M.: Spiele lehren und lernen. Eine Untersuchung zur Lehrkompetenz und Kompetenzerweiterung bei Kindern im Grundschulalter. Tübingen 1976
- Mücke, R.: Der Grundschulunterricht 1967. Bad Heilbrunn
- Mücke, R. (Hrsg.): Strukturorientierung im Unterricht. Schwerpunkt Grundschule. Unterrichtsprobleme - Unterrichtsvorschläge. Studienanregungen. Bad Heilbrunn 1975
- Müller, E.H. (Hrsg.): Planungshilfen zum Sachunterricht. (Kommentare und Materialien zu den vorläufigen Arbeitsanweisungen für den Sachunterricht in der Grundschule des Landes Baden-Württemberg). Ulm 1976
- Müller, H.W. (Hrsg.): Pflanzenbiologisches Experimentierbuch. Physiologische und bodenkundliche Versuche. Mit 46 Abbildungen. Stuttgart 1971
- Müller, L.: Von freier Schülerarbeit. Leipzig 1930
- Münch, R.: Mentales System und Verhalten. Tübingen 1972
- Mussen, P.-H.: Lehrbuch der Kinderpsychologie. Stuttgart 1976
- Muth, J.: Methode der Schule im Umbruch. In: Stach, R.: Grundfragen des Lehrens und Lernens. Düsseldorf 1974 S. 17 - 28
- Muth, J. (Hrsg.): Der Sachunterricht und das Grundschulpaket. Ein Handbuch für den optimalen Einsatz von Geräten, Materialien und weiteren Medien. Düsseldorf 1974
- Mutschler, D./Ott, E.H.: Über den Zusammenhang von Lehren und Lernen - Didaktische Implikationen gegenwärtiger Lerntheorien. In: Neff, G. (Hrsg.): Praxis des entdeckenden Lernens in der Grundschule. Kronberg 1977, S. 9 - 29
- Nagel, E.: The methods of science: What are they? Can they be taught? In: Scientific Monthly 1950, 25 ff.
- Neber, H.: Die Erforschung spontanen Lernens. Weinheim und Basel 1974
- Neff, G.: Probleme des verfahrensorientierten Sachunterrichts. In: Die Grundschule 1975
- Neff, G. (Hrsg.): Praxis des entdeckenden Lernens in der Grundschule. Kronberg 1977
- Nelson, P.A.: Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule. Stuttgart 1970. Originalausgabe unter dem Titel "Elementary School Science Activities".
- Nelson, P.A.: Discussion strategies and learning science principles. In: J. Res. Science Teach 1973, S. 25 ff
- Nelson, B./Bossing, L.: Die Projekt-Methode. In: Geißler, G. (Hrsg.): Das Problem der Unterrichtsmethode. Weinheim Berlin 1952, S. 115 ff.
- Nestle, W.: Umriss einer Neukonzeption des wissenschaftsorientierten Sachunterrichts. Dargestellt an einem Unterrichtsmodell aus dem geographischen Lernbereich unter besonderer Berücksichtigung der Bildung von wissenschaftlichen Sätzen und Begriffen. In: Die Grundschule 1973, H. 5, S. 348 - 356

- Hestle, W.: Begründung zur Ablehnung der Orientierung an "wissenschaftlichen Verfahren" und an der "Struktur der Disziplin" in wissenschaftsbezogenen Lernbereich der Grundschule. In: SMG 1974, H.2, S. 55 - 57
- Neuhaus, B.(Hrsg.): Reform des Primarbereichs. Darstellung und Analyse auf dem Hintergrund gegenwärtiger erziehungswissenschaftlicher Erkenntnisse. Düsseldorf 1974
- Nickel, H.: Entwicklungspsychologie des Kindes- und Jugendalters. Bd. I und II. Wien 1975 (2. erg. Aufl.)
- Nickel, H.: Die Lehrer-Schüler-Beziehung aus der Sicht neuer Forschungsergebnisse. Ein transaktionales Modell. In: Psychologie in Erziehung und Unterricht. 1976, H. 3, S. 153 - 172
- Odenbach, K.: Das Wagnis des Unterrichts. Braunschweig 1967
- Odenbach, K.: Der Widersinn als Didaktikum. In: Odenbach, K.: Das Wagnis des Unterrichts. Braunschweig 1967, S. 74 -78
- Odenbach, K.: Vorwegnahme, Verführung und Überforderung als schulpädagogische Probleme. In: Stach, R.: Grundfragen des Lehrens und Lernens. Düsseldorf 1974
- Oerter, R.: Über den Einfluß verschiedener Arten von Informationsaufnahme und -verarbeitung auf den Lernprozeß.- Praxis und Perspektiven des Programms. Unterrichts. Bd. II. Quickborn 1967
- Oerter, R.: Moderne Entwicklungspsychologie. Donauwörth 1969 6
- Oerter, R.: Psychologie des Denkens. Donauwörth 1971
- Osgood, C.H./Tannenbaum, R.H.: The principle of congruity in the prediction of attitude change. In: Psychol. Rev. 1955, S. 42 ff.
