

ein anderes Ziel auszurichten. Eine solche Aufgabenstellung ist z. B. gegeben, wenn ein Unternehmer wissen möchte, wie hoch die Verwaltungs- und Vertriebskosten höchstens sein dürfen, damit ein bestimmter Reingewinn bei feststehenden Umsatzerlösen und anderen Kosten erzielt werden kann. Solche Probleme verlangen eine Neukonstruktion des kompletten Operationsdiagrammes und deshalb die schnelle Erkenntnis des für diese Aufgabe geeigneten konzeptuellen Modells (VERMOORT/MINTHAAR 1992).

4. Mentale Modelle

In der pädagogischen Forschung zum Rechnungswesen ist es die interessanteste Frage, wie Schüler mit widersprüchlichen konzeptuellen Modellen, wie in Abbildung 5 und 6, zurechtkommen. Betrachten sie sie als unabhängige Entitäten, die in unterschiedlichen Situationen angewandt werden müssen? Und unterscheiden sie deutlich zwischen "Größen pro Periode" und Größen "pro Einheit"? Oder versuchen sie in ihrer Vorstellung ein konsistentes Modell zu entwerfen unter Vernachlässigung der Dimensionen "pro Periode" gegenüber "pro Einheit"? Unterscheiden sie zwischen "Reingewinnzuschlag" und "Reingewinn in einer Periode".

In der Literatur finden sich Berichte über Forschungen zu den mentalen Prozessen, die die Schüler durchlaufen. CHE/FELTOVICH/GLASER (1981) ermittelten Unterschiede zwischen Experten und Novizen bei der Wahrnehmung und Kategorisierung von Problemen aus dem Gebiet der Physik. Novizen konzentrierten sich auf Ähnlichkeiten an der Oberfläche, wohingegen die Experten sie nach gleichartigen Problemlösungsmethoden klassifizierten. GLASER/BASSOK (1989) fanden heraus, daß Experten ihre Expertisen entwickelten, indem sie anwendbare Verfahren zusammentrugen.

LARKIN (1983) wies nach, wie Leistungsunterschiede bei der Problemlösung von Experten und Novizen auf den Gebrauch unterschiedlicher Problemrepräsentationen bezogen werden können. Physiker sind in der Lage, physikalische Repräsentationen zu kreieren, die abstrakte, unanschauliche Entitäten, wie Kräfte und Momente, enthalten, bevor sie ihre mathematische Gleichung aufstellen.

NORMAN (1983) bezieht sich auf den Unterschied zwischen zwei Arten des Wissens: das *konzeptuelle Modell*, das den Schülern im Anleitungsmaterial angeboten wird, und das *mentale Modell*, das sie tatsächlich in ihrer Vorstellung entwickeln. Er weist darauf hin, daß die Schüler mentale Modelle konstruieren können, die sich sehr von den Erwartungen der Lehrer unterscheiden. WILLIAMS/HOLLAN/STEVENS (1983) beschreiben dementsprechend einige Beispiele mentaler Modelle, die Schüler während einer Problemlösung in Physik entwickelt haben. Diese mentalen Modelle unterschieden sich stark von den ihnen dargebotenen konzeptuellen Modellen. HOLLAND/HOLYOAK/NISBETT/THAGARD (1989) untersuchten Prozesse des logischen Schließens und stellten fest, daß hierarchische mentale Strukturen geschaffen wurden.

Für den Betriebswirtschaftslehre-Anfangsunterricht hat PREISS (1992) ein Unternehmensplanspiel in einer Netzwerkstruktur beschrieben, die eine Transformation der im Lehrplan listenförmig aufgestellten Ziele und Inhalte darstellt. Dieses Netzwerk beschreibt die für unternehmerische Entscheidungen benötigten Konzepte mit ihren kausalen und definitorischen Relationen in qualitativer Weise. WEBER (1994) ermittelte, mit welchen mentalen Modellen Schüler in dieses Planspiel eintreten und wie sich diese Modelle im Zeitablauf verändern. Mit solchen Repräsentationen mentaler Modelle kann die Komplexität kognitiver Strukturen gezeigt werden. Aus der qualitativen Sicht mit ihren kausalen und definitorischen Relationen muß im Rechnungswesen eine quantitative Sicht mit arithmetischen Verknüpfungen werden. Ferner muß auf die Herausarbeitung unterschiedlicher Dimensionen wie "pro Periode" oder "pro Einheit" Wert gelegt werden.

