

Ulrike Burmann

Empirische Studie zum Interventionsprogramm  
Cognitive Acceleration through Science Education (CASE)

### Das CASE-Programm

Ziel des CASE-Programms ist es, bei den Schülerinnen und Schülern formale Operationen sensu Piaget zu entwickeln bzw. zu fördern, um dadurch (als zweite Konsequenz) das Niveau im naturwissenschaftlichen Unterricht zu steigern (Shayer & Adey, 1992a, 1992b; Adey & Shayer, 1994). Entwickelt wurde das Programm für „normale“ britische Schulen (Population mit gemischten kognitiven Fähigkeiten).

Als Denkmuster formaler Operationen werden betrachtet<sup>1</sup>:

1. Die Handhabung von Variablen: Kontrolle und Ausschluß von Variablen, Klassifikation
2. Die Beziehungen zwischen Variablen: Rationalität und Proportionalität, Kompensation und Äquilibration, Korrelation, Wahrscheinlichkeit
3. Formale Modelle: Konstruktion und Anwendung formaler Modelle, logisches Denken

Zwei Jahre lang werden mit Beginn der Klassenstufe 7 oder 8 (im britischen Schulwesen 11- oder 12-jährige Schülerinnen und Schüler) 14tägig ca. 70 min „Thinking Science Lessons“, insgesamt ca. 30 Aktivitäten, geboten. Die „Denkstunden“ finden während des regulären naturwissenschaftlichen Unterrichts statt, so daß sich die „normalen“ Unterrichtsstunden entsprechend reduzieren. In den CASE-Lektionen werden keine spezifischen Inhalte des naturwissenschaftlichen Curriculums behandelt. Das Ziel des Interventionsprogrammes besteht nicht darin, daß sich die Schülerinnen und Schüler Wissen über naturwissenschaftliche Inhalte aneignen (deklaratives Wissen), sondern Inhalte und Experimente werden genutzt, um bestimmte Denk- und Arbeitsweisen bei den Schülerinnen und Schülern zu fördern (prozedurales Wissen). Allerdings können (und sollten) ausgehend von den CASE-Inhalten Beziehungen zu den „normalen“ naturwissenschaftlichen Stunden gezogen werden, um so einen Wissenstransfer zu ermöglichen (Adey, Shayer & Yates, 1989; Adey & Shayer, 1994).

Die „5 Säulen“ des CASE-Konzepts, nach denen eine „Denkstunde“ aufgebaut ist, sind nach Adey & Shayer (1994):

1. Konkrete Vorbereitung: Wichtige Begriffe werden eingeführt oder wiederholt. Die Schüler/innen machen konkret-praktische Erfahrungen mit den Arbeitsmaterialien und dem neuen Vokabular.
2. Kognitiver Konflikt: Ein Ereignis stimmt nicht mit den Erwartungen der Schülerinnen und Schüler überein, neue Vorgehens- (Denk-)weisen müssen entwickelt werden (problemorientierter Unterricht).
3. Konstruktionszone: Hier erfolgt die Lösung des kognitiven Konflikts und die Rekonstruktion des Wissens durch die Schülerinnen und Schüler selbst. Die Lehrer/innen schaffen günstige Lernbedingungen und assistieren dem/der Schüler/in. Der Übergang von der Zone der aktuellen Leistung zur Zone der nächsten Entwicklung findet statt.
4. Metakognitionen: Die Schülerinnen und Schüler werden angeregt, über ihr Denken und Handeln nachzudenken (bewußte Reflektion). Diskussionen in der Gruppe und gezieltes Fragen des Lehrers/ der Lehrerin spielen dabei eine wichtige Rolle.

---

<sup>1</sup> Jede der CASE Lektionen fokussiert auf eines dieser Denkmuster.

5. Bridging: Der Transfer des erworbenen Wissens auf andere Bereiche, Situationen wird vorgenommen. Das sollte bereits innerhalb der CASE-Lektionen und/oder in anderen naturwissenschaftlichen Lektionen erfolgen.

Die Merkmale 1-3 gehen auf Piaget, Merkmale 1, 3-5 auf Wygotski und Feuerstein zurück (vgl. Adey & Shayer, 1993, S.79).

Adey & Shayer konnten in ihren Längsschnittstudien nachweisen, daß das CASE-Programm einen positiven Effekt auf die Förderung der kognitiven Entwicklung hat. Große Zugewinne im kognitiven Entwicklungstest zwischen Prä- und Posttest traten v.a. bei den 11jährigen Mädchen und 12jährigen Jungen (Effektgröße =  $.91\sigma^2$ , signifikant) auf. Des Weiteren wurden Langzeiteffekte und Transfereffekte ermittelt. So zeigten CASE-Schülerinnen und Schüler ein Jahr nach Beendigung des CASE-Programms signifikant bessere Leistungen im naturwissenschaftlichen Test als Schülerinnen und Schüler, die „normalen“ naturwissenschaftlichen Unterricht absolvierten. 2 bzw. 3 Jahre nach Beendigung des Interventionsprogramms erzielten CASE-Schülerinnen und -Schüler signifikant bessere Leistungen in den Examenleistungen (Naturwissenschaften, Englisch, Mathematik) als Nicht-CASE-Schülerinnen und -Schüler (Adey & Shayer, 1990; Adey, 1991; Shayer & Adey, 1992a/b; Adey & Shayer, 1993; Adey, 1994). Diese Resultate lassen darauf schließen, daß das CASE-Programm nicht nur bereichsspezifische Fertigkeiten der Schüler/innen fördert, sondern zur Verbesserung der allgemeinen intellektuellen Kapazität beiträgt.

#### Fragestellung

Ziel der vorliegenden Studie war es, positive Nebeneffekte des CASE- Programms aufzudecken. So wurden CASE- und Nicht-CASE-Schüler/innen nicht nur bezogen auf ihre kognitive Entwicklung, sondern auch hinsichtlich ihrer Lernmotive und Lernstrategien verglichen.

- Die Schülerinnen und Schüler lernen im CASE-Unterricht selbständig oder in kleinen Gruppen an ein Problem heranzugehen, sich Fragen zu ihrem Vorgehen und zur Lösung zu stellen, sich also tiefgründig mit dem Problem/ der Aufgabe zu beschäftigen. Es wird daher angenommen, daß CASE-Schülerinnen und CASE-Schüler nach Beendigung des CASE-Programms motivierter sind, das Wesen eines Problems zu erforschen als Nicht-CASE-Schülerinnen und -Schüler. Diese Hypothese müßte sich in Selbstaussagen der Schülerinnen und Schüler zu ihren Lernmotiven, speziell zum kognitiven Motiv widerspiegeln.
- Wenn die Schüler/innen ein Problem tiefgründig erkunden wollen, so müßten sie bestrebt sein, eher Tiefen- und metakognitive Strategien anzuwenden. Außerdem stellen metakognitive Aktivitäten einen bedeutenden Bestandteil des CASE-Programms dar. So wird erwartet, daß nach Beendigung des Interventionsprogramms CASE-Schülerinnen und -Schüler mehr Tiefen- und metakognitive Strategienennungen äußern als Nicht-CASE-Schülerinnen und -Schüler.
- Adey & Shayer wiesen in ihren Untersuchungen daraufhin, daß einige Schülerinnen und Schüler (unabhängig vom Ausgangsniveau ihrer kognitiven Entwicklung) große Fortschritte in ihrer Denkentwicklung machen, andere aber stagnieren. Es wird vermutet, daß der jeweilige Zugewinn in der Denkentwicklung von motivationalen und/ oder strategischen Variablen abhängt. Schülerinnen und Schüler, die hoch motiviert sind, müßten demnach bessere Leistungen im kognitiven Entwicklungstest erzielen, als Schüler/innen mit geringerer Motivation.

