

Eigler, Gunther; Macke, Gerd; Nenniger, Peter

Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen

Zeitschrift für Pädagogik 28 (1982) 3, S. 397-423



Quellenangabe/ Reference:

Eigler, Gunther; Macke, Gerd; Nenniger, Peter: Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen - In: Zeitschrift für Pädagogik 28 (1982) 3, S. 397-423 - URN: urn:nbn:de:0111-pedocs-142111 - DOI: 10.25656/01:14211

<https://nbn-resolving.org/urn:nbn:de:0111-pedocs-142111>

<https://doi.org/10.25656/01:14211>

in Kooperation mit / in cooperation with:

BELTZ JUVENTA

<http://www.juventa.de>

Nutzungsbedingungen

Gewährt wird ein nicht exklusives, nicht übertragbares, persönliches und beschränktes Recht auf Nutzung dieses Dokuments. Dieses Dokument ist ausschließlich für den persönlichen, nicht-kommerziellen Gebrauch bestimmt. Die Nutzung stellt keine Übertragung des Eigentumsrechts an diesem Dokument dar und gilt vorbehaltlich der folgenden Einschränkungen: Auf sämtlichen Kopien dieses Dokuments müssen alle Urheberrechtshinweise und sonstigen Hinweise auf gesetzlichen Schutz beibehalten werden. Sie dürfen dieses Dokument nicht in irgendeiner Weise abändern, noch dürfen Sie dieses Dokument für öffentliche oder kommerzielle Zwecke vervielfältigen, öffentlich ausstellen, aufführen, vertreiben oder anderweitig nutzen.

Mit der Verwendung dieses Dokuments erkennen Sie die Nutzungsbedingungen an.

Terms of use

We grant a non-exclusive, non-transferable, individual and limited right to using this document.

This document is solely intended for your personal, non-commercial use. Use of this document does not include any transfer of property rights and it is conditional to the following limitations: All of the copies of this documents must retain all copyright information and other information regarding legal protection. You are not allowed to alter this document in any way, to copy it for public or commercial purposes, to exhibit the document in public, to perform, distribute or otherwise use the document in public.

By using this particular document, you accept the above-stated conditions of use.

Kontakt / Contact:

peDOCS
DIPF | Leibniz-Institut für Bildungsforschung und Bildungsinformation
Informationszentrum (IZ) Bildung
E-Mail: pedocs@dipf.de
Internet: www.pedocs.de

Digitalisiert

Zeitschrift für Pädagogik

Jahrgang 28 – Heft 3 – Juni 1982

I. Essay

JÜRGEN HENNINGSSEN Vielleicht bin ich heute noch ein Nazi 341

II. Thema: Lehr-Lern-Forschung

PETER MARTIN ROEDER Einleitung zum Themenschwerpunkt „Lehr-Lern-Forschung“ 355

URSULA VIET/
VEIT GEORG SCHMIDT/
NORBERT SOMMER/
ULRICH GROMMELT Veränderungen des kognitiven Entwicklungsstandes von Schülern der Orientierungsstufe im Mathematikunterricht. Bericht über ein fachdidaktisches Projekt 365

LUDWIG KÖTTER/
ARNO AUFFENFELD/
KARL LUDWIG JÜNGST/
DOROTHEA KLEIN/
HELMUT M. NIEGEMANN/
HELMUT STRUCHHOLZ Zum Lehren und Lernen geometrischer Begriffe: Deskription und Optimierung 381

GUNTHER EIGLER/
GERD MACKE/
PETER NENNIGER Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen 397

HERMANN RÜPPELL/
PHILIPP S. SCHRANKEL/
ANNEGRET GARBERT/
JÖRG HUBER/
ECKHARD KLIEME Die Lehre komplexen Denkverhaltens 425

III. Bericht

JÜRGEN OELKERS Die analytische Erziehungsphilosophie: Eine Erfolgsgeschichte. Wissenschaftshistorische Anmerkungen zur Entwicklung der angelsächsischen Erziehungsphilosophie seit 1950 441

IV. Besprechungen

- CARL CHR. LINGELBACH Albrecht Elsässer: Die Integration von Allgemeinbildung und Berufsbildung im Sekundarbereich II 465
- JOSEF DERBOLAV Fritz Peter Hager: Plato Paedagogus 471
- WILFRIED LIPPITZ Martinus J. Langeveld/Helmut Danner: Methodologie und „Sinn“-Orientierung in der Pädagogik 474
- HELMUT KITTEL Karl Seidelmann: Die Pfadfinder in der deutschen Jugendgeschichte. Teil 2, 1 478
- HEINZ GÜNTER HOLTAPPELS Wiebke Ammann/Helge Peters: Stigma Dummheit 481

V. Dokumentation

Dissertationen und Habilitationsschriften in Pädagogik 1981 483

Pädagogische Neuerscheinungen 503

Zeitschrift für Pädagogik

Beltz Verlag Weinheim und Basel

Anschriften der Redaktion: Prof. Dr. Dietrich Benner, Goethestr. 17, 4401 Altenberge;
Prof. Dr. Herwig Blankertz, Potstiege 48, 4400 Münster.

Manuskripte in doppelter Ausfertigung an die Schriftleitung erbeten. Hinweise zur äußeren Form der Manuskripte finden sich am Schluß von Heft 1/1981, S. 165f., und können bei der Schriftleitung angefordert werden. Besprechungsexemplare bitte an die Anschriften der Redaktion senden. Die „Zeitschrift für Pädagogik“ erscheint zweimonatlich (zusätzlich jährlich 1 Beiheft) im Verlag Julius Beltz GmbH & Co. KG, Weinheim und Verlag Beltz & Co. Basel. Bibliographische Abkürzung: Z. f. Päd. Bezugsgebühren für das Jahresabonnement DM 84,- + DM 4,- Versandkosten. Lieferungen ins Ausland zuzüglich Mehrporto. Ermäßigter Preis für Studenten DM 65,- + DM 4,- Versandkosten. Preis des Einzelheftes DM 18,-, bei Bezug durch den Verlag zuzüglich Versandkosten. Zahlungen bitte erst nach Erhalt der Rechnung. Das Beiheft wird außerhalb des Abonnements zu einem ermäßigten Preis für die Abonnenten geliefert. Die Lieferung erfolgt als Drucksache und nicht im Rahmen des Postzeitungsdienstes. Abbestellungen spätestens 8 Wochen vor Ablauf eines Abonnements. Gesamtherstellung: Beltz Offsetdruck, 6944 Hemsbach über Weinheim. Anzeigenverwaltung: Heidi Steinhaus, Ludwigstraße 4, 6940 Weinheim. Bestellungen nehmen die Buchhandlungen und der Beltz Verlag entgegen: Verlag Julius Beltz GmbH & Co. KG, Am Hauptbahnhof 10, 6940 Weinheim; für die Schweiz und das gesamte Ausland: Verlag Beltz & Co. Basel, Postfach 2346, CH-4002 Basel.

Die in der Zeitschrift veröffentlichten Beiträge sind urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte, insbesondere das der Übersetzung in fremde Sprachen, bleiben vorbehalten. Kein Teil dieser Zeitschrift darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form – durch Fotokopie, Mikrofilm oder andere Verfahren – reproduziert oder in eine von Maschinen, insbesondere von Datenverarbeitungsanlagen, verwendbare Sprache übertragen werden.

Auch die Rechte der Wiedergabe durch Vortrag, Funk- und Fernsehsendung, im Magnettonverfahren oder ähnlichem Wege bleiben vorbehalten.

Fotokopien für den persönlichen und sonstigen eigenen Gebrauch dürfen nur von einzelnen Beiträgen oder Teilen daraus als Einzelkopien hergestellt werden. Jede im Bereich eines gewerblichen Unternehmens hergestellte oder benutzte Kopie dient gewerblichen Zwecken gem. § 54 (2) UrhG und verpflichtet zur Gebührenzahlung an die VG WORT, Abteilung Wissenschaft, Goethestraße 49, 8000 München 2, von der die einzelnen Zahlungsmodalitäten zu erfragen sind.

Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen¹

1. Anknüpfung an die Darstellung der Projektplanung

Das Projekt „Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen“ wurde in der Planungsphase 1976 in dieser Zeitschrift im Zusammenhang mit anderen Projekten des DFG-Schwerpunkts „Lehr-Lern-Forschung“ vorgestellt. Das Ziel dieses Projekts ist die konzeptionelle *Erarbeitung einer Theorie des Lernens unter Bedingungen von Lehren* und eine schrittweise Überprüfung der Wirksamkeit der angenommenen Bedingungen.

Lernen wird in diesem Projekt unter *drei Gesichtspunkten* betrachtet: unter dem Gesichtspunkt der *Inhalte*, der *Handlungen (Operationen)* und der das *Handeln steuernden Motive*. Modellhaft wird von drei Komponenten des Lernens gesprochen, die in einem Konstrukt „kognitive Struktur“ aufeinanderbezogen gedacht werden. Im Rahmen dieser Modellbildung ergaben sich drei Fragen:

1. Wie läßt sich die Veränderung der drei Teilstrukturen Wissen, operative Fähigkeiten, Motive, die sich im Lernen vollzieht, denken und wie empirisch erfassen?
2. Wie läßt sich das Aufeinanderbezogensein der drei Teilstrukturen in der einen kognitiven Struktur denken? Wie läßt sich die Veränderung der kognitiven Struktur als ganzes denken und wie empirisch erfassen?
3. Bringt Lernen unter unterschiedlichen Lehrbedingungen (etwa unterschiedlichen Lehrverfahren) unterschiedliche kognitive Strukturen hervor? Wie lassen sich diese erfassen und beschreiben?

Unter methodologischem Gesichtspunkt ist es das Ziel des Projekts, Möglichkeiten struktureller Betrachtung und Analyse – in der Gegenüberstellung zu und in der Verknüpfung mit den in der Forschung allgemein praktizierten Formen der Analyse – zu erproben. Dieser strukturelle Aspekt des Projekts wird im Mittelpunkt des Artikels stehen.

2. Zur Methodologie einer Strukturbetrachtung

Die Begriffe „Struktur“ und „strukturell“ werden häufig und in vielfältiger Weise benutzt. Wie läßt sich überhaupt über Strukturen – etwa über eine Struktur, in die Wissen, operative Fähigkeiten und Motive als Teilstrukturen eingehen und in der diese aufeinanderbezogen werden – in einer angemessenen Weise reden, d. h. in einer Weise, die den

1 Innerhalb des gemeinsamen Rahmens zeichnen verantwortlich: EIGLER für Abschnitt 3.1, MACKE für Abschnitt 3.2, NENNIGER für Abschnitt 3.3.,

Strukturaspekt in Hypothesen, Analyse und Interpretation bewahrt? Dieselbe Frage ist auch hinsichtlich der Beziehungen innerhalb der Teilstrukturen Wissen, operative Fähigkeiten und Motive zu stellen.

Dieses Problem, vor dem das Projekt „Mehrdimensionale Zielerreichung“ aufgrund der das Konstrukt „kognitive Struktur“ in den Mittelpunkt rückenden Theoriebildung stand, kann an einer Fragestellung GREENOS und der Art der Bearbeitung durch ihn erläutert werden. GREENO (vgl. MAYER/GREENO 1972) hatte die Vermutung geäußert, daß Lerner unter unterschiedlichen Lehrbedingungen strukturell unterschiedliche Lernergebnisse, d.h. strukturell unterschiedliche kognitive Strukturen hervorbringen, was bei einer globalen vergleichenden Betrachtung, etwa auf der Ebene von Gruppenmittelwerten, verborgen bleiben kann. GREENO entwickelte eine Reihe von Tests, die jeweils bestimmte qualitativ unterschiedliche Aspekte der kognitiven Struktur erfassen sollten. Es wurde dann durch Varianzanalyse geprüft, ob sich die unter unterschiedlichen Lehrbedingungen lernenden Gruppen in den Subtests unterscheiden. Das Ergebnis der Varianzanalyse – die unter unterschiedlichen Lehrbedingungen lernenden Gruppen unterscheiden sich in den Subtests – wurde dann im Rückgriff auf die Ergebnisse in den Subtests inhaltlich interpretiert; im Zusammenhang mit dieser Interpretation wurden schließlich zwei Ausprägungen der kognitiven Struktur gegeneinander herausgearbeitet, eine eher eng verknüpfte algorithmische Struktur und eine eher netzartig ausgreifende Struktur, charakterisiert durch die Bilder „Mondglanz“ und „Sonnenschein“. Der Übergang in eine *metaphorische Sprache* zeigt die Schwierigkeiten sehr deutlich: im Augenblick scheint für eine *strukturelle Fragestellung kein Instrumentarium* zur Verfügung zu stehen, mit dem sich eine strukturelle Fragestellung durchhalten läßt; vielmehr scheint es notwendig zu sein, die strukturelle Fragestellung zunächst so umzuformen, daß die reduzierte Fragestellung mit dem vorhandenen Instrumentarium bearbeitbar wird, z.B. mit einer Varianzanalyse hinsichtlich der Gruppenmittelwerte, um dann abschließend – nach Sicherung der Unterschiede – verbal eine strukturelle Interpretation folgen zu lassen (vgl. EIGLER 1981).

Das Projekt „Mehrdimensionale Zielerreichung“ stand – wie gesagt – vor vergleichbaren Schwierigkeiten: wie kann neben einer summativen Betrachtung über summierte Testrohwerte, Mittelwert- und Streuungsvergleiche usw. eine die strukturelle Fragestellung stärker durchhaltende Betrachtung entwickelt werden, die etwa die spezifischen Realisierungen bei einer zu verschiedenen Zeitpunkten vorgegebenen Aufgabenmenge oder die Beziehungen zwischen Realisierungen unter verschiedenen Lehrbedingungen bewahrt?