- Otto, B.: Volksorganisches Denken, In: Otto, B.: Ausgewählte Pädagogisch-e Schriften, hrsg. v. Kreitmair, H. Paderborn 1963, S. 178 - 201.
- Pankratz, V./Puchtinger, F./Reuther, H./Schmoranzner, H./Sooch, B./Struß, H./Tresselt, P.: Naturwissenschaftlicher Unterricht. Gesichtspunkte der Beobachtung, Beratung, Beurteilung. Frankfurt 1976
- Parreren, van: Lernen in der Schule. Weinheim 1970
- Parthey, H./Wahl, D.: Die experimentelle Methode in Natur- und Gesellschaftswissenschaften. Berlin 1966
- Petersen, W. H.: Didaktik als Strukturtheorie des Lehrens und des Lernens. Ratingen/Kastellaun/Düsseldorf 1975
- Petter, G.: Die geistige Entwicklung des Kindes nach Jean Piaget. Stuttgart 1966
- Petzelt, A.: Von der Frage. Eine Studie zum Begriff der Bildung. Freiburg 1957
- Petzelt, M.: Darstellung verschiedener Projekte zum naturwissenschaftlichen Sachunterricht in der Bundesrepublik Deutschland. Schwerpunkt: Ökologie/Umweltschutz. In: Lauterbach, R./Marquardt, B.(Hrsg.): Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Basel und Weinheim 1976, S. 215 - 252

- Pfeiffer, R.: Biologie im Sachunterricht. Diskussionsentwurf für eine Neuplanung in der Jahrgangsstufe 1 - 4 der Berliner Grundschule. In: Lauterbach/Marguarat (Hrsg.): Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Weinheim 1976, S. 137 - 156
- Piaget, J.: Psychologie der Intelligenz. Zürich 1947
- Piaget, J.: Psychologische Betrachtungen über den Unterricht der Naturwissenschaft an der Grundschule. UNESCO-Schrift. Wiesbaden 1950
- Piaget, J.: Das Erwachen der Intelligenz. Stuttgart 1969
- Piaget, J.: Theorien und Methoden der modernen Erziehung. Wien, München, Zürich 1972 (orig. Paris 1964)
- Piaget, J.: Der Strukturalismus. Die mathematischen und logischen Strukturen. Die physikalischen und biologischen Strukturen. Die physiologischen Strukturen. Der linguistische Strukturalismus. Die Verwendung der Strukturen in den Sozialwissenschaften. Strukturalismus und Philosophie. Olten 1973 (orig. Paris 1968)
- Piaget, J.: Abriss der genetischen Epistemologie. Mit einer Einführung von Fritz Kubli und einer Bibliographie der Werke von Piaget. Olten 1974 (orig. Paris 1970)
- Piaget, J.: Lebendige Entwicklung. In: Zeitschrift für Pädagogik 1974, H. 1, S. 1 - 6
- Piaget, J.: Das Recht auf Erziehung und Die Zukunft unseres Bildungssystems. Deutsche Ausgabe: München 1975, 1948 und 1972 Paris UNESCO
- Piaget, J./Inhelder, B.: Die Psychologie des Kindes. Olten 1972
- Pietsch, A.: Der Versuch im Biologieunterricht. In: Biologie in der Schule. Berlin 1952, S. 33 - 39
- Pietsch, A.: Das Experiment im Biologieunterricht der Grundschule. In: Biologie in der Schule 1953, H. 8, S. 358 ff.