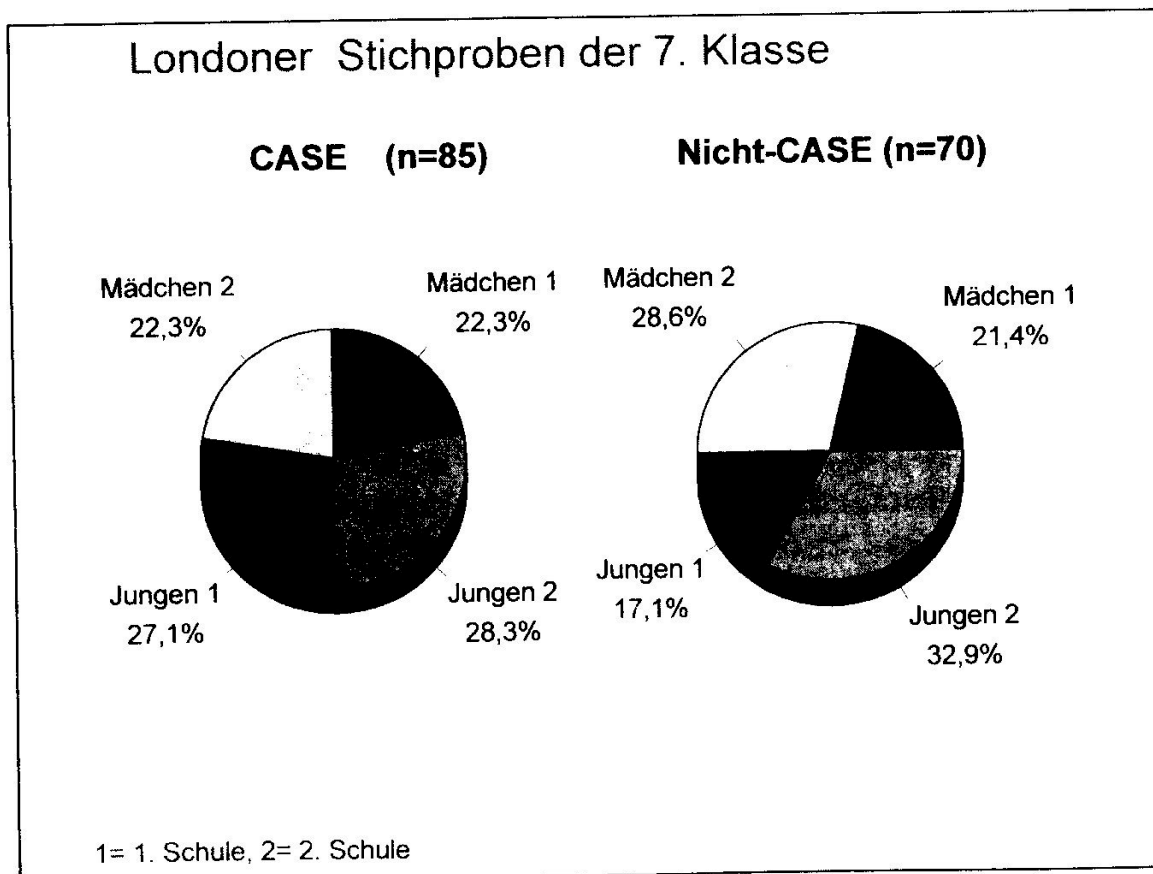
#### Stichprobe

---

<sup>2</sup> Effektgröße wurde berechnet aus dem Mittelwert der EG minus Mittelwert der KG dividiert durch die gemittelte Standardabweichung

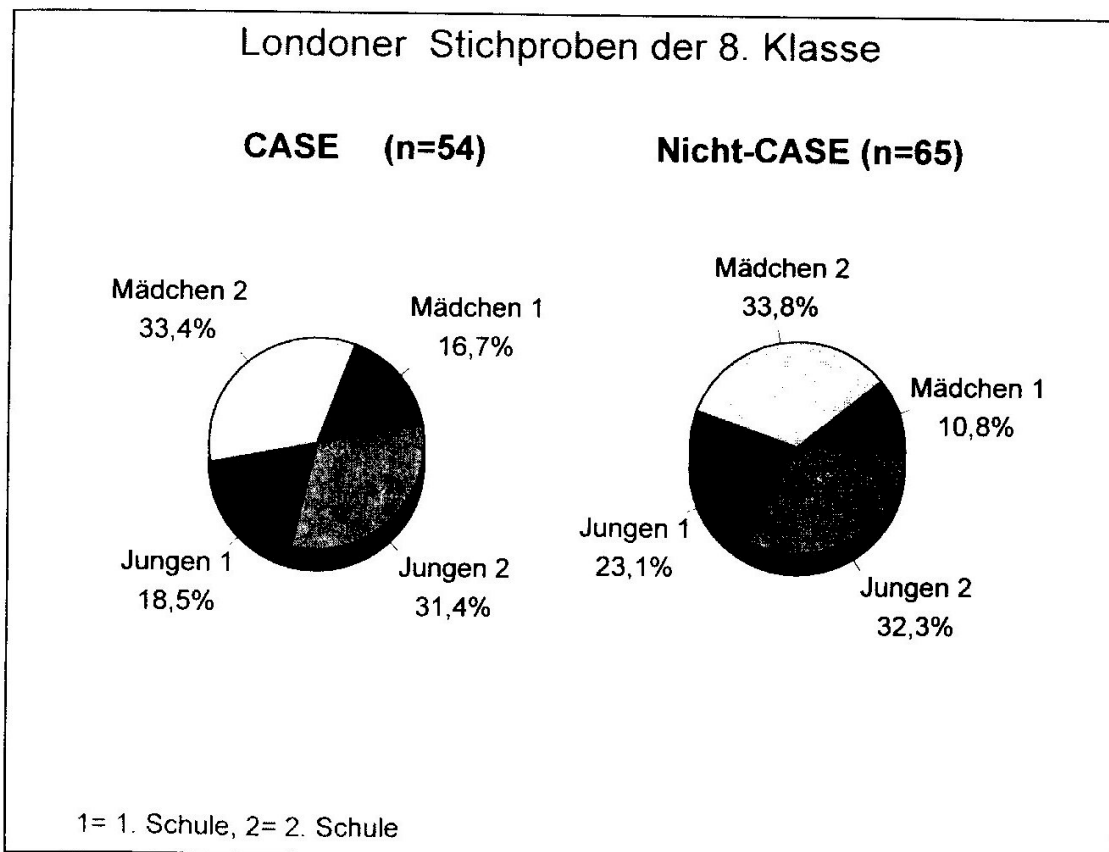
In einer Längsschnittstudie mit zwei Meßzeitpunkten wurden 155 12jährige sowie 119 13jährige Schülerinnen und Schüler aus zwei CASE-Schulen und zwei Nicht-CASE-Schulen befragt, pro Schule 2 Klassen. Bei der Auswahl der Schulen wurde darauf geachtet, daß Variablen der Schulumwelt möglichst ähnlich sind (z.B. Lage der Schule, soziale Schicht, Anteil ausländischer Schülerinnen und Schüler). In den folgenden Graphiken sind die Trainings- und Vergleichsgruppen näher charakterisiert.

