

Geographiedidaktische Forschungen

Band 17

Helmut Schrettenbrunner/Johan van Westrhenen (Hg.)

Empirische Forschung und Computer im Geographieunterricht

Niederländisch-deutsches Symposium
Amsterdam 1987



Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik e.V.
(Selbstverlag)

Empirische Forschung und Computer im Geographieunterricht

nederlandse geografische studies / netherlands geographical studies

redactie / editorial board

drs. j.g. borchert
prof. dr. e.a. koster
prof. dr. a.o. kouwenhoven
drs. h. scholten

plaatselijke redacteuren / associate editors

drs. j.g. borchert,
geografisch instituut rijksuniversiteit utrecht
dr. a. dietvorst,
geografisch-planologisch instituut katholieke universiteit nijmegen
dr. a.c.m. jansen,
economisch-geografisch instituut universiteit van amsterdam
drs. f.j.p.m. kwaad,
fysisch-geografisch en bodemkundig laboratorium universiteit van amsterdam
dr. a. piersma,
geografisch instituut rijksuniversiteit groningen
dr. k.e. rosing,
economisch-geografisch instituut erasmus universiteit rotterdam
dr. j.a. van der scree,
centrum voor educatieve geografie vrije universiteit amsterdam
drs. f. thissen,
instituut voor sociale geografie universiteit van amsterdam

redactie-adviseurs / editorial advisory board

prof. dr. h. van amersfoort, dr. g.j. ashworth, dr. p.g.e.f. augustinus, prof. dr.
g.j. borger, prof. dr. j. buursink, prof. dr. k. bouwer, drs. c. cortie, dr. j. floor,
drs. j.d.h. harten, prof. dr. g.a. hoekveld, dr. a.c. imeson, dr. a.c.m. jansen, prof. dr.
j.m.g. kleinpenning, dr. g. mik, prof. dr. f.j. ormeling, drs. h.f.l. ottens, dr. h. reitsma,
dr. h.th. riezebos, dr. k.e. rosing, drs. p. schat, drs. f. schuurmans, dr. j. sevink,
drs. j.j.j. sterkenburg, drs. p. sijtsma, prof. dr. r. tamsma, dr. j.t. ubbink,
drs. p. van der veen, drs. h.a.w. van vianen, dr. j. van weesep

ISSN 0169-4839

NEDERLANDSE GEOGRAFISCHE STUDIES 62
GEOGRAPHIEDIDAKTISCHE FORSCHUNGEN, 17.

9
14
—
17

Empirische Forschung und Computer im Geographie - unterricht

Niederländisch-deutsches Symposium Amsterdam 1987

ebm
H. Schrettenbrunner – *oban*
J. van Westrhenen

Amsterdam 1988

KONINKLIJK NEDERLANDS AARDRIJKSKUNDIG GENOOTSCHAP

CENTRUM VOOR EDUCATIEVE GEOGRAFIE
VRIJE UNIVERSITEIT AMSTERDAM

HOCHSCHULVERBAND FÜR GEOGRAPHIE UND IHRE DIDAKTIK
SELBSTVERLAG DES HOCHSCHULVERBANDES FÜR GEOGRAPHIE
UND IHRE DIDAKTIK e.V. LÜNEBURG

E. 15. 01. 90
Uni Münster
FB 19
Institut für
Didaktik d. Geogr. 745/89

CIP-GEGEVENS KONINKLIJKE BIBLIOTHEEK, DEN HAAG

Schrettenbrunner, H. und Westrhenen, J. van (Hg.)

Empirische Forschung und Computer im Geographieunterricht.
Niederländisch-deutsches Symposium, Amsterdam 1987/ Schrettenbrunner, H.
und Westrhenen, J. van (Hg.). - Amsterdam
Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap: Centrum voor
Educatieve Geografie, Vrije Universiteit Amsterdam. -ILL.- (Nederlandse
Geografische Studies, ISSN 0169-4839; 62)
ISBN 90-6809-072-0
SISO 456.5 UDC 681.3: 372.891
Trefw.: geografie-onderwijs; didaktiek / computers in het geografie-
onderwijs

Copyright 1988 Centrum voor Educatieve Geografie, Vrije Universiteit,
Amsterdam, Nederland

Empirische Forschung und Computer im Geographieunterricht.
Niederländisch-deutsches Symposium, Amsterdam 1987/ Schrettenbrunner, H.
und Westrhenen, J. van (Hg.). - Lüneburg: Selbstverlag des Hochschulver-
bandes für Geographie und ihre Didaktik e.V. (Geographiedidaktische
Forschungen, Band 17)
ISBN 3-925319-03-4
Zuschriften und Bestellungen an
Karl-Wilhelm Grünewälder, Postfach 2440 (Hochschule), D 2120 Lüneburg
Bundesrepublik Deutschland

Copyright 1988 Selbstverlag des Hochschulverbandes für Geographie und ihre
Didaktik e.V., Lüneburg, Bundesrepublik Deutschland

No part of this book may be reproduced in any form, by print or
photoprint, microfilm or any other means, without written permission by
the publishers.

Gedruckt in Nederland door Selecta, Amsterdam.

2. A. 90 See.

| | | |
|----------|---|----|
| I | GRUNDLAGEN FÜR EMPIRISCHE, GEOGRAPHIEDIDAKTISCHE FORSCHUNG | |
| 1 | KLAUERS THEORIE DES LEHRENS UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE GEOGRAPHIEDIDAKTIK | 9 |
| 1.1 | Klauers Theorie des lehrens | 9 |
| 1.1.1 | Die Subtheorien | 9 |
| 1.1.2 | Die Lehrfunktionen | 11 |
| 1.1.3 | Der Gebrauch der Lehrfunktionen | 12 |
| 1.1.4 | Der allgemeine Lehralgorithmus | 12 |
| 1.1.5 | Anwendungsmöglichkeiten des allgemeinen Lehralgorithmus | 12 |
| 1.2 | Die Theorie des Lehrens und ihre Bedeutung für die Geographiedidaktische Forschung | 14 |
| 1.2.1 | Die Subtheorien und die geographiedidaktische Forschung | 14 |
| 1.2.2 | Klauers Lehrfunktionen und ihre Anwendung in der Geographiedidaktik | 17 |
| 1.3 | Versuch der Anwendung des allgemeinen Lehralgorithmus für die geographiedidaktische Forschung | 18 |
| 1.4 | Die ATI-Effekte und die Geographiedidaktik | 20 |
| 1.5 | Zusammenfassung | 21 |
| 2 | ENTDECKENLASSENDES LEHREN: BEITRAG ZU EINER FACETTENTHEORETISCH BEGRÜNDETEN EMPIRISCHEN LEHRFORSCHUNG | 24 |
| 2.1 | Empirische Unterrichtsforschung und sozialwissenschaftliche Begriffsbildung | 24 |
| 2.2 | Forschung der 60er und 70er Jahre zum entdeckenlassenden Lehren | 26 |
| 2.3 | Ansätze einer Begriffspräzisierung | 29 |
| 2.4 | Facettentheoretische Begriffspräzisierung | 30 |
| 2.5 | Einige Lehrexperimente | 32 |
| 2.6 | Resumee | 40 |
| 3 | MÖGLICHKEITEN GEOGRAPHIEDIDAKTISCHER FORSCHUNG AUS EMPIRISCH-PÄDAGOGISCHER SICHT | 44 |
| 3.1 | Einleitung | 44 |
| 3.2 | Ergebnisse der Workshops und Diskussion | 44 |
| 3.3 | Konzeptionelle Überlegungen zu Aufgaben und Fragestellungen empirisch orientierter geographiedidaktischer Forschung | 47 |

II BEISPIELE EMPIRISCHER GEOGRAPHIEDIDAKTISCHER FORSCHUNG

| | |
|---|-----------|
| 4 ANLAGE EINER UNTERSUCHUNG ZUM RAUMVERSTÄNDNIS VON SCHÜLERN | 53 |
| 4.1 Zur Forschungsanlage | 53 |
| 4.2 Einführung in die Problematik und allgemeine Fragestellung der Untersuchung | 54 |
| 4.3 Begriffsbildungen | 55 |
| 4.3.1 Der vorgestellte projektiv-euklidische Raum | 57 |
| 4.3.2 Raumvorstellung | 57 |
| 4.4 Zur Theorie Piagets und zur Theorie der Primärfaktoren der Intelligenz | 58 |
| 4.5 Hypothesen | 60 |
| 4.6 Planung und Durchführung | 60 |
| 4.7 Zusammenfassung | 64 |
| | |
| 5 EINE FACHDIDAKTISCHE UNTERSUCHUNG ÜBER DIE KARTENANALYSE-FÄHIGKEITEN VON SCHÜLERN DER SEKUNDARSTUFE II | 67 |
| 5.1 Einleitung | 67 |
| 5.2 Geographische Denkfähigkeiten und Kartenanalyse | 68 |
| 5.3 Die Fragen und die Absicht der Untersuchung | 69 |
| 5.4 Die Untersuchungsergebnisse | 73 |
| 5.5 Diskussion | 75 |

III COMPUTERUNTERSTÜTZTER GEOGRAPHIEUNTERRICHT: EIN VIEL-VERSPRECHENDES FORSCHUNGSGEBIET FÜR DIE GEOGRAPHIE-DIDAKTIK

| | |
|--|-----------|
| 6 ZUM COMPUTEREINSATZ IM GEOGRAPHIEUNTERRICHT | 78 |
| 6.1 Simulation und Simulationsspiele | 82 |
| 6.2 Nutzung von Datenbanken und datenbankähnlichen Informationssystemen | 84 |
| 6.3 Hilfsprogramme | 85 |
| 6.4 Übungsprogramme | 86 |
| | |
| 7 GEOGRAPHISCHE INFORMATIONSSYSTEME FÜR WEITERFÜHRENDE SCHULEN: KONSEQUENZEN FÜR DEN ERDKUNDEUNTERRICHT | 89 |
| 7.1 Einleitung | 89 |
| 7.2 Geographische Informationssysteme für den Unterricht: Versuch einer Definition | 89 |
| 7.3 Typen didaktischer geographischer Informationssysteme | 90 |
| 7.4 Implikationen von Digis-anwendungen im Unterricht | 92 |
| 7.5 Schlussbemerkungen | 94 |

| | | |
|-----|--|-----|
| 8 | DIDAKTISCHE FORSCHUNG IN BEZUG AUF COMPUTER- UNTERSTÜTZTEN ERDKUNDEUNTERRICHT | 96 |
| 8.1 | Ueber Kommunikation | 96 |
| 8.2 | Daten und Lernen | 98 |
| 8.3 | Ein Pilotprojekt zur Anwendung von Bestandsprogrammen | 100 |
| 8.4 | Entwerfen und Testen | 104 |
| 9 | ZIELSETZUNGEN FÜR DIE VERWENDUNG DES COMPUTERS IM ERDKUNDEUNTERRICHT | 107 |
| 9.1 | Für welche Inhalte/Ziele soll der Computer im Erdkunde- unterricht eingesetzt werden? | 107 |
| 9.2 | Welche Empfehlungen kann man heute für die Anschaffung von Hardware geben? | 109 |
| 9.3 | Welche Empfehlungen kann man zur Erstellung von Software geben? | 110 |
| 9.4 | Welche Strategien sollten für die nächsten Jahre verfolgt werden | 110 |
| 9.5 | Wie soll didaktische Forschung über den Computer im Erdkundeunterricht ausgerichtet sein? | 111 |

1 KLAUERS THEORIE DES LEHRENS UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE GEOGRAPHIEDIDAKTIK

Ingrid Hemmer
Universität Augsburg

Der folgende Aufsatz ist in zwei Teile gegliedert. Im Teil I wird das auf dem Symposium gehaltene Referat über die Theorie des Lehrens in Kurzfassung vorgestellt. Der Teil II beschäftigt sich mit der Bedeutung der Theorie für die geographiedidaktische Forschung, wobei Ergebnisse der sich an das Referat anschließenden Workshoparbeit wiedergegeben werden, aber vor allem auch eigene Überlegungen zur Anwendung der Theorie in der Geographiedidaktik unter Berücksichtigung der Auswertung entsprechender erziehungswissenschaftlicher und geographiedidaktischer Literatur vorgestellt werden sollen.

1.1 Klauers Theorie des Lehrens

Eine Theorie des Lehrens zu entwickeln ist traditioneller Gegenstand deutscher Didaktiken wie der kritischen Didaktik, der geisteswissenschaftlichen Didaktik und der Berliner Schule. Die Lehr- und Lern-Theorie Klauers (1985) lässt sich nicht in diese Schulen einordnen. Sie basiert auf kognitionspsychologischen Ansätzen. Lehren wird dabei als interpersonale Handlung eines Interaktionsprozesses definiert, die auf das Lernen einer oder mehrerer Personen ausgerichtet ist. Dabei wird Handlung als absichtliche Aktivität angesehen, über deren Effektivität bzgl. Lernerleichterung jedoch damit noch keine Aussage getroffen ist.

1.1.1 Die Subtheorien

Klauers umfassende Theorie des Lehrens ist eine hierarchische Theorie, die verschiedene Subtheorien umfasst. Die verschiedenen Aspekte einer Lehrtheorie können in einer Matrix wiedergegeben werden, wobei eine Dimension die Art der Wissenschaft darstellt und die andere die Art der Frage, auf die die Theorie antworten soll (vgl. Abb. 1). Bezüglich der Art der Wissenschaft können wir deskriptive, präskriptive und normative Studien unterscheiden. Bezüglich der Art der Fragen ist zwischen den Was-Fragen (Ziele/Inhalte) und den Wie-Fragen (Methoden) zu differenzieren. So ergeben sich zwei, drei oder sechs Subtheorien einer Theorie des Lehrens. Die unterste Zeile der Matrix nennt die Disziplinen, die sich mit den jeweiligen Theorien beschäftigen.

Der bekannteste empirisch-analytische Forschungstyp ist der deskriptive, der jedoch nicht nur die Beschreibung, sondern auch die Erklärung eines Teils der Realität zum Ziel hat. Üblicherweise geht die Erklärung eines Phänomens vonstatten, indem unter Berücksichtigung der externen Bedingungen Hypothesen von der erklärenden Theorie abgeleitet und überprüft werden. Normative Studien wollen endgültige Ziele und ethische Standards setzen. Präskriptive Studien verbinden normative mit deskriptiver

ART DER WISSENSCHAFT

| | | deskriptiv | präskriptiv | normativ | |
|---------------------|-------|---|---|--|-------------------------------------|
| ART DER FRAGE | WAS ? | A Lehrziele/ Lehrstoffe im Unterricht | B Curriculum | C übergeordnete Ziele | Theorie der Lehrziele |
| | WIE ? | D Lehrer-Schüler - Interaktion | E Lehrmethoden | F berufliche ethische Standards | Theorie der Lehr- methoden |
| | | Pädagogische Psychologie, Empirische Erziehungswissenschaft usw. | Pädagogische Technologie, Unterrichtsplanning | Philosophie der Erziehung | |

Abb. 1.1: Subtheorien einer Theorie des Lehrens (nach Klauer 1985)

Forschung, um Probleme praktischer Bedeutung zu klären. Hier sind z.B. Lehrplan- und Curriculumwürfe anzusetzen.

Die sich durch die Facettierung ergebenden Subtheorien werden im folgenden näher erläutert. Die Theorie der Zelle A ist bisher weniger Gegenstand der Bearbeitung gewesen. Forschungsprojekte, die dazu gehören, wären z.B. die Aufdeckung eines geheimen Lehrplans (was tun die Lehrer wirklich?) oder die Analyse der Inhalte einer Stunde, so wie sie in der Realität (im Gegensatz zur Planung) abgelaufen ist. Die Theorie der Zelle B ist mit der Curriculumtheorie beschäftigt. Sie antwortet auf die Frage, was in welcher Reihenfolge zu lehren ist, wobei übergeordnete Ziele vor gegeben sind. Die Entscheidungen über die Ziele fallen durch normative Studien der Zelle C.

Die Theorien der Zellen D und E waren besonders häufig in den 70er Jahren Gegenstand der Forschung. Die Lehrer-Schüler-Interaktion wurde nicht nur durch beobachtende Studien, sondern auch durch experimentellen Unterricht erforscht. Die präskriptive Forschung der Zelle E, die postuliert mit welchen Lehrmethoden bestimmte Ziele erreicht werden können, ist von hoher Bedeutung für die Unterrichtspraxis. Die Zelle F beinhaltet eine normative Disziplin, die die professionellen Standards für Lehrer konstituiert.

Im folgenden soll am Beispiel der Zelle E eine Subtheorie der Lehrmethoden unter präskriptiven Aspekten beleuchtet werden. Bezüglich des Gültigkeitsbereichs dieser Subtheorie ist festzuhalten, dass es bei ihr um das Wie des Unterrichts geht und nicht um das Was. Es sind nur kognitive Ziele

Gültigkeitsbereichs dieser Subtheorie ist festzuhalten, dass es bei ihr um das Wie des Unterrichts geht und nicht um das Was. Es sind nur kognitive Ziele berücksichtigt, nicht affektive, soziale oder psychomotorische. Die Theorie ist auf einen zielorientierten Unterricht ausgerichtet. Sie basiert auf der Informationsverarbeitungstheorie.

1.1.2 Die Lehrfunktionen

Der Lehrakt hat nach Klauer bestimmte Lehrfunktionen (= durch Lehre erreichte Wirkungen) in Hinsicht auf den Lernenden. Diese Funktionen können durch Forschung aufgedeckt werden. Es werden jedoch nur die Funktionen hier betrachtet, die notwendig sind (Soll-Funktionen), damit das gewünschte Lernen stattfindet. Sie sind notwendig in einem informationsverarbeitenden Rahmen des Lernens. Es werden sechs Funktionen betrachtet:

1. Motivation

Der Zusammenhang zwischen Lernen und Motivation ist zwar nicht linear, aber ein Minimum erscheint notwendig, damit Lernen stattfinden kann.