In einer Vorstudie (VERHOOF 1993b) wurde festgestellt, daß viele Schüler versuchten, die ihnen vorgelegten unterschiedlichen konzeptuellen Modelle zu integrieren. Sie erwarten konsistente Lehrbücher. Wenn die Konsistenz fehlt, erzeugen die Schüler sie häufig selbst. So wurde z. B. eine mentale Repräsentation gefunden, die von einem konzeptuellen Modell beeinflußt wurde, das in angelsächsischen Ländern sowohl in der Mikroökonomie als auch in der Teilkostenrechnung angewandt wird. Die Schüler hielten Skonto für die Differenz zwischen Reingewinn und Rohgewinn (Abbildung 9). Dieser Ansatz führt zu richtigen Antworten bei der Berechnung des Reingewinnes, läuft aber auf Fehler bei der Berechnung des Rohgewinnes hinaus.

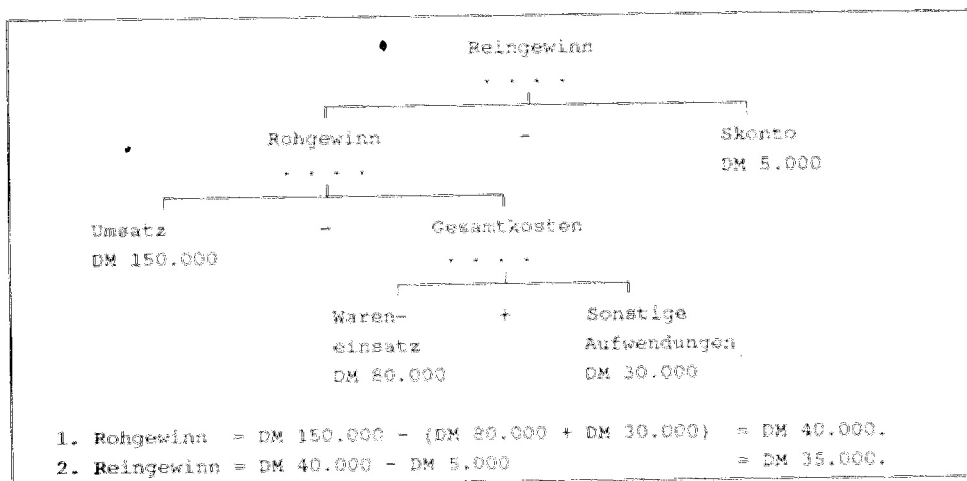


Abbildung 9: Rekonstruktion des mentalen Modells einiger Schüler zur Berechnung des Reingewinns in einem Handelsbetrieb

Faktisch gestattet die mikroökonomische Theorie keine Unterscheidung zwischen Reingewinn und Rohgewinn, weil Wareneinsatz und sonstige Aufwendungen immer zusammengefaßt werden. Genauer gesagt, sie werden in variable und fixe Kosten gegliedert. Der Wareneinsatz wird als Teil der variablen Kosten verstanden (Abbildung 10). Selbst ein Teil der Anschaffungs-

nebenkosten kann als Teil der fixen Kosten verstanden werden. Das beeinflusst die Berechnung des Bezugspreises.

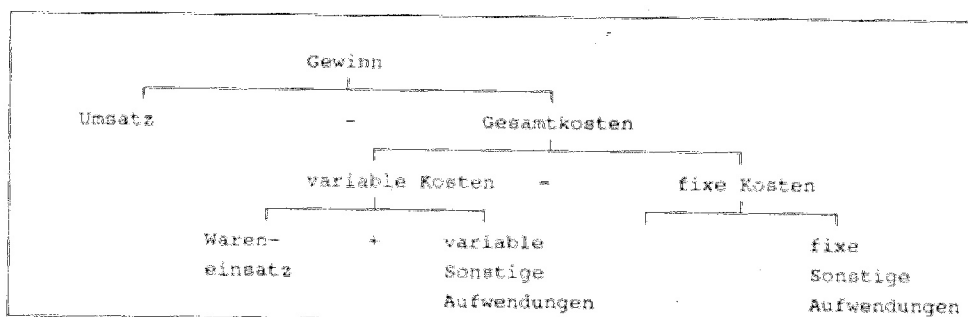


Abbildung 10: Konzeptuelles Modell zur Berechnung des Gewinnes in einem Handelsbetrieb nach der Theorie der Mikroökonomie