Im folgenden soll versucht werden, ausgehend von einer mehr summativen Betrachtung, schrittweise *Möglichkeiten struktureller Betrachtung* zu entwickeln.

Im einfachsten Fall konzentriert sich eine *summative Betrachtung* auf eine Variable und erfaßt ihre Realisierung in verschiedenen Beobachtungen; diese lassen sich zusammenfassen, z. B. im Hinblick auf den Schwerpunkt der Verteilung im arithmetischen Mittel oder unter dem Gesichtspunkt der Homogenität der Verteilung in der Standardabweichung. Diese Art der Betrachtung kann erweitert werden, indem gleichzeitig *zwei* Variablen einbezogen werden und die Beobachtungen nun unter dem Gesichtspunkt der Gleichzeitigkeit der Realisierung der Variablen zusammengefaßt werden, etwa in Korrelationskoeffizienten. Eine weitere Ausweitung der Betrachtung in Richtung auf *mehrere* Variablenpaare – darstellbar etwa in Korrelationsmatrizen – ist möglich. In all diesen Fällen stehen im Mittelpunkt der Betrachtung Variablen, sei es eine Variable oder seien es mehrere.

Eine *strukturelle Betrachtung* geht ebenfalls von Variablen aus, zieht aber die Beziehungen zwischen Variablen nicht nur in die Betrachtung ein, sondern rückt sie in den Mittelpunkt. Die Blickrichtung auf die Beziehungen ist konstitutiv für eine strukturelle Betrachtung; deren Ziel ist eine Beschreibung der *Beziehungen* unter dem Gesichtspunkt der *Ordnung*. GREENOS Beschreibung interner und externer Verknüpfung kognitiver Strukturen in den Bildern „Mondglanz“ und „Sonnenschein“ ist ein Versuch, sich im Medium der Sprache und der Metaphern der Ordnung der Beziehungen zu nähern. Gegenüber einer solchen verbalen und metaphorischen Beschreibung der Ordnung der Beziehungen zielt eine *systematische Beschreibung* auf die Erfassung der *struktur-bildenden Regeln*, um von dort her die Ordnung der Beziehungen in Parametern zu beschreiben, z. B. den Grad der Hierarchie, das Ausmaß an Symmetrie usw.

Zusammenfassend: Summative Betrachtung faßt Beobachtungen als Realisierungen von Variablen zusammen; strukturelle Betrachtung versucht die Beschreibung der Beziehungen zwischen Variablen auf dem Weg über eine Erfassung von struktur-bildenden Regeln.

In dem folgenden Kapitel sollen Aspekte einer strukturellen Behandlung einer Fragestellung exemplifiziert werden:

- zunächst werden in 3.1 Effekte unterschiedlicher Lehrverfahren auf den Wissensstand und das operative Fähigkeitsniveau in dem ausgewählten Lernbereich (Geometrie: Winkellehre) in einer mehr herkömmlichen Weise varianzanalytisch untersucht und die aufgrund dieser Art Analyse möglichen Aussagen demonstriert. Als ein erster Schritt in Richtung einer strukturellen Behandlung wird die Fragestellung erweitert zur Frage nach dem Zusammenhang von Wissensstand und Fähigkeitsniveau;
- dann wird in 3.2 aus der weiteren Fragestellung beispielhaft der Begriff des operativen Fähigkeitsniveaus herausgegriffen und eine Konzeption einer operativen Fähigkeitsstruktur entwickelt; entsprechend werden ausgewählte Effekte von Lehrverfahren erneut – nun aber inhaltlich-strukturell – interpretiert;
- schließlich werden in 3.3 einige theoretische Implikationen einer strukturellen Weiterentwicklung des Selbstbegräftigungsmodells der Leistungsmotivation erörtert, verbunden mit der Darstellung einiger Ergebnisse der Validierungsuntersuchungen.

3. Exemplarische Darstellungen

Den Hintergrund der Darstellungen bietet ein Lehr-Lern-Experiment (Näheres vgl. EIGLER 1981, S. 349f.), an dem im Frühjahr 1980 insgesamt 312 Schüler der 6. Klassenstufe von zwei Gymnasien teilnahmen.

Es wurde mit folgenden Lehrbedingungen (LB) gearbeitet:

- *Lehrbedingung 1 (LB1): 1 Woche Lehrform A „Durcharbeiten dargebotener Begriffe“, dann eine Woche Lehrform B „Operatives Erzeugen von Begriffen“;*
- *Lehrbedingung 2 (LB2): 1 Woche Lehrform B „Operatives Erzeugen von Begriffen“, dann eine Woche Lehrform A „Durcharbeiten dargebotener Begriffe“;*
- *Lehrbedingung 3 (LB3): Kontrollgruppe (Lehrerunterricht ohne Orientierung an den in den experimentellen Gruppen eingesetzten Lehrformen A oder B).*

Messungen wurden durchgeführt:

- zu Beginn des Lehr-Lern-Experiments (Zeitpunkt T1),
- nach einer Unterrichtswoche vor dem Wechsel der Lehrformen (Zeitpunkt T2) und
- am Ende des Lehr-Lern-Experiments (Zeitpunkt T3).

Es wurden eingesetzt:

- in T1, T2, T3 zur Erfassung der operativen Fähigkeiten ein speziell konstruierter und auf den Inhalt des Lehr-Lern-Experiments ausgerichteter Test (OPT) in drei Parallelversionen; jede Version besteht aus 10 Aufgaben mit insgesamt 56 Items und 176 Distraktoren (vgl. MACKE 1978b; 1979);
- in T1 und T3 zur Erfassung des Wissens zwei ebenfalls speziell entwickelte Wissenstests WT1 mit Schwerpunkt Halbgerade (27 Items/2 Parallelfassungen) und WT2 mit Schwerpunkt Winkel (36 Items/2 Parallelfassungen) (vgl. MACKE 1978b; 1979);
- in T1 ein Fragebogen zur Erfassung des Leistungsmotivs (LMO, 76 Items) (vgl. NENNIGER 1978), in T1, T2, T3 ein Fragebogen zur Erfassung des inhaltspezifischen Motivs (Mathematik) (SBM, 30 Items) (vgl. NENNIGER 1982), in T3 ein Erhebungsinstrument zur Erfassung der Kausalstruktur (KA, 45 Items).

3.1. Varianzanalytische Untersuchung der Veränderung von operativen Fähigkeiten und Wissen unter alternativen Lehrbedingungen

Die Frage ist, welche Art Aussagen aufgrund einer varianzanalytischen Untersuchung der im Lehr-Lern-Experiment angefallenen Daten sich hinsichtlich der Veränderungen der kognitiven Struktur in den Dimensionen operative Fähigkeiten und Wissen machen lassen.

Zunächst ist zu klären, was unter „Veränderung der kognitiven Struktur“ überhaupt zu verstehen ist, was letztlich heißt, „Veränderung“ im Rahmen der hier zugrundegelegten, auf Erklärung von Lernen unter Bedingungen von Lehren zielenden Theorie zu operationalisieren. Als Indikator für „Veränderung der kognitiven Struktur“ bot sich der Lernzuwachs im Zeitraum T1 bis T3 in den verschiedenen Tests unter den verschiedenen Lehrbedingungen an, ausgedrückt in den – in einem ersten Schritt zu sichernden – Differenzen T3 – T1. Zur Prüfung der Unterschiede der Differenzen unter den verschiedenen Lehrbedingungen wurden 3 Varianzanalysen gerechnet. Im folgenden werden nur signifikante Ergebnisse berücksichtigt.

Zur Interpretation wurden zunächst die Mittelwerte der Gruppen herangezogen, um die zu den einzelnen Zeitpunkten erreichten Niveaus in etwa vergleichen zu können, durchaus im Blick auf die Bedenken, die gegen GREENOS vergleichbares Vorgehen vorgebracht wurden (EIGLER 1981); es wurden dann zu den Mittelwerten die Standardabweichungen hinzugenommen, um einen gewissen Eindruck hinsichtlich der Homogenität der einzelnen Verteilungen zu gewinnen.

3.1.1. Veränderungen in der Dimension „operative Fähigkeiten“

Die Differenzen T3 – T1 im OPT unterscheiden sich unter den verschiedenen Lehrbedingungen hochsignifikant ($p < .001$), d. h. *es ist unter den verschiedenen Lehrbedingungen unterschiedlich viel gelernt worden.*

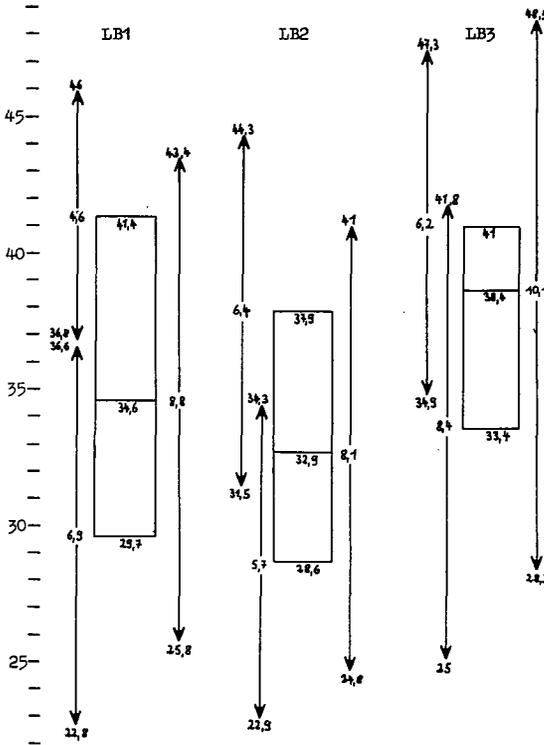
Die Aussage ist gleichsam eine *Schlüsselaussage*: Der Unterschied der Differenzen zwischen den 3 Gruppen kann als gesichert angesehen werden; zugleich ist die Aussage informationsarm: es wird nichts über die Größe der Differenzen ausgesagt und nichts darüber, welche Gruppe in welchem Umfang welcher Gruppe überlegen ist (dazu müßten die Kontraste herangezogen werden), es wird auch nichts über das von den Gruppen zu den verschiedenen Zeitpunkten erreichte durchschnittliche Niveau ausgesagt.

Zieht man die *Mittelwerte* der Gruppe in den verschiedenen Zeitpunkten heran (vgl. Tabelle 1), so läßt sich folgendes vermuten:

- Lerner unter LB1 und LB2 gehen von einem vergleichbaren Niveau aus, Lerner unter LB3 von einem entschieden höheren Niveau, (A)
- Lerner unter LB1 und LB3 erreichen ein vergleichbares Niveau, Lerner unter LB2 ein entschieden niedrigeres Niveau, (B)
- die durch Lernen überbrückte Differenz, d. h. der Lernzuwachs ist unter LB1 am größten, unter LB3 am kleinsten, (C)

– unter LB1 und LB2 verteilt sich der Lernzuwachs fast gleichmäßig auf Woche 1 und 2, unter LB3 wurde in der Woche 1 stärker gelernt als in der Woche 2. (D)

Tabelle 1: Mittelwerte unter LB1, LB2, LB3 (von links nach rechts), jeweils für die Zeitpunkte T1, T2, T3 (in den Säulen von unten nach oben). In den Pfeilen sind neben den Mittelwerten \bar{x}_i die Standardabweichungen s_i und $(\bar{x}_i \pm s_i)$ eingetragen



Wenn man nun die *Standardabweichungen* in die Betrachtung einbezieht, so kann man beispielsweise die Aussage, daß unter LB1 und LB3 ein vergleichbar hohes Niveau erreicht wurde, dahingehend ergänzen, daß der Bereich $\bar{X} \pm s$ unter LB1 kleiner ist als unter LB3, d.h. daß in der Gruppe unter LB1 eine größere Homogenität – was die operativen Fähigkeiten betrifft – anzunehmen ist als unter LB3. (E)

Zieht man zusammenfassend das Niveau der Ausgangsleistung und das Niveau der Endleistung, die unter den drei Lehrbedingungen überbrückte Differenz und die Homogenität der Endleistung in Betracht, so scheint *LB1 sowohl LB2 als auch LB3 überlegen* zu sein: von niedrigerem Niveau ausgehend, wird die größte Differenz überbrückt und ein hohes Niveau bei vergleichsweise hoher Homogenität erreicht. Das alles erlaubt die allgemeine Aussage: von LB1 geht der stärkste Effekt aus. (F)

Das ist auch die entscheidende Aussage, die hier möglich ist: von *LB1 geht der stärkste Effekt auf das Lernen operativer Fähigkeiten aus*, bestimmt am Maßstab der überbrückten Differenzen, des Ausgangs- und Endniveaus, der Homogenität der Leistungen auf einem

Niveau. Verborgen bleibt, welche operativen Fähigkeiten in ein durchschnittliches Niveau eingehen, welche operativen Fähigkeiten gelernt wurden und in eine Differenz eingehen, welche operativen Fähigkeiten hinter der Aussage stehen, daß die Leistungen einer Gruppe auf einem Niveau etwas stärker oder etwas weniger homogen sind: *summative Betrachtungen erlauben keine Verfolgung inhaltlich-struktureller Fragestellungen, sondern ebnen inhaltlich-strukturelle Unterschiede zwangsläufig in Richtung auf zentrale Tendenzen und Streuungen ein.*

3.1.2. Veränderungen in der Dimension „Wissen“

Die Differenzen im *WT1 (Halbgerade)* unterscheiden sich unter den verschiedenen Lehrbedingungen signifikant ($p < .05$). Unter Heranziehung der Mittelwerte im *WT1* in *T1* und *T3* läßt sich folgendes vermuten:

- Lerner unter *LB1*, *LB2*, *LB3* gehen von vergleichbarem Niveau aus,
- Lerner unter *LB1* und *LB2* erreichen ein vergleichbares Niveau, Lerner unter *LB3* ein niedrigeres Niveau,
- die unter *LB1* und *LB2* überbrückten Differenzen sind vergleichbar, die Differenz unter *LB3* ist geringer.