2. Information

Der Lernende muss bereit sein, die einkommende Information aufzunehmen. Die Aufmerksamkeit muss sich der neuen Information zuwenden, und verwandte kognitive Strukturen und Prozesse sollten aktiviert werden. Die neue Information darf das Kurzzeitgedächtnis nicht überlasten, darum muss die Sequenz des Informationsflusses es erlauben, Beziehungen zu erstellen zwischen alter und neuer Information und innerhalb der neuen.

3. Informationsverarbeitung

Damit der Lernende jeden Teil der neuen Information versteht, muss der Lehrer die neue Information auf drei verschiedene Arten behandeln. Er muss erstens alle implizit gegebenen Informationen explizit machen. Dies bedeutet, dass alle Querverbindungen, Voraussetzungen, Konsequenzen und Beziehungen aufgedeckt werden sollen. Er muss zweitens die neuen Informationen in kleinere Einheiten analysieren und diese Einheiten auch wieder synthetisieren können. Der Lernende muss drittens Einsicht in die Struktur des Neuen bekommen, indem er Gemeinsamkeiten und Unterschiede von Teilkomplexen aufdeckt.

4. Speichern und Abrufen

Einiges an Informationen muss gespeichert werden für späteres Abrufen und muss auf Anhieb verfügbar sein (Fragen, Testen, Anwenden). Das Speichern wird nicht nur durch Wiederholung erreicht, sondern durch Verknüpfung des Neuen mit Altem: ein altes didaktisches Prinzip, welches schon vom deutschen Pädagogen Herbart im letzten Jahrhundert formuliert wurde und in neuerer Zeit vor allem von Ausubel vertreten wird (vgl. Ausubel 1978). Verknüpfungen werden geschaffen durch Vergleich, Aufdecken von Ähnlichkeiten und Unterschieden und durch Integration der neuen Informationen in die kognitive Struktur des lernenden.

5. Transfer

Die Lernenden sollten in der Lage sein, das Gelernte auf neue Probleme anzuwenden. Es können zwei Arten von Transfer unterschieden werden: erstens die Anwendung eines allgemeinen Prinzips auf Spezialfälle, zweitens der Vergleich mit ähnlichen oder anders gelagerten Sachverhalten.

6. Steuerung und Kontrolle

Steuerung und Kontrolle sind übergeordnete Lehrfunktionen. Die Kontrolle soll sicherstellen, ob alles gelernt und alles richtig gelernt ist. Per Steuerung wird bestimmt, ob weitergegangen werden soll oder nicht. Es soll erst weitergehen im Unterricht, wenn alles richtig gelernt worden ist. Dies wird nicht immer beachtet, wie z.B. die relativ hohe Rate an Analphabeten mit Hauptschulabschluss zeigt. Es ist anzustreben, dass möglichst viele Schüler ihre eigene Lernaktivität selbst kontrollieren und steuern und das notwendige Rüstzeug zu dieser Selbststeuerung erwerben. Die Schüler sind jedoch nicht immer in der Lage, die Steuerung zu übernehmen.

1.1.3 Der Gebrauch der Lehrfunktionen

Die Lehrfunktionen sind in mehrfacher Hinsicht verwendbar. Sie sind erstens hilfreich, um Forschung zu stimulieren, die erzieherische Konsequenzen hat. Sie sollten zur Hypothesenbildung über Bedingungen des Lernens benutzt werden. Die Funktionen können nicht nur durch den Lehrer, sondern auch durch die Medien, Situationsbedingungen und die Lernenden selbst effektiv gemacht werden.

Die Lehrfunktionen können zweitens benutzt werden, um effektive Lehrheiten zu planen. Wenn ein Lehrziel definiert ist, der Initialstatus klar ist und die Bedingungen bekannt sind, die die Lehrfunktionen in Kraft treten lassen, dann ist effiziente Planung möglich.

Die Lehrfunktionen können drittens dazu verwendet werden, um geeignete Lehrmethoden herauszuselektieren .

1.1.4 Der Allgemeine Lehralgorithmus

Die Lehrfunktionen lassen sich nach Klauer zu einem Allgemeinen Lehralgorithmus zusammenfügen (vgl. Abb.2). Der Terminus Algorithmus ist dabei nicht im streng mathematischen Sinn gemeint, sondern im Sinne von LANDA (1976) als ein Schema bestimmter Vorhersagen, die auf durchführbaren Operationen beruhen.

Der Algorithmus verläuft nach dem Prinzip des Regelkreises, wobei ständig überprüft wird, ob eine Lehrfunktion schon gegeben ist, ansonsten ist eine Lehraktivität bis zur Erfüllung notwendig. Erst dann geht es weiter zur nächsten Funktion.

Ein wichtiger Punkt des Allgemeinen Lehralgorithmus ist, dass neues Wissen nicht isoliert gelernt werden kann. Der Lehrstoff muss unter verschiedenen Aspekten durchgearbeitet werden: Es muss sowohl die interne Struktur des Stoffes aufgedeckt als auch die Einordnung in die externe Struktur (Verhältnis zu den anderen Lehrstoffen) geleistet werden.

1.1.5 Anwendungsmöglichkeiten des Allgemeinen Lehralgorithmus

Der Lehralgorithmus kann verwendet werden, um Lehraktivitäten zu planen und in eine Reihenfolge zu bringen.

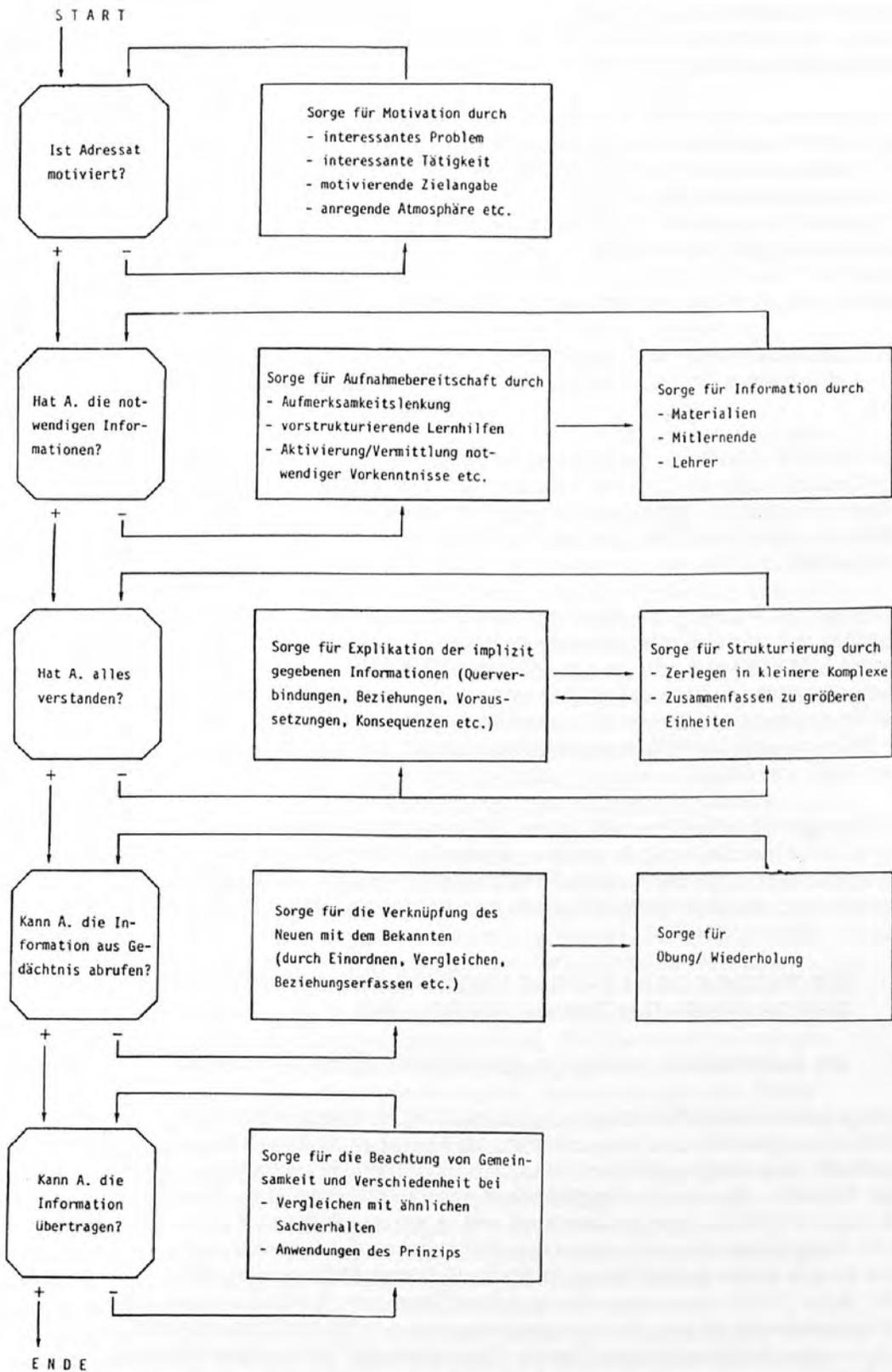


Abb. 1.2: Allgemeiner Lehralgorithmus (nach Klauer 1985)

Bei jedem Unterricht ist er wertvoll zur Analyse des Unterrichtsgeschehens. Bei ineffektivem Unterricht ist die Annahme zu überprüfen, dass mindestens eine der Lehrfunktionen nicht erfüllt ist.

Der Algorithmus dient in der empirischen Forschung zur Analyse der Bedingungen und Effekte des Lehrens. Er hilft bei der Beantwortung der Frage, welche Voraussetzungen gegeben sein müssen, damit Lernen stattfindet. Lernvoraussetzungen sind z.B. allgemeine kognitive Prozesse wie Texte und Sprache zu verstehen, Analyse und Synthese, Aufdecken von Zusammenhängen, Beziehungen, Voraussetzungen und Konsequenzen. Dies alles wird im Unterricht geübt und dient der allgemein pädagogischen (formalen) und nicht nur der fachwissenschaftlichen (materialen) Bildung.

Wenn Schüler die Kontrolle über das Gelernte und die Frage nach dem Weitermachen selbst in die Hand nehmen, dann haben sie das Lernen gelernt.

Darüber hinaus macht der Algorithmus verständlich, wie Individualisierung und Differenzierung von Unterricht möglich ist. Der Algorithmus stellt eine spezifische Folge von Lehrakten dar. Jeder einzelne Lehrakt ist eine Lernhilfe. Je weniger ein Schüler kann, umso mehr Hilfen sind notwendig und umgekehrt.

Dabei treten als Problem die sogenannten ATI-Effekte (aptitude treatment interaction) auf, nämlich Interaktionen zwischen Lernvoraussetzungen (aptitude) und Lehrmethode (treatment) (vgl. CRONBACH 1957). Untersuchungen ergaben, dass bei gemeinsamem Unterricht Schüler mit schlechten Lernvoraussetzungen von vielen Lernhilfen profitieren, während solche mit guten bei zu vielen Lernhilfen sogar schlechtere Leistungen aufweisen (vgl. Klauer 1985 und Abb. 3).

Eine Lösungsmöglichkeit besteht in der Differenzierung des Unterrichts. Dabei ist nicht nur die externe, sondern auch die interne Differenzierung zu berücksichtigen, die durch eine dynamische Adaptation, wie z.B. die Differenzierung des Schwierigkeitsgrads von Aufgaben, geleistet werden kann.

1.2 DIE THEORIE DES LEHRENS UND IHRE BEDEUTUNG FÜR DIE GEOGRAPHIEDIDAKTISCHE FORSCHUNG

1.2.1 Die Subtheorien und die geographiedidaktische Forschung

Die geographiedidaktische Forschung hat sich mit den verschiedenen Teilbereichen einer Theorie des Lehrens, die Klauer als Subtheorien herausstellt, in unterschiedlicher Intensität beschäftigt. Es existieren wenige Arbeiten, die sich der Subtheorie A zuordnen lassen, d.h. die sich damit beschäftigen zu beschreiben (und evtl. auch zu erklären), welche Ziele im Geographieunterricht wirklich verfolgt und erreicht werden und welche Inhalte in der realen Situation tatsächlich vermittelt werden. Hier ist z.B. Jäger (1980) zu nennen, der auf dem Giessener Symposium anhand von Protokollen die inhaltliche Prozessanalyse einer Unterrichtsstunde im 9. Schuljahr einer Realschule zum Thema "Raumplanung" in den Niederlanden" vorstellt. Eine gezieltere inhaltsanalytische Forschung fehlt bislang. Als

Arbeit mit Übersichtscharakter ist Niemz (1986) Erhebung zu den Inhalten im realen geographischen Unterricht zu erwähnen, die jedoch nicht auf empirischer Unterrichtsforschung beruht, sondern auf Befragungen von Geographielehrern.

Die Workshopgruppe, die sich mit dem Thema Subtheorien beschäftigte, kritisierte den von Klauer verwendeten Begriff deskriptiv. Die Zellen A und auch D beziehen sich jedoch tatsächlich zunächst auf die Beschreibung dessen, was im Unterricht wirklich abläuft. Will man den Erklärungsaspekt betonen, empfiehlt es sich, vielleicht den Begriff deskriptiv-analytisch zu wählen.

Die Workshopgruppe problematisierte ferner die Trennung der Zellen A und B. Sie fragte, ob man die Bestandaufnahme und die Strategiefindung trennen könne. Beides gehöre sicherlich eng zusammen. Zwar bildet, wie Klauer selbst ausführt, die Zelle A zusammen mit der Zelle C die Grundlage für die Zelle B, für Forschungszwecke ist es jedoch unerlässlich, die Fragestellungen der Subtheorien sauber zu trennen, um zu validen Ergebnissen zu gelangen und die Untersuchungen nicht zu überfrachten.

In der Geographiedidaktik wurde besonders in den 70er Jahren auf dem Gebiet der Subtheorie B präskriptive Forschung über Ziele und Inhalte des Geographieunterrichts, also Curriculumforschung betrieben. Um 1970 befand sich das Schulfach Erdkunde in einer Krise. Angeregt durch den Curriculumansatz von Robinsohn (1967), der Unterricht als Vermittlung von Qualifikationen für rationales Handeln in künftigen Lernsituationen auffasste, und das amerikanische High School Geography Projects (HSGP) wurde auf dem 38. Deutschen Geographentag in Erlangen/Nürnberg 1971 die Inangriffnahme eines Raumwissenschaftlichen-Curriculum-Forschungsprojektes (RCFP) beschlossen. Neben der inhaltlichen Zielsetzung der Förderung des geographischen Leistungs- und Methodenbewusstseins wurde eine innovative Strategie der Curriculumkonstruktion und -evaluation verfolgt. Die Projektgruppen entwickelten Unterrichtseinheiten, wobei Sie jeweils selbständig über Thema, Lernziele und Methoden entschieden. Mit dem RCFP-Projekt wurden somit die Klauerschen Subtheorien B und E verbunden, denn der geographiedidaktische Curriculumbegriff ist durch den Einbezug der Methoden weiter gefasst als der von Klauer (1974), der unter Curriculum nur eine bestimmte Reihenfolge von Zielen/Inhalten versteht.

Es gibt in Deutschland einige Arbeiten, die sich normativ mit den übergeordneten Zielen des Geographieunterrichts (Subtheorie C) auseinandersetzen. So fand die grosse Lernzieldiskussion zwischen 1968/69 und 1971, die u.a. durch Robinsohns Ansatz und die Diskussion auf dem Kieler Geographentag ausgelöst wurde, ihren Niederschlag zunächst in dem Lernzielkatalog von Ernst (1970) und dem Lernzielschema von Hendinger (1970) und führte bereits 1970 zu einer Reihe von Lernzielkatalogen und Lehrplanentwürfen (vgl. Ernst 1971). Die Lernzieldiskussion mündete schliesslich 1971 auf der Tutzingener Tagung in der Gründung des RCFP-Projekts und führte somit zu einer Verbindung der Klauerschen Subtheorien C und B. Ferner ist bzgl. Subtheorie C Hard (1978) zu nennen, der sich jedoch analytisch mit den in den Richtlinien fixierten Normen des Geographieunterrichts auseinandersetzt und dabei einen Trend feststellt von den konservativen Normen der Nachkriegszeit zu den emanzipatorischen der 70er Jahre. Allerdings erhebt sich die Frage, ob die übergeordneten

Lehrziele des Geographieunterrichts wirklich - wie von Klauer ausgeführt - durch eine Philosophie der Erziehung gesetzt werden können oder ob nicht gerade in unserem Fach gesellschaftliche Faktoren die entscheidende Rolle bei der Formulierung der Normen spielen (vgl. Haubrich 1982). Nach Klauer kann aber die letztendliche Begründung für die obersten Ziele nur philosophisch erfolgen, da es sich immer um Wertentscheidungen handelt.

Die Lehrer-Schüler-Interaktion (Zelle D) im Geographieunterricht war z.B. Gegenstand zweier Untersuchungen, die auf dem Freiburger Symposium vorgestellt wurden. Jäger (1977) beschreibt im ersten Teil seiner quantitativen Analyse einer Unterrichtsstunde die Sprechverteilung Lehrer/Schüler und im zweiten stellt er die Interaktionen in den Dialogphasen des beobachteten Unterrichts als Kommunikationsnetze dar. Haubrich und Nebel (1977) führen eine Interaktionsprozessanalyse mit Hilfe von Videoaufzeichnungen und eines Aktionsrecorders durch. Nach Klauer bezieht sich die Subtheorie D auf alle Interaktionsformen, also auch auf Schüler-Schüler-Aktivitäten und durch Medien ausgelöste Aktionen. So ist auch die Arbeit von Geiger (1980) der Subtheorie D zuzuordnen, denn er macht Videobandaufzeichnungen von Unterrichtsabschnitten und fertigt auf dieser Grundlage Sprechverteilungsdiagramme an.