Die Untersuchungen fanden im April bis September 1996 bzw. April bis Juli 1997 statt. Zum ersten Meßzeitpunkt hatten die 12jährigen CASE-Schüler/innen bereits 6-8<sup>3</sup> CASE-Lektionen absolviert, beim zweiten Meßzeitpunkt war das Programm gerade beendet worden. Die 13jährigen CASE-Schüler/innen hatten zum ersten Meßzeitpunkt das CASE-Programm gerade absolviert. Die Nicht-CASE- Schülerinnen und -Schüler absolvierten den regulären naturwissenschaftlichen Unterricht. Im folgenden werden die Schüler/innen, die zum ersten Meßzeitpunkt 12 Jahre alt waren, immer mit „12-CASE“ bzw. „12-Nicht-CASE“, die Schüler/innen, die zur ersten Befragung 13 Jahre alt waren, mit „13-CASE“ bzw. 13-Nicht-CASE“ bezeichnet.



*Abb. 1: Prozentualer Anteil von Mädchen und Jungen der 7. Klassenstufe aus den 2 CASE- und 2 Nicht-CASE-Schulen, die an beiden Meßzeitpunkten teilnahmen*

<sup>3</sup> Organisatorische Probleme ließen einen früheren Start der empirischen Studie nicht zu.



*Abb. 2: Prozentualer Anteil von Mädchen und Jungen der 8. Klassenstufe aus den 2 CASE- und 2 Nicht-CASE-Schulen, die an beiden Meßzeitpunkten teilnahmen*

#### Methode

Mittels Fragebögen (vierstufige Likert-Skalen) wurden zu beiden Meßzeitpunkten die Lernmotive der Schüler/innen, v.a. (1) das Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht und das (2) kognitive Motiv, und die Lernstrategiedimensionen: (3) Tiefenstrategien, (4) metakognitive Strategien, (5) Oberflächenstrategien und (6) Lerntechniken erfaßt. Weiterhin wurde der kognitive Entwicklungsstand mit Hilfe der (7) naturwissenschaftlichen Denkaufgaben (SRT) ermittelt.

1. Interessen sind auf einen bestimmten Gegenstand (Inhalt, Thema, Fachgebiet) gerichtet. In Anlehnung an Krapp (1992, 1996a, b) werden wertbezogene und gefühlsmäßige Komponenten zur Beschreibung von Interesse unterschieden. Die Reliabilitätsanalyse des selbstentwickelten Fragebogens erbrachte einen Wert von  $\alpha = .76$ .

Beispielitems für das Interesse am naturwissenschaftlichen Unterricht sind:

- Ich interessiere mich sehr für naturwissenschaftliche Fächer.
- Die naturwissenschaftlichen Fächer gehören zu meinen Lieblingsfächern.
- Meine Kenntnisse im naturwissenschaftlichen Unterricht nutzen mir im täglichen Leben sehr viel.
- Naturwissenschaftlicher Unterricht macht mir sehr viel Spaß.

2. In Anlehnung an Leontjew (1979) und Lehwald (1985) wird das kognitive Motiv als ein fundamentales Lernmotiv betrachtet, welches eng mit kognitiven Leistungsvoraussetzungen verbunden ist. Diese Form der Motiviertheit wird v.a. dann aktualisiert, wenn komplexe Probleme bearbeitet und Problemlösungen antizipiert werden. Äußere Kennzeichen dieses Motivs sind eine hohe kognitive Anstrengungsbereitschaft, eine emotionale Zuwendung zum Problem und ein Interesse am tiefgründigen selbständigen Kenntniserwerb. Die Items der Skala zum kognitiven Motiv wurden entweder selbst entwickelt oder aus einem Fragebogen Lehwald's (1985) entnommen. Die Reliabilitätsanalyse dieser Skala erbrachte einen Wert von  $\alpha = .85$ .

Beispielitems der Skala sind:

- Ich lese zu Hause Bücher und Zeitschriften, die den Unterrichtsstoff erweitern.
- Ich fühle mich gut, wenn ich eine schwierige Aufgabe gelöst habe.
- Ich möchte nicht nur die Lösung eines Problems wissen, sondern auch den Lösungsweg.

3.-6. Lernstrategien werden als „mehr oder weniger komplexe, unterschiedlich weit generalisierte bzw. generalisierbare, bewußt oder auch unbewußt eingesetzte Vorgehensweisen zur Realisierung von Lernzielen, zur Bewältigung von Lernanforderungen“ betrachtet. (Lompscher, 1996, S.237). Der von Lompscher entwickelte Fragebogen „Wie lernst Du?“ wurde für den Bereich der Naturwissenschaften adaptiert und auf Fragen zu den Anforderungsbereichen Umgang mit Problemaufgaben, Einprägen des Lernstoffs, Folgen von Vorträgen begrenzt. Die Prüfung zur internen Konsistenz der Skalen erbrachte Werte von  $\alpha = .56$  bis  $.85$ .

Beispielitems für Lernstrategiedimensionen beim „Problemlösen“:

- Ich probiere, bis ich eine Lösung habe (Oberflächenstrategie).
- Ich bemühe mich erstmal, die Aufgabenstellung richtig zu verstehen (Tiefenstrategie).
- Ich schreibe mir wichtige Angaben und Zusammenhänge heraus (Lerntechnik).
- Während des Lösens kontrolliere ich mich, damit mir keine Fehler unterlaufen (metakognitive Strategie).

7. Die kognitive Entwicklung der Schülerinnen und Schüler wird in Anlehnung an die Piaget'sche Theorie betrachtet. Es geht v.a. um den Übergang vom konkret-operationalen zum formal-operationalen Denken. Eingesetzt wurden zwei von Wylam & Shayer (1978) entwickelte Science Reasoning Tasks, zum ersten Meßzeitpunkt der „Volumen und Dichte-Test“, zum zweiten Meßzeitpunkt der „Pendeltest“<sup>4</sup>. Die von Shayer, Adey & Wylam (1981) errechneten Werte zur internen Konsistenz und zur Retestkorrelation sind zufriedenstellend ( $\alpha = .78$  und  $r_{tt} = .86$  für „Volumen und Dichte“;  $\alpha = .83$  und  $r_{tt} = .78$  für den Pendeltest). Nach Meinung der Autoren lassen sich aufgrund relativ guter Validitätswerte die Ergebnisse beider Denkaufgaben miteinander vergleichen ( $r_{1/2} = .57$ ). Die Aufgaben sind als multiple-choice-Tests konstruiert und als Gruppentest durchführbar.

Beispielitems zum Test „Volumen und Dichte“:

- Wasser wird von einem Becher A in den Becher X gefüllt. A wird wieder aufgefüllt. Hat A mehr, weniger, gleichviel Wasser wie X? (konkret)
- Wenn ich den Metallblock in Wasser eintauche, wird dann mehr, weniger, gleichviel Wasser überlaufen (im Vergleich zum Plastelinblock)? (konkret generalisiert)
- Beide Blöcke sind aus dem selben Material gemacht. A wiegt 60g und sein Volumen beträgt  $15 \text{ cm}^3$ . B wiegt 160g. Wie groß ist sein Volumen? (formal)

---

<sup>4</sup> Der Einsatz von zwei verschiedenen Tests war notwendig, da es beim Volumen und Dichte - Test zu Deckeneffekten, beim Pendeltest zu Überforderungen der Schülerinnen und Schüler gekommen wäre.

## Ergebnisse

### Vergleich der 12jährigen Trainings- und Kontrollgruppen

Wenn das CASE-Programm positive Effekte auf Lernmotive, Lernstrategien und kognitive Leistung hat, müssen, bezogen auf die 12jährigen CASE-Schüler/innen signifikante Veränderungen vom ersten zum zweiten Meßzeitpunkt nachweisbar sein. Mittels t -Test wurden in der 12-CASE- Stichprobe signifikante Verbesserungen im Entwicklungstest sowie signifikante Abnahmen von Oberflächenstrategien (hier im Sinne einer geringeren Zustimmung zu den Items) ermittelt. Diese Veränderungen traten aber auch in der Nicht-CASE- Stichprobe auf. Zusätzlich kam es in der Nicht-CASE-Gruppe zu einer signifikanten Interessenzunahme. In den Tabellen 1 und 2 sind jeweils die Variablen mit signifikanten Veränderungen vom ersten zum zweiten Meßzeitpunkt für die 12jährigen Trainings- und Kontrollgruppen dargestellt.