Die Differenzen im *WT2 (Winkel)* unterscheiden sich unter den verschiedenen Lehrbedingungen hochsignifikant ($p < .001$). Unter Heranziehung der Mittelwerte im *WT2* in *T1* und *T3* läßt sich folgendes vermuten:

- Lerner unter *LB1* und *LB2* gehen von einem vergleichbaren Niveau aus, Lerner unter *LB3* von einem entschieden höheren Niveau,
- Lerner unter *LB1* und *LB3* erreichen ein vergleichbares Niveau, Lerner unter *LB2* ein entschieden höheres Niveau,
- die durch Lernen überbrückte Differenz ist unter *LB2* am größten, unter *LB3* am geringsten.

In Anbetracht des höheren erreichten Niveaus und der größeren überbrückten Differenz scheinen – was den *Wissenstest Halbgerade* betrifft – *LB1* und *LB2* der Lehrbedingung *LB3* überlegen zu sein, dagegen – was den *Wissenstest Winkel* betrifft – *LB2* den Lehrbedingungen *LB1* und *LB3*.

3.1.3. Zusammenhänge zwischen den Tests

Man kann nun die Korrelationen zwischen den Tests unter Berücksichtigung der 3 Zeitpunkte in die Betrachtung einbeziehen. Wiedergegeben werden nur signifikante bzw. hochsignifikante Korrelationen, vgl. Tabelle 2; Unterschiede zwischen den Korrelationen der Tests unter den drei Lehrbedingungen können aufgrund einer multivariaten Varianzanalyse als gesichert angesehen werden.

Während die Korrelationen zwischen *OPT/T1* und *OPT/T2* unter den drei Lehrbedingungen sich wenig unterscheiden, gehen die Korrelationen zwischen *OPT/T1* und *OPT/T3* unter *LB1* und *LB3* stark auseinander. Unter *LB1* erklärt die Variable *OPT/T1* 14% der

Tabelle 2: Zusammenhang zwischen den Tests unter Berücksichtigung der 3 Zeitpunkte

		OPT/T2	OPT/T3	WT(HG)/T3	WT(WI)/T3
OPT/T1	LB1	0.52**	0.38**		0.24*
	LB2	0.51**	0.49**	0.34*	0.32*
	LB3	0.46**	0.57**		
OPT/T2	LB1		0.43**		
	LB2		0.45**		
	LB3		0.47**	0.38*	
OPT/T3	LB1			0.25*	0.45**
	LB2				0.47**
	LB3			0.38*	0.41*
WT(HG)/T3	LB1				0.28*
	LB2				0.38**
	LB3				0.43**

* = signifikant (p < .05)
 ** = hochsignifikant (p < .001)

Varianz von OPT/T3, unter LB3 dagegen 32% der Varianz, d. h. in der Gruppe unter LB3 stehen die Endleistungen in einem stärkeren Zusammenhang mit den Eingangsleistungen als unter LB1. Das unterstreicht die oben gegebene Interpretation, daß von LB1 der stärkste Effekt ausgeht.

Oder ein anderes Beispiel: Während in T1 und T2 nur ein schwacher oder gar kein Zusammenhang zwischen OPT und WT1 (Halbgerade) einerseits und WT2 (Winkel) andererseits besteht, zeigt sich in T3 unter allen 3 Lehrbedingungen ein zumindest beachtenswerter Zusammenhang, der immerhin 18–22% der Varianz von WT2 (Winkel)/T3 erklärt.

Auf der Ebene der Korrelationen zwischen den Tests ergeben sich offensichtlich Ansatzpunkte einer strukturellen Betrachtung, die inhaltlich zwar nicht bis auf die Ebene der konkreten operativen Fähigkeiten und des entsprechenden Wissens herabgelangt und die dort jeweils – zu den verschiedenen Zeitpunkten und unter den verschiedenen Lehrbedingungen – bestehenden Beziehungen von operativen Fähigkeiten bzw. Wissenselementen aufdeckt, die aber doch immerhin die *Beziehungen der verschiedenen Dimensionen der kognitiven Struktur*, der operativen Fähigkeiten und des Wissens, über die verschiedenen Zeitpunkte in ihrer Entwicklung zu verfolgen vermag.

3.2. Inhaltlich-strukturelle Beschreibung von operativen Fähigkeiten und deren Veränderung unter alternativen Lehrbedingungen

Im folgenden sollen inhaltlich-strukturelle Aspekte der Erfassung und Beschreibung kognitiver Strukturen exemplarisch an einer ausgewählten Analyse zur Veränderung operativer Fähigkeiten unter alternativen Lehrbedingungen demonstriert werden. Dabei bedient sich die Analyse eines graphentheoretischen Verfahrens, „*ordinale Ähnlichkeitsanalyse*“ (Analyse de Similitude) genannt (zum Verfahren vgl. NENNIGER 1982). Inhalt-

lich bezieht sich die darzustellende Analyse auf Fähigkeiten zur Identifikation von Winkelmerkmalen und zur Klassifikation von Winkeln/Nichtwinkeln.

3.2.1. Zum Inhaltsaspekt der Analyse (Itembeschreibung)

Die in die strukturelle Analyse eingehenden Fähigkeiten wurden durch die Anforderungen definiert, die an die operativen Vollzüge bei Richtiglösung der Items gestellt werden. Die Art der Anforderungen ist vor dem Hintergrund eines im Projekt verfolgten Ansatzes zur Bestimmung von Operationen (OOT-Ansatz, vgl. МАККЕ 1978b, 1979, 1982), der Grundlage für die Konstruktion des OPT und auch der Lehrbedingungen war, zu sehen und in Tabelle 3 dargestellt.

3.2.2. Allgemeines zur Auswertung mittels der ordinalen Ähnlichkeitsanalyse

Die Ergebnisse, die in den Netzwerken des Abschnitts 3.2.4 dargestellt sind, beziehen sich jeweils auf eine der Stichproben, die im Rahmen einer der drei Lehrbedingungen unterrichtet worden sind. Innerhalb der Stichprobe jeder LB läßt sich für jedes einzelne Item eine *Proportion P der Richtiglösungen* berechnen als

$$P = \frac{\text{Anzahl der richtig gelösten Items}}{\text{Größe der Stichprobe in der Lehrbedingung}}$$

Die prozentuierten Richtiglösungen ausgewählter Itempaare werden in einer *Coocurrenz-Matrix* erfaßt. Einer solchen Coocurrenz-Matrix entspricht ein *bewerteter Graph*, in dem die Items die Ecken und die prozentuierten Coocurrenzen im Sinne auf- bzw. absteigender Ränge die Kanten bilden.

Die ordinale Ähnlichkeitsanalyse stellt nun verschiedene Verfahren zur Reduktion solcher Graphen zur Verfügung (für eine ausführliche Darstellung vgl. NENNIGER 1982). Beim hier angewendeten Verfahren der *Cliquenanalyse* wird über dem bewerteten Graphen zunächst ein vollständiges Netzwerk erzeugt, indem über der Menge der Ecken des Graphen alle möglichen Teilmengen gebildet werden. Die Kanten des erzeugten neuen Netzwerkes ergeben sich durch die *Teilmengenbeziehungen*, die zwischen den gebildeten Ecken-Teilmenen bestehen, während die Ecken-Teilmenen selbst als sogenannte *Cliquen* die Ecken des Netzwerkes bilden. In der Cliquenanalyse wird dann ein solches *Netzwerk* unter gleichzeitiger Berücksichtigung von zwei Kriterien *reduziert*:

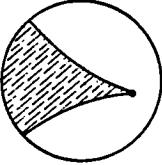
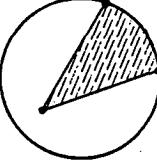
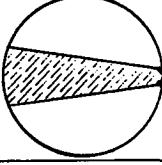
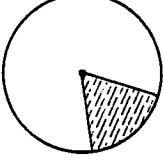
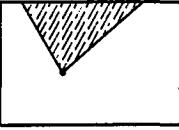
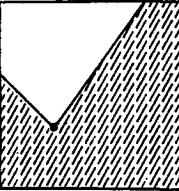
- unter Berücksichtigung der *Teilmengenbeziehung* zwischen den gebildeten Cliquen (Verschachtelung der Cliquen) und
- unter Berücksichtigung der *Rangordnung* der Cliquen, wobei im vorliegenden Fall als Rang einer Clique das Minimum der Richtiglösungen der Items, die in der Clique zusammengefaßt sind, definiert wird (Kriterium minimaler Coocurrenz).

Als Ergebnis liefert die Cliquenanalyse ein *reduziertes Netzwerk*, das nur noch aus solchen Cliquen besteht, die sowohl nach ihrer Verschachtelung (Teilmengenbeziehung) als auch nach ihrem Rang gleichsinnig geordnet sind. In unserem Fall sollen die Cliquen, die nach zunehmender Komplexität (zunehmender Zahl der zusammengefaßten Items) und abnehmender Coocurrenz (abnehmender gleichzeitiger Richtiglösung der zusammengefaßten Items) geordnet sind, im Hinblick auf die inhaltliche Interpretation der Analyseergebnisse *Lösungsmuster* genannt werden.

Für jede LB läßt sich dann das reduzierte Netzwerk unter inhaltlich-strukturellen Aspekten durch folgende *Merkmale* kennzeichnen:

- (1) durch die *Art* der Lösungsmuster, d. h. die Art der zusammengefaßten Items;
- (2) durch die *Komplexität* der Lösungsmuster, d. h. die Zahl der zusammengefaßten Items;
- (3) durch das *Niveau* der Lösungsmuster, d. h. durch die Proportion P, die dem jeweiligen Lösungsmuster entspricht;
- (4) durch die im Netzwerk auftretenden wohldefinierten *Abfolgen (Anordnungen) von Lösungsmustern*, die wir als geordnete Teilstrukturen des reduzierten Netzwerkes eine *Lösungsmusterfamilie* nennen wollen.

Tabelle 3: Kurzcharakterisierung der Items des OPT, die in den dargestellten Analyseergebnissen (Tabelle 4, 5, 6) erscheinen

Item Nr.	Vorgegebene Punktmenge	Anforderung bei Richtiglösung	Symbolisierung in den Tab. 4, 5, 6
13		Zuordnen eines ikonisch repräsentierten Objekts zu einem Begriff: Klassifizieren als Nichtwinkel	
14		Zuordnen eines ikonisch repräsentierten Objekts zu einem Begriff: Klassifizieren als Nichtwinkel	
15		Zuordnen eines ikonisch repräsentierten Objekts zu einem Begriff: Klassifizieren als Nichtwinkel	
16		Zuordnen eines ikonisch repräsentierten Objekts zu einem Begriff: Klassifizieren als Winkel	
20		Zuordnen sprachlich vorgegebener Merkmale zu ikonisch repräsentiertem Objekt: 3 unabhängige Winkelmerkmale zu spitzem Winkel	
24		Zuordnen sprachlich vorgegebener Merkmale zu ikonisch repräsentiertem Objekt: 2 unabhängige Winkelmerkmale zu überstumpfen Winkel	
36	Diese Figur besitzt die Merkmale B, F, C und A	Zuordnen eines durch Kombination sprachlich repräsentierter unabhängiger Merkmale beschriebenen Objekts (rechter Winkel) zu einem Begriff: Klassifizieren als Winkel	

3.2.3. Zur Interpretation inhaltlich-struktureller Merkmale reduzierter Netzwerke unter Fähigkeitsaspekten

Unter dem Aspekt „operative Fähigkeiten“ liegt es nahe, die *Lösungsmuster als Fähigkeiten* zu interpretieren, die in einem bestimmten Grad P ausgeprägt sind. Das Tupel $\{(Lösungsmuster)_i; P_i\}$ gibt also eine Fähigkeit zusammen mit ihrem Ausprägungsgrad an. Je größer (kleiner) P ist, desto stärker (schwächer) ist die durch ein Lösungsmuster repräsentierte Fähigkeit in einer Stichprobe ausgeprägt. Die Fähigkeit selbst ist hinsichtlich Art und Komplexität durch Art und Zahl der Items definiert, die in dem betreffenden Lösungsmuster zusammengefaßt sind. Insofern können die durch die eingehenden Items repräsentierte Elemente einer Fähigkeit als *Teilfähigkeiten* angesehen werden.