Es gibt nur wenige geographiedidaktische Forschungsarbeiten auf dem Gebiet der präskriptiven Theorie der Unterrichtsmethoden (Zelle E), die empirisch die Wirkung bestimmter Unterrichtsmethoden überprüfen und daraus Folgerungen für den Einsatz der Methoden ableiten. Öser (1986) geht der Frage nach, ob die Unterrichtsmethode Spiel oder ob herkömmlicher Unterricht besser zur Vermittlung topographischer Kenntnisse geeignet ist. Schrettenbrunner (1978) untersucht die Arbeitstechnik des Kartenlesens nach Geschlecht und Schultypenzugehörigkeit differenziert. Geiger (1980) verbindet die Klauerschen Subtheorien D und E, indem er zunächst deskriptive Interaktionsforschung betreibt und anschliessend aus der Analyse Vorschriften für den Einsatz von Dias im Geographieunterricht ableitet. Engel (1980) stützt seine Ausführungen zur Gruppenarbeit auf Erfahrungen und Befragungen im Zusammenhang mit der Erprobung einer RCFP-Unterrichtseinheit. Eine Vielzahl von Publikationen enthalten Vorschriften für den Einsatz von Unterrichtsmethoden und -medien, die i.d.R. nicht durch empirische Untersuchungen abgesichert (vgl.z.B. Brucker 1986) und somit nur bedingt der Subtheorie E zuzuordnen sind.

Die Formulierung von bestimmten beruflichen und ethischen Standards für das Verhalten des Lehrers im Geographieunterricht (Subtheorie F) wurde bisher von der Geographiedidaktik vernachlässigt. Diese Subtheorie wird wohl ausschliesslich als Arbeitsgebiet der Allgemeinen Didaktik angesehen.

Fasst man zusammen, stellt man fest, dass die Geographiedidaktik einige wenige empirische Arbeiten auf dem Gebiet der deskriptiven und präskriptiven Subtheorien vorzuweisen hat, und zwar sowohl bezüglich der Was-Fragen als auch bezüglich der Wie-Fragen, wobei letzteres offensichtlich quantitativ zu dominieren scheint (vgl. Birkenhauer 1986). Die Subtheorie A scheint vernachlässigt, obwohl sie notwendige Grundlagenforschung ist. So sollte z.B. durch empirische Forschung überprüft werden, welche Ziele im Geographieunterricht wirklich erreicht und welche Themen in welcher Reihenfolge abgehandelt werden. Das Interesse an der Bearbeitung der

normativen Subtheorien scheint momentan abgeflaut zu sein. Die Subtheorie F wurde bislang offensichtlich nicht als geographiedidaktisch relevant angesehen, sondern anderen politischen Entscheidungsträgern bzw. der allgemeinen Pädagogik überlassen.

Die Workshopgruppe "Subtheorien" stellte sich bei der Gesamtbetrachtung der Theorie die Frage, ob die von Klauer vorgenommene Trennung in eine Theorie der Inhalte/Ziele und eine Theorie der Methoden für die Geographiedidaktik sinnvoll sei. Beides gehöre im Unterricht untrennbar zusammen. Das gleiche gelte für die weitere Ausgliederung der Teiltheorien. Zwar sei eine Konzentration auf bestimmte Aspekte möglich, berge aber die Gefahr, dass die Aspekte auseinanderfallen und nicht mehr zusammengeführt werden. Dem ist jedoch gegenüberzuhalten, dass in der empirischen Forschung gerade wegen der Vielzahl der Variablen eng begrenzte Fragestellungen notwendig sind, wobei bestimmte Phänomene als unabhängige Variable isoliert, andere Variablen aber konstant gehalten werden müssen. Eine Facettierung in Subtheorien, wie Klauer sie vornimmt, ist also sinnvoll und notwendig, um zu gültigen Ergebnissen zu gelangen.

Der von Klauer für seine Lehrtheorie vorgenommene Ausschluss der affektiven und sozialen Lehrziele bedeutet eine kritisierbare, aber sicher auch legitimierbare Beschränkung auf die kognitiven Ziele. Allerdings ist ein genereller Ausschluss der affektiven und sozialen Ziele für die geographiedidaktische Forschung besonders für die Felder C, F und D, aber auch für E und letztlich auch für A abzulehnen (vgl. Hasse 1978). In der empirischen Forschung ist eine Beschränkung auf kognitive Ziele üblich, weil beim einzelnen Schüler kognitive Qualifikationen relativ leichter überprüfbar sind. Die Psychologie hat jedoch Konzepte und empirische Methoden entwickelt, um nicht-kognitive Bereiche zu erfassen (vgl. Leutner 1984 und Schrettenbrunner 1980).

1.2.2 Klauers Lehrfunktionen und ihre Anwendung in der Geographiedidaktik

Die Klauerschen Lehrfunktionen weisen keine spezifisch geographiedidaktischen Aspekte auf, sind aber für die Geographiedidaktik anwendbar.

Klauer's Motivationsbegriff ist offensichtlich beschränkt auf die vom Lehrer beeinflussbare schulische Lernmotivation. Kirchberg nennt in Haubrich (1982) u.a. verschiedene Ansätze zur Lernmotivierung im Geographieunterricht, die nur leicht von Klauer's Ansätzen abweichen (vgl. Abb. 2):

Motivierung

- durch Lebensnähe (Betroffensein als Motivaktivierung),
- durch psychologische Nähe (Betroffenheit als Motivaktivierung),
- durch interesseweckende Anreize (Anregung als Motivaktivierung).

Die Inhalte des Geographieunterrichts - z.B. Informationen über fremde Länder und Völker - scheinen auf den ersten Blick besonders geeignet zu sein, um Motivation hervorzurufen. Es gibt jedoch Gegenstimmen, die gerade die Hervorkehrung der Exotik problematisieren (Daum 1980). Die relativ starke Medienorientierung wird allgemein als motivationsfördernd angesehen.

Um die Lehrfunktion der Information zu erfüllen, wurden für den Geographieunterricht von der Workshopgruppe "Lehrfunktionen" vor allem Karten

als geeignete Informationsträger angesehen, die mehr als bisher genutzt werden sollten.

Die Funktion der Informationsverarbeitung muss als gerade für den Geographieunterricht sehr wichtige Funktion eingeschätzt werden, weil die Geographie ein Fach ist, in dem Relationen zwischen Teilkomplexen eine wesentliche Rolle spielen.

Um das Speichern zu garantieren, scheint im Geographieunterricht die wichtigste Voraussetzung im Strukturieren der neuen Informationen zu bestehen, d.h. dass die richtige Informationsverarbeitung notwendige Grundlage für das Speichern darstellt. Dabei können z.B. schematische Übersichten, Profile und Diagramme die Struktur des Gelernten besonders gut deutlich machen.

Bezüglich des Transfers im Geographieunterricht unterscheidet Engelhard in Haubrich (1982) drei Möglichkeiten:

- Transfer durch Einordnung eines Beispiels in räumliche Orientierungsraster und orientierende Ausweitung (Übersichten),
- Transfer durch selbständige Auseinandersetzung mit vergleichbaren Beispielen,
- Transfer durch Anwendung auf die eigene Lebenssituation.

Von der Workshopgruppe "Lehrfunktionen" wurde das Planspiel als besonders geeignete Sozialform herausgestellt, um nach entsprechend vorausgegangenem Unterricht die Funktion Transfer im Geographieunterricht zu erfüllen.

Um die übergeordnete Funktion der Steuerung selbst in die Hand nehmen zu können, müssen die Schüler nicht nur Strukturen von neuen geographischen Informationen lernen, sondern selbst strukturieren lernen, um den Lernprozess angemessen steuern zu können.

1.3 Versuch der Anwendung des Allgemeinen Lehralgorithmus für die geographiedidaktische Forschung

Die Workshopgruppe "Lehralgorithmus" sollte anhand eines konkreten Beispiels die Brauchbarkeit des Allgemeinen Lehralgorithmus für die geographiedidaktische Forschung überprüfen. Angeregt durch eine entsprechende Karte, die im Workshopraum hing, wählte die Gruppe das Thema "Notwendigkeit des Schutzes durch Deiche in Bangla Desh". Als Lerngruppe wurde eine Klasse von 14-15jährigen angenommen. Die Gruppe beschloss, die Karte als Motivations- und Informationsträger einzusetzen.

Gleich zu Beginn des Regelkreises (vgl. Abb. 3) stellten sich der Gruppe hinsichtlich der Funktion der Motivation die Fragen, ob man bei dieser Themenwahl, in dieser Klasse und überhaupt eine Karte als Motivation einsetzen solle, und auf welche Weise sie zu motivieren vermag.

Um sicherzugehen, dass die Funktion der Information und Informationsverarbeitung (Verständnis) mit Hilfe der Karte erfüllt werden kann, wäre zu klären, wie die Karte beschaffen sein muss, um dies zu leisten, welche Strukturen sie bietet, ob eine Analyse und Synthese von Teilkomplexen

möglich ist, welche Methoden bei der Kartenarbeit angewendet werden und welche zusätzlichen Informationen zum Verständnis der Karte notwendig sind. Im Unterricht sind die Funktionen Information und Informationsverarbeitung eng verschränkt, zu Forschungszwecken erscheint es sinnvoll, sie zu trennen.

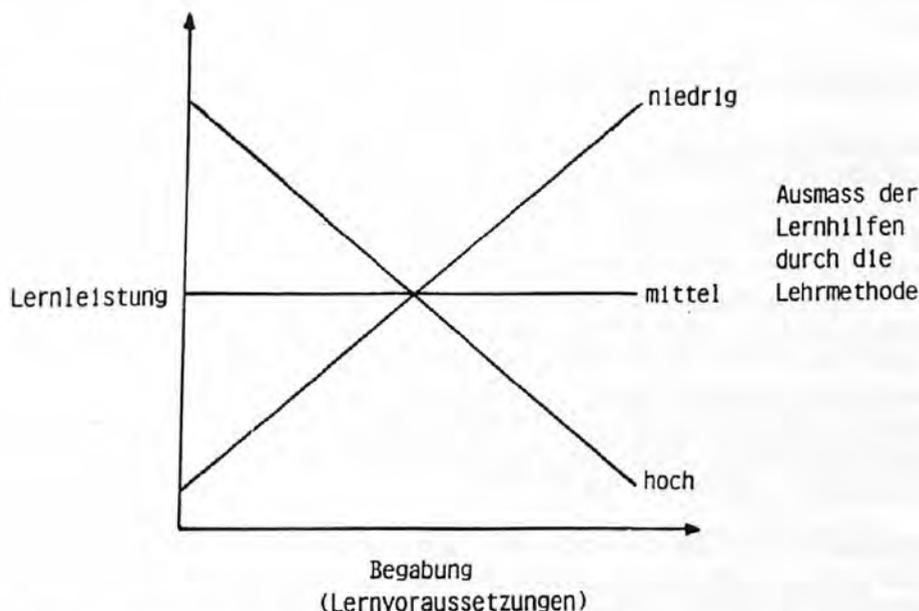


Abb. 1.3: Vorhersagen bez. der Interaktion zwischen Lernvoraussetzungen und Lehrmethode (ATI) (nach Klauer 1985)

Bezüglich der Funktion Speichern und Abrufen ergeben sich z.B. die Fragen, welche Möglichkeiten es gibt, festzustellen, ob der Schüler aus der Karte das Problem erkannt hat und wie lange er braucht, um die Informationen der Karte zu speichern bzw. wie lange, um sie wieder abzurufen.

Auch die Funktion Transfer wirft Fragen auf, wie z.B.: Wie soll die Karte beschaffen sein und welche Struktur muss sie aufweisen, damit ein Transfer auf die Niederlande möglich ist. Welche Methode der Kartenarbeit erlaubt einen Transfer?

Bezüglich der übergeordneten Funktionen Kontrolle ist zu fragen, an welchen Nahtstellen mindestens eine Kontrolle erfolgen muss, wie und durch wen. Die Funktion Steuerung wirft schliesslich die Frage auf, auf welche Weise die Schüler am besten die Methode des Kartenlesens/-interpretierens erlernen, um somit zu einer Selbststeuerung des Unterrichts zu gelangen und ob die Kartenarbeit darüber hinaus zu einer formalen Bildung beitragen kann.

Bezüglich der Reihenfolge und Verknüpfung der Funktionen ist für den Geographieunterricht anzumerken, dass die Sorge für die Motivation und die diesbezügliche Überprüfung nicht nur am Start erfolgen muss, sondern

immer wieder zwischengeschaltet werden sollte, um das Lernen effektiv zu machen (vgl. Winkler 1977).

Schon dieses eine Beispiel zeigt jedoch, dass der Algorithmus der empirisch-geographiedidaktischen Forschung erstens eine Vielzahl von Anregungen für untersuchenswerte Fragestellungen zu vermitteln vermag und zweitens eine Möglichkeit der sinnvollen Systematisierung dieser Fragestellungen bietet.

1.4 Die ATI-Effekte und die Geographiedidaktik

Das Untersuchungsergebnis, dass Schüler mit guten Lernvoraussetzungen bei vielen Lernhilfen eine eher schlechtere Lernleistung aufweisen bedarf der näheren Erläuterung. Lernleistung ist in diesem Kontext zu definieren als Lernzuwachs pro Zeiteinheit, d.h. sie ist relativ zu sehen. Die Lernvoraussetzungen sind ein sehr differenzierter Bereich, der z.B. die Teilkomplexe verbale und visuelle Intelligenz, Vorwissen, Persönlichkeitsmerkmale und Verhaltensstile umfasst. Somit erhebt sich die Frage, anhand welcher Kriterien man gute bzw. schlechte Lernvoraussetzungen feststellt. Häufig sind z.B. die kognitiven Voraussetzungen (i.d. R. durch Vortests ermitteltes Vorwissen oder auch Schulnoten, IQ usw.) bei der Festlegung ausschlaggebend gewesen und affektive und soziale Bereiche - wenn auch aus verständlichen Gründen - vernachlässigt worden.

Die Workshopgruppe "ATI" stellte die Frage nach dem Langzeiteffekt d.h., ob der geringere Lernzuwachs bei guten Schülern auch bei langfristigem Lernen feststellbar ist und ob der vorgenommene Test nach z.B. einem Jahr ähnliche Ergebnisse aufzeigen würde. Es gibt jedoch Untersuchungen (vgl. Cronbach & Snow 1977) über ATI-Effekte bei langfristigem Lernen, die das oben genannte Ergebnis bestätigen.

Auf der Grundlage seines Allgemeinen Lehralgorithmus stellt Klauer (1985) nun bezüglich der ATI-Effekte die Hypothese auf, dass der Lernzuwachs pro Zeit in stark strukturiertem Unterricht bei Schülern mit schlechten Lernvoraussetzungen grösser ist als bei guten Schülern. Daraus ergibt sich eine gewisse Problematik bzgl. der Selbststeuerung während der Funktion der Informationsverarbeitung. Fry (1972) führte Untersuchungen durch, bei denen sich ein ähnlicher ATI-Effekt ergab: Schüler mit schlechten Lernvoraussetzungen lernten besser bei dargebotenem als bei selbständig zu ermittelndem Lehrstoff. Schüler mit guten Lernvoraussetzungen lernten unter beiden Bedingungen gleich gut.

Die ATI-Effekte legen der empirischen geographiedidaktischen Forschung nahe, bei der Subtheorie E nicht mehr nur eine unabhängige Variable - die Lehrmethode - experimentell zu variieren, sondern einen weiteren Faktor - die jeweils unterschiedlichen Schülermerkmale und -voraussetzungen in das Forschungsdesign aufzunehmen, um herauszufinden, welche Lehrmethode welchen Schülern zum Unterrichtserfolg verhilft, also eine wissenschaftliche Grundlage für die methodische Differenzierung des Unterrichts zu liefern.

Untersuchungen über die Beziehungen zwischen Lernvoraussetzungen, Lehrmethoden und Lernleistungen gibt es in der Geographiedidaktik wenige. Öser

(1986) weist nach, dass schwächere Schüler bei der Lehrmethode Spiel einen grösseren Lernzuwachs aufweisen als gute Schüler. Van der Schee (1987) beschäftigt sich mit diesen Fragestellungen im Bereich von Kartographieprogrammen. Schrettenbrunner (1976) versucht den unterschiedlichen Lernvoraussetzungen gerecht zu werden, indem er mittels Verzweigungen der eingesetzten Computerprogramme gezielte Lernhilfen einbaut.

Es bleibt durch weitere Untersuchungen zu erforschen, wie man gerade im Geographieunterricht das Ausmass der Lernhilfen differenziert einsetzen kann, um gute Schüler nicht zu frustrieren, aber schwache optimal zu fördern. Dabei könnte der Einsatz des Computers eine wichtige Rolle spielen.

1.5 Zusammenfassung

Zusammenfassend betrachtet kann Klauers Theorie des Lehrens in mehrfacher Hinsicht für die geographiedidaktische Forschung hilfreich sein:

Durch die Aufgliederung in Subtheorien und die Teilkomplexe des Allgemeinen Lehralgorithmus ist eine systematische Bestandsaufnahme der geographiedidaktischen Forschung möglich, wie sie in der Workshoparbeit zu Klauers Theorie sowie in diesem Aufsatz ansatzweise versucht worden ist. Nicht oder unzureichend bearbeitete Bereiche werden deutlich.

Gleichzeitig wird eine Vielzahl an Anregungen vermittelt, welche Fragestellungen fruchtbar zu bearbeiten (vgl. dazu auch Birkenhauer 1986; Heilig und Schrettenbrunner 1984) und welche Variablen sinnvoll zu wählen sind, damit die Ergebnisse eine Handlungsrelevanz für die Gestaltung der geographischen Unterrichtspraxis bekommen.

Die Theorie bietet fundierte Hilfestellung bei einer theoriegeleiteten Hypothesenbildung für die empirische Forschung.

Sie macht klar, welche Voraussetzungen bezüglich der formalen Bildung gegeben sein müssen, damit Lernen stattfindet. Es wird deutlich, dass im Geographieunterricht nicht nur fachwissenschaftliche Kenntnisse vermittelt, sondern auch formale Fähigkeiten, wie z.B. strukturieren zu können, trainiert werden müssen.

Die Theorie ermöglicht es, Hypothesen bezüglich der ATI-Wirkungen abzuleiten und spezifische ATIs theoretisch zu interpretieren (vgl. Terhart 1979). Sie verweist auf die Wichtigkeit und Machbarkeit von Differenzierung.