*Tab.1: Signifikante Unterschiede zwischen erstem und zweitem Meßzeitpunkt in der 12jährigen CASE- Stichprobe (Trainingsgruppe)*

Signifikante Veränderungen von $t_1$ zu $t_2$ bei 12-CASE	Meßzeitpunkt $t_1$		Meßzeitpunkt $t_2$		t-Test		
	x	s	x	s	t	df	p
Oberflächenstrategien	2.98	.35	2.78	.37	3.59	77	.00
kogn. Entwicklungstest	4.93	1.10	7.07	.77	-18.9	74	.00

*Tab.2: Signifikante Unterschiede zwischen erstem und zweitem Meßzeitpunkt in der 12jährigen Nicht-CASE-Stichprobe (Kontrollgruppe)*

Signifikante Veränderungen von $t_1$ zu $t_2$ bei 12-Nicht-CASE	Meßzeitpunkt $t_1$		Meßzeitpunkt $t_2$		t-Test		
	x	s	x	s	t	df	p
Oberflächenstrategien	2.90	.34	2.72	.38	2.39	34	.02
kogn. Entwicklungstest	5.06	.85	6.14	1.12	-4.29	27	.00
Interesse	2.87	.85	3.11	.63	-3.02	70	.00

In einem zweiten Schritt wurden für die 1997 erhobenen Variablen, bei denen in der 12-CASE-Stichprobe signifikante Veränderungen aufgetreten sind, Kovarianzanalysen gerechnet, um die Hypothese, daß sich die Mittelwerte der CASE- und der Nicht-CASE- Stichprobe in der Grundgesamtheit unterscheiden, zu prüfen. Als Kovariaten wurden die Ergebnisse des ersten Meßzeitpunktes eingesetzt.

*Tab.3: Vergleich der 12-CASE und 12-Nicht-CASE- Gruppe hinsichtlich der erhobenen Variablen 1997 unter Kontrolle der Variablen 1996*

abhängige Variable	Kovarianz-analyse F- Test			adjustierte Mittelwerte		Bestätigung der Hypothese
	DF	F	p	TG	KG	
kogn. Entwicklungstest 1997	1	28.9	.00	7.09	6.11	ja
Oberflächenstrategien 1997	1	.45	.05	2.78	2.73	nein

Aus der Tabelle 3 geht hervor, daß sich 12-CASE- und 12-Nicht-CASE- Schülerinnen und Schüler zum zweiten Meßzeitpunkt (unter Berücksichtigung des ersten Meßzeitpunktes) in ihrer Anzahl an Oberflächenstrategienennungen nicht unterscheiden. Die Trainingsgruppen unterscheiden sich nach Beendigung des CASE-Programms nur hinsichtlich ihrer Leistung in den naturwissenschaftlichen Denkaufgaben signifikant von den Kontrollgruppen (siehe Abb.3).

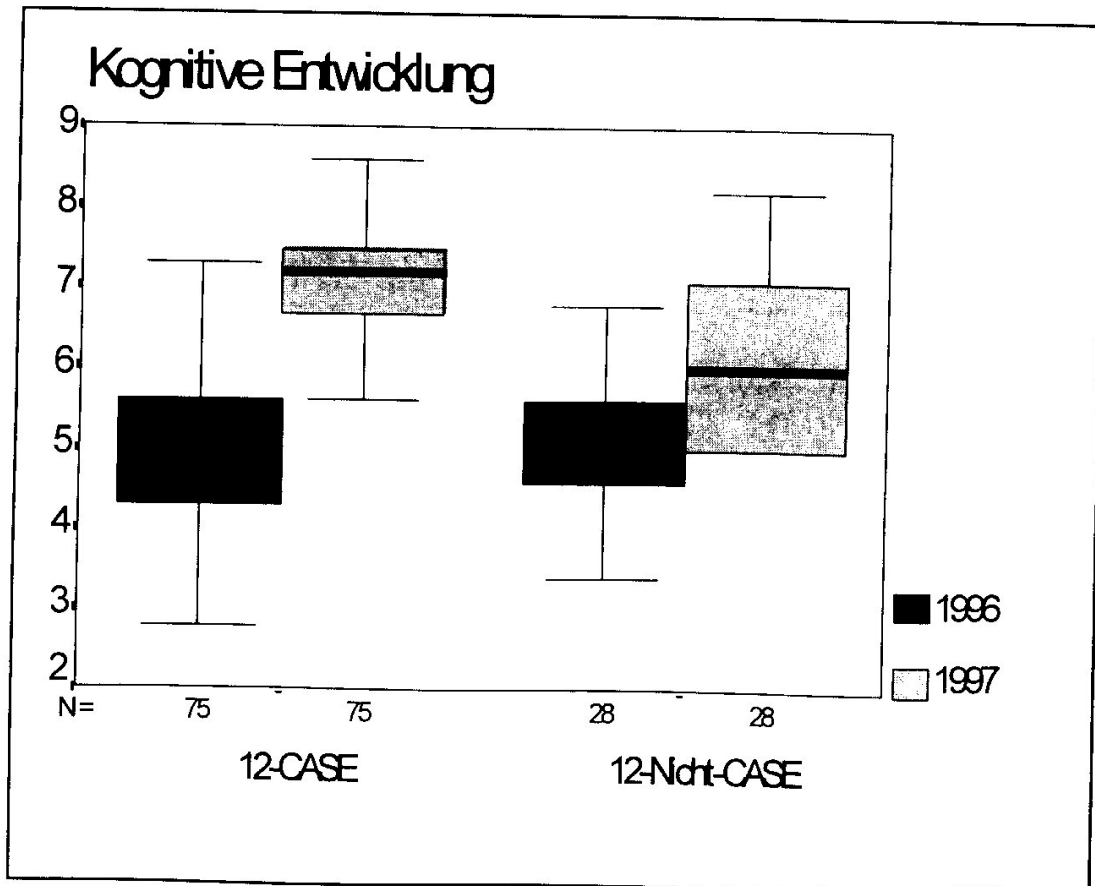


Abb.3: Darstellung der kognitiven Leistung im SRT in der 12-CASE- und 12-Nicht-CASE Stichprobe zu beiden Meßzeitpunkten

#### Vergleich der 13jährigen Trainings- und Kontrollgruppen

Die 13jährigen CASE-Schüler/innen hatten bereits zum ersten Meßzeitpunkt das Interventionsprogramm absolviert. Hier liegen keine Ausgangswerte vor, so daß der Vergleich zwischen den Schülergruppen vorsichtig zu interpretieren ist. Kurz nach Beendigung des CASE-Programms unterschieden sich die Trainings- und Kontrollgruppen signifikant hinsichtlich aller Variablen, mit Ausnahme metakognitiver Strategienennungen. Hypothesenkonform (im Sinne positiver Effekte des CASE-Programms) lassen sich dagegen nur die Variablen „Oberflächenstrategien“ (13-CASE-Schüler/innen nennen signifikant weniger) und „Leistung im kognitiven Entwicklungstest“ (13-CASE-Schüler/innen sind signifikant besser) interpretieren. Diese Unterschiede konnten, wie in der Tabelle 4 ersichtlich, auch in der zweiten Befragung ermittelt werden.