- Pietsch, H. Das biologische Kleinexperiment. In: Biologie in der Schule 1973, H. 6, S. 220 - 228
- Pöppel, K.G.: Motivation. In: Ipfling, H.J. (Hrsg.): Grundbegriffe der pädagogischen Fachsprache. München 1974 S. 154 - 159
- Popp, W.: Zur Reform des Sachunterrichts in der Grundschule. In: Die Deutsche Schule 1970, H. 4, S. 400 - 410
- Popper, K.R.: Logik der Forschung. Tübingen 1971⁴ (orig. 1954)
- Popper, K.R.: Objektive Erkenntnis. Hamburg 1973
- Potthoff, W.: Methodische Lernhilfen. Ravensburg 1976
- Prell, S.: Erfolgsfeststellung von Orientierungsstufen. München 1977
- Putz-Osterloh, W.: Die Effektivität verschiedener Trainingsmethoden des Problemlösens. Dissertation, München 1973
- Rabenstein, R. (Hrsg.): Erstunterricht. Bad Heilbrunn 1974
- Rauschenberger, H.: Über das Lehren und seine Momente. In: Adorno, T.W. u.a.: Zum Bildungsbegriff der Gegenwart. Frankfurt 1967, S. 64 - 110
- Rehn, G.: Zur Entwicklung der geistigen Schülertätigkeit. In: Biologie in der Schule 1976, H. 1, S. 8 - 11
- Reinermann, U.: Pädagogisch-psychologische Aspekte, generelle Grundsätze und Formen der Realisierung des intendierten Unterstufenunterrichts in der DDR. In: Vogt u.a.: Primarstufenunterricht in der DDR sowie in der BRD und UdSSR in Schweden und in Polen. Ratingen 1974, Bd. 2, S. 15 ff.

- Reiter, J.: Erklären und Verstehen - das Historismusproblem im Anschluß an Dilthey. In: Rombach, H.(Hrsg.): Wissenschaftstheorie 1. Struktur und Methode der Wissenschaften. Freiburg, Basel, Wien 1974, S. 32 - 37
- Reiter, J.: Interpretation. In: Rombach, H.(Hrsg.): Wissenschaftstheorie 2. Struktur und Methode der Wissenschaften. Freiburg, Basel, Wien 1974, H. 2, S. 104 - 109
- Retter, H.: Infant-School - ein Modell für die Eingangsstufe? In: Die Grundschule 1974, H. 2, S. 80 - 86
- Rexer, E.: Der Lernbereich Biologie im Sachunterricht der Primarstufe. In: Kuhn/Mendel u.a.: Mathematik, Naturwissenschaften, Technik in der Primarstufe. Bad Heilbrunn 1976, S. 70 ff.
- Riedel, K.: Lehrhilfen zum entdeckenden Lernen. Ein experimenteller Beitrag zur Denkerziehung. Hannover 1973.
- Ritter, J.(Hrsg.): Historisches Wörterbuch der Philosophie. Darmstadt 1972
- Robinson, B.: Bildungsreform als Revision des Curriculums. Neuwied, Berlin 1967
- Rogers, C.: Lernen in Freiheit. München 1974
- Rohr, A.R.: Kreative Prozesse und Methoden der Problemlösung. (bearb.v. Rohr-Dietschi, U.). Basel, Weinheim 1975
- Rombach, H. (Hrsg.): Lexikon der Pädagogik. 4 Bde. Freiburg 1970
- Rombach, H.: Erfahrung, Erkenntnis, Wissen. In: derselbe : Wissenschaftstheorie 2. Probleme und Positionen der Wissenschaftstheorie. Freiburg, Basel, Wien 1974, S. 36 - 52
- Rombach, H.: Die Grundstruktur der Wissenschaften. In: Rombach, H.(Hrsg.): Wissenschaftstheorie 2. Probleme und Positionen der Wissenschaftstheorie. Freiburg, Basel, Wien 1974, S. 7 - 29
- Rosenfeld, G.: Theorie und Praxis der Lernmotivation. Berlin 1970
- Roth, E.: Sachunterricht/Technik in der Grundschule. Perspektiven 1973. In: Adrion/Schneider (Hrsg.): Texte zur Reform des Grundschulunterrichts. Ravensburg 1975, S. 127 - 145
- Roth, H.: Pädagogische Anthropologie, Band I, Bildsamkeit und Bestimmung. Hannover 1966
- Roth, H.(Hrsg.): Begabung und Lernen. Stuttgart 1969³
- Roth, H.: Pädagogische Anthropologie. Band VI, Entwicklung und Erziehung. Hannover 1971
- Roth, H.: Stimmen die deutschen Lehrpläne noch? In: Achtenhagen, F./Meyer, H.L.: Curriculumrevision. Möglichkeiten und Grenzen. 1971
- Roth, L.: Die Wirkung der Organisationsformen von Lernbedingungen. In: Effektivität von Unterrichtsmethoden. Hannover 1971
- Roth, L.: Effekte von Unterrichtsmethoden im Unterrichtsprozeß. In: Welt der Schule, H. 12, 1974, S. 441
- Roth, L. (Hrsg.): Handlexikon zur Erziehungswissenschaft. München 1976
- Roth, W.K.: Entwicklung des technischen Verständnisses. Ravensburg 1974
- Roth/Blumenthal (Hrsg.): Zum Problem der Lernziele. Hannover 1973

- Rossa, E.: Experiment - experimentelle Methode - Persönlichkeitseentwicklung. In: Biologie in der Schule. Berlin - Ost 1976, H. 11, S. 449 - 461