5. Aufbau des Forschungsprogrammes

Um die Entwicklung mentaler Modelle bei widersprüchlichen konzeptuellen Modellen zu erforschen, wurde ein Forschungsprojekt an Sekundarschulen durchgeführt (VERNOOL 1993a). Die Untersuchung wurde mit 155 Schülern der vierten Klasse aus sechs verschiedenen Schulen durchgeführt. Bezogen auf den Unterricht nach einem festgelegten Kapitel eines regulären holländischen Lehrbuchs (HOOGHUIJ/FUCHS 1987) wurde die Entwicklung der Kenntnisse zu drei Zeitpunkten gemessen. Der Inhaltsbereich enthielt zwei Themenkreise: die Berechnung des Verkaufspreises eines Produktes in einem Handelsbetrieb und die Berechnung des break-even-points entsprechend dem amerikanischen Ansatz der "Teilkostenrechnung". Das Lehrbuchkapitel enthält zwei konzeptuelle Modelle zur Berechnung des Reingewinnes eines Unternehmens, die beide im Widerspruch zu dem in vorangegangenen Kapiteln verwendeten konzeptuellen Modell der Finanzbuchhaltung stehen.

Der Aufbau des Forschungsprogramms diente dem Vergleich der Ergebnisse der Experimentalgruppe mit denen der Kontrollgruppe. Die Kontrollgruppe (80 Schüler) wurde mit den üblichen Berechnungsdarstellungen unterrichtet, die implizite konzeptuelle Modelle enthalten. Der Experimentalgruppe (75 Schüler) wurden Operationsdiagramme vorgelegt, die die konzeptuellen Modelle explizit machten.

Im gesamten Forschungsprogramm wurden vier verschiedene Tests entwickelt, zusätzlich wurden Protokolle des lauten Denkens angefertigt (ERICSSON/SIMON 1984). In diesem Beitrag werden lediglich die Ergebnisse eines Tests präsentiert (VERNOOL 1993c). Dieser Test konzeptualisiert die mentalen Modelle der Schüler, die sie im Unterricht zur Lösung der Fallbeispiele erwarben. Der Test bestand aus zwei Teilen: Der erste Teil enthielt vier Fragen zu dem im vorherigen Kapitel erworbenen Wissens (Berechnung des Reingewinnes nach den

Regeln der Finanzbuchhaltung), während der zweite Teil vier Fragen zum neu erworbenen Wissen enthielt (Berechnung des Verkaufspreises eines Produktes). Der gleiche Test wurde dreimal mit den Schülern durchgeführt: zu Beginn der Untersuchung, nach der Unterweisung in der Kalkulation der "Kosten pro Einheit" und nach der Instruktion entsprechend dem Ansatz der "Teilkosten" (vgl. Mikroökonomie). Nach weiteren zwei Monaten wurde eine Gruppe von 21 Schülern zu einem Gedächtnistest eingeladen, der einige Tage später durchgeführt wurde.

Zwei voneinander unabhängige Sachverständige wurden gebeten, die gefundenen Antworten mit dem Code zu kennzeichnen, der sich auf ein verfügbares konzeptuelles Modell bezog. B für das Finanzbuchhaltungsmodell (siehe Abbildung 5), C für das Kalkulationsmodell des Verkaufspreises (siehe Abbildung 6 und 7), D für das Teilkostenmodell (siehe Abbildung 10), A für ein falsches Alternativmodell, wie es in Abbildung 9 dargestellt ist, und X für eine fehlende Antwort oder ein nicht-identifizierbares Modell. Zwei Punkte erhielten die Schüler für die richtige Antwort, wenn diese dem geforderten konzeptuellen Modell entsprach, und einen Punkt, wenn die richtige Lösung zwar erkennbar aber unvollständig war.