*Tab.4: Vergleich der 13jährigen Trainings- und Kontrollgruppen hinsichtlich einiger Variablen zum ersten und zweiten Meßzeitpunkt (ohne Kontrolle der Ausgangswerte)*

Variable	Trainingsgruppe 13-CASE		Kontrollgruppe 13-Nicht-CASE		t-Test		
	x	s	x	s	t	df	p
kognitiver Entwicklungstest 1996	6.62	1.22	5.85	1.12	5.05	235	.00
kognitiver Entwicklungstest 1997	7.51	.96	6.97	1.44	3.28	198. 5	.00
Oberflächenstrategien 1996	2.80	.42	2.95	.31	-3.36	259	.00
Oberflächenstrategien 1997	2.65	.36	2.80	.36	-2.85	197	.00

Signifikante Unterschiede zwischen erstem und zweitem Meßzeitpunkt konnten in der CASE-Stichprobe bezüglich des Interesses, des kognitiven Motivs, der Tiefenstrategienennungen, der Leistung im kognitiven Entwicklungstest (jeweils Zugewinne) sowie hinsichtlich der Oberflächenstrategienennungen (Abnahme) ermittelt werden. Aber auch bei den Nicht-CASE-Schüler/innen gab es signifikante Veränderungen. In den Tabellen 5 und 6 sind die signifikanten Unterschiede für die Trainings- und Kontrollgruppen dargestellt. Vergleichen wir 13-CASE- und Nicht-CASE-Schüler/innen in den Ergebnissen der zweiten Befragung unter Berücksichtigung der ersten Messung, so lassen sich Unterschiede in den Oberflächenstrategienennungen feststellen. Die Trainingsgruppen zeigen in dieser Hinsicht eine signifikant stärkere Abnahme an Oberflächenstrategienennungen als die Kontrollgruppen. In der kognitiven Entwicklung holen erwartungsgemäß die Nicht-CASE-Schüler/innen auf.

*Tab.5: Signifikante Unterschiede zwischen erstem und zweitem Meßzeitpunkt in der 13jährigen CASE-Stichprobe (Trainingsgruppe)*

Signifikante Veränderungen von t <sub>1</sub> zu t <sub>2</sub> bei 13-CASE	Meßzeitpunkt t <sub>1</sub>		Meßzeitpunkt t <sub>2</sub>		t-Test		
	x	s	x	s	t	df	p
Oberflächenstrategien	2.78	.37	2.60	.36	3.27	48	.00
Tiefenstrategien	2.68	.51	2.83	.46	-2.03	49	.048
kognitiver Entwicklungstest	6.86	.88	7.69	1.00	-5.85	55	.00
kognitives Motiv	2.19	.58	2.52	.44	-4.29	51	.00
Interesse	2.58	.79	3.04	.61	-5.12	53	.00

*Tab.6: Signifikante Unterschiede zwischen erstem und zweitem Meßzeitpunkt in der 13jährigen Nicht-CASE-Stichprobe (Kontrollgruppe)*

Signifikante Veränderungen von t <sub>1</sub> zu t <sub>2</sub> bei 13-Nicht-CASE	Meßzeitpunkt t <sub>1</sub>		Meßzeitpunkt t <sub>2</sub>		t-Test		
	x	s	x	s	t	df	p
Oberflächenstrategien	2.90	.31	2.78	.34	2.66	66	.01
Tiefenstrategien	2.77	.46	2.96	.42	-3.40	64	.00
metakognitive Strategien	2.59	.52	2.73	.51	-2.33	64	.02
kognitiver Entwicklungstest	5.97	1.11	7.40	1.32	-10.1	64	.00
kognitives Motiv	2.43	.64	2.83	.48	-5.34	61	.00

Die Unterschiede im kognitiven Entwicklungstest sind nicht mehr signifikant (siehe Tab.7 sowie Abb. 4 und 5).

Tab.7: Vergleich der 13-CASE- und 13-Nicht-CASE-Gruppe hinsichtlich der erhobenen Variablen 1997 unter Kontrolle der Variablen 1996

abhängige Variable	Kovarianzanalyse			adjustierte Mittelwerte		Bestätigung der Hypothese
	DF	F-Test	p	TG	KG	
kognitiver Entwicklungstest 1997	1	1,29	.26	7.43	7.66	ja
Oberflächenstrategien 1997	1	4,43	.04	2.62	2.75	ja

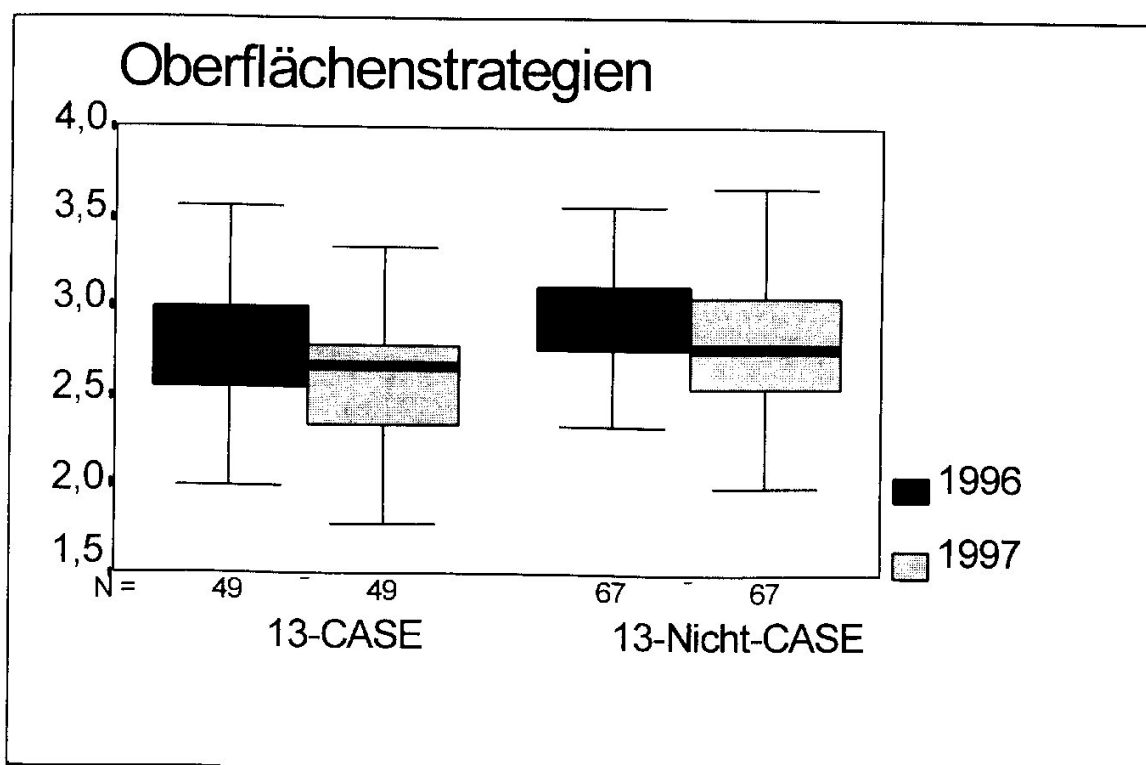
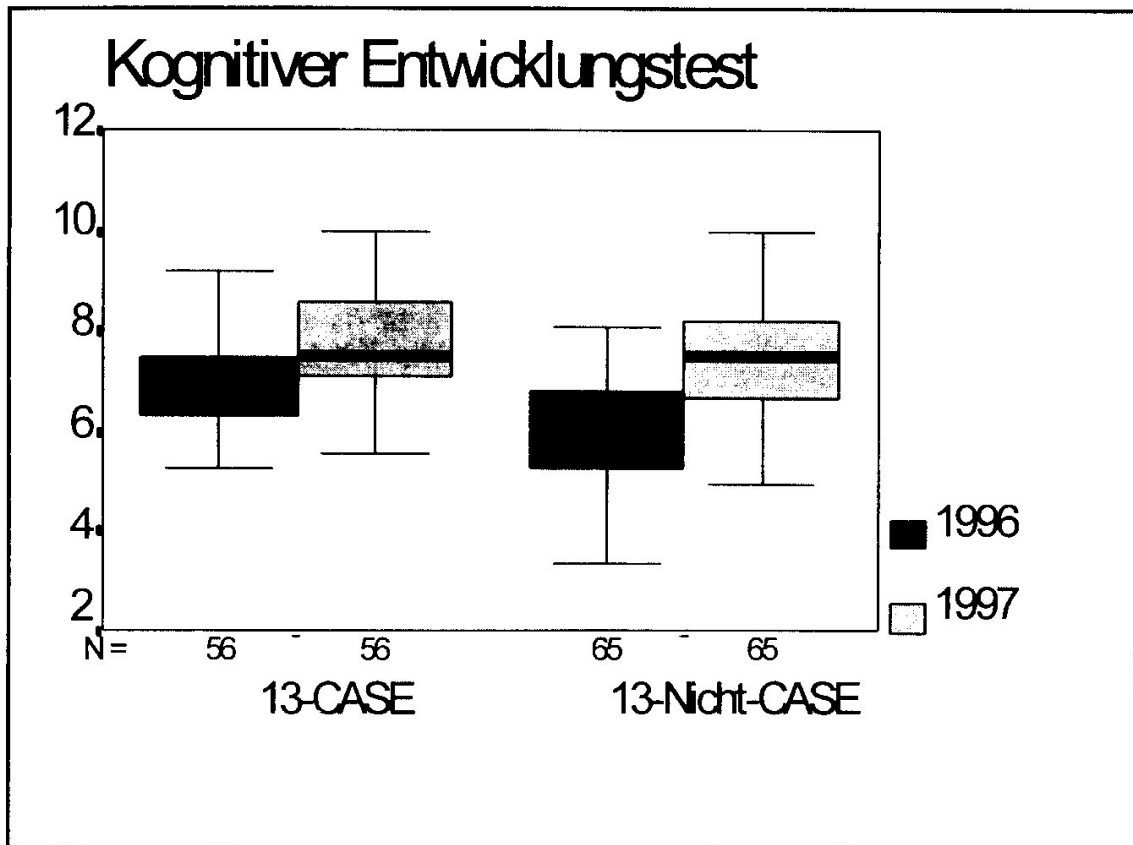