Versteht man die Tupel $\{(Lösungsmuster)_i; P_i\}$ im definierten Sinn, so stellen die Lösungsmusterfamilien Mengen von Fähigkeiten dar, die nach dem Grad der Ausprägung geordnet sind. Durch das Kriterium der echten Teilmengenbeziehung, nach dem Lösungsmuster als Fähigkeiten in eine wohldefinierte Anordnung gebracht und durch Kantenzüge miteinander verbunden werden, entstehen wohldefinierte Strukturen unterschiedlich stark ausgeprägter Fähigkeiten. Zur Veranschaulichung möge das reduzierte Netzwerk A aus Tabelle 4 dienen, das aus einer aus zwei Lösungsmustern gebildeten Familie besteht (vgl. dazu Tabelle 3): $\{(15-16); 0.95\}; \{(15-16-20); 0.65\}$

Das Lösungsmuster (15-16) repräsentiert eine Fähigkeit, die von 95% der Stichprobe unter LB1 beherrscht wird. Das Lösungsmuster (15-16-20) besagt als Element einer Familie, daß ein Teil der Schüler, die die durch das vorhergehende Lösungsmuster (15-16) repräsentierte Fähigkeit beherrschen, auch die durch das komplexere Lösungsmuster (15-16-20) repräsentierte Fähigkeit beherrschen (65% der Stichprobe).

In diesem Sinne können *Lösungsmusterfamilien als Fähigkeitsstrukturen* interpretiert werden, die aus unterschiedlichen Tupeln $\{(Lösungsmuster)_i; P_i\}$ als Fähigkeiten unterschiedlichen Ausprägungsgrades P_i und unterschiedlicher Komplexität bestehen und gemäß den Kriterien abnehmender Ausprägung und zunehmender Komplexität in eine hierarchische Anordnung (Struktur) gebracht worden sind.

Im folgenden werden die Begriffe Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen im hier definierten Sinn benutzt, um die Ergebnisse der ausgewählten Analyse zu beschreiben und zu interpretieren.

3.2.4. Exemplarische Beschreibung der reduzierten Netzwerke

Da im Projekt Zielerreichung angestrebt wird, wurden in die Reduktion durch Cliquenanalyse zunächst nur Coocurrenzen mit $P \geq 0.60$ einbezogen, d.h. solche Coocurrenzen, die für die Stichprobe im Hinblick auf Zielerreichung bedeutsam sein könnten.

Die reduzierten Netzwerke für die drei Lehrbedingungen LB1 (Wechsel von „Durcharbeiten dargebotener Begriffe“ nach „Operatives Erzeugen von Begriffen“), LB2 (Wechsel von „Operatives Erzeugen von Begriffen“ nach „Durcharbeiten dargebotener Begriffe“) und LB3 (Lehrerunterricht ohne Orientierung an den in den experimentellen Gruppen eingesetzten Lehrformen; Kontrollgruppe) zu den Zeitpunkten T1 (Vortest), T2 (Zwischentest nach einer Unterrichtswochen) und T3 (Nachtest) sind in den Tabellen 4, 5 und 6 zusammengestellt; zur Bedeutung der ikonischen Symbolisierungen für die einzelnen Teilfähigkeiten (Items) vgl. Tabelle 3.

Die Netzwerke A, B und C (Tabelle 4) geben die Analyseergebnisse für den Zeitpunkt T1 wieder. Die zu diesem Zeitpunkt auftretenden Proportionen der Lösungsmuster liegen bei $0.60 \leq P \leq 0.95$. Die nebeneinander gestellten Netzwerke sind für diesen Bereich direkt miteinander vergleichbar.

Die Netzwerke D, E und F (Tabelle 5) geben die Analyseergebnisse für den Zeitpunkt T2 wieder. Zu diesem Zeitpunkt liegen die Proportionen der auftretenden Lösungsmuster ebenfalls zwischen $P=0.60$ und $P=0.95$. Auch für diesen Bereich sind die nebeneinander gestellten Netzwerke untereinander direkt vergleichbar, ebenso mit den Netzwerken A, B und C von T1.

Tabelle 4: Reduzierte Netzwerke für den Zeitpunkt T1 (cut-off: $P = 0.60$) (zur Bedeutung der Symbolisierungen: vgl. Tabelle 3; A = LB1, B = LB2, C = LB3)

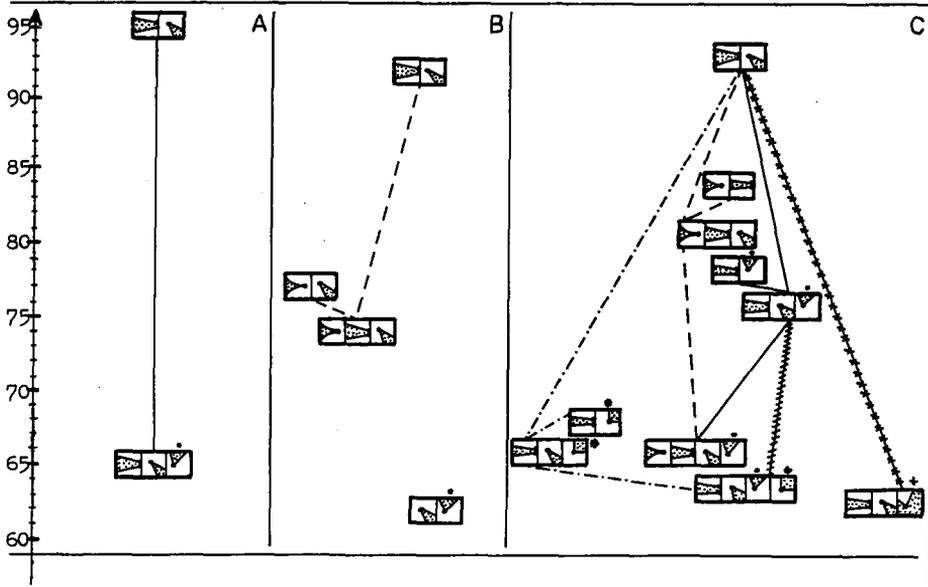
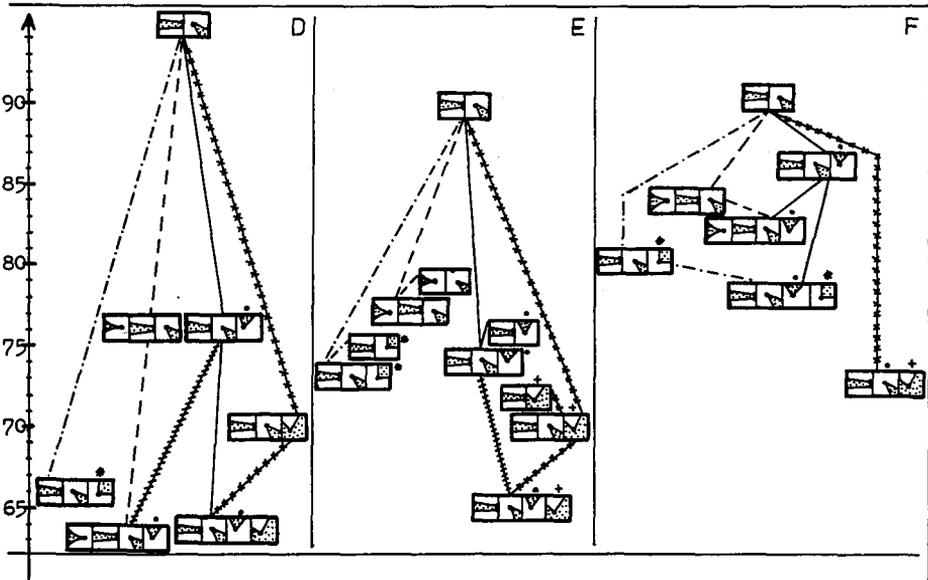


Tabelle 5: Reduzierte Netzwerke für den Zeitpunkt T2 (cut-off: $P = 0.60$) (zur Bedeutung der Symbolisierungen: vgl. Tabelle 3; D = LB1, E = LB2, F = LB3)



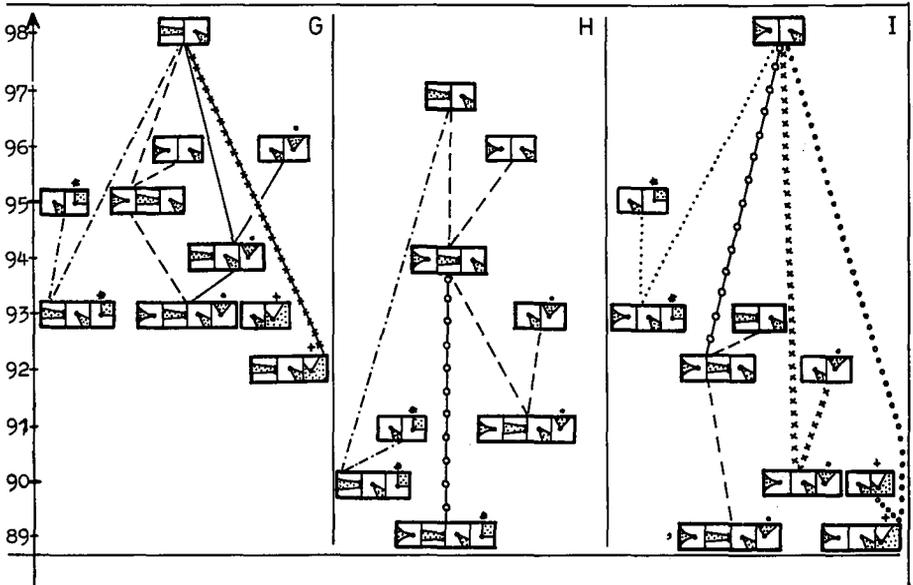
Die Netzwerke *G*, *H* und *I* (Tabelle 6) geben nur einen Teil der Analyseergebnisse für den Zeitpunkt *T3* wieder. Die zu diesem Zeitpunkt auftretenden Proportionen der Lösungsmuster liegen zwischen $P=0.60$ und $P=0.98$. Für den Zeitpunkt *T3* sind die ermittelten Netzwerke schon sehr komplex. Aus diesem Grund wurden hier für jedes Netzwerk nur die 10 Lösungsmuster mit dem höchsten *P* wiedergegeben. Diese Lösungsmuster liegen im Bereich $0.89 \leq P \leq 0.98$. Für diesen Bereich sind die nebeneinander gestellten Netzwerke direkt miteinander vergleichbar; für die Zeitpunkte *T1* und *T3* bzw. *T2* und *T3* stimmen die Bereiche jedoch nur partiell überein – nämlich für $0.89 \leq P \leq 0.95$. Dies muß beim Vergleich der Veränderungen der Fähigkeiten unter den drei Lehrbedingungen über die drei Zeitpunkte hinweg beachtet werden.

Um einen Vergleich mit den dargestellten Ergebnissen der varianzanalytischen Untersuchung zur Veränderung operativer Fähigkeiten (vgl. 3.1.1.) zu erleichtern, werden die Netzwerke zunächst zeitpunktweise jeweils unter folgenden Gesichtspunkten beschrieben und miteinander verglichen:

- a) Zahl und Komplexität der auftretenden Fähigkeiten;
- b) Niveau der auftretenden Fähigkeiten;
- c) Abstand der Niveaus der auftretenden Fähigkeiten;
- d) Zahl und Komplexität der auftretenden Fähigkeitsstrukturen;
- e) Art der auftretenden Fähigkeitsstrukturen (inhaltliche Beschreibung).

Zugleich wird explizit auf die im Abschnitt 3.1.1. durch Großbuchstaben (A), (B) usw. gekennzeichneten Ergebnisse der inhaltlich-strukturellen Interpretation und der varianzanalytischen Untersuchung zur Veränderung der Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen dann miteinander verglichen.

Tabelle 6: Reduzierte Netzwerke für den Zeitpunkt *T3* (jeweils 10 Lösungsmuster mit größtem *P*; zur Bedeutung der Symbolisierungen: vgl. Tabelle 3; *G* = LB1, *H* = LB2, *I* = LB3)



3.2.4.1. Zur Ausprägung von Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen zum Zeitpunkt T1

Für den Zeitpunkt T1 (Beginn der Lehr-Lern-Einheit; Netzwerke in Tabelle 4) können unter den genannten Gesichtspunkten folgende Merkmale festgehalten werden:

a) Zahl und Komplexität der auftretenden Fähigkeiten:

Komplexität der Fähigkeiten	Zahl der jeweils auftretenden Fähigkeiten		
	LB1	LB2	LB3
2	1	3	4
3	1	1	4
4	-	-	2
Anzahl insgesamt	2	4	10

b) Die auftretende Fähigkeit mit höchstem P ist für alle drei LB identisch und liegt in etwa auf demselben Niveau ($0.93 \leq P \leq 0.95$). Hinsichtlich Art und Komplexität identische Fähigkeiten haben unter LB1 das niedrigste, unter LB2 ein mittleres und unter LB3 das jeweils höchste Niveau (vgl. (A) in 3.1.1.).

c) Der Abstand der Niveaus identischer Fähigkeiten ist unter LB1 am größten, unter LB2 geringer und unter LB3 am geringsten (vgl. (A) in 3.1.1.).

d) Die auftretenden Fähigkeiten bilden folgende Fähigkeitsstrukturen:

Komplexität der Fähigkeitsstrukturen	Zahl der jeweils auftretenden Fähigkeitsstrukturen		
	LB1	LB2	LB3
2	1	-	1
3	-	1	-
4	-	-	2
5	-	-	1
Anzahl insgesamt	1	1	4

e) Strukturell isomorphe Fähigkeitsstrukturen sind in den Netzwerken durch jeweils identische Kanten gekennzeichnet. Für T1 treten hauptsächlich fünf verschiedene Fähigkeitsstrukturen auf, die alle durch die unter den Lehrbedingungen identische *am stärksten ausgeprägte Fähigkeit* bestimmt sind; sie besagt, daß fast alle Schüler bei symbolisch vorgegebener Winkeldefinition einen ikonisch gegebenen spitzen Winkel als Winkel und zugleich eine ikonisch gegebene Punktmenge mit zwei begrenzenden Halbgeraden, die nicht von einem gemeinsamen Anfangspunkt ausgehen, als Nichtwinkel klassifizieren.