Nach der Analyse des Datenmaterials stellte sich heraus, daß eine Gruppe von Schülern bereits im ersten Test Fehler machte, andere Gruppen hingegen erst im zweiten Test. Eine sorgfältige Untersuchung führte zu dem Schluß, daß diese Schüler Vorinformationen über das neue Unterrichtsfach erhalten hatten. Um diesen störenden Einfluß auf die Ergebnisse des ersten Tests zu beseitigen, sind diese Schüler nicht in den Tabellen 1 bis 3 enthalten.

6. Ergebnisse

Die Testergebnisse werden in den Tabellen 1 bis 3 dargestellt. Wir gingen von der Hypothese aus, daß die Experimentalgruppe besser als die Kontrollgruppe abschneiden würde. Zum ersten Testzeitpunkt (Tabelle 1) wurden keine Unterschiede zwischen beiden Gruppen festgestellt.

	Testteil 1		Testteil 2		Gesamttest	
	Mittelw.	Std. Abw.	Mittelw.	Std. Abw.	Mittelw.	Std. Abw.
Experimentalgruppe (n = 75)	3.3	2.1	0.2 (zu gering)		3.5	2.1
Kontrollgruppe (n = 55)	3.4	2.4	0.1 (zu gering)		3.5	2.4
<i>Ergebnis ANOVA in Test 1 (n = 130): F (1,98) = 0.05; P ≤ 0.823</i>						

Tabelle 1: Ergebnisse zum ersten Testzeitpunkt

Zum zweiten Testzeitpunkt erbrachte die Experimentalgruppe bessere Leistungen, jedoch nicht aufgrund des neu erworbenen Wissens (Tabelle 2). Wie die Resultate der Tabelle 2 zeigen, schnitt die Kontrollgruppe im ersten Teil im Hinblick auf früher erworbenes Wissen schlechter ab. Dies führte zu einem Ergebnis, das bedeutend unter dem der Experimentalgruppe lag. Die gleiche Ergebniskonstellation wurde zum dritten Testzeitpunkt festgestellt (Tabelle 3).

	Testteil 1		Testteil 2		Gesamttest	
	Mittelw.	Std. Abw.	Mittelw.	Std. Abw.	Mittelw.	Std. Abw.
Experimentalgruppe (n = 75)	3.0	2.4	3.8	2.2	6.8	3.2
Kontrollgruppe (n = 55)	1.3	1.4	3.6	2.0	4.9	2.4
<i>Ergebnis ANOVA Gesamttest (n = 130): F (1,98) = 10.64; P ≤ 0.002</i>						

Tabelle 2: Ergebnisse zum zweiten Testzeitpunkt

	Testteil 1		Testteil 2		Gesamttest	
	Mittelw.	Std. Abw.	Mittelw.	Std. Abw.	Mittelw.	Std. Abw.
Experimentalgruppe (n = 75)	3.7	2.7	3.0	2.5	6.6	4.2
Kontrollgruppe (n = 55)	1.1	1.2	2.7	2.0	3.8	2.3
<i>Ergebnis ANOVA Gesamttest (n = 130): F (1,98) = 5.91; P ≤ 0.017*</i>						
* Signifikanzniveau: α = 5%						

Tabelle 3: Ergebnisse zum dritten Testzeitpunkt

7. Mögliche Interpretationen für die festgestellten Unterschiede

Um eine Erklärung für die Ergebnisse zu finden, untersuchten wir näher, welche Modelle zur Berechnung der "Produktkosten der verkauften Ware" (Wareneinsatz) von den Schülern gewählt wurden (Tabelle 4). Die Untersuchung schließt die 25 Schüler, die in den Tabellen 1 bis 3 nicht erfaßt wurden, ein.