Abb.4: Darstellung der Oberflächenstrategienennungen in der 13-CASE- und 13-Nicht-CASE-Stichprobe zu beiden Meßzeitpunkten



*Abb. 5: Darstellung der kognitiven Leistung im SRT in der 13-CASE- und 13-Nicht-CASE- Stichprobe zu beiden Meßzeitpunkten*

Zusammenhänge zwischen kognitiven, motivationalen und strategischen Variablen in der CASE Stichprobe

12jährige CASE-Schüler/innen mit besonders hohen Zugewinnen<sup>5</sup> im kognitiven Entwicklungstest (die besten 33%) unterscheiden sich signifikant von 12jährigen CASE-Schüler/innen mit besonders geringen Zugewinnen (die schwächsten 33%) in ihrer Zunahme an Tiefenstrategienennungen sowie in der Zunahme an Interesse für naturwissenschaftlichen Unterricht und dem kognitiven Motiv (siehe Tab.8).

Einfache lineare Korrelationen zwischen Lernstrategienennungen und der Leistung im kognitiven Entwicklungstest ließen sich für die CASE- Schüler/innen nicht ermitteln (Ausnahme bei den 12jährigen: Zusammenhang zwischen Tiefenstrategien und SRT zum ersten Meßzeitpunkt von  $r = .19$ ,  $p < .05$ ). Es fanden sich schwache Zusammenhänge zwischen Lernmotiven und der Leistung im kognitiven Entwicklungstest.

<sup>5</sup> Zugewinn als Differenz aus den SRT-Resultaten des ersten und zweiten Meßzeitpunktes

Tab.8: Vergleich der 12jährigen CASE-Schüler/innen mit hohen vs. geringen Zugewinnen in der kognitiven Entwicklung

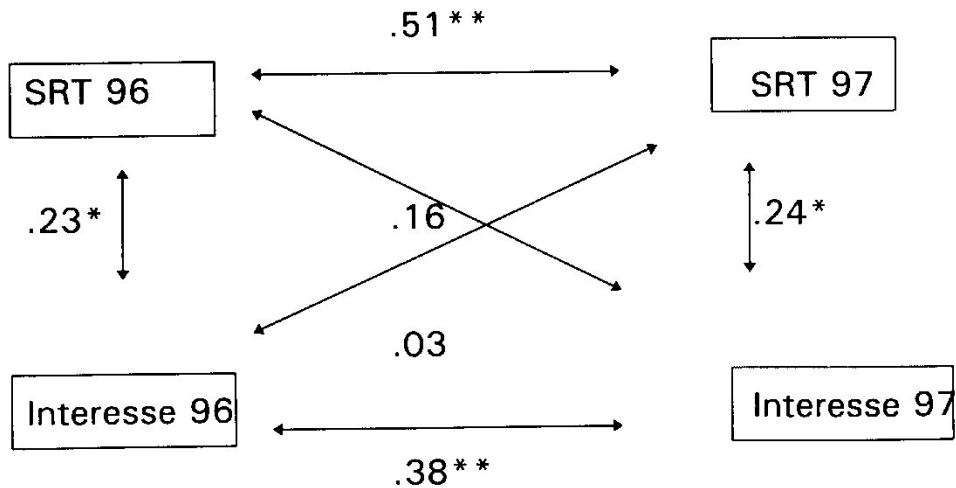
Differenzwerte	Schüler/innen mit geringen Zugewinnen im SRT (33%)		Schüler/innen mit hohen Zugewinnen im SRT (33%)		t-Test		
	x	s	x	s	t	df	p
Oberflächenstrategien 1997 - Oberflächenstrategien 1996	-.48	.55	.01	.39	-3.27	37	.00
Tiefenstrategien 1997 - Tiefenstrategien 1996	-.29	.60	.10	.38	-2.40	30,4	.02
Interesse 1997 - Interesse 1996	-.29	.80	.25	.72	-2.31	41	.03
kognitives Motiv 1997 - kognitives Motiv 1996	-.38	.74	.21	.42	-3.22	41	.00

Tab.9: Zero-order Korrelationen zwischen motivationalen und kognitiven Variablen bei 12jährigen und 13jährigen CASE-Schüler/innen

Zero-order Korrelationen $p < .01^{**}$ , $p < .05^*$	12-CASE		13-CASE	
	SRT 96	SRT 97	SRT 96	SRT 97
Interesse 96	.23*	-.03	.36**	.02
Interesse 97	.16	.24*	.28*	.04
kognitives Motiv 96	.33**	-.01	.25*	.12
kognitives Motiv 97	.08	.05	.15	.09

Der Zusammenhang zwischen Interesse und Leistung im SRT zum zweiten Meßzeitpunkt erhöht sich bei den 12jährigen CASE-Schüler/innen auf  $r = .36$ ,  $p < .01$ , wenn die Ergebnisse des ersten Meßzeitpunktes berücksichtigt werden (partielle Korrelation).

Das cross-lagged Panel Design deutet daraufhin, daß sich die Leistung im kognitiven Entwicklungstest (erste Befragung) eher auf das zukünftige Interesse auswirkt als sich das Interesse zum Zeitpunkt der ersten Befragung auf die spätere Leistung im SRT auswirkt (siehe Abb.6).