Um die geographiedidaktische Forschung zu fördern und dabei zu praxisrelevanten, nicht zu eng begrenzten Aussagen zu kommen, sollte man sich Klauers (1980, S. 69) Forderung zu eigen machen: Es sind "Serien aufeinander bezogener, theoriegeleiteter, analytischer unterrichtswissenschaftlicher Experimente hochkontrollierter Art (notwendig), wobei die Einzelexperimente jeweils nur höchst spezifische Aspekte des jeweiligen Funktionszusammenhangs prüfen, während die Gesamtheit der Experimente ein verlässliches Bild der komplexen Zusammenhänge vermittelt."

Literatur

- AUSUBEL, D.P. et al. (1978), *Educational psychology: a cognitive view*. New York.
- BIRKENHAUER, J. (1986), *Geographiedidaktische Forschung in der Bundesrepublik Deutschland 1975-1984*. *Geographische Rundschau* 38, Heft 5, S. 218-227.
- BRUCKER, A., Hrsg. (1986), *Handbuch Medien im Geographieunterricht*. Düsseldorf.
- CRONBACH, L.J. (1957), *The two disciplines of scientific psychology*. *American Psychologist*, 12, S. 671-684.
- CRONBACH, L.J., R.E. Snow (1977), *Aptitudes and instructional methods: a handbook for research on interactions*. New York.
- DAUM, E., W.D. SCHMIDT-WULFFEN (1980), *Erdkunde ohne Zukunft?* Paderborn.
- ENGEL, J. (1980), *Gruppenarbeit im Geographieunterricht*. In: Jäger, F. Hrsg., *Prozessanalysen geographischen Unterrichts*, S. 67-81. *Geographiedidaktische Forschungen* 6. Braunschweig.
- ERNST, E. (1970), *Lernziele in der Erdkunde*. *Geographische Rundschau* 22, Heft 5, S. 186-194.
- ERNST, E., Hrsg. (1971), *Arbeitsmaterialien zu einem neuen Curriculum*. Beiheft *Geographische Rundschau*, Heft 1.
- FRY, J.P. (1972), *Interactive relationship between inquisitiveness and student control of instruction*. *Journal of Educational Psychology* 63, S. 459-465.
- GEIGER, M. (1980), *Videobandaufzeichnungen im Fachpraktikum Geographie*. In: Jäger, F., Hrsg., *Prozessanalysen geographischen Unterrichts*, S. 118-145. *Geographiedidaktische Forschungen* 6. Braunschweig.
- HARD, G. (1978), *Inhaltsanalyse geographiedidaktischer Texte*. *Geographiedidaktische Forschungen* 2. Braunschweig.
- HASSE, J. (1978), *Die Bedeutung affektiver Lernziele im Geographie*. *Curriculum der Sekundarstufe I*. Oldenburg.
- HAUBRICH, H. u.a., Hrsg. (1982), *Konkrete Didaktik der Geographie*. Braunschweig
- HAUBRICH, H. Hrsg. (1982), *Geographische Erziehung im internationalen Blickfeld*. *Studien zur Internationalen Schulbuchforschung*. Braunschweig.
- HAUBRICH, H. & J. Nebel (1977), *Entwicklung eines fachdidaktischen Kategorienprofils zur Analyse von Unterrichtsprozessen in der Geographie - Interaktionsprozessanalyse mit Hilfe von Videoaufzeichnungen und einem Aktionsrekorder*. In: HGD (Hrsg.), *Quantitative Didaktik der Geographie*, S. 225-287. *Geographiedidaktische Forschungen* 1. Braunschweig.
- HEILIG, G.H. & H. SCHRETTENBRUNNER (1982), *Erfahrungsbericht: Empirische Forschung in der Fachdidaktik*. *GuID* 10, S. 114-134.
- HENDINGER, H. (1970), *Ansätze zur Neuorientierung der Geographie im Curriculum aller Schularten*. *Geographische Rundschau* 22, Heft 5, S. 10-18.
- JÄGER, F. (1977), *Quantitative Methoden zur Analyse von Unterrichtsprozessen auf der Basis audiovisueller Unterrichtsdokumentation*. In: HGD (Hrsg.), *Quantitative Didaktik der Geographie*. *Geographiedidaktische Forschungen* 1, S. 306- 338. Braunschweig.
- JÄGER, F. (1980), *Prozessanalyse eines Rollenspiels*. In: Jäger, F., Hrsg., *Prozessanalysen geographischen Unterrichts*. *Geographiedidaktische Forschungen* 6, S. 146-189. Braunschweig.
- KLAUER, K.J. (1980), *Experimentelle Unterrichtsforschung*. In: *Unterrichtswissenschaft*, Heft 1, S. 61-72.
- KLAUER, K.J. (1974), *Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse*. *Studien zur Lehrforschung* 10. Düsseldorf.
- KLAUER, K.J. (1985), *Framework for a theory of teaching*. In: *Teaching and Teacher Education* 1, S. 5-17.

- LANDA, L.M. (1976), *Instructional regulation and control*. Englewood Cliffs, New York: Educational Technology.
- LEUTNER, D. (1984), Zur Überprüfung affektiver Lehrziele durch Verfahren der Einstellungsmessung. In: Lühmann, R. (Hrsg.): *Spezielle Verfahren der pädagogischen Diagnostik*. Braunschweiger Studien zur Erziehungs- und Sozialarbeitswissenschaft, S. 88-116.
- NIEMZ, G. (1986), Curriculumreform und Unterrichtsrealität. In: Köck, H., Hrsg. *Theoriegeleiteter Geographieunterricht . Geographiedidaktische Forschungen 15*, S. 233-253. Lüneburg.
- ÖSER, R. (1986), Topographische Kenntnisse und Möglichkeiten ihrer Verbesserung in der 6. Jahrgangsstufe. In: Köck, H. Hrsg.), *Theoriegeleiteter Geographieunterricht*. Geographiedidaktische Forschungen 15, S. 313-326. Braunschweig.
- ROBINSON, S.B. (1967), Bildungsreform als Revision des Curriculums und ein Strukturkonzept für Curriculumentwicklung. Darmstadt.
- SCHRETTENBRUNNER, H. (1978), Konstruktion und Ergebnisse eines Tests zum Kartenlesen. In: *Der Erdkundeunterricht 28*, S. 56-75.
- SCHRETTENBRUNNER, H. (1976), Lernweganalysen zum Thema "Distanz" anhand eines computer unterstützten Geographieprogramms. In: Schrettenbrunner, H. Hrsg., *Quantitative Didaktik der Geographie Teil 1*. *Der Erdkundeunterricht 24*, S. 46-67.
- SCHRETTENBRUNNER, H. (1980), Untersuchungsplan zum Messen von Schülerreaktionen. In: Jäger, F., Hrsg. *Prozessanalysen geographischen Unterrichts*. *Geographiedidaktische Forschungen 6*. Braunschweig, S. 82-94.
- TERHART, E. (1979), Zur Wechselwirkung von Schülermerkmalen und Unterrichtsbedingungen. In: *Die Deutsche Schule 71*, S. 285-296.
- VAN DER SCHEE, J.A. (1987), *Kijk op kaarten*. *Nederlandse Geografische Studies 36*. Amsterdam.
- WINKLER, A. (1977), Die Motivation im Erdkundeunterricht. *Geographie im Unterricht 2*, Heft 9, S. 273-277.

2 ENTDECKENLASSENDES LEHREN: BEITRAG ZU EINER FACETTENTHEORETISCH BEGRÜNDETEN EMPIRISCHEN LEHRFORSCHUNG

D. Leutner
Technische Hochschule Aachen

2.1 Empirische Unterrichtsforschung und sozialwissenschaftliche Begriffsbildung

Ziele empirischer Unterrichtsforschung sind präskriptive Aussagen zur Optimierung des Lehrens. Betrachtet man jedoch die bisherigen Forschungsergebnisse, so hat sich die Situation seit Remmers et al.(1953) trotz vielfältiger Ansätze nicht wesentlich verbessert: Nach wie vor ist die Aussagekraft empirischer Unterrichtsforschung im Sinne einer realisierbaren Optimierung des Lehrens sehr begrenzt.

Als wesentliche Ursachen für diese Situation lassen sich mit Klauer (1980) folgende Gründe anführen:

(1) Empirische Unterrichtsforschung ist häufig korrelativ angelegt statt experimentell. Die Beobachtung, dass zwei didaktisch relevante Variablen miteinander korreliert sind, ermöglicht grundsätzlich keine Aussagen über Ursache und Wirkung. Insbesondere ist es nicht möglich, irgendwelche Vorhersagen über Effekte manipulierender Eingriffe zu machen.

Als Alternative zu Korrelationsstudien bieten sich **Lehrexperimente** an, in denen der Einfluss der Variation von (unabhängigen) Variablen auf andere (abhängige) Variablen untersucht wird.

(2) Empirische Unterrichtsforschung ist häufig global statt analytisch. Gross angelegte Modellversuche wie z.B. die Erprobung einer neuen Schulform erlauben im Nachhinein gewöhnlich keine Aussage darüber, welche Veränderungen denn im einzelnen für das bessere oder schlechtere Abschneiden der neuen Schulform gegenüber einer alten Schulform verantwortlich sind.

Als Alternative zu globalen Untersuchungen bieten sich eher **kleine** Lehrexperimente an, in denen der Einfluss der Variation **weniger** (unabhängiger) Variablen auf **wenige** andere (abhängige) Variablen untersucht wird.

(3) Empirische Unterrichtsforschung ist häufig empiristisch statt theoriegeleitet. Das fleissige Sammeln von Bergen an Protokolldaten kann bei der anschliessenden, in der Regel sehr arbeitsintensiven Datensichtung und -auswertung ergeben, dass die eigentlich relevanten Daten unglücklicherweise schlichtweg übersehen worden sind. Diese und weitere Probleme können entstehen, wenn die Fragestellung allzu offen und nicht anhand einer Analyse vorhandener Forschung theoretisch aufgearbeitet und entsprechend präzise formuliert worden ist.

Als Alternative zur empiristischen Datensammlung bieten sich kleine Lehrexperimente an, in denen gezielt und theoretisch begründet der Einfluss der Variation weniger (unabhängiger) Variablen auf wenige andere (abhängige) Variablen untersucht wird.

(4) Empirische Unterrichtsforschung ist häufig wenig handlungsrelevant. Die Beobachtung, dass z.B. das Geschlecht die Leistung oder Einstellung eines Schülers beeinflusst, ist möglicherweise zwar interessant. Diese Beobachtung bietet zunächst aber keine unmittelbare Handlungsrelevanz, weil ein Lehrer nicht über die Möglichkeit verfügt, das Geschlecht seiner Schüler zu verändern.

Als Alternative zu wenig handlungsrelevanten Untersuchungen bieten sich kleine Lehrexperimente an, in denen ganz gezielt und theoretisch begründet der Einfluss der Variation weniger und durch einen Lehrer manipulierbarer (unabhängiger) Variablen auf wenige andere (abhängige) Variablen untersucht wird.

Dass heisst nun nicht, dass korrelative Studien grundsätzlich abzulehnen sind. Es gibt genügend Beispiele, die eindrucksvoll belegen, dass theoriegeleitete Analysen z.B. empirischer Korrelationsmatrizen durchaus möglich und nützlich sind (vgl. Leutner 1985a,b). Dass heisst auch nicht, dass explorierende Untersuchungen grundsätzlich abzulehnen sind. In einem bislang nur wenig erforschten Bereich gibt es bei Beginn empirischer Forschung kaum andere Möglichkeiten. Das Problem ist nur, dass man häufig nicht über die ersten explorativen Schritte hinauskommt. Ebenfalls heisst es nicht, dass vom Lehrer nicht manipulierbare Variablen wie das Geschlecht seiner Schüler in empirisch-didaktischer Forschung grundsätzlich unberücksichtigt bleiben sollte. Wenn Geschlechts- oder sonstige Unterschiede theoriegeleitet zu erwarten und zu beobachten sind, dann lassen sich derartige Erkenntnisse durchaus im Unterricht verwenden, z.B. als Anhaltspunkt für geeignete Massnahmen einer internen Unterrichtsdifferenzierung.

Als weiterer Grund für die begrenzte Aussagekraft empirischer Unterrichtsforschung ist mit Nussbaum (1984) eine verbreitete Verwendung unscharfer Begriffe zu nennen (vgl. auch Klauer 1973; Brezinka 1974). Dies betrifft zunächst die allgemeine Anforderung an wissenschaftliche Begriffe, dass sie klar und eindeutig definiert und widerspruchsfrei in einem System miteinander verbundener Begriffe sein sollen. Als weitere Forderung für sozialwissenschaftliche Begriffe und Definitionen lässt sich darüber hinaus mit Guttman (1981) das Kriterium der Nützlichkeit formulieren: Definitionen sind grundsätzlich weder wahr noch falsch, sondern einzig und allein entweder nützlich oder weniger nützlich im Sinne einer Entwicklung empirisch prüfbarer Theorien. Die Nützlichkeit für die Entwicklung von Theorien reicht jedoch nicht aus; Theorien sind wiederum nur dann nützlich, wenn sie zur Aufdeckung oder Begründung empirisch abgesicherter, sozialwissenschaftlicher Gesetzmässigkeiten führen (für eine Diskussion der Möglichkeit sozialwissenschaftlicher Gesetzmässigkeiten sei auf Guttman (1981), Levy (1981), Leutner (1982) verwiesen).

Eine geeignete Methode derartiger sozialwissenschaftlicher Begriffsbildung besteht darin, einen Zielbegriff (z.B. den Begriff E) zum einen extern einzubetten in eine Menge anderer Begriffe (A...F) und zum anderen die

interne Struktur von E (EA...EE) aufzuklären (Abb. 2.1). Diese externe und interne Strukturierung eines Zielbegriffs (Aussenaspekt und Innenaspekt der Konstruktvalidität) besteht darin, theoretisch begründete Relationen zu anderen Begriffen aufzuzeigen und durch empirische Forschung abzusichern. Folgt man diesem Vorgehen, dann ergeben sich nahezu automatisch Serien aufeinander bezogener empirischer Untersuchungen, die insgesamt gesehen eine integrative Forschung ergeben.

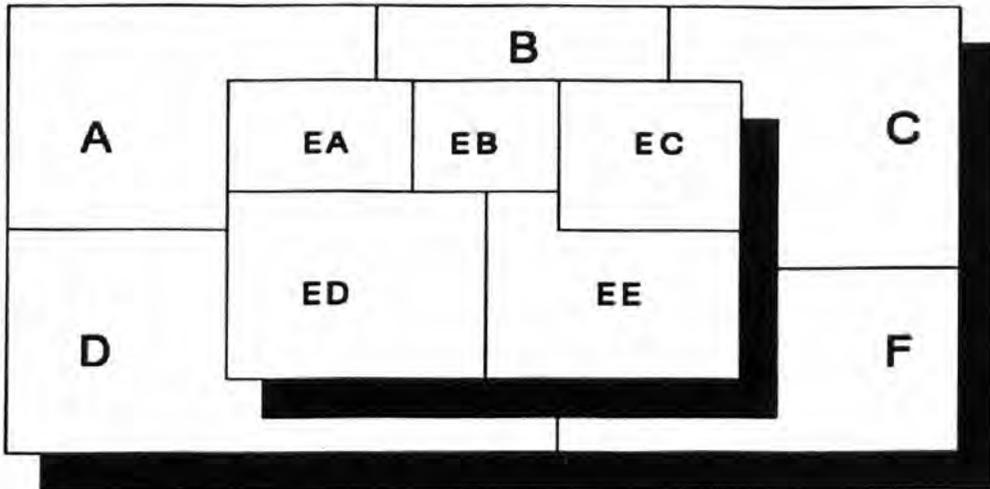


Abb. 2.1: Externe/interne Struktur eines Zielbegriffs E

Im folgenden sollen am Beispiel des entdeckenlassenden Lehrens exemplarisch Probleme empirischer Forschung aufgrund unpräziser Begriffe und verschiedene Ansätze zur Begriffspräzisierung dargestellt werden. Als Lösung der Probleme wird schliesslich ein facettentheoretischer Ansatz vorgestellt, der geeignet ist, verschiedene eigene Lehrexperimente zum entdeckenlassenden Lehren zu integrieren.

2.2 Forschung der 60er und 70er Jahre zum entdeckenlassenden Lehren

Im Jahr 1961 wurde eine heftige Debatte zwischen zwei amerikanischen Erziehungswissenschaftlern ausgetragen. Bruner (1961) vertrat die Auffassung, dass in den Schulen eine hypothetische Lehrmethode eingesetzt werden sollte, die auf Seiten des Schülers entdeckendes Lernen ermöglicht. Demgegenüber war Ausubel (1961) der Ansicht, dass der Unterricht anhand einer darbietenden Lehrmethode erfolgen sollte, welche auf Seiten des Schülers rezeptives Lernen bewirkt. (Auf die jeweilige Begründung der beiden Positionen soll an dieser Stelle nicht weiter eingegangen werden, sie ist ausführlich bei Neber 1974, nachzulesen.)

Kennzeichnend ist, dass insbesondere der Ansatz des entdeckenden Lernens nur unzureichend definiert wurde, so dass eine weitverbreitete Begriffsverwirrung resultierte. Wittrock (1966) wies darauf hin, dass mit dem einen Begriff "Entdeckendes Lernen" dreierlei unterschiedliche Dinge bezeichnet werden: (1) ein Lernprozess auf Seiten des Schülers, (2) eine

Lehrmethode des Lehrers und (3) ein Lehrziel, d.h. die Fähigkeit, entdeckend lernen zu können.