Diese Fähigkeit geht als am stärksten ausgeprägte in die folgenden unterscheidbaren Fähigkeitsstrukturen ein:

(1) Die durch *durchgezogene Kanten* (—) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur besagt, daß ein Teil der Schüler zusätzlich zur ausgeprägtesten Fähigkeit über die Fähigkeit verfügt, einem ikonisch gegebenen spitzen Winkel drei symbolisch vorgegebene Winkelmerkmale („Gebiet als Teil eines Winkels“; „zwei begrenzende Halbgeraden“; „gemeinsamer Anfangspunkt der Begrenzungslinien“) zuzuordnen, und für einen weiteren Teil

der Schüler zusätzlich noch die Fähigkeit eingeht, einem ikonisch gegebenen überstumpfen Winkel die symbolisch vorgegebenen Winkelmerkmale „begrenzende Halbgeraden“ und „gemeinsamer Anfangspunkt“ zuzuordnen.

(2) Die durch *gestrichelte Kanten* (---) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur bedeutet, daß ein Teil der Schüler zusätzlich zur ausgeprägtesten Fähigkeit über die Fähigkeit verfügt, ein ikonisches Objekt mit krummliniger Begrenzung und gemeinsamem Anfangspunkt der Begrenzungslinien als Nichtwinkel zu klassifizieren; für einen weiteren Teil geht als zusätzliche Fähigkeit ein, einem ikonisch gegebenen spitzen Winkel drei unabhängige, symbolisch vorgegebene Winkelmerkmale zuzuordnen. Die bisher beschriebenen Fähigkeitsstrukturen sind jeweils unter zwei der drei Lehrbedingungen ausgebildet.

Die folgenden Fähigkeitsstrukturen treten nur unter LB3 auf:

(3) Die durch eine *Strich-Punkt-Kante* (---) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur bedeutet, daß für Teilmengen der Schüler, die die gekennzeichneten ikonischen Objekte richtig klassifizieren können, zusätzlich die Fähigkeiten ausgebildet sind, einen durch Kombination symbolisch repräsentierter Merkmale gegebenen rechten Winkel als Winkel zu klassifizieren und einem ikonisch gegebenen spitzen Winkel drei unabhängige, symbolisch vorgegebene Winkelmerkmale zuzuordnen.

(4) Die durch *Strich-Kreuz-Kanten* (×××××) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur bezeichnet jene Schüler, die die beiden ikonischen Objekte richtig klassifizieren können, und von denen ein Teil über die zusätzliche Fähigkeit verfügt, einem ikonisch gegebenen überstumpfen Winkel die beiden symbolisch vorgegebenen Merkmale „begrenzende Halbgeraden“ und „gemeinsamer Anfangspunkt“ zuzuordnen.

(5) Die beiden weiteren noch auftretenden Fähigkeitsstrukturen können als Nebenstrukturen hier unberücksichtigt bleiben.

Insgesamt zeigt sich also, daß folgende *Fähigkeiten* ausgebildet sind:

- unter allen drei LB das Klassifizieren von zwei ikonischen Figuren (spitzer Winkel/winkelartige Figur ohne gemeinsamen Anfangspunkt der Begrenzungslinien);
- unter LB1 zusätzlich das Zuordnen von drei Winkelmerkmalen zu einem ikonisch repräsentierten spitzen Winkel;
- unter LB2 zusätzlich das Klassifizieren eines spitzwinkelartigen Objekts mit krummlinigen Begrenzungslinien;
- unter LB3 zusätzlich zu den bisher genannten Fähigkeiten das Zuordnen von zwei Winkelmerkmalen zu einem ikonischen überstumpfen Winkel und – bei allerdings insgesamt geringerer Ausprägung – das Klassifizieren eines durch Merkmalskombination symbolisch repräsentierten rechten Winkels.

Interpretiert man Anzahl und Komplexität der auftretenden Fähigkeitsstrukturen als ein Maß für die strukturelle Reichhaltigkeit der unter den Lehrbedingungen jeweils insgesamt aufgebauten operativen Fähigkeiten, kann man zusammenfassend sagen,

- daß LB1 die Lehr-Lern-Einheit mit den am schwächsten ausgeprägten Fähigkeiten und auf strukturell niedrigstem Niveau,
- daß LB2 hinsichtlich Ausprägung und struktureller Reichhaltigkeit auf einem mittlerem Niveau, und
- daß LB3 nach Ausprägung und Reichhaltigkeit auf einem Niveau beginnt, das den beiden anderen Lehrbedingungen weit überlegen ist (vgl. (A) in 3.1.1.).

3.2.4.2. Zur Ausprägung von Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen zum Zeitpunkt T2

Zum Zeitpunkt T2 (Wechsel der Lehrformen; Netzwerke in Tabelle 5) ergeben sich folgende Merkmale:

a) Zahl und Komplexität der auftretenden Fähigkeiten:

Komplexität der Fähigkeiten	Zahl der jeweils auftretenden Fähigkeiten		
	LB 1	LB 2	LB 3
2	1	5	1
3	4	4	4
4	2	1	2
Anzahl insgesamt	7	10	7

b) Wiederum ist die Fähigkeit mit höchstem P für alle drei LB identisch. Das Niveau dieser Fähigkeit ist unter LB1 etwas höher ($P = 0.95$) als unter den beiden anderen LB ($P = 0.90$). Identische Fähigkeiten haben unter LB1 und LB2 fast dasselbe Niveau, während das Niveau für alle vergleichbaren Fähigkeiten unter LB3 höher ist als unter den beiden anderen LB.

c) Die Abstände zwischen den Niveaus entsprechender Fähigkeiten sind am kleinsten unter LB3, etwas größer unter LB2 und am größten unter LB1. Letzteres liegt allerdings überwiegend daran, daß das Niveau der am stärksten ausgeprägten Fähigkeit höher ist als unter den beiden anderen LB.

d) Die feststellbaren Fähigkeiten bilden die folgenden Fähigkeitsstrukturen:

Komplexität der Fähigkeitsstrukturen	Zahl der jeweils auftretenden Fähigkeitsstrukturen		
	LB 1	LB 2	LB 3
2	1	-	1
3	2	2	2
4	1	2	1
5	-	-	-
Anzahl insgesamt	4	4	4

e) Da die unter allen LB am stärksten ausgeprägte Fähigkeit für T2 dieselbe geblieben ist wie für T1, ergeben sich für T2 unter allen Lehrbedingungen die für T1 beschriebenen und zu diesem Zeitpunkt unter LB3 bereits ausgebildeten Fähigkeitsstrukturen. *Die unter allen Lehrbedingungen für T2 gegebenen Netzwerke sind also in den wesentlichen Merkmalen untereinander und mit dem unter LB3 bereits für T1 ausgebildeten Netzwerk strukturell isomorph.*

Unterschiede zwischen den Lehrbedingungen ergeben sich unter inhaltlich-strukturellen Gesichtspunkten ausschließlich dadurch, daß die feststellbaren Fähigkeitsstrukturen von unterschiedlicher Komplexität sind. So ist z. B. unter LB1 und LB2 die durch *Strich-Kreuz-Kanten* (×××××) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur um eine aus vier Teilfähigkeiten bestehende Fähigkeit komplexer ausgebildet als unter LB3, weil zusätzlich die Fähigkeit auftritt, einem ikonisch gegebenen spitzen Winkel drei symbolisch gegebene

Winkelmerkmale zuzuordnen. Unter LB2 ist in der durch *Strichelung* (---) gekennzeichneten Fähigkeitsstruktur die aus vier Teilfähigkeiten bestehende Fähigkeit, die unter LB1 und LB2 ausgebildet ist, noch nicht feststellbar; ebenso fehlt sowohl unter LB1 wie unter LB2 in der durch *Strich-Punkt-Kanten* (-·-·-) gekennzeichneten Fähigkeitsstruktur die unter LB3 ausgebildete, aus vier Teilfähigkeiten bestehende Fähigkeit.

Insgesamt zeigt sich zum Zeitpunkt T2,

- daß die in die Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen eingehenden Teilfähigkeiten dieselben geblieben sind wie für T1,
- daß die bereits für T1 ausgebildeten Fähigkeiten unter allen drei Lehrbedingungen im Niveau angehoben wurden,
- daß unter LB1 und LB2 neue komplexere Fähigkeiten auftreten, während dies unter LB3 nicht der Fall ist,
- daß die Fähigkeitsstrukturen unter LB3 wie für T1 ein höheres Niveau haben als unter den beiden anderen Lehrbedingungen,
- daß sie unter LB1 ebenso reichhaltig sind wie unter LB3 und reichhaltiger als unter LB2 und
- daß sie unter LB2 sowohl nach dem Niveau wie nach der Reichhaltigkeit am niedrigsten ausgebildet sind.

3.2.4.3. Zur Ausprägung von Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen zum Zeitpunkt T3

Für den Zeitpunkt T3 (Ende der Lehr-Lern-Einheit; Netzwerke in Tabelle 6) sind jeweils nur die zehn am stärksten ausgeprägten Fähigkeiten wiedergegeben. Auf diesem Niveau der Ausprägung ergeben sich die folgenden Merkmale:

a) Zahl und Komplexität der auftretenden Fähigkeiten:

Komplexität der Fähigkeiten	Zahl der jeweils auftretenden Fähigkeiten		
	LB 1	LB 2	LB 3
2	5	5	5
3	4	3	4
4	1	2	1

b) Die Fähigkeit mit höchstem P ist für LB1 und LB2 dieselbe geblieben wie für T1 und T2, während unter LB3 eine neue Fähigkeit am stärksten ausgebildet ist. Identische Fähigkeiten haben jetzt unter LB1 ein höheres Niveau als unter LB2 und LB3, ebenso unter LB2 ein höheres als unter LB3 (vgl. (B) in 3.1.1).

c) Die Abstände zwischen den Niveaus entsprechender Fähigkeiten sind unter LB1 geringer als unter LB2; ein Vergleich mit LB3 ist unter diesem Gesichtspunkt nicht möglich, weil unter LB3 hauptsächlich andere Fähigkeiten ausgebildet sind. Läßt man die inhaltliche Entsprechung der Fähigkeiten außer acht, so liegen die Fähigkeiten unter LB1 enger zusammen als unter den beiden anderen Lehrbedingungen (vgl. (E) in 3.1.1).

d) Die feststellbaren Fähigkeiten bilden die folgenden Fähigkeitsstrukturen:

Komplexität der Fähigkeitsstrukturen	Zahl der jeweils auftretenden Fähigkeitsstrukturen		
	LB1	LB2	LB3
2	-	1	-
3	2	-	2
4	2	1	2
5	-	1	-
Anzahl insgesamt	4	3	4

Unter LB1 und LB3 wird also hinsichtlich Zahl und Komplexität der Fähigkeitsstrukturen dasselbe Niveau erreicht, während unter LB2 ein Niveau realisiert wird, das hinsichtlich der Zahl der Fähigkeitsstrukturen etwas schwächer und hinsichtlich der Komplexität der Fähigkeitsstrukturen etwas inhomogener ist (vgl. (B), (E) in 3.1.1).

e) Zum Zeitpunkt T3 zeigt sich unter inhaltlich-strukturellen Gesichtspunkten ein anderes Bild als für T2. Während die Netzwerke zum Zeitpunkt T2 für alle drei Lehrbedingungen im wesentlichen strukturell isomorph waren, stellen sie sich jetzt als strukturell verschieden dar.

Unter Lehrbedingung 1 (Netzwerk G in Tabelle 6) bleiben genau jene Fähigkeitsstrukturen erhalten, die zum Zeitpunkt T2 für LB1 unterschieden werden konnten, wobei

- (1) die Fähigkeitsstrukturen hinsichtlich aller beteiligten Fähigkeiten auf ein höheres Niveau der Ausprägung angehoben wurden und sich die Unterschiede in den Ausprägungen stark verringerten (vgl. (E) in 3.1.1), und
- (2) die durch Stich-Kreuz-Kanten ($\times\times\times\times$) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur insgesamt weniger stark angehoben wurde als die anderen Fähigkeitsstrukturen.

Unter Lehrbedingung 2 (Netzwerk H in Tabelle 6) bleiben im Unterschied zur Ausprägung unter Lehrbedingung 1 nur zwei Fähigkeitsstrukturen erhalten (Strich-Punkt-Kanten bzw. gestrichelte Kanten), für die im Vergleich zu den entsprechenden Fähigkeitsstrukturen für T2 gilt,

- (1) daß die beiden Fähigkeitsstrukturen hinsichtlich jeder beteiligten Fähigkeit auf ein höheres Niveau angehoben und daß die Unterschiede in den Ausprägungsgraden der Fähigkeiten geringer geworden sind;
- (2) daß die Fähigkeiten, eine ikonische Punktmenge mit krummlinigen Begrenzungslinien und gemeinsamem Anfangspunkt als Nichtwinkel und einen spitzen Winkel als Winkel zu klassifizieren, insgesamt stärker ausgeprägt sind;
- (3) daß die durch gestrichelte Kanten gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur (samt eingehenden Nebenstrukturen), in die auf höherem Niveau nur Fähigkeiten zur Klassifikation ikonischer Objekte und auf niedrigerem die Fähigkeit, einen durch symbolische Merkmalskombination gegebenen rechten Winkel als Winkel zu klassifizieren, eingehen, relativ dominant ist.