- Roskopf, M.F.: The strategy of concept attainment. In: Teachers College Rec. 60, 1958, S. 1 - 8
- Rubinstein, S.L.: Das Denken und die Wege seiner Erforschung. Berlin 1972
- Rüdiger, H.: Außerschulische Pädagogik des 5 - 10-jährigen Schülers. In: Schröter, G.: Analyse und Ansätze einer neuen Grundschuldidaktik. Kastellaun 1976
- Rumpf, H.: Scheinklarheiten. (Sammelband von verschiedenen Aufsätzen), Braunschweig 1971
- Rumpf, H.: Verdrängte Lernziele. In: Flügge, J. (Hrsg.): Zur Pathologie des Unterrichts. Bad Heilbrunn 1971
- Rumpf, H. (Hrsg.): Schulwissen. Probleme der Analyse von Unterrichtsinhalten. Göttingen 1971
- Rumpf, H. (Hrsg.): Unterricht und Identität. Perspektiven für ein humanes Lernen. München 1976
- Ruprecht, H./Beckmann, H.-K./ v. Cube, F./ Schulz, W.: Modelle grundlegender didaktischer Theorien. Beiträge zu einer neuen Didaktik. Hannover 1972
- Ruprecht, H.: Unterrichtsforschung. In: Roth, I. (Hrsg.): Handlexikon zur Erziehungswissenschaft. München 1976, S. 446 ff.
- Rutt, Th./Schmack, E. (Hrsg.): Primarstufenstudien. Folge V. Beiträge zur empirischen Unterrichts- und Erziehungsforschung. Kastellaun 1976
- Sachsse, H.: Methode, Verfahren, Zugangsweisen. In: Rombach, H. (Hrsg.): Wissenschaftstheorie 2. Probleme und Positionen der Wissenschaftstheorie. Freiburg, Basel, Wien 1974, S. 29 - 36
- Salber, W.: Der psychische Gegenstand. Untersuchungen zur Frage des psychischen Erfassens und Klassifizierens. Bonn 1965 (hier 1968)
- Salzmann, Ch.: Impuls - Denkanstoß - Lehrerfrage. Essen 1969
- Salzmann, Ch.: Die Vereinfachung als didaktisch-methodisches Problem. In: Stach, R.: Grundfragen des Lehrens. Düsseldorf 1976, S. 75
- Scandura, J.M.: Teaching-technology or theory. In: Amer. educ. Res. J. 3, 1966, S. 139 - 146
- Schaal, R.: Die entwicklungspsychologischen Grundlagen des naturkundlichen Unterrichts und dessen Bildungsplan im Rahmen der Heimatkunde. In: Die Schulwarte 1959, H. 1, S. 1ff.
- Schaal, R.: Das Verstehen des Lebendigen. In: Westermanns Päd. Beiträge 1959, H. 7, S. 273 ff.
- Schaal, R.: Das Mitleben mit dem Lebendigen. In: Westermanns Päd. Beiträge 1959, H. 8, S. 330 ff.
- Schwarzer/Steinhagen (Hrsg.): Adaptiver Unterricht. München 1975
- Scherpelz, H.-R.: Die elementare-experimentelle Operation. - Grundlagen der Bewertung experimenteller Fähigkeiten und Fertigkeiten. In: Chemie in der Schule 1974, H. 3, S. 130 - 137

- Schiefele, H.: Motivation im Unterricht. München 1968³.
- Schiefele, H.: Lernmotivation und Motivlernen. Grundsätze einer erziehungswissenschaftlichen Motivationslehre. München 1974
- Schiefel, H./Krapp, A.: Studienhefte zur Erziehungswissenschaft. H. 3: Entwicklung und Erziehung. München 1974
- Schietzel, C.: Das volkstümliche Denken und der naturkundliche Unterricht in der Volksschule. Hamburg 1939
- Schietzel, C.: Auf dem Boden der Wirklichkeit. Fritz Stückrath zum siebzigsten Geburtstag. In: Westermanns Päd. Beiträge 1972, S. 291 ff
- Schietzel, C.: Exakte Naturwissenschaften in der Grundschule? Hans Sprenger zum Gedächtnis. In: Die Grundschule 1973, H. 3, S. 153 - 164
- Schmeer, E.: Technik im Sachunterricht der Primarstufe. In: Kuhn/Mendel/Mors/Rexer/Schmeer/Sprößler: Mathematik, Naturwissenschaften, Technik in der Primarstufe. Bad Heilbrunn 1976, S. 190- 205
- Schmidt, W.H.: Erziehung und Entwicklung des Kindes. Eine Einführung in die Entwicklungspsychologie. Braunschweig 1976
- Schneider, K.: Wissenschaftlichkeit oder Kindgemäßheit? In: Adrion/Schneider: Grundschule im Wandel. Ravensburg 1975, S. 228 - 242
- Schnitzer, A./ Geisreiter, E./Schiller, H. (Hrsg.): Schwerpunkt Schülerverhalten - Lehrerverhalten. Grundlagen, Wechselbeziehungen, Folgerungen. München 1967
- Schöler, W.: Geschichte des naturwissenschaftlichen Unterrichts. Berlin 1970
- Scholz, G.: Lernziel. In: Ipfling, H.-J. (Hrsg.): Grundbegriffe der pädagogischen Fachsprache. München 1974, S. 188 - 198
- Scholz, G.: Methode. In: Ipfling, H.-J. (Hrsg.): Grundbegriffe der pädagogischen Fachsprache, München 1974 S. 199 ff.