Hermann (1969) wies darauf hin, dass der Begriff des entdeckenden Lernens konfundiert ist mit induktivem Lernen, bei dem vom konkreten Beispiel ausgehend allgemeine Begriffe, Regeln oder Prinzipien erarbeitet werden. Entsprechend ist der Begriff des rezeptiven Lernens konfundiert mit deduktivem Lernen, bei dem zunächst der allgemeine Begriff oder die allgemeine Regel oder das allgemeine Prinzip vorgestellt wird und anschließend konkrete Beispiele bearbeitet werden. Insofern lassen sich Lehrmethoden vierfach klassifizieren (Abb. 2.2), so dass auch die Möglichkeiten induktiv-rezeptiven Lernens und deduktiv-entdeckenden Lernens deutlich werden.

| | Entdeckend | Rezeptiv |
|----------|------------|----------|
| Induktiv | | |
| Deduktiv | | |

Abb. 2.2: Vierfachklassifikation von Lehrmethoden (nach Hermann)

Als Beispiel für diese Konfusion sei eine viel zitierte Untersuchung von Egan & Greeno (1973) vorgestellt: Lehrstoff war die mathematisch-statistische Formel der Binomialverteilung. Unter der Bedingung "learning by discovery" wurden die Schüler mit nicht-technisch formulierten konkreten Aufgabenstellungen konfrontiert, welche schrittweise einzelne Komponenten der allgemeinen Formel erschliessen liessen. Erst nachdem verschiedene Aufgaben erfolgreich bearbeitet waren, wurden Definitionen und Notationen der Formel eingeführt. Unter der Bedingung "learning by rule" wurde den Schülern zunächst die komplette Formel präsentiert und erläutert. Anschließend wurden die einzelnen Komponenten der Formel sowie die gesamte Formel anhand von konkreten Übungsaufgaben trainiert, wobei in der Aufgabenstellung die zuvor präsentierten Definitionen und Notationen der Formel verwendet wurden. Die entdeckende Lehrmethode geht also gleichzeitig induktiv vor, die darstellende Lehrmethode gleichzeitig deduktiv.

Die Ergebnisse bestätigten zum einen die Hypothese, dass Entdeckungslernen in einer strukturellen Integration oder Reorganisation zuvor bekannter Begriffe besteht, während es sich beim Regellernen um eine Addition neuer Strukturen handelt. Regellernen erbrachte bessere Leistungen bei bekannten Problemen, die lediglich eine Anwendung der erlernten Formel erforderten. Entdeckungslernen dagegen erbrachte bessere Leistungen bei neuen Problemen, die höhere Anforderungen an Interpretations- und Integrationsprozesse stellten (Transfer). Des weiteren ergaben sich "aptitude-treatment-interaction"-Effekte (ATI-Effekte) derartig, dass Schüler mit schlechten Lernvoraussetzungen (math. Vorwissen) am besten unter der Bedingung des Regellernens lernten, während die unterschiedlichen Lehrmethoden bei Schülern mit guten Lernvoraussetzungen keinen bedeutsamen Unterschied bewirkten (Abb. 2.3).

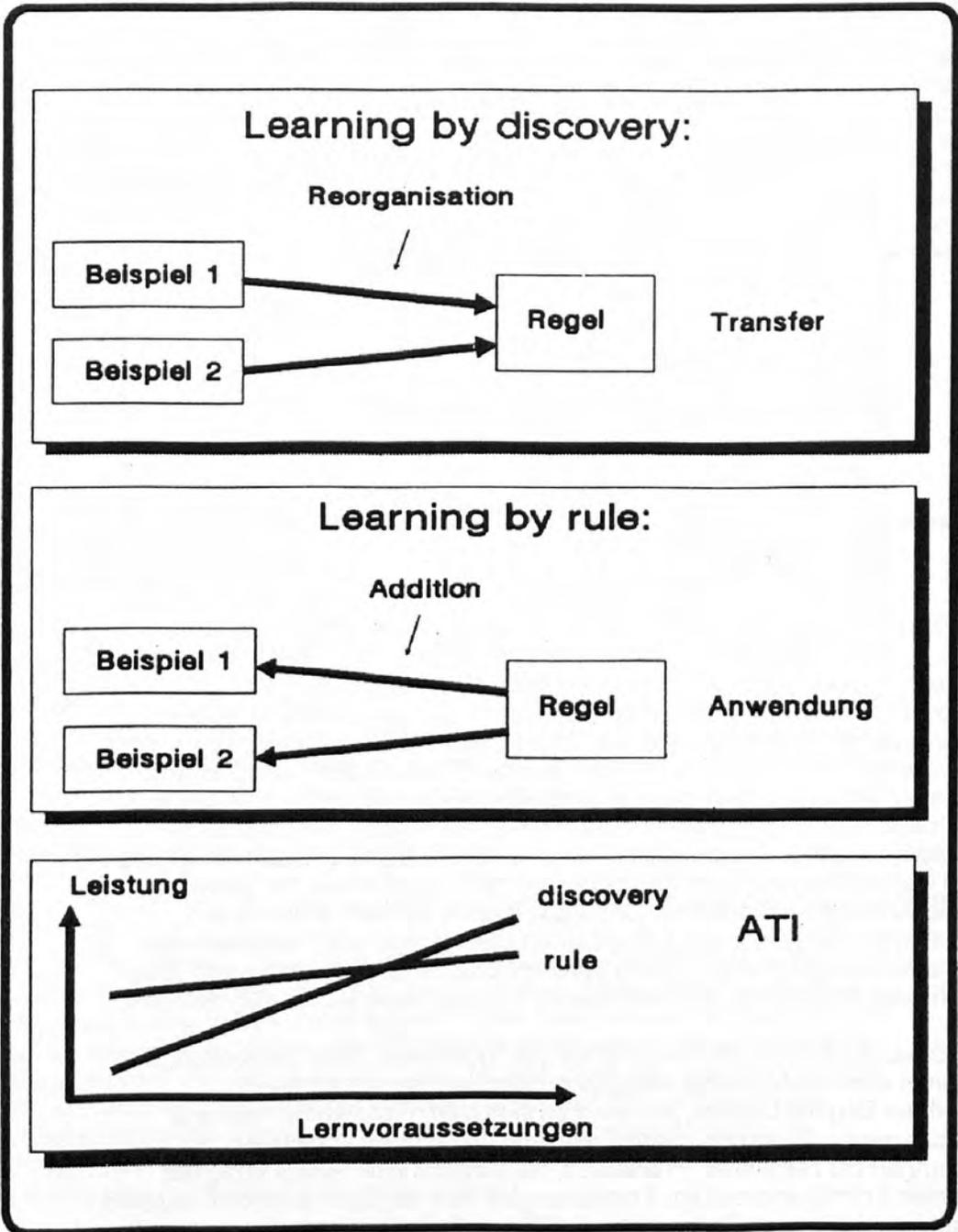


Abb. 2.3: Learning by discovery/rule, ATI-Effekte (nach Egan & Greeno)

2.3 Ansätze einer Begriffspräzisierung

Einsiedler (1981) schlägt vor, entdeckendes Lernen anhand der verwendeten Medien zu differenzieren: So spricht er bei Lehrtexten von "gelenktem Entdecken", bei naturwissenschaftlichen Experimenten von "forschendem Entdecken", beim spielenden Umgang mit Material von "Lernen im Spiel", bei sozialwissenschaftlichen Dokumenten von "erkundendem Lernen" und bei reinen Übungsaufgaben von "selbständigem Lernen". Wie Nussbaum (1984) anmerkt, handelt es sich bei diesen neuen Begriffen jedoch keineswegs um Begriffe, die klarer definiert sind als der durch sie ersetzte Oberbegriff.

Neber (1981) verwendet den Begriff des selbst- vs. fremdgesteuerten Lernens und unterscheidet zwei Phasen: die Phase der Datenbeschaffung und die Phase der internen Datentransformation. Jede der Phasen kann selbst- oder fremdgesteuert sein, so dass sich eine vierfache Klassifikation ergibt (Abb. 2.4). Sind beide Phasen selbstgesteuert, dann spricht Neber von "Lernen durch Fragen". Sind beide Phasen fremdgesteuert, spricht er von "sokratischem Lernen". Ist die Datenbeschaffung fremd- und die Transformation selbstgesteuert, handelt es sich um "induktives Lernen". Dieses Vorgehen erscheint als sinnvoller Ansatz einer internen Begriffspräzisierung, wobei jedoch die vierte Zelle des Definitionssystems offengeblieben ist.

| | | Interne Datentransformation (2. Phase) | |
|--------------------------------|--------------|---|---------------------|
| | | selbst gest. | fremd gest. |
| Datenbeschaffung (1. Phase) | selbst gest. | Lernen durch Fragen | ? |
| | fremd gest. | induktives Lernen | sokratisches Lernen |

Abb. 2.4: Vierfachklassifikation entdeckenden Lernens (Neber)

Ein weiterer Ansatz der Begriffspräzisierung besteht darin, die Entdeckungs-Rezeptions-Dichotomie durch ein Kontinuum eines abgestuften Ausmaßes an Lernhilfen (Anregungen, Impulse, Lehrerfragen, Hinweise etc.) zu ersetzen (Gagne & Brown 1961; Wittrock 1963; Nussbaum 1984). Empirische Forschung erbrachte in der Regel den bekannten ATI-Effekt, dass schlechte Schüler von vielen Lernhilfen sehr, während gute Schüler kaum profitieren oder sogar behindert werden können. Zudem können sich Sättigungs- oder sogar Umkehreffekte ergeben derartig, dass mit zunehmenden Lernhilfen die Lernleistung zunächst steigt, bald ein Maximum erreicht und mit weiter zunehmenden Lernhilfen wieder abfällt (Abb. 2.5).

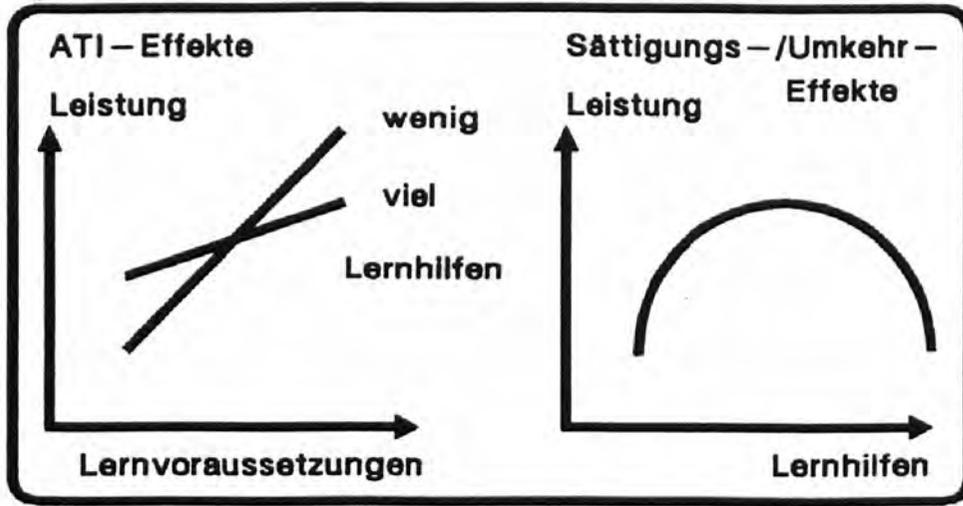


Abb. 2.5: Effekte von Lernhilfen

2.4 Facettentheoretische Begriffspräzisierung

Nussbaum (1984) schlägt vor, den auf Guttman zurückgehenden Ansatz der Facettentheorie (Guttman 1954, 1981; Bar-On & Perlberg 1974; Levy 1981; Nussbaum, Feger & Leutner 1984; Leutner 1984, 1985a,b; Borg 1986) zur Präzisierung des Begriffs "Entdeckenlassendes Lehren" einzusetzen.

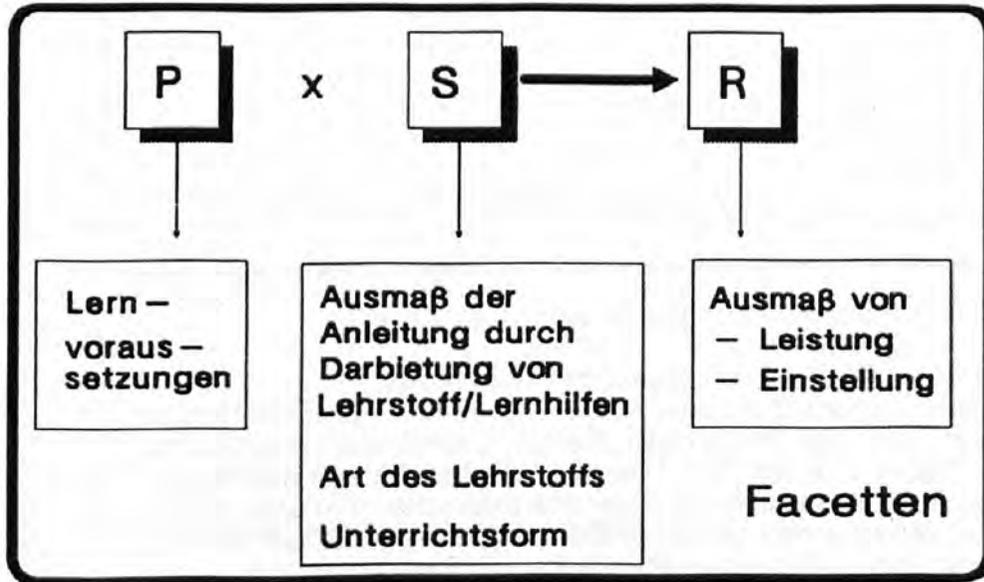


Abb. 2.6: Facettentheoretische Definition

Im Rahmen dieses Ansatzes lässt sich jede sozialwissenschaftlich - empirische Beobachtung darstellen als Abbildung $P \times S \rightarrow R$ (Abb. 2.6). P kennzeichnet eine Person, S eine Situation und R eine Reaktion bzw. ein beobachtbares Verhalten. Mehrere Beobachtungen einer empirischen Studie entstehen nun dadurch, dass mehrere Personen in mehreren Situationen

möglicherweise hinsichtlich mehrerer Verhaltensweisen beobachtet werden. Wissenschaftliches Interesse ist es, die Struktur der resultierenden Menge R (der Reaktionen oder Verhaltensweisen) aus der Struktur der Kreuzproduktmenge P x S abzuleiten bzw. vorherzusagen, etwa: "Bei Personen mit den und den Eigenschaften lassen sich in den und den Situationen die und die Verhaltensweisen als beobachtbar erwarten".

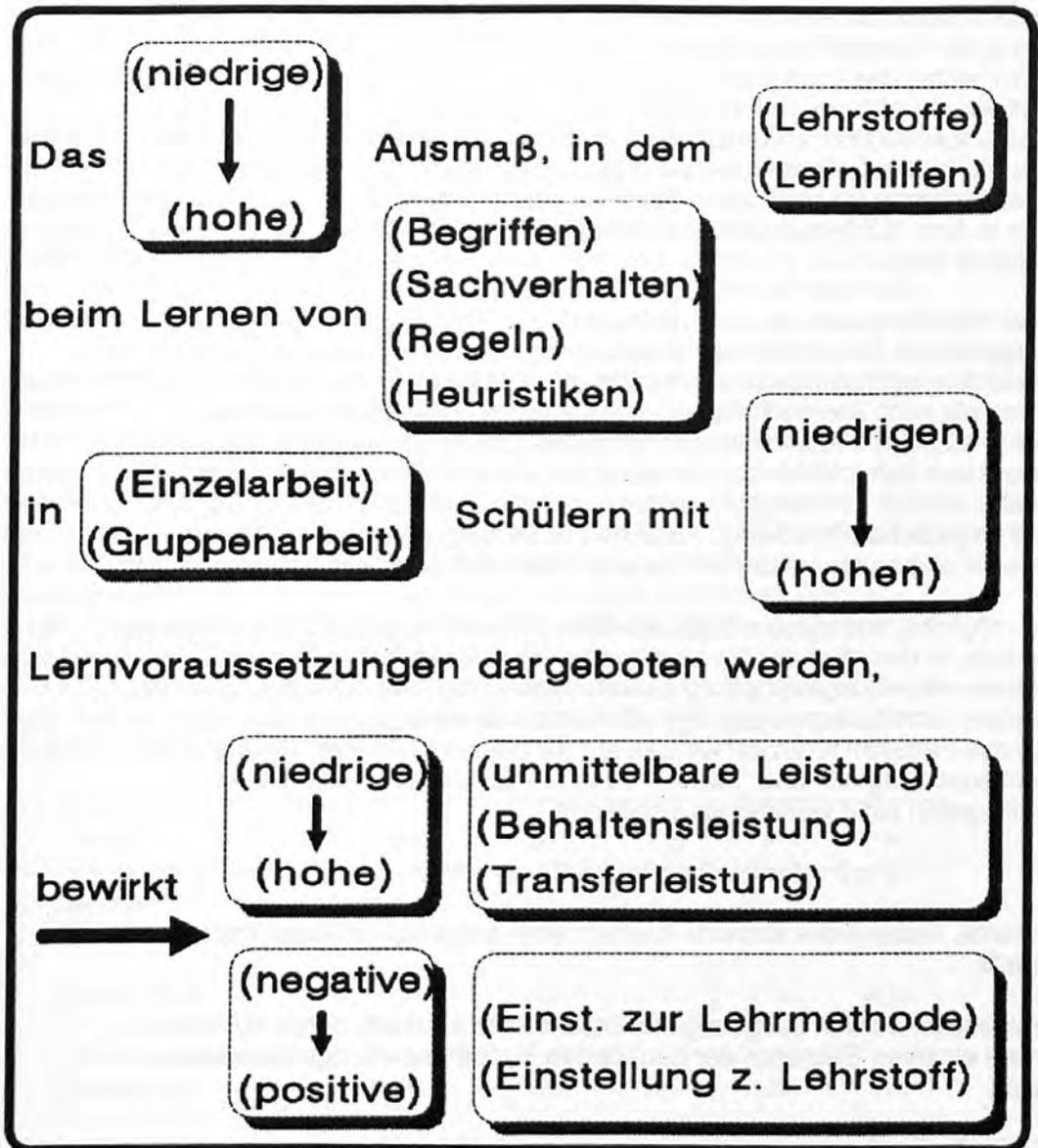


Abb. 2.7: Abbildungssatz zum entdeckend-lernenden Lehren

Die Mengen der Personen, Situationen und Reaktionen lassen sich anhand mehrerer verschiedener Aspekte in disjunkte Teilmengen zerlegen, wobei der jeweilige Zerlegungsaspekt als Facette bezeichnet wird und die jeweiligen Teilmengen einer Facette als Elemente. In der Forschung zum entdeckenlassenden Lehren erwies es sich z.B. als nützlich, die Personen anhand der Facette "Ausmass an Lernvoraussetzungen" zu unterscheiden. Bezüglich der Menge von Situationen schlägt Nussbaum (1984) vor, die Dichotomie der entdeckenlassenden vs. darstellenden Lehrmethode zu ersetzen durch die Facette "Ausmass der Darbietung von Lehrstoff oder Lernhilfen". Hinzu kommen die Facetten "Art des Lehrstoffs" und "Sozialform des Unterrichts". Die Menge der Reaktionen lässt sich zerlegen anhand der Facette "Leistungs- vs. Einstellungsverhalten" (vgl. Leutner 1985a), wobei das Leistungsverhalten weiter differenziert werden kann in unmittelbare Leistung, Behaltensleistung und Transferleistung und das Einstellungsverhalten in Einstellung zur Lehrmethode und Einstellung zum Lehrstoff. Anhand dieser Facetten ergibt sich ein "Mapping Sentence" (Abbildungssatz) für empirische Forschung zum entdeckenlassenden Lehren, wie er in Abb. 2.7 (gegenüber Nussbaum 1984, geringfügig modifiziert) dargestellt ist.