Wir stellten fest, daß zum zweiten Testzeitpunkt 96 von 155 Schülern die Konzepte des Modells B in einer Weise umdefinierten, daß sie Modell C entsprachen. Dabei gingen 75% der Schüler aus der Kontrollgruppe und 48% der Experimentalgruppe so vor. Zum dritten Testzeitpunkt waren es nur noch 55% der Schüler aus der Kontrollgruppe, was jedoch nicht bedeutete, daß sie zum richtigen konzeptuellen Modell zurückkehrten. Aus der Kontrollgruppe hatten nur 2,5% der Schüler unverändert die richtigen Antworten. Einige verwendeten das Modell der "Teilkosten", andere entwickelten mentale Modelle, die zu konfus waren, um sie kategorisieren zu können. Die Schüler der Experimentalgruppe hatten zum dritten Testzeitpunkt bessere Leistungen. Die Entscheidung für das Modell C sank auf 30%, wohingegen die Zahl der richtigen Antworten von 24% auf 36% stieg.

Außerdem ergab die Untersuchung, daß zwanzig Schüler zum zweiten Testzeitpunkt ein mentales Modell nach dem alternativen Ansatz entwickelten, indem sie verschiedene Modelle in einer alles umfassenden Betrachtung durcheinander brachten. Diese Zahl sank zum dritten Testzeitpunkt auf 14. Dies bedeutete jedoch nicht, daß mehr Schüler richtige Antworten fanden. Die Zahl der nicht-identifizierten Antworten stieg von 19 auf 41.

	erster Testzeitpunkt		zweiter Testzeitpunkt		dritter Testzeitpunkt	
	EG	KG	EG	KG	EG	KG
Modell A (Schüleralternative)	-	2	11	9	9	5
Modell B (Finanzbuchhaltung)	32	26	18	2	27	2
Modell C (Verkaufspreiskalkulation)	5	11	36	60	23	44
Modell D (Teilkosten)	-	-	-	6	1	3
Rest	38	41	10	9	15	26

Model B: (richtig bei dieser Aufgabe)
EG: Experimentalgruppe (n = 75); KG: Kontrollgruppe (n = 80).

Tabelle 4: Registrierte Codes zum Testteil 1 (Modell Finanzbuchhaltung)

Eine genauere Betrachtung der Antworten zur Berechnung der "Produktkosten pro Einheit" (Tabelle 5) im zweiten Teil des Tests läßt für den ersten Testzeitpunkt ein erwartetes Ergebnis sichtbar werden. Da neue Begriffsdefinitionen zur Berechnung des Verkaufspreises noch nicht eingeführt waren (außer der bereits oben erwähnten Klasse), gaben nur wenige Schüler Antworten entsprechend dem Modell C, während etliche das Konzept gemäß Modell B zu interpretieren versuchten. Nach Einführung des Modells C antworteten im Teil 2 des Tests die meisten Schüler dementsprechend, aber nicht wenige entwickelten bereits das Alternativmodell. Im dritten Test nimmt die Anzahl alternativer Modellierungen zu, wohingegen die Entscheidung für das Modell C nachweisbar sinkt.

	erster Testzeitpunkt		zweiter Testzeitpunkt		dritter Testzeitpunkt	
	EG	KG	EG	KG	EG	KG
Modell A (Schüleralternative)	2	2	10	3	19	9
Modell B (Finanzbuchhaltung)	19	6	-	-	1	1
Modell C (Verkaufspreiskalkulation)	3	12	52	67	42	52
Modell D (Teilkosten)	-	1	-	-	-	3
Rest	51	59	13	10	13	18

Model C: (richtig bei dieser Aufgabe)
EG: Experimentalgruppe (n = 75); KG: Kontrollgruppe (n = 80).

Tabelle 5: Registrierte Codes zum Testteil 2 (Modell zur Kalkulation des Verkaufspreises)

Modellauswahl:		C Verkaufspreis- kalkulation	A Schüler- alternative	B+ D + Rest andere Antworten
Erster	Testzeitpunkt	1	1	19
Zweiter	Testzeitpunkt (nach Einführung von Modell C)	1	0	3
Dritter	Testzeitpunkt	12	7	2
Vierter	Testzeitpunkt	2	11	8
Fünfter	Testzeitpunkt	1	9	11

Tabelle 6: Mentale Modelle von 21 Schülern bei der Berechnung des Verkaufspreises bei langfristiger Beobachtung

Wie die Ergebnisse zeigen, neigen viele Schüler dazu, konkurrierende konzeptuelle Modelle in eine Gesamtstruktur zu integrieren. Dies bestätigten die weiteren Tests des Forschungsprogrammes (VERMOOIJ 1993a). Der Erwerb neuen Wissens fällt zeitlich mit dem Abbau früher erworbenen Wissens zusammen. Einige Monate nach Beendigung der Untersuchung wurde mit einer Gruppe der Test zu einem vierten und fünften Zeitpunkt wiederholt. Dabei wurde festgestellt, daß sich die Verschlechterung der Kenntnisse fortgesetzt hatte (Tabelle 6).