Unter Lehrbedingung 3 (Netzwerk I in Tabelle 6) können vier Fähigkeitsstrukturen unterschieden werden, von denen keine mit einer jener Fähigkeitsstrukturen isomorph ist, die unter LB3 für T1 und T2 unterschieden werden konnten. Dies hängt damit zusammen, daß im Unterschied zu den Ausprägungen für T1 und T2 jetzt am stärksten die Fähigkeit

ausgeprägt ist, zwei ikonische Objekte dann richtig zu klassifizieren, wenn es sich um einen spitzen Winkel und um eine Punktmenge mit zwei krummlinigen Begrenzungslinien und gemeinsamem Anfangspunkt handelt.

Diese Fähigkeit geht in die folgenden *neuen Fähigkeitsstrukturen* ein:

- (1) Die durch *gepunktete Kanten* (.....) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur besagt, daß ein Teil der Schüler zusätzlich die Fähigkeit beherrscht, einen durch Merkmalskombination symbolisch repräsentierten rechten Winkel als Winkel zu klassifizieren.
- (2) Die durch *Strich-Kreis-Kanten* (-○-○-) gekennzeichnete Fähigkeitsstruktur, in die als Nebenstruktur die bisher gestrichelt gekennzeichnete eingeht, bedeutet, daß ein Teil der Schüler zusätzlich über die Fähigkeit verfügt, ein ikonisches Objekt mit begrenzenden Halbgeraden ohne gemeinsamen Anfangspunkt als Nichtwinkel zu klassifizieren, und ein weiterer Teil über die Fähigkeit, drei symbolisch gegebene Winkelmerkmale einem ikonischen spitzen Winkel zuzuordnen.
- (3) Die durch *Kreuze* bezeichnete Fähigkeitsstruktur (××××) bedeutet, daß ein Teil der Schüler zusätzlich die Fähigkeit beherrscht, drei symbolische Winkelmerkmale einem ikonischen spitzen Winkel zuzuordnen, und daß ein weiterer Teil zusätzlich fähig ist, ein ikonisches Objekt mit zwei begrenzenden Halbgeraden ohne gemeinsamen Anfangspunkt richtig als Nichtwinkel zu klassifizieren.
- (4) In der durch *offene Kreise* gekennzeichneten Fähigkeitsstruktur (○○○○) tritt bei einem Teil der Schüler zusätzlich die Fähigkeit auf, einem ikonisch gegebenen überstumpfen Winkel drei symbolisch gegebene Winkelmerkmale zuzuordnen.

Wie bei den beiden anderen Lehrbedingungen sind auch unter LB3 diejenigen Fähigkeiten im Niveau angehoben, die schon für T2 feststellbar waren. *Insgesamt ist LB3 zum Zeitpunkt T3 jedoch dadurch charakterisiert, daß gegenüber T2 eine Umstrukturierung der Fähigkeitsstrukturen festzustellen* (vgl. (D) in 3.1.1) *ist und daß die Fähigkeiten zum Klassifizieren ikonischer Objekte dominieren, während die zur Merkmalszuordnung bei ikonischen Objekten weniger stark ausgeprägt sind.*

3.2.4.4. Zur Veränderung der Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen im Verlauf der Lehr-Lern-Einheit: strukturell-inhaltliche gegenüber varianzanalytischer Untersuchung

Unter inhaltlich-strukturellem Gesichtspunkt läßt sich die Entwicklung der Fähigkeiten und Fähigkeitsstrukturen unter den alternativen Lehrbedingungen über die drei Zeitpunkte folgendermaßen charakterisieren, wobei jeweils Bezug auf die Ergebnisse der varianzanalytischen Untersuchung der Veränderung der operativen Fähigkeiten (3.1.1) genommen wird:

- Lerner unter Lehrbedingung 3 beginnen zum *Zeitpunkt T1* auf einem Niveau, dem sich - was Ausprägung und Reichhaltigkeit der Strukturen betrifft - die Lerner unter den Lehrbedingungen 1 und 2 erst zu T2 annähern. Lerner unter Lehrbedingung 1 beginnen mit den am schwächsten ausgeprägten Fähigkeiten und auf strukturell niedrigstem Niveau. Beides steht in *Übereinstimmung mit den Ergebnissen der varianzanalytischen Untersuchung.*

- Am Ende der Lehr-Lern-Einheit (*Zeitpunkt T3*) wird unter Lehrbedingung 1 das höchste Niveau erreicht: die ausgebildeten Fähigkeitsstrukturen sind am höchsten angehoben und am gleichmäßigsten entwickelt; unter Lehrbedingung 3 wird ein nur unwesentlich schwächeres Niveau erreicht, wobei gegenüber Zeitpunkt T2 eine völlige Umstrukturierung der Fähigkeitsstrukturen eingetreten ist; unter Lehrbedingung 2 wird das relativ niedrigste Niveau erreicht, wobei die Fähigkeitsstrukturen zugleich am ungleichmäßigsten entwickelt sind. Auch diese *Ergebnisse stimmen mit denen der varianzanalytischen Untersuchung* – was die Aussage auf allgemeinem Niveau betrifft – überein. Sie *unterscheiden sich darin*, daß die *Ergebnisse der strukturell-inhaltlichen Analyse jeweils auf identifizierte Fähigkeitsstrukturen bezogen sind*, was sich im Rahmen erziehungswissenschaftlicher und speziell lehr-lern-theoretischer Fragestellungen als besonders fruchtbar erweisen dürfte.

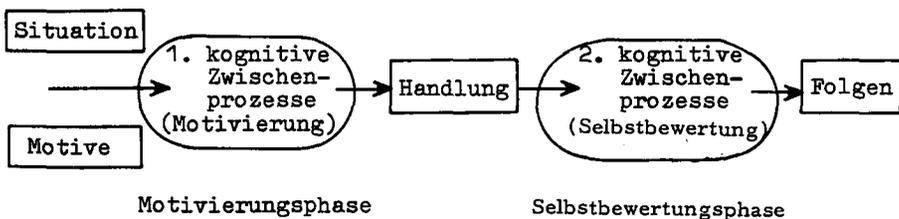
Nimmt man die entsprechenden *Ergebnisse der Analysen für die Dimension Wissen hinzu* (näheres siehe: MACKE 1982), dann läßt sich in Übereinstimmung mit der inhaltlich-strukturellen Interpretation sagen,

- daß unter allen drei Lehrbedingungen *gelernt* wird,
- daß unter den einzelnen Lehrbedingungen *unterschiedlich viel*
- und – inhaltlich betrachtet – jeweils *Unterschiedliches* gelernt wird.

3.3. Theoretische Implikationen einer strukturellen Weiterentwicklung des Selbstbegründigungsmodells der Leistungsmotivation

In diesem Abschnitt soll am Beispiel des Selbstbegründigungsmodells der Leistungsmotivation (HECKHAUSEN 1974) die Rückwirkung einer strukturellen Betrachtungsweise auf die Ebene der Theorieentwicklung dargestellt werden. Dazu werden die beiden *kognitiven Zwischenprozesse im Motivationsverlauf herangezogen*: innerhalb der *ersten kognitiven Zwischenprozesse (Motivierung)* soll eine Erweiterung auf der Grundlage einer dimensional, innerhalb der *zweiten kognitiven Zwischenprozesse (Selbstbewertung)* soll eine Erweiterung auf der Grundlage einer topologischen Struktur vorgeführt werden. Als empirische Ergänzung dieser Ausführungen schließen sich einige Ergebnisse von Validierungsstudien zu den erweiterten Konstrukten an.

Das Verlaufsmodell der Leistungsmotivation läßt sich grob in zwei Phasen gliedern: bezogen auf die Motivierungsphase soll erklärt werden, ob und wie es zu einem Handlungsvollzug kommen kann, bezogen auf die Bewertungsphase soll erklärt werden, welche Begründigungsfolgen ein Handlungsabgang nach sich ziehen kann.



3.3.1. Motiv oder Motivdimensionen: eine dimensionale Erweiterung des Konstrukts „Motivierung“

Durch das Konstrukt „Motivierung“ (erste kognitive Zwischenprozesse) soll im Rahmen des Wert-Erwartungs-Modells der Leistungsmotivation (McCLELLAND 1955; ATKINSON 1964) die aus situations- und persönlichkeitspezifischen Komponenten resultierende Handlungstendenz erklärt werden. Danach ergibt sich die resultierende Handlungstendenz (T_{res}) aus dem Produkt dreier Komponenten: der subjektiven Attraktivität eines Verhaltensziels (*Wert*) und der subjektiven Wahrscheinlichkeitsschätzung, dieses Ziel zu erreichen (*Erwartung*) als den beiden Situationsdeterminanten, sowie der Ausprägung des Motivs als Persönlichkeitszug:

$$T_{res} = \text{Wert} \times \text{Erwartung} \times \text{Motiv.}$$

Die vielfältigen Ansätze zur Erklärung des Zusammenwirkens dieser drei Komponenten und insbesondere zur Konzeptualisierung und Wirkungsweise der Motivkomponente führten teilweise eher zu einer Verwirrung als zu einer Klärung dieses Konstrukts.

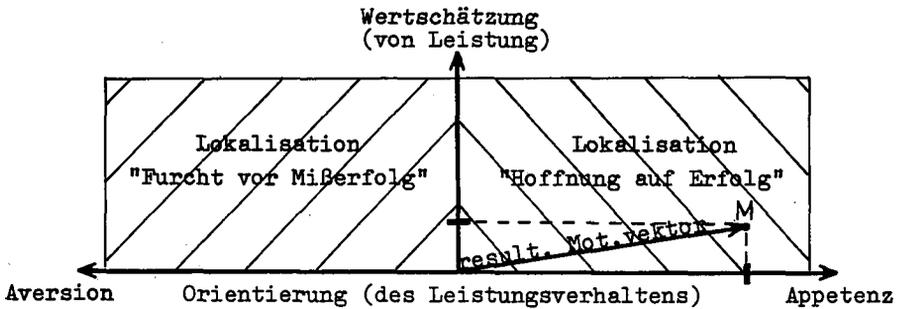
Innerhalb der Leistungsmotivationsforschung wurde – in hedonistischer Tradition – das Motiv als Persönlichkeitskomponente betrachtet, die, bezogen auf die Situationsdeterminanten, zu einer Handlungstendenz führen soll, deren Bekräftigungsfolgen eine positive Affektmaximierung ermöglichen. Die Wirkungsweise der Motivkomponente wurde deshalb unter gleichzeitigem Rückzug auf ein Reizelektions- und ein Konfliktmodell zu erklären versucht. Das Leistungsmotiv wurde dazu in zwei Motivtendenzen „Hoffnung auf Erfolg“ und „Furcht vor Mißerfolg“ zerlegt, die sich zum einen – kognitiv – auf unterschiedliche (antizipierte) Handlungsausgänge (Erfolg/Mißerfolg) beziehen und die zum anderen – affektiv – als gegensätzliche Tendenzen (Hoffnung/Furcht) innerhalb eines Appetenz-Aversions-Konflikts zu denken sind.

Der Einfluß der Motivkomponente wurde in einer *summativen Betrachtungsweise* über das Resultat eines Konflikts zwischen unterschiedlichen Motivtendenzen definiert: über die *Differenz von „Hoffnung auf Erfolg“ und „Furcht vor Mißerfolg“* („*Nettohoffnung*“ bei HECKHAUSEN 1963). Dabei bestimmte das Ausmaß dieser Differenz die Sensibilität einer Person gegenüber den Situationsdeterminanten, d. h. die *Grenzen möglicher Wirksamkeit* der Situationsdeterminanten auf die resultierende Handlungstendenz das *Überwiegen einer Motivtendenz* die *Richtung* der Handlungstendenz – auf das Handlungsziel (*Appetenz*) oder vom Handlungsziel weg (*Aversion*).

Diese Konzeption birgt eine Reihe von Problemen in sich:

- hinsichtlich des Reizelektionsmodells ist sie unvollständig („Furcht-vor-Erfolg“ und „Hoffnung-auf-Mißerfolg“ fehlen; vgl. SCHNEIDER 1973);
- die Motivtendenzen sind nicht unabhängig voneinander (der Spielraum von „Nettohoffnung“ ist in einer summativen Betrachtungsweise ex definitione nicht ausschöpfbar);
- die Sensibilität einer Person gegenüber den Situationsdeterminanten ist nur durch die Höhe der Differenz (also das Ausmaß des Überwiegens einer Motivtendenz) bedingt, nicht aber durch die Stärke der Motivtendenzen selbst (die Sensibilität ist auf ihre Bedingungsfaktoren, Motivtendenzen, nicht eindeutig rückführbar).

In einer *strukturellen Betrachtung* eröffnet sich – gerade durch die explizite Berücksichtigung der Beziehungen zwischen Reizelektions- und Konfliktmodell – die Möglichkeit, zu einer konsistenteren Fassung des Konstrukts „Motivierung“ zu gelangen. In *dimensionalen Modellen* können beispielsweise einzelne Motivkomponenten als *Vektoren einer räumlichen Struktur* betrachtet werden, wodurch sowohl ihre Stärke als auch ihre Anordnung erfaßt wird. In einer dimensional erfassenden Erfassung des Leistungsmotivs können die beiden Motivtendenzen eindeutig auf die ihnen zugrunde liegenden Motivdimensionen zurückgeführt, d. h. im die Motivstruktur abbildenden Raum lokalisiert werden. Bei einer Unterscheidung zwischen einer allgemeinen, „Wertschätzung (von Leistung)“ genannten Wertungsdimension eines Handlungsausgangs (anstelle von Erfolg/Mißerfolg) und einer „Orientierung (des Leistungshandelns)“ genannten allgemeinen, im ursprünglichen Konfliktmodell auf Appetenz und Aversion bezogenen Orientierungsdimension des Handelns (anstelle von Hoffnung/Furcht; vgl. NENNIGER 1978a) kann innerhalb dieses zwei-dimensionalen Raumes je nach Ausprägung „Hoffnung auf Erfolg“ im rechten Quadranten, „Furcht vor Mißerfolg“ im linken Quadranten eindeutig lokalisiert werden. Die Motivkomponente innerhalb der Motivierungsformel wird dann ebenfalls lokalisierbar als resultierender Vektor der Ausprägungen beider Motivdimensionen.