- Scholz, G.: Ethische Implikationen im Bereich des unterrichtsmethodischen Vorgehens. In: Ehrenwirth-Grundschulmagazin, 1976, H5, S. 3 ff.
- Schoz, W.: Betrachtungen, Untersuchung und Experiment im Unterricht. In: Biologie in der Schule, Berlin-Ost 1958, H.2, S. 77 ff.
- Schreier, H.: Neue Themen im Sachunterricht. In: Die Grundschule 1975, S. 667 ff.
- Schreitling, K.T.: Strukturierung des Sachunterrichts (Biologie) in der Primarstufe nach prozeß- und konzeptorientierten Leitlinien -am Beispiel der Lehrpläne- wärfe von Schleswig-Holstein und Niedersachsen. In: Lauterbach/Marquardt (Hrsg.): Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Basel und Weinheim 1976, S. 157 - 172
- Schroder, H.M./Driver, M.J./Streuert, S.: Menschliche Informationsverarbeitung. Weinheim 1975

- Schröter, G.: Didaktik als Struktur der Lehrfunktionen. Düsseldorf 1972
- Schröter, G.(Hrsg.): Analyse und Ansätze einer Neuen Grundschuldidaktik. Kastellaun 1976 (hier: Einführung v.G. Schröter)
- Schulz, W.: Unterricht, Analyse und Planung. In : Blumenthal, A. (Hrsg.): Unterricht, Analyse und Planung. Hannover 1965
- Schulz-Hageleit, P.: Einwände zur Lerntheorie von Gagné, R.M. In: Päd. Rundschau 1971, S. 348 ff.
- Schwarzer, R./Steinhagen, K.(Hrsg.): Adaptiver Unterricht. München 1975
- Schwedes, H.(Hrsg.): Zeit - Bausteine für ein offenes Curriculum - Naturwissenschaftlicher Unterricht/ Primarstufe. Stuttgart 1975
- Schwedes, H.(Hrsg.): Lernziele/Erste Erfahrungen. Bausteine für ein offenes Curriculum. Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Primarstufe. Stuttgart 1976
- Schwedes, H.(Hrsg.): Über den Umgang mit Lernzielen. Stuttgart 1976
- Seidl, P.: Sozialisationstheoretische Überlegungen zum Thema des Projektunterrichts. Man. Uni Innsbruck 1972 (Hrsg.: Institut für Erziehungswissenschaft)
- Seiler, Th.B.: Die Bereichsspezifität formaler Denkstrukturen - Konsequenzen für den pädagogischen Prozeß. In: Frey, K./Lang, M.(Hrsg.): Kognitionspsychologie und naturwissenschaftlicher Unterricht. 2. IPN-Symposium Kiel 1972, Wien 1973
- Seiler, Th.B.: Kognitive Strukturiertheit und kognitive Persönlichkeitstheorien. In: Seiler, Th.B.(Hrsg.): Kognitive Strukturiertheit. Stuttgart 1973
- Seisenberger, G.(Hrsg.): Problemlösen im Unterricht. Eine Untersuchung zum Transfer von Kenntnissen. Mit 30 Abbildungen und 32 Tabellen. München 1974
- Shulman, L.S./Keislar, E.R.(ed.): Learning by discovery: A critical appraisal. Chicago 1966
- Skowronek, H.: Lernen und Lernfähigkeit. München 1969
- Slawik, J.: Ziele, Inhalte und Realisationsformen des Polnisch- und Mathematikunterrichts in den Klassen 1 - 4 der polnischen Grundschule. In: Vogt, H.u.a.: Primarstufenunterricht in der DDR sowie in der BRD und UdSSR, in Schweden und in Polen. Ratingen 1974, Bd.3, S.199ff.