Dieser Abbildungssatz ist ein Hypothesen- und Theoriegenerator sowie ein Bezugsrahmen für empirische Forschung zum entdeckenlassenden Lehren. In ihm werden mutmasslich relevante Variablen definiert, wobei sowohl externe als auch interne Relationen des Begriffs "Entdeckenlassendes Lehren" einheitlich zusammengebracht sind. Ob die verwendeten Variablen relevant und damit für einen differenzierten Einsatz entdeckenlassenden Lehrens nützlich und möglicherweise sogar notwendig sind, ist der Gegenstand empirischer Forschung. Als Ergebnis derartiger Forschung sind dann entweder vorhandene Facetten heraus- oder neue Facetten hinzuzunehmen.

Eine mögliche, aus diesem Satz ableitbare Hypothese ist z.B.: "Das (niedrige) Ausmass, in dem (Lehrstoffe) beim Lernen von (Begriffen) in (Einzelarbeit) Schülern mit (niedrigen) Lernvoraussetzungen dargeboten werden, bewirkt (niedrige) (unmittelbare Leistung)". Geht man davon aus, dass die Ausmass-Facetten reduziert werden auf die beiden Elemente "niedrig" und "hoch" bzw. "negativ" und "positiv", dann enthält die Kreuzproduktmenge aller Facetten nicht weniger als insgesamt

$$2 \times 2 \times 4 \times 2 \times 2 \times (2 \times 3 + 2 \times 2) = 640$$

Elemente, wobei jedes einzelne Element eine empirisch prüfbare Hypothese darstellt.

Im folgenden werden einige eigene Experimente skizziert, deren Hypothesen sich als einzelne Elemente der generierten Hypothesenmenge darstellen lassen.

2.5 Einige Lehrexperimente

Experiment 1: Entdeckendes Lernen von Aufgabenlösungsregeln unter verschiedenen Anforderungsbedingungen (Nussbaum & Leutner 1986a).

Theoretischer Hintergrund: Beim entdeckenden Lernen anhand von

Übungsaufgaben ohne jegliche Lernhilfen ist anzunehmen, dass die Schwierigkeit der Aufgaben bzw. die Fähigkeit der Lernenden und damit das Ausmass der Lernvoraussetzung die Lernleistung beeinflusst. Theorien der Leistungsmotivation lassen erwarten, dass eine mittlere Aufgabenschwierigkeit die beste Lernleistung bewirkt (Heckhausen 1968: Prinzip der Passung). Demgegenüber lassen kognitionspsychologische Überlegungen erwarten, dass möglichst einfache Aufgaben und damit hohe Lernvoraussetzungen die Lernleistung optimieren (Eysenck 1977: Prinzip der Übung).

Abbildungssatz: Das (niedrige) Ausmass, in dem (Lernhilfen) beim Lernen von (Regeln) in (Einzelarbeit) Schülern mit (niedrigen ... hohen) Lernvoraussetzungen dargeboten werden, bewirkt (niedrige ... hohe) unmittelbare Leistung.

Experimentelles Design: 6-Gruppen-Vor-Nachtest-Design mit 26 studentischen Versuchspersonen (Vpn) je experimenteller Bedingung. Bei den 6 Gruppen handelt es sich um eine Kontrollgruppe (KG) und 5 Experimentalgruppen (EG1-5). In der EG1 erhielten die Vpn sehr schwierige, in EG2 mittelschwere und in EG3 sehr leichte Aufgaben. In EG4 wurde die Aufgabenschwierigkeit von leicht nach schwer variiert, in EG5 von schwer nach leicht.

Experimentelles Material und Vorgehen: Als Aufgabenmaterial wurden Matrizen-Items eingesetzt, wie sie in Intelligenztests vorzufinden sind (Abb. 2.8). Die Items sind Rasch-skaliert, so dass ihre Schwierigkeit bekannt ist. Aus dem Vortest liess sich für jede einzelne Vp als Mass der Lernvoraussetzung ihre Fähigkeit zur Lösung derartiger Aufgaben berechnen. Entsprechend konnte jeder einzelnen Vp in der Übungsphase eine Aufgabenmenge individuell berechneter Schwierigkeit bzw. Lösungswahrscheinlichkeit entsprechend dem experimentellen Design zugeordnet werden. Unabhängige Variablen sind die mittlere Aufgabenschwierigkeit (EG1-3) bzw. die realisierte Schwierigkeitsveränderung (EG4-5) sowie die Kovariable Vortestleistung. Abhängige Variable ist die im Nachtest ermittelte Lernleistung, operationalisiert als Fähigkeitszuwachs zwischen Vor- und Nachtest.

| Source | SS | MS | df | F | P |
|---------------------------------|-------|-------|----|------|-------|
| Zwischen EG1, EG2, EG3 | 12.52 | 6.26 | 2 | 5.20 | <0.01 |
| Linearer Trend | 11.29 | 11.29 | 1 | 9.38 | <0.01 |
| Abweichung v. Linearen Trend | 1.23 | 1.23 | 1 | 1.02 | 0.32 |
| Innerhalb EG1, EG2, EG3 | 90.26 | 1.20 | 73 | | |

Tab. 2.1: Varianzanalyse der Lernleistungen in EG1-3

Ergebnis: Die Datenauswertung erfolgte anhand einer univariaten Varianzanalyse mit Trendtest für EG1-3 sowie einem t-Test für EG4-5. Der über die experimentellen Gruppen homogene Effekt der Vortestleistung wurde zuvor auspartialisiert. Bei diesem wie auch bei allen weiteren hier vorgestellten Experimenten wurde das Signifikanzniveau auf 5 % festgelegt. Im Einklang mit dem Prinzip der Übung erzielten sehr leichte Übungsaufgaben (Lösungswahrscheinlichkeit von 0.89, EG3 in Abb. 2.8) und damit hohe Lernvoraussetzungen den grössten Lernerfolg, gefolgt von Aufgaben, deren Lösungswahrscheinlichkeiten (bezogen auf die Eingangsfähigkeit) von 0.75 schrittweise auf 0.25 erniedrigt, d.h. von leicht nach schwierig variiert wurden (EG4). Der Unterschied zwischen EG1-3 (vgl. Tab. 1) ist signifikant ($\text{OMEGA}^2=0.10$), ebenfalls der Unterschied zwischen EG4-5 ($t=2.88$, $df=50$, $p<0.01$, $\text{OMEGA}^2=0.12$).

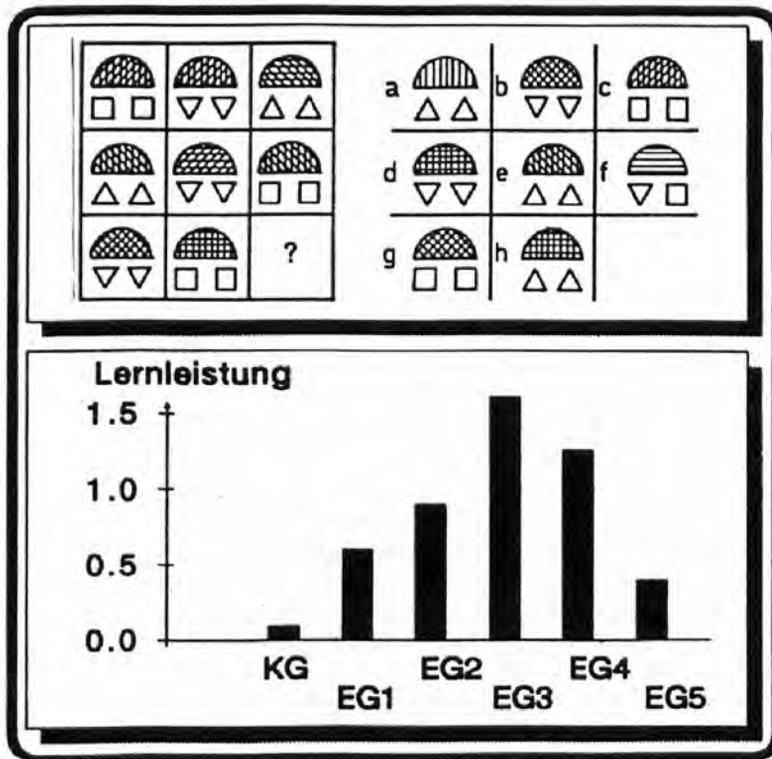


Abb. 2.8: Material und Ergebnisse zu Experiment 1

Experiment 2: Die Auswirkung der Schwierigkeit textbegleitender Fragen auf die Lernleistung (Nussbaum & Leutner, 1985b).

Theoretischer Hintergrund: Beim Lernen aus Lehrtexten ist es erwiesenermassen sinnvoll, Wiederholungsfragen zu stellen und vom Schüler bearbeiten zu lassen. Aufgrund kognitionspsychologischer Theorien ist zu erwarten, dass komplexe Fragen, welche hohe Anforderungen an Inferenzprozesse stellen, eine bessere Behaltensleistung bewirken (z.B. Rickards & Denner 1978: Prinzip der Verarbeitungstiefe). Hohe Anforderungen liegen z.B. dann vor, wenn die Antwort aus dem Text erschlossen werden muss, so dass es sich um einen Fall entdeckend-lernenden Lehrens handelt. Niedrige Anforderungen

klar ist, wie gross der zeitliche Abstand zwischen Text und Wiederholungsfrage sein sollte (Duchastel 1983; Eysenck 1977: Prinzip der Gedächtnisbelastung), so dass die Distanz zwischen Text und Frage als potentielle Lernhilfe angesehen werden kann. Wenn die Distanz klein ist, dann ist der Zugriff auf die Antwort erleichtert, da keine aufwendigen Suchprozesse erforderlich sind. Ist die Distanz gross, dann sind mehr oder weniger aufwendige Suchprozesse nötig, um die richtige Antwort finden zu können.

Abbildungssatz: Das (niedrige ... hohe) Ausmass, in dem (Lehrstoff/Lernhilfen) beim Lernen von (Sachverhalten) in (Einzelarbeit) Schülern mit (niedrigen ... hohen) Lernvoraussetzungen dargeboten werden, bewirkt (niedrige ... hohe) (unmittelbare Leistung/Behaltensleistung).

Experimentelles Design: 2x2-faktorielles kovarianzanalytisches Design mit 25 Vpn je experimenteller Bedingung. Unabhängige Variablen sind die Faktoren "Anforderung an Gedächtnisprozesse" und "Anforderung an Denkprozesse" jeweils mit den beiden Stufen "niedrig" und "hoch" (Abb. 2.10) sowie die Kovariablen Vorwissen und Intelligenz. Abhängige Variablen sind diverse Variablen der Lernleistung wie Anzahl richtiger Antworten, Bearbeitungszeit etc..

Experimentelles Material und Vorgehen: Es wurde ein computerpräsentierter Lehrtext (ca. 2000 Wörter) in $2 \times 2 = 4$ Varianten erstellt, in dem die Vpn wie in einem Lehrbuch hin und her blättern konnten. Niedrige Anforderungen an Gedächtnisprozesse wurden dadurch realisiert, dass die Fragen unmittelbar auf die antwortrelevante Textstelle folgten, hohe Anforderungen dadurch, dass die Fragen jeweils am Ende eines von drei Kapiteln plazierte wurden. Niedrige Anforderungen an Denkprozesse wurden dadurch realisiert, dass die Antwort auf jede Frage wörtlich im Text steht, hohe Anforderungen dadurch, dass die Antwort aus dem Text erschlossen werden musste (Abb. 2.9). Jede Frage wurde auf einem leeren Bildschirm präsentiert. Vor einer Antwort konnte im Text zurückgeblättert werden. Die Vpn konnten erst dann im Text weiterlesen, wenn eine Antwort gegeben worden war. Eine Woche nach der Textbearbeitung wurden den Vpn dieselben Fragen nochmals als Behaltentest vorgelegt.

Ergebnis: Da mehrere abhängige Variablen als Indikator für die Lernleistung erhoben werden konnten (Anzahl richtiger Antworten, Bearbeitungszeit), wurden die Hypothesen anhand multivariater Varianzanalysen mit anschliessenden univariaten Varianzanalysen überprüft. Kovarianzanalysen ergaben zunächst, dass in diesem Fall keine ATI-Effekte zwischen allgemeinen Lernvoraussetzungen (Intelligenz, naturwissenschaftliche Kenntnisse) und Lehrmethode auftraten und dass Kovarianzanalysen und Varianzanalysen zu übereinstimmenden Ergebnissen führten. Die experimentellen Faktoren wiesen sowohl bezüglich der unmittelbaren Leistung wie auch der Behaltensleistung signifikante Haupt-Effekte auf (Tab. 2 u. Tab. 3): Im Gegensatz zum Prinzip der Verarbeitungstiefe bewirkten niedrige Anforderungen an Denkprozesse in beiden Fällen (unmittelbare Leistung und Behaltensleistung) bessere Lernleistungen. Niedrige Anforderungen an Gedächtnisprozesse bewirkten jedoch nur eine bessere unmittelbare

Abb. 2.9: Textvarianten zum Experiment 2

| <u>Antwort wörtlich im Text (D-)</u> | <u>Antwort nicht wörtlich im Text (D+)</u> |
|---|--|
| <p>... Nach Ablauf dieser Zeitspanne wird die Sonne ihre bisherige Form der Energieproduktion einstellen. Diese läuft im Zentrum der Sonne in Form eines atomaren Kernfusionsprozesses ab. Die enorme Masse der Sonne erzeugt in ihrem Zentrum einen so hohen Druck und so hohe Temperaturen, daß die Atomkerne des Wasserstoffs, aus dem die Sonne zum größten Teil besteht, zu Helium verschmolzen werden. Dabei schließen sich jeweils 4 Wasserstoffatome zu einem Heliumatom zusammen. Insgesamt werden in dem riesigen Kern der Sonne in jeder Sekunde 657 Millionen Tonnen Wasserstoff in Helium verwandelt. Bei diesem Prozeß: <u>werden riesige Energiemengen frei.</u></p> | <p>... Nach Ablauf dieser Zeitspanne wird die Sonne ihre bisherige Form der Energieproduktion einstellen. Diese läuft im Zentrum der Sonne in Form eines atomaren Kernfusionsprozesses ab. Die enorme Masse der Sonne erzeugt in ihrem Zentrum einen so hohen Druck und so hohe Temperaturen, daß die Atomkerne des Wasserstoffs, aus dem die Sonne zum größten Teil besteht, zu Helium verschmolzen werden. Dabei schließen sich jeweils 4 Wasserstoffatome zu einem Heliumatom zusammen. Insgesamt werden in dem riesigen Kern der Sonne in jeder Sekunde 657 Millionen Tonnen Wasserstoff in Helium verwandelt. Bei diesem Prozeß <u>werden riesige Energiemengen frei.</u></p> |
| <p>Wenn die Sonne all ihren Wasserstoff in Helium verwandelt hat, wird die Sonne ihre bisherige Form der Energieproduktion einstellen.</p> | |
| <p>Frage: Wodurch wird es dazu kommen, daß die Sonne ihre bisherige Form der Energieproduktion einstellt?</p> | <p>Frage: Wodurch wird es dazu kommen, daß die Sonne ihre bisherige Form der Energieproduktion einstellt?</p> |

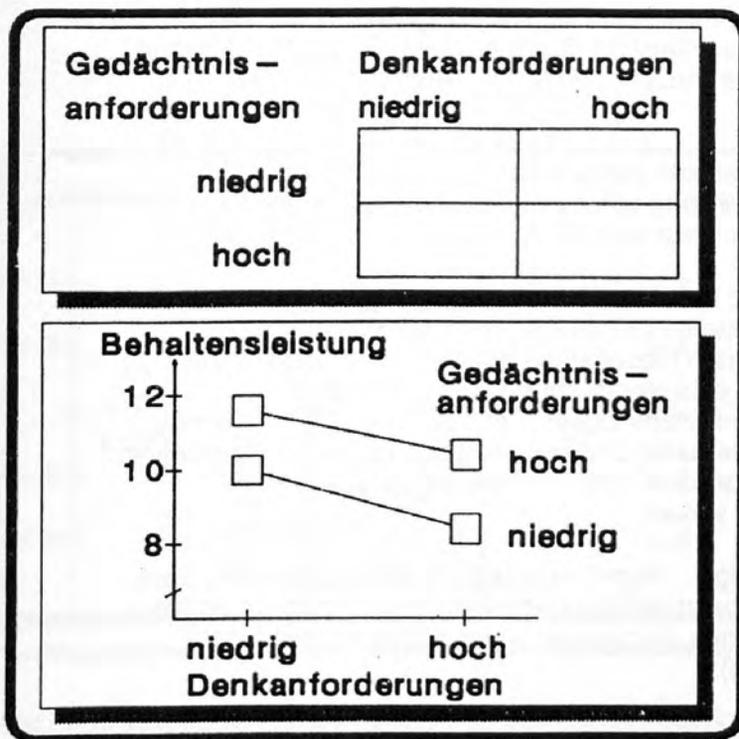


Abb. 2.10: Design und Ergebnisse zu Experiment 2

| Faktor | Wilk's Lambda | F(2,95) | p |
|--------|---------------|---------|-------|
| D | 0.919 | 4.21 | 0.02 |
| G | 0.888 | 5.99 | <0.01 |
| DxG | 0.952 | 2.39 | 0.10 |

Tab. 2.2: Multivariate Varianzanalyse der Behaltensleistung

| Abhängige Variable | Haupteffekt D | | | Haupteffekt G | | |
|--------------------|---------------|------|--------------------|---------------|-------|--------------------|
| | F(1,96) | p | OMEGA ² | F(1,96) | p | OMEGA ² |
| Anzahl richtig | 5.06 | 0.05 | 0.04 | 11.78 | <0.01 | 0.09 |
| Reaktionszeit | 4.65 | 0.03 | 0.03 | 1.09 | 0.30 | 0.01 |

Tab. 2.3: Univariate Varianzanalysen der Behaltensleistung

Leistung, während die Behaltensleistung signifikant schlechter war als unter hohen Anforderungen an Gedächtnisprozesse (vgl. Abb. 2.10: Darstellung der abhängigen Variable "Anzahl richtiger Antworten" im Behaltenstest).