(Beispiel: M = „Hoffnung auf Erfolg“ aufgrund geringer „Wertschätzungs“- und hoher Appetenz der „Orientierungsdimension“)

Die Ersetzung von „Nettohoffnung“ als globalem, summativem Konzept durch einen Motivvektor mit spezifizierter räumlicher Struktur ermöglicht darüber hinaus eine Umformung der Motivierungsformel, durch die ein direkter Bezug zwischen den Situationsdeterminanten und den Motivdimensionen hergestellt wird:

$$T_{\text{res}} = \text{Wert} \times \text{Erwartung} \times \underbrace{(\text{Wertschätzung} \times \text{Orientierung})}_{= \text{Motiv}}$$

kann leicht umgeformt werden zu

$$T_{\text{res}} = (\text{Wert} \times \text{Wertschätzung}) \times (\text{Erwartung} \times \text{Orientierung}).$$

Aus der umgeformten Formel geht eine spezifische Korrespondenz zwischen Situationsdeterminante und Motivdimension hervor: jede Motivdimension gewichtet den Einfluß einer Situationsdeterminanten auf die resultierende Handlungstendenz. Der Einfluß der Motivkomponente kann im strukturellen Ansatz also über die Dimension erklärt werden, welche sich auf die Situationsdeterminante bezieht: die Motivdimension wird wirksam über ihr entsprechende kognitive Prozesse, die jeweils mediativ in die Erfassung (d. h. in die Perzeption und Kognition) der Situation im Hinblick auf ihren handlungswirksamen Aufforderungscharakter eingreifen.

3.3.2. Kausalattribution: die Deutung von Erfolg oder Mißerfolg auf der Grundlage einer Ursache oder auf der Grundlage unterschiedlicher Relevanz von Ursachen

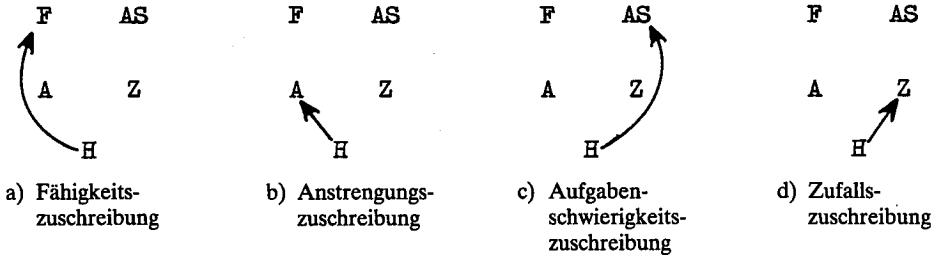
Innerhalb des Prozeßmodells leistungsthematischen Handelns dient das Konstrukt „Motivierung“ zur Erklärung der zwischen Situation und Handlungsvollzug vermittelnden ersten kognitiven Zwischenprozesse, das Konstrukt „Bewertung“ zur Erklärung der zwischen Handlungsausgang und resultierender Bekräftigung (Folgen) ablaufenden zweiten kognitiven Zwischenprozesse. Letztere werden in zwei zusammenwirkenden Teilprozessen gedacht: zum einen wird über einen Vergleich des Handlungsausgangs mit einem gesetzten Gütestandard, d. h. der subjektiven Einschätzung der intellektuellen Tüchtigkeit, das Ausmaß der Zielerreichung eingeschätzt (Erfolg/Mißerfolg), zum anderen werden Gründe für die geschätzte Zielerreichung erwogen (Kausalattribution); beide zusammen führen zur resultierenden Selbstbekräftigung.

Im Falle einer leistungsthematischen Handlungsfolge werden – bezogen auf die beiden Dimensionen „Personenabhängigkeit“ und „zeitliche Stabilität“ – vier Kausalfaktoren zur Deutung von Erfolg oder Mißerfolg eines Handlungsausgangs unterschieden (vgl. WEINER 1972):

- (1) Fähigkeit als personenabhängige/zeitlich stabile
- (2) Anstrengung als personenabhängige/zeitlich instabile
- (3) Schwierigkeit als personenunabhängige/zeitlich stabile
- (4) Zufall als personenunabhängige/zeitlich instabile Ursache für einen bestimmten Handlungsausgang.

In Abhängigkeit zur Güte des Handlungsausgangs aber auch zur Ausprägung des Leistungsmotivs können typische *Attributionsmuster* festgestellt werden: beispielsweise bei Erfolgsmotivierten die Tendenz, Erfolg auf eigene Fähigkeit, Mißerfolg jedoch auf Anstrengungsmangel zurückzuführen; im Gegensatz dazu bei Mißerfolgsmotivierten die Tendenz, Erfolg auf Zufall, Mißerfolg aber auf Fähigkeitsmangel zurückzuführen.

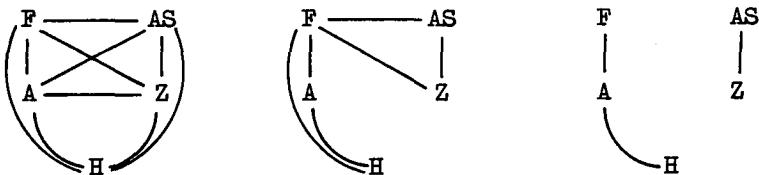
Im folgenden Abschnitt sollen einige *Möglichkeiten einer strukturellen Betrachtung des Teilprozesses „Kausalattribution“* schrittweise entwickelt werden. Wie schon aus dem Beispiel hervorgeht, wird der Handlungsausgang exklusiv auf einen der vier Kausalfaktoren zurückgeführt. Die Deutung des Handlungsausgangs vollzieht sich innerhalb einer Struktur von fünf Elementen („Handlungsausgang“ mit einem der vier Kausalfaktoren verbunden).



(F = Fähigkeit; A = Anstrengung; AS = Aufgabenschwierigkeit; Z = Zufall; H = Handlungsausgang)

Diese Art *exklusiver* Ursachenzuschreibung erwies sich jedoch von Anfang an als wenig befriedigend. Schon beim Rückbezug der Kausalattribution auf die Ausprägung des Leistungsmotivs zeigten sich zwei grundlegende Mängel: zum einen mußte implizit zwischen unterschiedlichen Beziehungen zu den verschiedenen Ursachen differenziert werden („Erfolg wurde auf Fähigkeit, Mißerfolg auf Anstrengungsmangel zurückgeführt“), zum andern wurde etwa in Abhängigkeit zur Ausprägung des Leistungsmotivs – also zu seiner Richtung und Stärke – nur noch mehr oder weniger stark die Tendenz zu einer spezifischen Kausalattribution postuliert, also von einer vorherrschenden und nicht mehr von nur einer Kausalbeziehung gesprochen. Implizit wurde Kausalattribution also schon im Rahmen eines Modells mit potentiell mehreren verschiedenartigen und unterschiedlich gewichteten Kausalbeziehungen gedacht. *Es muß deshalb das Ziel einer strukturellen Betrachtung sein, Kausalattribution in systematischer Weise als ein Modell zu entwickeln, das keines Rekurses auf Umschreibungen oder auf Vorstellungen außerhalb des gegebenen theoretischen Rahmens bedarf.* Als Grundlagen für ein strukturelles Modell bieten sich an: „Handlungsausgang“ und die vier Kausalfaktoren als Elemente, die Ursachenzuschreibungen von den vier Kausalfaktoren zum „Handlungsausgang“ als Beziehungen der Struktur. Da keine Notwendigkeit besteht, die Beziehungen zwischen den Kausalfaktoren aus dem Modell auszuschließen, weil gerade die Beziehungen Kausalfaktor – „Handlungsausgang“ oft nur über spezifische Zusammenhänge zwischen den Kausalfaktoren erklärbar sind, erscheint es sinnvoll, von einer *Kausalstruktur* auszugehen, welche durch *Kausalelemente* (Kausalfaktoren, „Handlungsausgang“) und *Kausalbeziehungen* zwischen allen Kausalelementen konstituiert wird.

- a) vollständig b) unvollständig zusammenhängend c) unvollständig unzusammenhängend

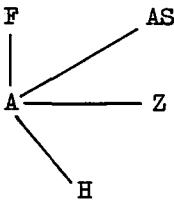


Damit verändert sich aber zugleich die Betrachtungsweise der Kausalattribution in mehrfacher Weise:

- an die Stelle von einzelnen oder mehreren Beziehungen zwischen „Handlungsausgang“ und Kausalfaktor(en) tritt eine Kausalstruktur;
- innerhalb einer Kausalstruktur wird grundsätzlich nur noch zwischen Elementen und Beziehungen unterschieden; eine Auszeichnung bestimmter Elemente oder Beziehungen ist ein (beliebiger) Spezialfall (z. B. Beziehungen zwischen Kausalfaktoren und „Handlungsausgang“);
- nicht nur spezifische Elemente oder Beziehungen, sondern auch Eigenschaften der Kausalstruktur können im Mittelpunkt der Betrachtung stehen (z. B. die Vollständigkeit der Beziehungen zwischen den Elementen, der Zusammenhang der Kausalelemente über ihre Beziehungen).

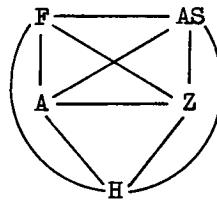
„Bedeutsamkeit einer bestimmten Kausalattribution“ oder „Tendenz zu einer spezifischen Kausalattribution“ ist also jetzt *vor dem Hintergrund einer bestimmten Kausalstruktur zu interpretieren*. Als „bedeutsam“ können Kausalelemente aufgrund ihrer „Einbindung“ in die Kausalstruktur erachtet werden, wenn darauf abgehoben wird, wie „zentral“ ihre Stellung innerhalb einer Kausalstruktur ist. Dabei kann Zentralität eines Kausalelements z. B. eindeutig über die Anzahl seiner Beziehungen zu den übrigen Kausalelementen definiert werden. Zugleich bleibt aber Zentralität auf die gesamte Kausalstruktur verwiesen: mit dem Grad der Vollständigkeit der Kausalstruktur verändert sich die Interpretationsgrundlage. Im einen Falle kann Anstrengung (A) mit der Zentralität $td(A) = 4$ als vorwiegend im Mittelpunkt, in einem anderen Falle Zufall bei gleicher Zentralität eher an der Peripherie der Kausalstruktur liegend gedeutet werden.

a) unvollständige Kausalstruktur



Zentralität: $td(A) = 4$

b) vollständige Kausalstruktur



$td(A) = 4$

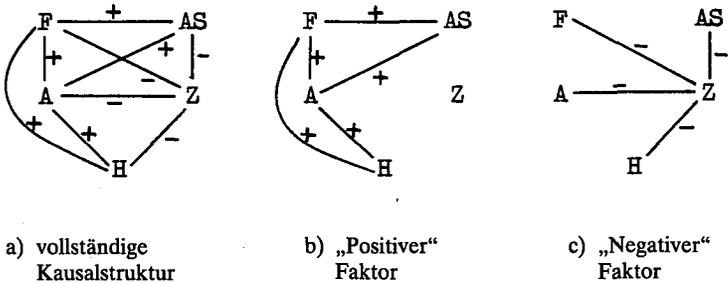
„Bedeutsamkeit“ ist jedoch nicht der einzige Aspekt, unter dem sich die Kausalstruktur interpretieren läßt; andere Gesichtspunkte erlauben z. B., „Zusammenhang“ oder „Stabilität“ von Kausalstrukturen einer systematischen Analyse zugänglich zu machen.

Ein *weitergehender Schritt*, der es ermöglicht, die *affektive Komponente der Kausalattribution*, statt wie bisher nur als Folge der Attribution, *als einen der Bewertung inhärenten Bestandteil ebenfalls in systematischer Weise einer strukturellen Analyse zugänglich zu machen*, erfordert eine Spezifikation der Beziehungen innerhalb der Kausalstruktur.

Wie erwähnt, wurden schon bisher bei der Analyse der Bekräftigung aus der Ergebnisdeutung affektive Folgen berücksichtigt (z. B. „positiver Affekt“ nach Erfolg bei Attribution auf die eigene Fähigkeit). Bei der Erweiterung der exklusiven Attribution des Handlungsausgangs auf einen Kausalfaktor zu einer strukturellen Betrachtung innerhalb einer Kausalstruktur muß sich die Berücksichtigung der affektiven Komponente ebenfalls auf die gesamte Kausalstruktur beziehen.

Eine Möglichkeit ist gegeben durch die *Berücksichtigung der affektiven Begleitung von Kausalattributionen als „affektive Färbung“ von Kausalbeziehungen*. „Affektive Färbung“ einer Kausalbeziehung soll also erfassen, wie die Kausalzusammenhänge affektiv erlebt werden. Dies ist auf unterschiedlichen affektiven Dimensionen möglich: „angenehm–unangenehm“, „freudig–traurig“, „hoffnungsvoll–furchtsam“ usw. und bestimmt so die affektive Qualität der Kausalstruktur.