- Sönnichsen: Erneuerung des Biologieunterrichts. 1973
- Soostmeyer, M.: Aspekte forschend-findenden Lernens im Sachunterricht. Fachperspektive Physik. In: Neue Wege im Unterricht 1975, H. 2, S. 71 - 83
- Spada, M.: Modelle des Denkens und Lernens. Bern, Stuttgart, Wien 1976
- Spranger, E.: Der Bildungswert der Heimatkunde. Berlin 1923, Stuttgart 1952
- Spreckelsen, K.A.u. Mitarbeiter: Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule. Frankfurt 1971
- Spreckelsen, K.A.: Konzeptdeterminierter Physikunterricht in der Grundschule. Bemerkungen zur Kritik v. Jeziorsky, W. In: Westermanns Päd, Beiträge 1972, XI, S. 590 - 597

- Spreckelsen, K.A.: Beziehungsvolles Lernen im Sachunterricht. In: Die Grundschule 1974, H. 11, S. 578-584
- Sprissler, W.: Naturwissenschaftlicher Sachunterricht in der Primarstufe - Orientierung am kindgemäßen Gegenstand und den Disziplinen der Chemie und Physik. In: Kuhn/Mendel/Mors/Rexer/Schmeer/Sprissler: Mathematik, Naturwissenschaft und Technik in der Primarstufe. Bad Heilbrunn 1976, S. 161 - 177
- Stark, W.: Kindes- und Jugendpsychologie. Hamburg 1971
- Stegmüller, W.: Wissenschaftliche Erklärung und Begründung. Berlin 1969
- Steindorf, G.: Bemerkungen zu einer Didaktik des Elementaren. In: Lebendige Schule 1968, H. 3, S. 77 ff.
- Steiner, G.: Erkennen, Lernen und Entwicklung: der kognitive Aspekt. In: Aebli, H./Montada, L./Steiner, G.: Erkennen, Lernen, Wachsen. Stuttgart 1975
- Stückrath, F.: Kindeseigene Zoologie. In: Westermanns Päd. Beiträge 1952, H. 11, S. 574 ff.
- Suchman, R.J.: Inquiry training: Building skills for autonomous discovery. In: Merrill-Palmer Quart. 7, 1961, S. 147-170 (Zit. nach Oerter, Psychologie des Denkens)
- Suin de Boutemard, B.: Projektunterricht - Wie macht man das? In: Betrifft: Erziehung 1975, H. 1, S. 31 ff
- Taba, H.: Strategy for learning. In: Kuslan, L.J./Stone, A. H.(ed.): Readings on teaching children science. Belmont, Cal. 1969, S. 256 - 261 (b)
- Taba, H.: Lehrerhandbuch zu "Elementary Social Studies". In: Reindel, H.u.a.(Hrsg.) Handbuch der Unterrichtsplanung und Curriculumentwicklung nach Hilda Taba. Stuttgart 1974, S. 11 - 114
- Teschner, W.P.: Wissenschaftliche Zielanalyse als Kern der Curriculumentwicklung. In: Beiträge zum Lernzielproblem (Hrsg. vom Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen) Ratingen 1972, S. 12 ff.
- Tewes, U.: Einführung in die Unterrichtspsychologie. Stuttgart 1976
- Thiel, S.: Grundschulkinder zwischen Umgangserfahrung und Naturwissenschaft. In: Wagenschein, M./Banholzer, A./Thiel, S.: Kinder auf dem Weg zur Physik. Stuttgart 1973
- Thiel, S.: Zum Problem der Vereinfachung und der Modellvorstellung bei Martin Wagenschein. In: Halbfas/Maurer/Popp (Hrsg.): Neuorientierung des Primarbereichs. Bd. 4 In Modellen denken. Stuttgart 1976, S. 22 - 31
- Tolman, E.C.: Ein kognitives Motivationsmodell. In: Thomae, H.(Hrsg.): Die Motivation des menschlichen Handelns. Köln 1966, S. 448 ff.
- Travers, R.M.W.: Grundlagen des Lernens. München 1975
- Trzeciak, H.: Lehrformen und Unterrichtserfolg. Historische und empirische Untersuchungen. Dudweiler 1968
- Tröger, W.: Erziehungsziele. München 1974
- Tütken/Spreckelsen, K.: Zielsetzung und Struktur des Curriculum. - Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule. Bd. 1, Frankfurt 1971
- Tyler, R.W.: Curriculum und Unterricht. Düsseldorf 1973. (Orig. Chicago/London 1949)

- Ulich, D.: Pädagogische Interaktion als Prozeß sozialer Einflußnahme. Gegenstandsbestimmung und Forschungsinteresse sozialpsychologischer Ansätze. In: Zeitschrift für Pädagogik 1976, H. 6, S. 849 - 856
- Ulich, D.: Verfahren und Probleme von Unterrichtsanalysen. In: Zeitschrift für Pädagogik 1976, H. 6, S. 907 - 914
- Ullrich, H.: Bauen, Konstruieren, Experimentieren. Spiele im naturwissenschaftlich-technischen Sachunterricht. In: Die Grundschule 1976, H. 1, S. 12 ff.