*Abb.6: Cross-lagged Panel Design zum Zusammenhang zwischen motivationalen und kognitiven Variablen am Beispiel der 12-CASE Stichprobe*

Mäßige bis starke Zusammenhänge zeigen sich zwischen den Lernstrategiedimensionen sowie zwischen Lernstrategiedimensionen und Lernmotiven. Diese sind anhand der partiellen Korrelationen (unter Kontrolle des ersten Meßzeitpunktes) in der Tabelle 10 dargestellt. Das folgende cross-lagged Panel Design deutet daraufhin, daß motivationale Variablen (erste Befragung) zukünftigen Lernstrategiegebrauch (hier über Selbstreflektionen erfaßt) eher beeinflussen als Lernstrategiegebrauch zukünftige Lernmotivation (siehe Abb. 7).

Tab.10: partielle Korrelationen zwischen motivationalen und strategischen Variablen bei 12jährigen und 13jährigen CASE-Schüler/innen

partielle Korrelationen $p < .01^{**}$ , $p < .05^*$	12-CASE		13-CASE	
	kognitives Motiv	Interesse	kognitives Motiv	Interesse
Oberflächenstrategien	.46**	.22	.11	.02
Tiefenstrategien	.57**	.26*	.64**	.40**
Lerntechniken	.54**	.27*	.40**	.24
metakognitive Strategien	.56**	.30**	.57**	.36**

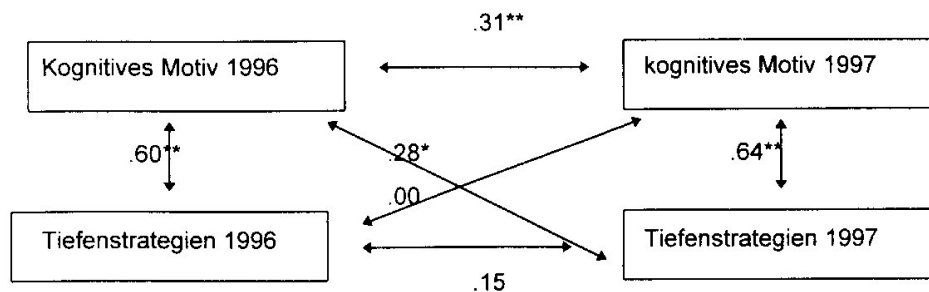


Abb.7: Cross-lagged Panel Design zum Zusammenhang zwischen kognitivem Motiv und Tiefenstrategien am Beispiel der 12-CASE Stichprobe

### Zusammenfassung und Diskussion

1. Die Ergebnisse der Studien von Shayer & Adey (1992a, 1992b, 1993) zur Wirksamkeit des CASE-Programms auf die Förderung formaler Operationen konnten repliziert werden. CASE-Schüler/innen zeigten nach Beendigung des Interventionsprogramms signifikant bessere Leistungen als Nicht-CASE-Schüler/innen.

2. In der vorliegenden Untersuchung wurden keine positiven Effekte des Programms auf motivationale und strategische Variablen ermittelt. Allerdings deuten die Befunde daraufhin, dass CASE-Schüler/innen weniger Oberflächenstrategien nennen als die Kontrollschüler/innen.

3. Bei CASE-Schülerinnen und -Schülern, die große Fortschritte in ihrer kognitiven Entwicklung machten, waren im Vergleich zu Schüler/innen mit geringen/keinen Zugewinnen im SRT ein signifikant größerer Interessenzugewinn, eine Zunahme an Erkenntnisstreben (kognitives Motiv) sowie eine Zunahme an Tiefenstrategienennungen zu verzeichnen. Allerdings nahmen bei den Schüler/innen mit geringen Fortschritten im SRT Oberflächenstrategienennungen signifikant stärker ab als bei den Schüler/innen mit großen Fortschritten in der Denkentwicklung.

Mögliche Erklärungen für die zum Teil unerwarteten Ergebnisse lassen sich in den CASE-Schulen selbst finden. So wurden in der einen CASE-Schule signifikant größere Zugewinne hinsichtlich einiger Lernstrategiedimensionen und des kognitiven Motivs gefunden als in der anderen. Die Schülerinnen und Schüler der beiden CASE-Schulen unterschieden sich ebenfalls signifikant in den Aussagen: „Ich mag CASE-Lektionen“ und ich „arbeite gern mit anderen Schülern in einer Gruppe zusammen“. Interviews mit den jeweiligen CASE-Lehrerinnen und -Lehrern gaben Anhaltspunkte dafür, dass in der Schule mit den geringeren

Zugewinnen das CASE-Programm nicht so angewendet wird, wie vorgeschrieben. Adey (1997) führte in einer anderen Studie halbstrukturierte Interviews zum Niveau der Anwendung des CASE-Programms mit den Lehrer/innen und Schulleiter/innen der CASE-Schulen durch. Die Aussagen der Lehrer/innen zu den Skalen „Involviertheit in/ Besitznahme von CASE“ und „Verständnis der theoretischen Grundlagen“ wurden mit den Leistungen ihrer jeweiligen Schüler/innen im kognitiven Entwicklungstest (durchgeführt nach Absolvierung des CASE-Programms) korreliert. Die Korrelationen lagen bei  $r=.61$  ( $p<.01$ ), was darauf schließen läßt, daß die positiven Effekte der Schüler/innen sehr stark vom Umgang der Lehrer/innen mit dem CASE-Programm abhängen (eigene Vertrautheit, Niveau der Anwendung). Diese Zusammenhänge existieren wahrscheinlich auch hinsichtlich der Ergebnisse zu den motivationalen und strategischen Variablen. Eine von Mbanjo (1997) in verschiedenen CASE-Klassen durchgeführte Beobachtungsstudie deutet daraufhin, daß in den Unterrichtsstunden der Anteil an metakognitiven Aktivitäten geringer ausfällt als erwartet (Istzustand ca. 3%, Sollzustand ca. 15%). Hier liegen sicherlich Anknüpfungspunkte für die Intensivierung des Lehrertrainings.

Eine Segmentierungsanalyse CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector) bestätigt indirekt die Bedeutung von Variablen der Schulumwelt. Die Variable „Schulzugehörigkeit“ wurde als beste erklärende Variable für die abhängige Variable SRT 97 (kognitiver Entwicklungsstand zweiter Meßzeitpunkt) ermittelt. Als Segmentierungsgruppen, die sich hinsichtlich des kognitiven Entwicklungsstandes zum zweiten Meßzeitpunkt z.T. signifikant voneinander unterscheiden, wurden ermittelt:

#### 1. Schüler/innen der ersten CASE-Schule

1.1. . mit geringem und mittlerem kognitiven Motiv bei der ersten Befragung

1.2. . mit hohem kognitiven Motiv bei der ersten Befragung

#### 2. Schüler/innen der ersten Nicht-CASE-Schule

2.1. . mit geringen und mittleren metakognitiven Strategienennungen bei der ersten Befragung

2.2. . mit vielen metakognitiven Strategienennungen bei der ersten Befragung

#### 3. Schüler/innen der zweiten CASE-Schule und der zweiten Nicht-CASE-Schule

3.1. . Schüler beider Schulen mit geringen Leistungen im SRT bei der ersten Befragung

3.2. . Schüler/innen der zweiten CASE-Schule mit mittleren und guten Leistungen im SRT bei der ersten Befragung

3.3. . Schüler/innen der zweiten Nicht-CASE-Schule mit mittleren und guten Leistungen im SRT bei der ersten Befragung

Wichtige Variablen der Schulumwelt (z.B. Lehrerpersönlichkeit, Art der Gruppenarbeit, Klassenklima) sowie emotionale Faktoren (z.B. Ängstlichkeit), die vielleicht moderierende Wirkungen auf die Leistung und auf motivationale Faktoren ausüben können, konnten leider nicht erhoben werden (vgl. Day, 1993; Schunk, 1987, Leo & Galloway, 1996; Schellhas, 1993). Gegenwärtig werden mögliche Ursachen im CASE-Programm (in den theoretischen Grundlagen) selbst untersucht.