Experiment 3: Computersimulierte dynamische Systeme im Unterricht: ATI-Effekte der Wissensvermittlung unter verschiedenen Lehrmethoden und Sozialformen des Unterrichts (Leutner, 1987).

Theoretischer Hintergrund: Beim spielerischen Umgang mit computersimulierten dynamischen Systemen ist zu erwarten, dass detaillierte Kenntnisse über den simulierten Gegenstand oder Sachverhalt erworben werden. Unklar ist, inwieweit eine Vorab-Information über die im simulierten System implementierten Regeln (Egan & Greeno, 1973: Prinzip des Regel- vs. Entdeckungslernens) und inwieweit das Lernen in Gruppen im Vergleich zur Einzelarbeit (Johnson, 1981: Prinzip des kooperativen Problemlösens) lernfördernd wirken.

Abbildungssatz: Das (niedrige ... hohe) Ausmass, in dem (Lehrstoffe) beim Lernen von (Regeln) in (Einzelarbeit/Gruppenarbeit) Schülern mit (niedrigen ... hohen) Lernvoraussetzungen dargeboten werden, bewirkt (niedrige ... hohe) (unmittelbare Leistung).

Experimentelles Design: 2x2-faktorielles, kovarianzanalytisches Design mit 9 Vpn (Berufsschüler und Studenten) je experimenteller Bedingung (Abb. 2.11). Unabhängige Variablen oder Prädiktoren der Lernleistung sind die Faktoren "Information" (mit den Stufen ja/nein) und "Sozialform" (mit den Stufen Einzel-/Gruppenarbeit) sowie die Kovariablen Vorkenntnisse und verschiedene Parameter der Systemsteuerung. Abhängige Variable oder Kriterium ist die im unmittelbar nach dem Simulationsspiel bearbeiteten Wissenstest über Systemzusammenhänge erfasste Lern- und Behaltensleistung.

Experimentelles Material und Vorgehen: Eingesetzt wurde das Computersimulationsspiel "Küchenfronten-Werk" (Breuer, 1985). Aufgabe ist es, einen Industriebetrieb in der Rolle eines Unternehmers über mehrere simulierte Monate hinweg anhand verschiedener unternehmerischer Entscheidungen erfolgreich zu führen. Entsprechend den experimentellen Bedingungen arbeiteten die Vpn entweder in Gruppen zu drei Personen oder alleine und erhielten vor Spielbeginn eine Erläuterung der Systemzusammenhänge oder nicht. Nach Spielende bearbeiteten die Vpn einen Test, in dem anhand einer Zufallsstichprobe aller Systemzusammenhänge das Systemwissen erhoben wurde.

Ergebnis: Die Datenauswertung erfolgte anhand komplexer Kovarianzanalysen. Die Varianzzerlegung des linearen Modells mit den erforderlichen Haupt-, Interaktions- und ATI-Effekten ist in Tab. 2.4 dargestellt. Die Vpn unter der Bedingung "Einzelarbeit" schnitten signifikant besser ab als die Vpn unter der Bedingung "Gruppenarbeit". Die Vorab-Information über Systemzusammenhänge brachte nur einen geringen, nicht signifikanten Vorteil (Abb. 2.11). Die Vorkenntnisse bewirkten einen signifikanten Haupteffekt, jedoch keine ATI-Effekte. Es ergaben sich jedoch einige andere interessante ATI-Effekte, von denen an dieser Stelle nur die Interaktion zwischen dem Faktor "Information" und der Kovariablen "Anzahl der insgesamt bearbeiteten System-Taktzyklen" dargestellt werden soll (Abb. 2.11, Tab. 2.5).

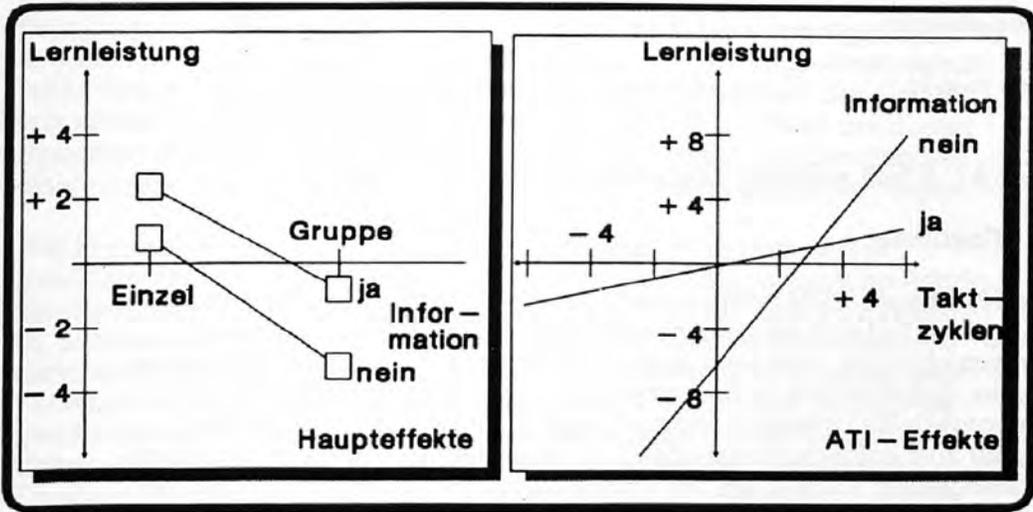


Abb. 2.11: Ergebnisse zu Experiment 3 (Mittelwertsabweichungen)

Obwohl eine Vorab-Information den Vpn keinen signifikanten Lernzuwachs brachte, reduzierte sie die Korrelation zwischen den System-Taktzyklen und der Lernleistung. Offenbar kompensiert die Vorab-Information bei insgesamt wenigen bearbeiteten Taktzyklen fehlende Lerngelegenheiten aus Systemreaktionen, während dieser Vorteil jedoch verschwindet, wenn die Anzahl der insgesamt bearbeiteten Taktzyklen grösser ist. In diesem letzten Fall erbrachten Vorab-Informierte wesentlich schlechtere Leistungen.

| SOURCE | | SS | df | MS | F | p | R ² |
|-----------------|-------|--------|----|--------|-------|-------|----------------|
| Vorwissen | (VOR) | 384.69 | 1 | 384.69 | 18.42 | <0.01 | 0.17 |
| Taktzyklen | (ZYK) | 72.79 | 1 | 72.79 | 3.49 | 0.07 | |
| Eingriffe | (EIN) | 11.09 | 1 | 11.09 | 0.53 | 0.47 | |
| Information | (INF) | 47.14 | 1 | 47.14 | 2.26 | 0.15 | |
| Sozialform | (SOZ) | 200.34 | 1 | 200.34 | 9.56 | <0.01 | 0.09 |
| INF x SOZ | | 27.72 | 1 | 27.72 | 1.33 | 0.26 | |
| ZYK x INF | | 262.35 | 1 | 262.35 | 12.57 | <0.01 | 0.11 |
| EIN x INF | | 68.59 | 1 | 68.59 | 3.29 | 0.08 | |
| EIN x SOZ | | 48.12 | 1 | 48.12 | 2.31 | 0.14 | |
| EIN x INF x SOZ | | 496.65 | 1 | 496.65 | 23.79 | <0.01 | 0.22 |
| ERROR | | 522.65 | 25 | 20.89 | | | 0.23 |

Tab. 2.4: Kovarianzanalyse der Lern-Behaltensleistung

| experimentelle Bedingung | Regressionsgerade | | r | R ² |
|-----------------------------|-------------------|----------|------|----------------|
| | Konstante | Steigung | | |
| Vorab-Information | -4.48 | +2.18 | 0.45 | 0.20 |
| keine Vorab-Inf. | +0.52 | +0.29 | 0.21 | 0.05 |

Tab. 2.5: ATI-Effekt zwischen Taktzyklen und Vorab-Information

2.6 Resümee

Der von Nussbaum (1984) vorgeschlagene und hier geringfügig modifizierte Abbildungssatz hat sich als geeignet erwiesen, verschiedene experimentelle Untersuchungen unter dem Aspekt des entdeckenlassenden Lehrens zu integrieren. Insbesondere ist hervorzuheben, dass sogar Experimente (z.B. die hier vorgestellte Untersuchung zu Fragen in Lehrtexten), welche nicht unmittelbar zum entdeckenlassenden Lehren geplant worden sind, ohne große Schwierigkeiten anhand des Abbildungssatzes mit herangezogen werden können. Insofern ist die Präzisierung und Operationalisierung des entdeckenlassenden Lehrens als eine Lehrmethode, bei der vergleichsweise wenig an Lehrstoff oder Lernhilfen dargeboten wird, als ausgesprochen nützlich anzusehen.

Die Ergebnisse empirischer Forschung legen als didaktische Konsequenz nahe, beim entdeckenlassenden Lehren die individuelle Schwierigkeit der Lernsituation möglichst niedrig zu halten, so dass Lernen überhaupt stattfinden kann. Dies lässt sich z.B. dadurch realisieren, dass in einer Situation ohne Lernhilfen sehr einfache Übungsaufgaben gegeben werden. Beim Lernen aus Lehrtexten sollten Antworten auf Wiederholungsfragen wörtlich im Text enthalten sein, während jedoch das Auffinden und damit das Entdecken der Antwort nicht allzu einfach gestaltet sein sollte. Beim Lernen aus Computer-Simulationsspielen ergaben sich in der hier vorgestellten Untersuchung bessere Lernergebnisse, wenn man die Gelegenheit hat, das System alleine zu explorieren. Offenbar verkompliziert die Gegenwart anderer Mitlernender die unstrukturierte Lernsituation derartig, dass schlechtere Lernergebnisse resultieren. (Ob allerdings dieser Effekt erhalten bleibt, wenn die Gruppen-Lernsituation besser strukturiert wird, ist noch zu überprüfen.)

Die offensichtliche Notwendigkeit, die Schwierigkeit der Lernsituation an die Lernvoraussetzungen des Schülers anzupassen, ist sicherlich vor allem in einem hoch individualisierten Unterricht möglich. Zwar werden besonders im Zusammenhang mit computerunterstütztem Lehren die Möglichkeiten der Individualisierung hervorgehoben, wobei die Realisation dieses Anspruchs bei oberflächlicher Betrachtung durchaus als gelungen erscheinen mag. Bei näherer Betrachtung handelt es sich aber nur um eine sehr oberflächliche Individualisierung, bei der in der Regel lediglich die individuelle Lerngeschwindigkeit berücksichtigt wird. Dies wird gewöhnlich dadurch realisiert, dass der Lernende sich bei der Bearbeitung von Aufgaben beliebig viel Zeit lassen kann und bei falschen Antworten individuell abgestimmte Wiederholungsschleifen zu durchlaufen hat.

Was hier fehlt, ist extensive Forschung zur Entwicklung instruktions-theoretisch begründeter, adaptiver Lehrsysteme. Vielversprechende Schritte in dieser Richtung werden z.Z. unter dem Etikett "Intelligente Tutorielle Systeme" getan (vgl. O'Shea & Self, 1983; Euler et al., 1987). Dabei entsteht jedoch der Eindruck, dass zwar Informatik und Psychologie sehr stark bemüht werden, dass jedoch die tutoriellen Komponenten derartiger Systeme aufgrund mangelnder Einbindung didaktischer und erziehungswissenschaftlicher Forschung nur ungenügend entwickelt sind und werden. Das Reden von entdeckenlassendem Lernen und Lernen durch Tun scheint bei diesen Systemen eher die Funktion eines Feigenblatts zu haben, um den Zustand einer unzureichenden Implementation didaktischer Forschung zu verbergen.

Das in dieser Arbeit für den Bereich der experimentellen Unterrichtsforschung am Beispiel des entdeckenlassenden Lehrens vorgestellte Prinzip facettentheoretischer Theoriebildung mag gezeigt haben, dass es möglich ist, sozialwissenschaftliche Begriffe zu präzisieren. Das Vorgehen besteht darin, den jeweiligen Zielbegriff zunächst durch die Benennung geeigneter Facetten in eine externe Struktur anderer Begriffe einzubetten und auf die gleiche Weise die interne Struktur zu definieren. Dann müssen empirische Untersuchungen folgen, anhand derer die Nützlichkeit der verwendeten Facetten überprüft wird. Beibehalten werden dann nur diejenigen Facetten, die geeignet sind, bestimmte Aspekte der empirischen Struktur von Beobachtungen (z.B. Leistungsunterschiede von Schülern) vorherzusagen. Ein derartiges Vorgehen ermöglicht integrative empirische Forschung, anhand derer Zug um Zug komplexer werdende erziehungswissenschaftlich-didaktische Theoriebildung realisiert werden kann.

Literatur

- AUSUBEL, D.P.(1961), Learning by discovery: Rationale and mystique. The Bulletin of the National Association of Secondary School Principals 45, S. 18-58.
- BAR-ON, E. & PERLBERG, A.(1974), Der Facetten-Ansatz bei der Entwicklung einer Unterrichtstheorie. Unterrichtswissenschaft 2, S. 41-60.
- BORG, I.(1986), Facettentheorie: Prinzipien und Beispiele. Psychologische Rundschau 37, S. 121-137.
- BREZINKA, J.S.(1974), Grundbegriffe der Erziehungswissenschaft. München: Reinhardt.
- BREUER, K.(1985), Küchenfronten-Werk. Simulationssoftware für den Einsatz im Unterricht. Universität-GH Paderborn.
- BRUNER, J.(1961), The act of discovery. Harvard Educational Review 31, S. 21-32.
- DUCHASTEL, P.C.(1983), Testing to aid text processing. Human Learning 2, S. 209-214.
- EGAN, D.E. & GREENO, J.G.(1973), Acquiring cognitive structure by discovery and rule learning. Journal of Educational Psychology 64, S. 85-97.
- EINSIEDLER, W.(1981) Lehrmethoden. München: Urban & Schwarzenberg.
- EULER, D., JANKOWSKI, R., LENZ, SCHMITZ, P. & TWARDY, M.(1987), Computerunterstützter Unterricht. Braunschweig: Vieweg.
- EYSENCK, M.(1977), Human memory. Theory, Research and individual differences. New York: Pergamon Press.
- GUTTMAN, L.(1954), An outline of some new methodology for social research. Public Opinion Quarterly 18, S. 395-404.
- GUTTMAN, L.(1981), What is not what in theory construction. In Borg, I. Ed., Multidimensional data representations: When and why, S. 47-64. Ann Arbor, Mich.: Mathesis Press.
- HECKHAUSEN, H.(1968), Förderung der Lernmotivierung und der intellektuellen Tüchtigkeiten. In: ROTH, H. (Hg.): Begabung und Lernen 8, S. 193-228. Stuttgart: Klett.
- HERMANN, G.(1969), Learning by discovery: A critical review of studies. The Journal of Experimental Education 38, S. 58-72.
- JOHNSON, D.W.(1981), Student-student-interaction. The neglected variable in education. Educational Researcher 10, S. 5-10.
- KIAUER, K.J.(1973), Revision des Erziehungsbegriffs. Düsseldorf: Schwann.
- KLAUER, K.J.(1980), Experimentelle Unterrichtsforschung. Unterrichtswissenschaft 1, S. 61-72.
- LEUTNER, D.(1982), Buchrezension zu "K. Kreppner: Zur Problematik des Messens in den Sozialwissenschaften". Zeitschrift für empirische Pädagogik 6, S. 149-151.
- LEUTNER, D.(1984), Zur Überprüfung affektiver Lehrziele durch Verfahren der Einstellungsmessung. In: LÜHMANN, (Hg.): Spezielle Verfahren der pädagogischen Diagnostik. Braunschweiger Studien zur Erziehungs- und Sozialarbeitswissenschaft, S. 88-116.
- LEUTNER, D.(1985A), Lehrstoffstruktur und Leistung. Eine empirische Studie zu Strukturen und Modellen prozeduralen Wissens, dargestellt an Bruchrechenleistungen. Phil. Diss., RWTH Aachen.
- LEUTNER, D.(1985B), Korrelative Leistungsstrukturen: Ein Beitrag zur facettentheoretischen Lehrstoffanalyse. In K. Aurin & B. Schwarz (Hg.): Die Erforschung pädagogischer Wirklichkeitsfelder. Freiburg: AEPF, S.188-195.
- LEUTNER, D.(1987), Computersimulierte dynamische Systeme im Unterricht: ATI-Effekte des Wissenserwerbs unter verschiedenen Lehrmethoden und Sozialformen des Unterrichts. (im Druck).
- LEVY, S.(1981), Lawful role of facets in social theories. In: I. Borg (Ed.): Multidimensional data representations: When and why, S. 65-107. Ann Arbor, Mich.: Mathesis Press.