- Ulmann, G. (Hrsg.): Kreativität. Neue amerikanische Ansätze zur Erweiterung des Intelligenzkonzeptes. Weinheim, Berlin, Basel 1968
- Ulrich, F.: Philosophische Reflexion über die Frage: "Was ist Didaktik?". In: Röhrs, H. (Hrsg.): Die Lehrerbildung im Spannungsfeld unserer Zeit. Ratingen 1965 S. 130 - 142
- Urschler: Forschungsversuch und illustrativer Versuch. In: Naturwissenschaft im Unterricht 1970, H. 2, S. 81 ff.
- Vogt, H.u.a.: Primarstufenunterricht in der DDR sowie in der BRD und UdSSR, in Schweden und Polen. 3 Bde. Ratingen 1974
- Volk, H.: Individualpsychologische Voraussetzungen für einen schülerorientierten Unterricht. In: Schnitzer, A./Geisreiter, E./Volk, H.: Schwerpunkt: Schülerorientierter Unterricht. Grundsätze, Möglichkeiten, Maßnahmen. München 1976, S. 55 - 78
- Wagenschein, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken. I. Stuttgart 1965, Bd. I
- Wagenschein, M.: Verstehen lernen. Weinheim 1968
- Wagenschein, M.: Ursprüngliches Verstehen und exaktes Denken II. Stuttgart 1970, Bd. II
- Wagenschein, M.: Die pädagogische Dimension der Physik. Braunschweig 1971
- Wagenschein, M./Banholzer, N./Thiel: Kinder auf dem Weg zur Physik. Stuttgart 1973
- Wagenschein, M.: Der Vorrang des Verstehens, In: Neue Sammlung 14, 1974, H. 2, S. 144 - 160
- Wagner, R.: Grundlegende Versuche im biologischen Sachunterricht des 3. und 4. Schuljahres. In: Welt der Schule 1973, S. 213-227
- Wasna, M.: Motivation, Intelligenz und Lernerfolg. München 1972
- Weber, E. (Ed.): Pädagogik. Bd. 1. Grundfragen und Grundbegriffe. Donauwörth 1972
- Wedekind, W.: Wie wir die Lernergebnisse ermitteln und analysieren. In: Physik in der Schule 1976, H. 6, S. 216-218
- Weinert, F.E.: Experimentelle Untersuchungen über Formen und Bedingungen des kognitiven Lernens bei Kindern. In: Archiv f.d. ges. Psychologie 116, 1964

- Weinert, F.E.: Der Beitrag der Psychologie zu einer Theorie des Lehrens. In: Nickel, H./Langhorst, E. (Hrsg.): Brennpunkte der pädagogischen Psychologie. Stuttgart, Bern, 1973
- Weinert, F.: Fähigkeits- und Kenntnisunterschiede zwischen Schülern. In: Weinert, F.u.a. (Hrsg.): Funk-Kolleg. Pädagogische Psychologie, Bd. 2, Frankfurt 1974, S. 763 - 793
- Weizsäcker, C.Fr.v.: Das Experiment. In: Studium generale I Berlin 1947
- Wellendorf, F.: Schulische Sozialisation und Identität. Weinheim 1974²
- Weltner, K./Warnkross, K.: Über den Einfluß von Schülerexperimenten, Demonstrationsunterricht und informierendem Physikunterricht auf Lernerfolg und Einstellung der Schüler. In: Roth, L. (Hrsg.): Beiträge zur empirischen Unterrichtsforschung. Hannover 1972
- Wenzel, A.: Alte und neue Zielsetzung der Grundschule. In: Lebendige Schule 1969, S. 16 - 22
- Wenzel, A.: Sachunterricht und die Grundlagen der Grundschulreform. In: Herget/Götz/Siepmann (Hrsg.): Reform der Grundschule. Aspekte und Beiträge. Düsseldorf Ratingen 1975, S. 51 - 54
- Wertheimer, M.: Produktives Denken. Frankfurt 1957
- Westphal, E.u.a.: Prototypischer Sachunterricht auf der Primarstufe. Düsseldorf 1976
- White, R.W.: Motivation reconsidered: The concept of competence. Psychol. Rev. 1959, 66, S. 297 ff.