8. Stichwortmodelle

Im Forschungsprogramm wurden Informationen darüber gesammelt, wie Schüler mit untereinander nicht vereinbaren konzeptuellen Modellen fertig werden. Die Vielfalt der von den Schülern entwickelten mentalen Modelle als Reaktion auf die vorgelegten konzeptuellen Modelle war besonders bemerkenswert. Die meisten Schüler faßten die konzeptuellen Modelle nicht als gesonderte Entitäten für unterschiedliche Situationen auf, sondern versuchten vielmehr, die Modelle auf irgendeine Weise zu integrieren. Einige Integrationen waren zu erwarten. Ein Schüler brachte es auf den Nenner: "Es gibt verschiedene Definitionen, daher muß man sich entscheiden". Folglich führte er bei der Berechnung des Reingewinnes das Konzept des 'Kalkulationszuschlages' in das Finanzbuchhaltungsmodell ein und stand vor dem Problem, zweimal Skonto zu subtrahieren.

Die Schaffung von Stichwortmodellen ist eine weitere Integrationsmöglichkeit. Bei diesen Modellen vernachlässigen die Schüler wesentliche ökonomische Dimensionen wie "pro Periode" oder "pro Einheit". Jetzt verwenden die Schüler den Hinweis "Zuschlag" nicht mehr und trennen auch nicht mehr vorwärts- und rückwärts gerichteten Berechnungen. Dies ergab die Pilotstudie (VERMOOIJ 1993d), wo 29 Schüler gebeten wurden, die Berechnung einiger Größen wie "Rohgewinn pro Periode" und "Kalkulationszuschlag pro Stück" zu beschreiben. Die meisten Beschreibungen waren identisch, ohne Unterscheidung dieser beiden Konzepte, oder sie zeigten Parallelen, die nur Unterschiede in den verkauften Mengen aufwiesen (Tabelle 7).

Exper.-Gruppe		Kontrollgruppe		
2.	3.	2.	3.	
Testzeitpunkt		Testzeitpunkt		
5	7	3	2	Rohgewinn pro Periode = Kalkulationszuschlag pro Stück
7	8	7	9	Rohgewinn pro Periode = Absatzmenge x Rohgewinn pro Stück
3	-	4	3	differenzierte Beschreibung
-	-	-	-	Richtige Beschreibung beider Begriffe

Tabelle 7: Vergleich der Beschreibungen von „Rohgewinn pro Zeitspanne“ und „Kalkulationszuschlag“ in der Pilotstudie.

Die Hauptuntersuchung mit den 155 Schülern (VERNOOIJ 1993b) bestätigte diesen mentalen Prozeß (Tabelle 8). Das führt zu der Schlußfolgerung, daß immer wiederkehrende Fehler möglicherweise durch diese inadäquaten kognitiven Strukturen verursacht werden.

	Experimental- gruppe	Kontroll- gruppe	chi ²	p ≤
Testzeitpunkt 1: Anzahl:	58	48		
identisch:	10	12	0,55	0,46
Testzeitpunkt 2: Anzahl:	75	80		
identisch:	30	62	22,63	0,001*
Testzeitpunkt 3: Anzahl:	75	80		
identisch:	25	41	5,04	0,025*

*signifikanter Unterschied zugunsten der Experimentalgruppe.

Tabelle 8: Zahl der identischen Beschreibungen von „Rohgewinn pro Zeitspanne“ und „Kalkulationszuschlag pro Stück“ in der Hauptstudie

Die Anwendung einer Instruktionsstrategie, die die konzeptuellen Modelle explizit macht, ergibt signifikante Unterschiede zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe. Doch die Schüler der Experimentalgruppe machten nach wie vor recht viele Fehler.