Schon bei einer einfachen Unterscheidung von „positiver“ oder „negativer“ affektiver Färbung (im Sinne einer der angenommenen Dimensionen) lassen sich – bei gleichzeitiger Berücksichtigung von Eigenschaften der Kausalstruktur – eine ganze Reihe *kognitiv-affektiver Eigenschaften einer Kausalstruktur* unterscheiden:



Die „Bedeutsamkeit“ einzelner Kausalelemente einer Kausalstruktur läßt sich durch die Berücksichtigung der affektiven Qualität ihrer Verflechtung weiter differenzieren: in den jeweiligen Zentralitäten kann zwischen dem Anteil „positiv“ und „negativ“ gefärbter Kausalbeziehungen unterschieden werden.

a) td(F) = (0.75, 0.25)	b) pd(F) = 3	c) nd(F) = 1
td(A) = (0.75, 0.25)	pd(A) = 3	nd(A) = 1
td(AS) = (0.66, 0.33)	pd(AS) = 2	nd(AS) = 1
td(Z) = (0.00, 1.00)	pd(Z) = 0	nd(Z) = 4
td(H) = (0.33, 0.66)	pd(H) = 2	nd(H) = 1

(Zentralitäten der Kausalelemente: a) in der vollständigen Kausalstruktur, b) im positiven Faktor, c) im negativen Faktor)

So weist etwa das Kausalelement „Fähigkeit“ (F) in der Figur a eine ausgesprochen „positive“ Zentralität auf, seine „positiven“ Beziehungen stehen gegenüber den „negativen“ im Verhältnis 3 : 1 (prozentuiert: sd (F) = (0.75, 0.25); vgl. Tabelle 13a)), „Zufall“ (Z) dagegen nur „negative“ Zentralität (sd (Z) = (0,1.0)). Der affektive Bedeutungshof der einzelnen Kausalelemente ist dementsprechend unterschiedlich. Auch hinsichtlich der Eigenschaften einer Kausalstruktur wird eine entsprechende Differenzierung möglich.

Eine Unterscheidung von Teilstrukturen (Faktoren) nach der affektiven Färbung der Beziehungen läßt affektspezifisch bestimmte *Schwerpunkte in der Kausalstruktur* erkennen. Die Kausalstruktur zeigt z. B. hinsichtlich ihres „positiven Faktors“ (in der Figur b) eine einerseits stark zusammenhängende, eher dezentrale Struktur, die aber andererseits das Kausalelement „Zufall“ (Z) nicht mehr enthält, während der „negative Faktor“ (in der Figur c) extrem zentralisiert („Sternform“) mit dem Faktor „Zufall“ im Mittelpunkt ausfällt.

Die Ausführungen ließen sich noch weiterführen, wenn die affektspezifische Zentralität der Kausalelemente im jeweiligen Faktor berücksichtigt wird. Dabei zeigt ein Blick auf die jeweiligen Zentralitäten (Tabelle 13b, c), daß „Fähigkeit“ (F) und „Anstrengung“ (A) etwas bedeutendere Kausalelemente im positiven Faktor sind, während „Zufall“ (Z) ganz ausscheidet, im Gegensatz zum negativen Faktor, bei dem dieses Kausalelement allein im Mittelpunkt steht.

Die eben demonstrierte Art struktureller Betrachtung ermöglicht aber nicht nur eine Spezifizierung des bisherigen Selbstbegründigungsmodells der Leistungsmotivation. Es lassen sich damit *Verallgemeinerungen* in verschiedener Hinsicht (inhaltsspezifisch, extrinsisches Motiv, Arten der Attribution, Bewertung, Erwartung) *innerhalb desselben strukturellen Rahmens bewältigen*. Dies könnte aber – falls sich solche Konstrukte als valide erweisen – zu theoretischen Erklärungen größerer Reichweite führen.

3.3.3. Hinweise auf Validierungsarbeiten zu einer strukturellen Konzeption der Leistungsmotivation

Die Untersuchungen zur Konzeption einer dimensionalen Fassung des Leistungsmotivs ergaben bei einer aufgeklärten Varianz von über 40% sowohl hinsichtlich unterschiedlicher Zeitpunkte als auch verschiedener Untersuchungspopulationen eine sehr hohe Stabilität dieses Konstruktes ($R^2 < .90$) (vgl. NENNIGER 1982b).

Analysen zu Zusammenhängen zwischen Dimensionen des Leistungsmotivs und einer auf 9 Elemente erweiterten Kausalstruktur (innerhalb des traditionellen kategorialen Rahmens „Personenabhängigkeit“ \times „zeitliche Stabilität“) wiesen keinen bedeutsamen allgemeinen, wohl aber einen bedeutsamen affektspezifischen Zusammenhang (kanonische Korrelation: $R_c = .55$, $p = 0.002$) zwischen der Orientierungsdimension des Leistungsmotivs und der Bedeutsamkeit (Zentralität) einiger Kausalelemente des negativen Faktors der Kausalstruktur (als unangenehm empfundene Kausalbeziehungen) auf: mit zunehmender Appetenz in der Orientierungsdimension wächst die Bedeutsamkeit des Kausalelements „Aufmerksamkeit“ (personenabhängig/instabil) bei gleichzeitig verminderter Bedeutsamkeit von „allgemeiner Lerneinstellung“ (personenabhängig/stabil) und „aktuellem Verhalten des Lehrers“ (personenunabhängig/instabil).

Diese Ergebnisse werden unterstützt durch die Resultate von Regressionsanalysen der Motivdimensionen auf den Zusammenhangsgrad des negativen Faktors der Kausalstruktur ($\beta = .43$, $R^2 = .25$, $p < .001$): je größer die Appetenz in der Orientierungsdimension, desto höher der Zusammenhang im negativen Faktor der Kausalstruktur.

Allgemein läßt sich aus den Untersuchungen zwischen Motiv- und Kausalstruktur entnehmen,

- daß Kausalattribution weniger mit der Wertschätzungs- als mit der Orientierungsdimension des Leistungsmotivs zusammenhängt,
- daß Kausalattribution in diesem Zusammenhang im wesentlichen affektspezifisch erfolgt und
- daß sich die affektspezifischen Attributionsmuster vorwiegend auf die Beziehungen zwischen Kausalelementen beziehen, die affektiv als negativ bewertet werden.

Zusammenfassend – und notwendigerweise vergrößernd – kann auf Grund der in diesem Zusammenhang relevanten Untersuchungsergebnisse vermutet werden, daß sich eine derartig differenziertere Sichtweise im Hinblick auf Fragestellungen über

- die Allgemeinheit, Situations- und Inhaltsspezifität von Motiven innerhalb eines Wert-Erwartungs-Modells (vgl. SCHIEFELE u. a. 1979),
- die Wirksamkeit unterschiedlicher Erwartungen in einer Handlungsfolge (vgl. z. B. HECKHAUSEN/RHEINBERG 1980) und
- die Effekte unterschiedlicher Lernmotivation im Lehr-Lern-Zusammenhang als fruchtbar erweisen könnte.

4. Ausblick

Die Darstellung der Projektergebnisse weist schon auf die Richtung der weiteren Forschung hin. Zunächst gilt es,

- innerhalb jeder der drei Dimensionen *operative Fähigkeiten, Wissen* und *Motive* den strukturellen Ansatz weiterzuführen, indem die den strukturellen Analysen zugrunde liegenden Erhebungsinstrumente hinsichtlich ihrer inhaltlichen Gültigkeit revidiert und Parameter bestimmt werden, die für den Lehr-Lern-Zusammenhang bedeutungsvolle Eigenschaften der jeweiligen Strukturen abbilden,
- hinsichtlich des *Zusammenhangs der drei Dimensionen* zu einer theoretischen Weiterentwicklung zu gelangen, indem – in Abhängigkeit von systematisch variierten Lehrbedingungen – jeweils vergleichbare Strukturaspekte der drei Dimensionen aufeinander bezogen und als Repräsentanten einer sich unter dem Einfluß von Lehren verändernden kognitiven Struktur interpretiert werden.

Im Zusammenhang damit sind auch die *methodologischen Instrumente* struktureller Analyse einschließlich ihrer numerischen und programmtechnischen Umsetzungen, insbesondere hinsichtlich der Verallgemeinerungsfähigkeit der Resultate, weiterzuführen.

Auf der Grundlage dieser Voraussetzungen sollen Implementationsversuche unternommen werden. Dafür werden im Sinne einer versuchsweisen Konstruktion von Praxis einige Lehrbedingungen herzustellen und durch Lernmaterial zu stützen sein, von denen dann die *Verwirklichung der Intention „Mehrdimensionale Zielerreichung“* mit einiger Sicherheit erwartet werden kann.

Literatur

- ATKINSON, S. W.: *An Introduction to Motivation*. Princeton (Van Nostrand) 1964.
- EIGLER, G.: Über Verändern und Weiterentwickeln von Fragestellungen. In: *Unterrichtswissenschaft* 9 (1981), S. 337–361.
- EIGLER, G./MACKE, G./NENNIGER, P./POELCHAU, H.-W./STRAKA, G. A.: Mehrdimensionale Zielerreichung in Lehr-Lern-Prozessen. In: *Zeitschrift für Pädagogik* 22 (1976), S. 181–197.
- EIGLER, G./MACKE, G./NENNIGER, P.: Entwicklung kognitiver Strukturen – kognitive und motivationale Komponenten. In: *Jahrbuch für Empirische Erziehungswissenschaft*. Düsseldorf (Schwann) 1982.
- HECKHAUSEN, H.: Hoffnung und Furcht in der Leistungsmotivation. Meisenheim (Hain) 1963.
- HECKHAUSEN, H.: Motive und ihre Entstehung. In: WEINERT, F. E. u. a. (Hrsg.): *Funk-Kolleg Pädagogische Psychologie*. Bd. 1. (Fischer-Taschenbuch. Bd. 6115.) Frankfurt a.M. 1974, S. 133–171.
- HECKHAUSEN, H./RHEINBERG, F.: Lernmotivation im Unterricht, erneut betrachtet. In: *Unterrichtswissenschaft* 8 (1980), S. 7–47.
- MACKE, G.: Lernen als Prozeß. Überlegungen zur Konzeption einer operativen Lehr-Lern-Theorie. (Erziehungswissenschaftliche Untersuchungen. Bd. 7; Beltz Forschungsberichte.) Weinheim/Basel 1978. (a)
- MACKE, G.: Entwicklungsarbeiten an einem Test zur Erfassung von Operationen (Lernbereich Mathematik). In: *Unterrichtswissenschaft* 6 (1978), S. 298–306. (b)
- MACKE, G.: Erfassung von Operationen mittels Testaufgaben. Probleme bei der Entwicklung und Überprüfung eines Tests zur Erfassung von Operationen. In: 25. Tagung der AEPF (Arbeitsgemeinschaft Empirisch Pädagogischer Forschung) in Bremen vom 22. bis 24. März 1979 – Dokumentation der Beiträge. Bremen 1979, S. 255–266.

- MACKE, G.: Veränderung von Wissen unter alternativen Lehrbedingungen. Ein Beispiel zur inhaltlich-strukturellen Analyse der Effekte von Lehrbedingungen mittels der ordinalen Ähnlichkeitsanalyse. In: Zeitschrift für Empirische Pädagogik (1982).
- MAYER, R. E./GREENO, J. G.: Structural differences between learning outcomes produced by different instructional methods. In: Journal of Educational Psychology 64 (1972), S. 165–173.
- MCCLELLAND, D. C.: Studies in motivation. New York (Appleton-Century-Crofts) 1955.
- NENNIGER, P.: Kognitive Strukturen – einige Beschreibungsmöglichkeiten hinsichtlich ihrer Kohärenz. In: Unterrichtswissenschaft 6 (1978), S. 291–297. (a)
- NENNIGER, P.: Erfassung des Leistungsmotivs – theoretische und methodologische Probleme bei der Entwicklung einer dimensionalen Skala. In: Unterrichtswissenschaft 6 (1978), S. 307–320. (b)
- NENNIGER, P.: Graphentheoretische Analysen in Psychologie und Erziehungswissenschaft: die ordinale Ähnlichkeitsanalyse – ein graphentheoretisch begründetes Klassifikationsverfahren. In: Zeitschrift für Empirische Pädagogik (1982).
- NENNIGER, P.: Stabilité et fluctuations de dimensions motivationnelles pendant l'acquisition de connaissances en mathématiques. Paris 1982.
- NENNIGER, P./MACKE, G.: Cognition and Motivation in Learning Mathematics – some Structural and Dynamic Aspects of an Empirical Evaluation. In: European Journal for Science Education (1982).
- SCHIEFELE, H./HAUSSER, K./SCHNEIDER, G.: „Interesse“ als Ziel und Weg der Erziehung. In: Zeitschrift für Pädagogik 21 (1975), S. 1–20.
- SCHNEIDER, K.: Motivation unter Erfolgsrisiko. Göttingen (Hogrefe) 1973.
- WEINER, B.: Theories of Motivation, Chicago (Markham) 1972.

Anschriften der Autoren:

- Prof. Dr. Gunther Eigler, Prinz-Eugen-Str. 5, 7800 Freiburg i. Br.
Dr. Gerd Macke, M. A., Burgvogteistr. 9, 7809 Denzlingen
Dr. Peter Nenniger, Dipl. Psych., Lichtenbergstr. 7, 7800 Freiburg i. Br.