- Wichmann, O.: Eigengesetz und bildender Wert der Lehrfächer. Halle 1930
- Willmann, O.: Didaktik als Bildungslehre. Freiburg 1957⁶
- Winnefeld, F.: Pädagogischer Kontakt und pädagogisches Feld. München 1967⁴
- Witte, R.: Konzeptdeterminierte Curricula für die Grundschule? In: Schwartz, E. (Hrsg.): Materialien zum Lernbereich Biologie im Sachunterricht der Grundstufe. Frankfurt 1971, S. 25 - 46
- Wittgenstein, L.: Tractatus logico-philosophicus. Logisch-philosophische Abhandlung. Frankfurt 1976¹¹ (Orig. Oxford, London 1921)
- Wittrock, M.C.: The learning-by-discovery hypothesis. In: Shulman, S./Keislar, E.R. (Hrsg.): Learning by discovery: A critical appraisal. Chicago 1966
- Worthen, B.R.: Entdeckende und darbeitende Aufgabenrepräsentation in der Grundschulmathematik. In: Neber, H. (Hrsg.): Entdeckendes Lernen. Weinheim 1973, S. 221-242
- Wulf, Chr. (Hrsg.): Wörterbuch der Erziehung. 1974
- Wundt, W.: Einführung in die Psychologie. Leipzig 1911
- Ziechmann, J.: Überlegungen zur Integration von Lehrgängen und fächerübergreifenden Unterrichtseinheiten im Sachunterricht der Grundschule. In: Welt der Schule H. 2, S. 52

Ziechmann, J.: Integriertes Curriculum für den Sachunterricht und projektorientierte Lehrerbildung. In: Lauterbach/Marquardt (Hrsg.): Naturwissenschaftlich orientierter Sachunterricht im Primarbereich. Bestandsaufnahme und Perspektiven. Weinheim und Basel 1976, S. 255 - 275

-
- Bernstein, B.: Sprache und Lernen im Sozialprozeß. In: Flitner, A./Scheuerl, H. (Hrsg.): Einführung in pädagogisches Sehen und Denken. München 1969, S. 253-270
- Klafki, W.u.a.: Erziehungswissenschaft. Funk-Kolleg. 3 Bde. Frankfurt 1970
- Palmer, E.L.: Accelerating the child's cognitive attainments through the inducement of cognitive conflict: an interpretation of the Piagetian position. J.Res. Science Teach. 1965, 3, S. 318 ff
- Suchman, J.R.: Developing inquiry. Chicago (Science Research Associates) 1966
- Tütken, H.: Einleitende Bemerkungen zu den "neuen" naturwissenschaftlichen Elementarschulcurricula in den USA. In: Zielsetzung und Struktur des Curriculum. Naturwissenschaftlicher Unterricht in der Grundschule. Hrsg. von Tütken, H.: Spreckelsen, K. Bd.1. Frankfurt-Berlin-München 1970, S. 7 - 28
- Walter, H.: Kindheit. In: Ipfling, H.-J. (Hrsg.): Grundbegriffe der pädagogischen Fachsprache. München 1974, S. 154 - 159

Lebenslauf

- 26.4.1945 Geboren in Gleißenthal, Landkreis Neustadt W/N
als erstes von drei Kindern des Landwirts
Karl Bäuml und seiner Ehefrau Erna, geb. Würth
- 1951 - 1958 Besuch der Volksschule in Windisch-Eschenbach
in der Oberpfalz
- 1958 - 1965 Besuch des Deutschen Gymnasiums in Regensburg
- Abitur
- 1965 - 1968 Studium an der Pädagogischen Hochschule
Regensburg der Universität München
- I. Lehramtsprüfung
- 1968 - 1970 Lehrerin an der Volksschule St. Wolfgang in
Regensburg / Regensburg Stadt
- Studium an der Universität Regensburg in
den Fächern Germanistik und Pädagogik
- 1970 - 1972 Lehrerin in Wiesau / Landkreis Tirschenreuth
- 1971 - II. Lehramtsprüfung
- 1972 - 1973 Ausbildungslehrerin an der Grundschule Von-der-
Tann in Regensburg / Regensburg Stadt
- 1973 Ernennung zur wissenschaftlichen Assistentin
am Lehrstuhl für Grundschuldidaktik (Prof. Dr.
Karolina Fahn) an der Universität Regensburg
- 1973 - 1977 Studium an der Universität Regensburg in den
Fächern Pädagogik und Philosophie
- 1977 Promotion
- Hauptfach : Pädagogik (Prof. Dr. H. Heid)
- Nebenfach : Philosophie (Prof. Dr. F. Ulrich)

K.-J. Bäuml