9. Pädagogische Bedeutung

Zur Lösung eines Falles im Rechnungswesen müssen die Schüler einen Text lesen und diesen nach den ihnen bereits bekannten mentalen Modellen interpretieren. Wenn diese Modelle nicht mit den zur Lösung des Falles erforderlichen Modellen übereinstimmen, treten systematische Fehler auf. Deshalb muß darauf geachtet werden, daß die gelehrt konzeptuellen Modelle mit denen übereinstimmen, die die Schüler im Kontext ihrer Problemlösung verwenden. Dies erfordert vor allem, konzeptuelle Modelle so weit wie möglich konsistent zu gestalten. Wenn dies aus fachlichen Gründen nicht möglich oder aus pädagogischen nicht gewünscht ist, müssen Unterschiede zwischen den verschiedenen Lehrstoffstrukturen ausdrücklich thematisiert werden – auch wenn solche konzeptuellen Inkonsistenzen aufgrund der Eingebundenheit in verschiedene Rechenverfahren zunächst folgenlos bleiben würden.

Zweitens muß den mentalen Modellen der Schüler, die sie während der Aufgabenlösung entwickeln, Aufmerksamkeit geschenkt werden. Solange die Schüler zwei inkonsistente konzeptuelle Modelle zu integrieren suchen, dürften die Fehler sich hin- und herverschieben. Jede Korrektur auf der Basis des einen Modells verlagert den Fehler auf die Interpretation des anderen Modells. Die Schüler erleben diese Verschiebung als Dilemma, das sie auf verschiedene Weise auszuschalten versuchen: durch ein eigenes Zwischen- oder Übergangsmodell oder unter Beibehaltung eines Fehlers. Ein Schüler meinte hierzu: *„Wenn ich für wahr halten muß,*

was hier geschreven is, is die Berechnung richtig. Aber dem ist nicht so in meinem Heft". Dennoch war seine Berechnung richtig.

Deshalb sollten Lehrer und Lehr-Lern-Arrangements nicht nur Fehler in den spezifischen Fällen korrigieren, sondern sie sollten die mentalen Modelle, die zu immer wiederkehrenden Fehlern führen, unterscheiden und korrigieren. Die Integration des neuen Wissens in das schon vorher in einem Lernprozeß erworbene Wissen verlangt beständige Aufmerksamkeit. Nicht nur die Relationen zwischen den Größen "pro Linheit" und "pro Periode" sowie zwischen den prospektiven und retrospektiven Berechnungen sollten Beachtung finden. Besondere Beachtung ist auch den Unterschieden zwischen den konzeptuellen Modellen der vielen Teilbereiche innerhalb des Rechnungswesens und der Betriebswirtschaftslehre zu schenken.

Mit der Bemerkung: "Vergessen Sie alles, was Sie bisher gelernt haben", kann niemand seinen Unterricht beginnen, denn das ist auch den Schülern nicht möglich.

Literatur

- Anderson, J. R. (1982). Acquisition of cognitive skill. *Psychological Review*, 89, S. 369 - 406.
- Anderson, J. R. (1985). *Cognitive psychology and its implications*. New York: Freeman.
- Chi, M. T. H., Feltovich, P.J., Glaser, R. (1981). Categorization and representation of physics problems by experts and novices. *Cognitive science*, 5, S. 121 - 152.
- Eriasson, K. A. & Simon H.A. (1984). *Protocol Analysis. Verbal reports as data*. Cambridge: MIT Press.
- Ferguson Hessler, M. G. M. (1989). *Over Kennis en Kunde in de Fysica*. Eindhoven: thesis.
- Glaser, R. & Bassok M. (1989). Learning theory and the study of instruction. *Annual Review of Psychology*, Vol. 40.
- Holland, J. H., Holyoak, K. J., Nisbett, R.E. & Thagard P.R. (1986). *Induction. Processes of Inference, Learning and Discovery*. Cambridge: MIT Press.
- Hoogheid, J. C. & Fuchs H. (1987). *Basisboek Bedrijfsconomie voor HAVO en VWO*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Hornigren, C. T. & Foster, G. (1991). *Cost Accounting*. New Jersey: Prentice-Hall.
- de Jong, F. P. C. M. (1992). *Zelfstandig leren. Regulatie van het leerproces en leren reguleren: een procesbenadering*. Tilburg: thesis.
- de Jong, T. (1986). *Kennis en het oplossen van vraagstukken*. Eindhoven: thesis.
- Mettes, C. T. C. W. & Pilot, A. (1980). *Over het leren oplossen van natuurwetenschappelijke problemen. Een methode voor ontwikkeling en evaluatie van onderwijs toegepast op een cursus Thermodynamika*. Enschede: Technische Hogeschool Twente, proefschrift.
- Mettes, C. T. C. W. (1985). *Factual and procedural knowledge: Learning to solve science problems*. Leuven: Paper for the First European Conference for Research on Learning and Instruction.