Ein weiteres Problem der vorliegenden Studie besteht darin, daß die Daten zu Lernmotiven und Lernstrategien nur auf der Reflektionsebene erhoben wurden. Vielleicht werden vorhandene Unterschiede zwischen den Schülerinnen und Schülern in der realen Anwendung von Tiefen- und metakognitiven Strategien erst auf der Handlungsebene sichtbar. Artelt (1996 und in diesem Heft) verglich Daten zu Lernstrategien auf der Handlungs- und der Reflektionsebene miteinander und fand große Unterschiede in den Ergebnissen (Korrelationen zwischen gleichen Strategiedimensionen im Fragebogen und in der Handlung: von  $r = -.09$  bis  $.12$  n. s.). Deshalb ist es notwendig, in einer nächsten Studie Lernstrategien in der realen Lernsituation zu untersuchen.



Kognitive, motivationale und strategische Variablen stehen in einem komplexen Wechselverhältnis zueinander. Dies wurde auch in der vorliegenden Studie deutlich. Wir fanden, ähnlich Shemesh (1990), schwach positive Korrelationen zwischen dem Interesse und dem kognitiven Entwicklungsstand. Moderate Zusammenhänge zeigten sich zwischen Lernmotiven und Lernstrategien (vgl. auch Lompscher 1996a, 1996b). Allerdings werden diese durch einen methodischen Artefakt (beides sind Fragebogendaten) überschätzt. Weiterhin ist es notwendig, komplexere Pfadmodelle zu berechnen, da sich die Zusammenhänge nicht mit einfachen linearen Methoden ermitteln lassen.

## Literatur

- Adey, P. S. (1994). Cognitive Acceleration: Science and other Entrances to Formal Operations. LLF- Berichte Nr.7, S.49-63. Potsdam.
- Adey, P. (1992). The CASE results: implications for science teaching. *International Journal in Science Education*, 14 (2), 137-146.
- Adey, P. S. (1991). Cognitive Acceleration through Science Education. In Maclure, S. & Davies, P. (Ed.). *Learning to think*. Oxford: Pergamon Press.
- Adey, P.S. (1997). Factors influencing uptake of a large scale curriculum innovation. Paper for the AERA March 1997.
- Adey, P. S. & Shayer, M. (1994). *Really Raising Standards: cognitive intervention and academic achievement*, London: Routledge.
- Adey, P. S.; Shayer, M. & Yates, C. (1989). *Thinking Science - The Curriculum Materials of the Cognitive Acceleration through Science Education (CASE) Project*, Maxmillan Education London.
- Adey, P. S. & Shayer, M. (1990). Accelerating the development of formal thinking in middle and high school students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (3), 267-285.
- Adey, P. S. & Shayer, M. (1993). An exploration of long term far-transfer effects following an extended intervention programme in the high school science curriculum. *Cognition and instruction*, 11 (1), 1-29.
- Artelt, C. (1996). Der Gebrauch von Lernstrategien bei Schülern der 8. Klasse in einer konkreten Anforderungssituation. In: Witruk, E. & Friedrich, G. (Hrsg.): *Pädagogische Psychologie im Streit um ein neues Selbstverständnis*. (Psychologie Bd. 5), S. 107-117. Landau: Verlag für Empirische Pädagogik.
- Day, J. D. & Cordón, L.A. (1993). Static and Dynamic Measures of Ability: An Experimental Comparison. *Journal of Educational Psychology*, 85, 75-82.
- Krapp, A. (1992). Das Interessenkonstrukt - Bestimmungsmerkmale der Interessenhandlung und des individuellen Interesses aus der Sicht der Person-Gegenstands-Konzeption. In: Krapp, A. & Prenzel, M. (Hrsg.). *Interesse, Lernen, Leistung*. Münster: Aschendorff, 297-329.
- Krapp, A. (1996a). Die Erforschung von Lern- und Verstehensprozessen in der Schule. In Schnaitmann, G.W. (Hrsg.): *Theorie und Praxis der Unterrichtsforschung*. Reihe Innovation und Konzeption. Donauwörth: Auer Verlag, S.87-109.
- Krapp, A. (1996b). Psychologische Bedingungen naturwissenschaftlichen Lernens: Untersuchungsansätze und Befunde zu Motivation und Interesse. In: Duit, R. & von Rhöneck, Ch. (Hrsg.). *Lernen in den Naturwissenschaften*. Beiträge zu einem Workshop an der PH Ludwigsburg. Kiel: IPN, S.37-68.
- Lehwald, G. (1985). *Zur Diagnostik des Erkenntnisstrebens bei Schülern*. Berlin: Volk und Wissen.

- Leo, E. L. & Galloway, D. (1996). Conceptual links between Cognitive Acceleration through Science Education and Motivational Style: a critique of Adey and Shayer. *International Journal of Science Education*, 18 (1), 35-49.
- Leontjew, A. N. (1979) Tätigkeit, Bewußtsein und Persönlichkeit. Beiträge zur Psychologie, Bd.1. Berlin: Volk und Wissen.
- Lompscher, J. (1992). Zum Problem der Lernstrategien. In: LLF-Berichte Nr.1. Berlin.
- Lompscher, J. (1994). Learning strategies: An essential component of learning activity. In: LLF-Berichte Nr.7. Potsdam, Februar.
- Lompscher, J. 1995). Erfassung von Lernstrategien mittels Fragebogen. In: LLF- Berichte Nr.10. Potsdam, Juli.
- Lompscher, J. (1996a). Erfassung von Lernstrategien auf der Reflexionsebene. *Zeitschrift für Empirische Pädagogik*. 10 (3), 245-275.
- Lompscher, J. (1996b). Lernstrategien von Schülern 4., 6. und 8. Klassen. In: Witruk, E. & Friedrich, G. (Hrsg.). *Pädagogische Psychologie im Streit um ein neues Selbstverständnis*. (Psychologie Bd. 5), S. 71-77. Landau: Verlag für Empirische Pädagogik.
- Mbano, N. (1997). Trying to capture some aspects of the quality of CASE lessons. Paper presented on the CASE conference, Nottingham.
- Schellhas, , B. (1993). Die Entwicklung der Ängstlichkeit in Kindheit und Jugend. *Studien und Berichte 55*. Max Planck-Institute for Human Development and Education. Berlin: Sigma.
- Schunk, D. H. (1987). Self Efficiency and Motivational Learning. In Hastings, N. & Schwieso, J. (Ed.): *New Directions in Educational Psychology*. London: Farmer Press, 233-251.
- Shayer, M. & Adey, P. S. (1993). Accelerating the development of formal operational thinking in high school pupils, IV: Three years on after a two-year intervention. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (4), 351-366.
- Shayer, M. & Adey, P. S. (1992a). Accelerating the development of formal thinking II: Postproject effects on science achievement. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (1), 81-92.
- Shayer, M. & Adey, P. S. (1992b). Accelerating the development of formal thinking III: Testing the permanency of effects. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (10), 1101-1115.
- Shayer, M.; Adey, P. & Wylam, H. (1981). Group Tests of Cognitive Development - Ideals and a Realization. *Journal of Research in Science Teaching*, 18, 157-168.
- Shayer, M., & Wylam, H. (1978). The distribution of Piagetian stages of thinking in British middle and secondary school children. II: 14-16 year olds and sex differentials. *British Journal of Educational Psychology*, 48, 62-70.
- Shemesh, M. (1990). Gender-Related Differences in Reasoning Skills and Learning Interests of Junior High School Students. *Journal of Research in Science Teaching*, 27, S. 27-34.