- Larkin, J. H. (1983). The Role of Problem Representation in Physics". In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models*, S. 75 - 98, Hillsdale, N.J.: Lawrence Erlbaum.
- Norman, D. A. (1983). Some Observations on Mental Models. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models*, S. 7 - 14, Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum.
- Norman, D. A., Gentner, D. R. & Stevens, A. L. (1976). Comments on learning schemata and memory representation. In D. Klahr (Ed.), *Cognition and Instruction*, S. 177-197, Hillsdale NJ. Lawrence Erlbaum.
- Polya, G. (1954/1957). *How to solve it, A new aspect of mathematical Method*, New York: Doubleday.
- Preiss, P. (1992). Komplexität im Betriebswirtschaftslehre-Anfangsunterricht. In F. Achtenhagen & E. G. John (Hrsg.), *Mehrdimensionale Lehr-Lern-Arrangements - Innovationen in der kaufmännischen Aus- und Weiterbildung*, S. 58 - 78, Wiesbaden: Gabler.
- Reigeluth, C. M. & Stein, F. S. (1983). The Elaboration Theory of Instruction. In Reigeluth, C. M. (Ed.), *Instructional Design Theories and Models. An overview of their current status*, S. 335 - 381, Hillsdale, NJ.: Lawrence Erlbaum.
- Schoenfeld, A. H. (1989). Teaching Mathematical Thinking and Problem Solving. In L. B. Resnick & L. E. Klopfer, *Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research*, 1989 Yearbook of the Association for Supervision and Curriculum Development.
- Slot, R. (1987). *Elementaire Bedrijfseconomie*. Leiden/Antwerpen: Stenfert Kroese, tiende herziene druk.
- Veenman, M. V. J. (1993). *Intellectual ability and metacognitive skill: determinants of discovery learning in computerized learning environments*. Amsterdam: thesis in english.
- Vernooij, A. T. J. (1990). A systematic problem approach in Business Administration. In J. M. Pieters, K. Breuer & P. R. J. Simons (Eds), *Learning Environments, Contributions from Dutch and German Research*, S. 193 - 205, Berlin: Springer.
- Vernooij, A. T. J. & Minnaar, G. H. (1992). *Kostenberekening*. Leerboek bij het COO-programma Kostenberekening. Zutphen: Thieme.
- Vernooij, A. T. J. (1993a). *Het leren oplossen van bedrijfseconomische problemen: didactisch onderzoek naar kostprijs- en nettowinstvraagstukken in het voortgezet onderwijs*. Proefschrift Rotterdam met samenvatting in het Engels. Zutphen: Thieme.
- Vernooij, A. T. J. (1993b). *Computer based problem solving: spreadsheets as a medium to conceptualize mental models*. Paper for symposium 38 of the 5th EARLI Conference.
- Vernooij, A. T. J. (1993c). Report on the test 'Kennis van Handelingsvoorschriften'. Rotterdam: Erasmus University.
- Vernooij, A. T. J. (1993d). *Report on a pilot-study in 5 VWO*. Rotterdam: Erasmus University.
- Weher, S. (1994). *Vorwissen in der betriebswirtschaftlichen Ausbildung. Eine struktur- und inhaltsanalytische Studie*. Wiesbaden: DUV.
- Williams, M. D, Hollan, J. D. & Stevens A. L. (1983). Human Reasoning About a Simple Physical System. In D. Gentner & A. L. Stevens (Eds.), *Mental Models*, S. 131 - 153, Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.