- NEBER, H.(1981), Neuere Entwicklungen zum entdeckenden Lernen. In: Neber, H. Hg., Entdeckendes Lernen. Weinheim: Beltz.
- NUSSBAUM, A.(1984), Entdeckendes Lernen: Probleme der Forschung und mögliche Lösungen. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 16, S. 57-76.
- NUSSBAUM, A., B. FEGER & D. LEUTNER (1984), Definition und Messung affektiver Lehrziele. In: Ingenkamp, K. Hg, Sozial-emotionales Verhalten in Lehr-Lern-Situationen. Landau: EWH Rheinland-Pfalz, S. 211-224.
- NUSSBAUM, A. & D. LEUTNER (1986A), Entdeckendes Lernen von Aufgabenlösungsregeln unter verschiedenen Anforderungsbedingungen. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 18, S. 153-164.
- NUSSBAUM, A. & D. LEUTNER (1986B), Die Auswirkung der Schwierigkeit textbegleitender Fragen auf die Lernleistung. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 18, S. 230-244.
- O'SHEA, T. & J.A. SELF (1983), Learning and teaching with computers. Artificial intelligence in Education. Brighton.
- REMMERS, H.H. et al. (1953), Second Report of th Committee on Criteria of Teacher Effectiveness. Journal of Educational Research 46, S. 641-658.
- RICKARDS, J.P. & P.R. DENNER (1978), Inserted questions as aids to reading text. Instructional science 7, S. 313-346.
- WITTRICK, M.C.(1966), The learning by discovery hypothesis. In: Shulman, L.S. & E.R. Kreislar Eds., Learning by discovery. Chicago: McNally.

3.1 Einleitung

Dieser Beitrag bezieht sich zum einen auf Ergebnisse der Workshops sowie auf Themen und Ergebnisse der anschliessenden Diskussion zum Referat "Entdeckenlassendes Lehren: Beitrag zu einer facetten theoretisch begründeten Lehrforschung" in diesem Band. Motiviert durch die Diskussionen des Symposiums werden zum anderen aus der Sichtweise einer empirisch orientierten Erziehungswissenschaft konzeptionelle Überlegungen zu Aufgaben und Fragestellungen einer empirisch orientierten geographiedidaktischen Forschung entwickelt.

3.2 Ergebnisse der Workshops und Diskussion

Die Aufgabenstellung für die Workshop-Arbeit zum Referat über entdeckenlassendes Lehren bestand darin, (a) die drei Facetten empirischer Forschung (P: Personen; S: Situationen; R: Reaktionen oder Verhalten) geographiedidaktisch zu füllen, (b) die Mapping-Sentence-Technik anzuwenden, um geographiedidaktisch relevante Hypothesen zu formulieren und (c) geographiedidaktische Beispiele für empirische Untersuchungen zu überlegen.

Als Ergebnis der Arbeit in den Workshops wurden von den Arbeitsgruppen vor allem Paare von Variablen benannt, zwischen denen ein Zusammenhang vermutet wird. Dies sind z.B. (in der Formulierung der Arbeitsgruppen): allgemein-geographische Strukturen und singuläre topographische Kenntnisse; Wissen über andere Wertsysteme und Akzeptanz/ positive Einstellung; Schüleraustausch und Interesse an geographischen Fragestellungen; Kenntnis über und Einsatz für Entwicklungsländer; Komplexität und Interesse; Realität und mental maps; Medien und Strukturen; Geschlecht und Medien; Kartenarbeit (Panoramakarte, Farben, Symbole) und Unterrichtserfolg.

Grosse Schwierigkeiten bestanden jedoch darin, die genannten Variablen für den Kontext empirischer Forschung als unabhängige bzw. abhängige Variablen zu klassifizieren. Der Unterschied dieser beiden Typen von Variablen sollte deutlicher werden, wenn man das im Referat formulierte kartesische Produkt $P \times S$ der beiden Mengen P (Personen) und S (Situationen) explizit als **Definitionsbereich**, die Menge R (Reaktionen) dagegen explizit als **Wertebereich** der Abbildung $P \times S \rightarrow R$ auffasst: Unabhängige Variablen sind dann Facetten des Definitionsbereichs, also Facetten der Personen oder Situationen oder der Kombination beider, während abhängige Variablen Facetten des Wertebereichs sind, also Facetten des Verhaltens der beobachteten Personen in den beobachteten Situationen. Abhängige Variable ist z.B. die Leistung oder die Einstellung von Schülern,

und/oder bestimmte Unterschiede zwischen Situationen (Lehrmethoden, Aufgaben etc.), in denen die Leistung oder Einstellung der Schüler beobachtet wurde.

Welche Facetten des Definitions- und Wertebereichs empirischer Beobachtungen im einzelnen als unabhängige und abhängige Variablen deklariert werden, das ist eine Frage der didaktischen Theorie, d.h. des theoretischen Bezugsrahmens, in dem die wissenschaftliche Beobachtung stattfindet oder stattfinden soll. Dieser theoretische Bezugsrahmen liefert zunächst einmal die (für die jeweilige Beobachtung) relevanten Facetten der Mengen P (Personen), S (Situationen) und R (Reaktionen), die Gegenstand der Beobachtung sind (z.B. Personen unterschiedlicher Lernvoraussetzungen -P-, die in verschiedenen Gruppen anhand unterschiedlicher Lehrmethoden unterrichtet werden -S-, wobei die Anzahl richtiger Antworten in einem Leistungstest beobachtet wird -R-). Des weiteren ergeben sich aus dem theoretischen Bezugsrahmen begründete Hypothesen über bestimmte Aspekte der empirischen Struktur der Beobachtungen. Solche Aspekte sind z.B. mittlere Leistungen der Lehrmethoden-Gruppen oder die Korrelationen von Leistung und Lernvoraussetzungen innerhalb der Lehrmethoden-Gruppen, wobei die Hypothesen z.B. in der Erwartung von Leistungs- und/oder Korrelationsunterschieden zwischen den Gruppen bestehen können. Die Begründungen für die Erwartung solcher Unterschiede ergeben sich aus erziehungswissenschaftlichen und/oder psychologischen Theorien über die Effekte von Lehrmethoden (z.B. ATI-Effekte, vgl. den Beitrag von Hemmer in diesem Band).

Der Phantasie des Forschers sind grundsätzlich keine Grenzen gesetzt, was den Vorschlag und die Begründung von Hypothesen betrifft. Wichtig ist dagegen, ob die vorgeschlagene Hypothese einer empirischen Überprüfung standhält, ob sich also die postulierte Übereinstimmung zwischen dem Definitionssystem für Beobachtungen und dem jeweiligen Aspekt der empirischen Struktur der Beobachtungen tatsächlich aufzeigen lässt. Wichtig ist des weiteren, ob sich aus der Hypothese nach vielfältigen Falsifikationsbemühungen irgendetwas einmal aufgrund von Replikationen der erwarteten und theoretisch begründeten Strukturen ein empirisches Gesetz ergibt, zu dessen grundsätzlicher Überprüfung vorerst keine weiteren Forschungsaktivitäten investiert werden.

Im Rahmen dieses Ansatzes kommt der Mapping-Sentence-Technik eine entscheidende Bedeutung zu, da sich im facettentheoretisch formulierten Mapping-Sentence diejenigen Facetten empirischer Beobachtungen zusammenhängend formulieren lassen, bezüglich derer man theoretisch begründete Erwartungen hat. Anhand dieser Technik lassen sich sowohl mit einer Vielzahl von Facetten umfangreiche Forschungsprogramme entwerfen, als auch mit einer Auswahl einzelner Facetten oder Facettenkombinationen einzelne kleinere Untersuchungen planen. Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, Ergebnisse schon durchgeführter Untersuchungen unter neuen Aspekten oder aus dem Blickwinkel neuer Theorien zusammenzufassen und zu integrieren (vgl. Levy, 1981).

Insofern vereint der im Referat vorgestellte und anschliessend diskutierte Mapping-Sentence zum entdeckenlassenden Lehren nur solche Facetten, die in der bisherigen Forschung zum entdeckenlassenden Lehren mehr oder

weniger explizit verwendet worden sind. Für jeden anderen Forschungsgegenstand sind dementsprechend auch andere Facetten zu verwenden, so dass sich in der Regel völlig andere Mapping-Sentences ergeben. Damit stellt sich im Grunde genommen nicht die Frage, ob ein bestimmter Begriff einer bestimmten Facette eines bestimmten Mapping-Sentence's angemessen oder unangemessen ist, wie es in der Diskussion zum Referat thematisiert worden ist. Vielmehr ist zu prüfen, ob die verwendeten Facetten geeignet sind, Übereinstimmungen zwischen dem derart formulierten Definitionssystem für Beobachtungen und bestimmten Aspekten der empirischen Struktur der Beobachtungen zu etablieren, oder ob einzelne Facetten zu eliminieren oder neue Facetten einzuführen sind. So bezieht sich die im Referat spezifizierten Darbietung von Lehrstoff/ Lernhilfen (Facette 2) auf das Lernen sehr unterschiedlicher Lehrstoffe wie Begriffe, Sachverhalte, Regeln und Heuristiken (Facette 3), wobei beim Lernen von Begriffen sowohl Begriffe (also Lehrstoff) als auch Lernhilfen (z.B. Fragen) dargeboten werden können.

Eine weitere in der Diskussion aufgeworfene Frage bezog sich darauf, welche Theorien sich heranziehen lassen, um Hypothesen im Rahmen geographiedidaktischer Forschung zu begründen. Gibt es überhaupt spezifisch geographiedidaktische Theorien, oder ist die Geographiediaktik darauf angewiesen, ihre Theorien z.B. aus der Psychologie oder der Erziehungswissenschaft bzw. der Allgemeinen Didaktik zu entnehmen? Köck (1986, S. 25) ist z.B. der Ansicht, dass die Geographiedidaktik vorwiegend darauf angewiesen ist, zur Begründung von Sätzen über das Lehren und Lernen geographischer Aussagensysteme Sätze aus anderen Wissenschaften zu verwenden. Dabei stellen die zu erklärenden Sätze über das Lehren und Lernen geographischer Aussagensysteme - Köck bezeichnet sie als "abhängige Variablen" - das eigentlich geographiedidaktische Spezifikum dar, während die erklärenden Sätze - Köck bezeichnet sie als "unabhängige Variablen" - über die Geographiedidaktik hinaus gehen.

In dieser Sichtweise ist zunächst eine von den empirischen Sozialwissenschaften abweichende Verwendung der Begriffe "abhängige" und "unabhängige Variable" festzustellen. Obwohl sie für die empirische Geographiedidaktik sicherlich nicht allgemein typisch ist, kann sie aber mit dafür verantwortlich sein, dass die Klassifikation der in den Workshops gesammelten Variablen nicht leicht vonstatten ging. Im Rahmen wissenschaftstheoretischer Überlegungen ist sicher nichts dagegen einzuwenden, Sätze als Variablen zu bezeichnen. Im Rahmen empirischer Beobachtungen hat es sich jedoch als nützlich erwiesen, die Begriffe "abhängige" und "unabhängige Variable" auf Facetten des Werte- bzw. Definitionsbereichs empirischer Beobachtungen zu beziehen, nicht auf den in der Hypothese formulierten Satz bzw. die theoretische Begründung des Satzes durch andere Sätze.

Die verbleibende Frage ist jedoch die, ob es allein der Gegenstand der Hypothesen ist, welcher das Spezifikum geographiedidaktischer Forschung ausmacht, und ob die theoretischen Begründungen für die Hypothesen vorwiegend aus anderen Wissenschaften stammen müssen. Sollte dies der Fall sein, dann wäre zu fordern, dass jeder Fachdidaktiker über umfassende Kenntnisse z.B. der Psychologie verfügen müsste, um angemessene fachdidaktische Forschung betreiben zu können.

3.3 Konzeptionelle Überlegungen zu Aufgaben und Fragestellungen empirisch orientierter geographiedidaktischer Forschung

Man könnte es für müssig halten, den vielen Überlegungen und Empfehlungen zur Frage nach den Aufgaben geographiedidaktischer Forschung (vgl. z.B. Bauer 1976; Birkenhauer 1976, 1980a; Hendinger 1980; Köck 1986; Oblinger 1976; Sperling 1976) im allgemeinen und empirischer geographiedidaktischer Forschung im besonderen (vgl. z.B. Birkenhauer 1980b; Haubrich 1976; Schrettenbrunner 1976) noch weitere Überlegungen hinzuzufügen zu wollen. Die Diskussion im Rahmen des Amsterdamer Symposiums (vgl. den vorstehenden Abschnitt und die übrigen Beiträge zu diesem Band) machte jedoch deutlich, dass von Geographiedidaktikern erstaunderlicherweise immer noch dieselben Fragen gestellt werden wie beim Freiburger Symposium 11 Jahre zuvor - z.B. die Frage: "Was ist fachspezifisch: Was sind geeignete Variablen, um Geographieunterricht, um Didaktik der Geographie machen zu können? Das ist das grosse Problem" (Haubrich 1976, S. 37). Angesichts dieses offensichtlich bisher noch nicht zufriedenstellend gelösten Problems sei es gestattet, aus allgemein-didaktischer Sicht einige Aspekte geographiedidaktischer Forschung aufzuzeigen.

Einigkeit besteht zumindest unter vielen Fachdidaktikern darüber, dass die Fachdidaktiken zwischen Fachwissenschaft und Erziehungswissenschaft anzusiedeln sind. D.h. nicht, dass die Geographiedidaktik sowohl eine Subdisziplin der Erziehungswissenschaft oder spezieller: der Allgemeinen Didaktik ist als auch eine Subdisziplin der Geographie (vgl. die detaillierte Analyse von Köck 1986). D.h. vielmehr, dass die Geographiedidaktik sowohl Bezüge zur Geographie, als auch Bezüge zur Didaktik aufweist. Diese Brücke der Fachdidaktik, um die Metapher von Oblinger (1976) zu verwenden, ist bisher jedoch vorwiegend von der Seite der Fachwissenschaft beschriftet worden, weniger von der Seite der Didaktik. Schon 1976 wurde erwartet, "dass die Didaktik der Geographie ... über den Status einer 'Methodik des Erdkundeunterrichts' hinaus zu einer akademischen Teildisziplin der Geographie wird. Die Dualität einer institutionellen Trennung von 'Fachwissenschaft und Fachdidaktik' wird sich zunehmend aufheben. Die Fachdidaktik wird in die Einheitsgeographie integriert" (Sperling 1976, S. 94, Hervorhebungen im Original).

Obwohl die gegenwärtige Situation an bundesdeutschen Hochschulen und Universitäten dieser Prognose nicht widerspricht, ist es dennoch fragwürdig, ob "die Aussagen des Fachwissenschaftlers stets kompetenter sein (werden) als die Aussagen des reinen Erziehungswissenschaftlers zur Fachdidaktik" (Sperling 1976, S. 81) und ob "die Allgemeine Didaktik ... nur Aussagen zu den Rahmenbedingungen der Fachdidaktik machen (kann), nicht zu ihren methodischen Dimensionen" (Sperling 1976, S. 82). "Fragwürdig" soll hier heissen, dass diese Fragen es wert sind, zunächst überhaupt als Fragen (und nicht unmittelbar als Tatsachenbehauptungen) gestellt zu werden.

Offenbar geht Sperling in dieser sehr extremen Position davon aus, dass tiefgreifende **fachwissenschaftliche**, nicht bloss fachliche Kenntnisse notwendig sind, um fachdidaktische Forschung betreiben zu können. Das würde z.B. aber bedeuten, dass vor allem oder sogar ausschliesslich

Mathematikwissenschaftler kompetent wären, didaktische Fragen zum Lehren und Lernen des kleinen 1x1 oder der Bruchrechnung zu untersuchen. Dass dies keineswegs der Fall ist, zeigen vielfältige Ergebnisse erziehungswissenschaftlicher Forschung (Suppes 1967, Klauer 1984, Leutner 1985a, b, und Brown & Burton 1978, im Bereich der Mathematik oder Rollett 1978, und Schott et al. 1981, im Bereich der Geographie, um nur einige Beispiele zu nennen).

Abgesehen von der Tatsache, dass es fachdidaktische Lehrstühle und Institute gibt, ist die grundlegende Frage zunächst also nicht Sperlings Problem, **wer** fachdidaktische Forschung betreiben soll, sondern **was** als Gegenstand fachdidaktischer Forschung anzusehen ist. Erst wenn man diese Frage zufriedenstellend geklärt hat, ist es sinnvoll, im Rahmen wissenschaftsorganisatorischer Überlegungen nach geeigneten Personen oder Institutionen für die Durchführung der Forschung Ausschau zu halten. Im anderen Fall würde man versuchen, das Pferd von hinten aufzuzäumen.

Was ist nun der Gegenstand geographiedidaktischer Forschung? Unter Geographiedidaktikern scheint eine Definition von Köck (1986) konsensfähig zu sein, nach der Geographiedidaktik "die Wissenschaft vom institutionalisierten Lehren und Lernen geographischer Aussagen" (S. 25) ist. Somit ist - als extreme Gegenposition zu Sperling (1976) - die Geographiedidaktik eindeutig eine Subdisziplin der Didaktik, welche wiederum eine Subdisziplin der Erziehungswissenschaft ist, etc. (Köck 1986, S. 32). Orientiert man sich nun am von Klauer (1985) vorgeschlagenen und von Köck (1986) geringfügig modifiziert übernommenem Klassifikationssystem für didaktische Forschung, dann lassen sich z.B. die von Hemmer (in diesem Band) aufgezeigten empirisch orientierten geographiedidaktischen Forschungsaktivitäten aufzeigen. Diese Arbeiten können als fachdidaktische Forschung gelten, weil sie sich zum einen mit dem Lehren und Lernen geographischer Lehrstoffe befassen (somit der Definition von Köck entsprechen) und/oder vorwiegend von Geographie-Fachdidaktikern durchgeführt wurden. Anzumerken ist, dass hier und im folgenden nicht der von Köck benutzte Begriff "geographische Aussagen" verwendet wird, sondern der allgemeinere Begriff "Lehrstoff" im Sinne von Klauer (1974, S. 46; 1987, S. 16): Das Wissen, Verstehen etc. (vgl. Bloom, 1972) von Aussagen oder Sachverhalten ist nur einer von vielen Lehrstoffen, wie sie z.B. im Referat zum entdeckenlassenden Lehren in der dritten Facette des Mapping-Sentence unterschieden sind.

Eine Definition geographiedidaktischer Forschung als Forschung, die sich mit dem Lehren und Lernen geographischer Lehrstoffe befasst und/oder von Fachdidaktikern durchgeführt wird, birgt jedoch die Gefahr, dass kostbare Forschungskapazitäten verschwendet werden, um gewissermassen das Rad neu zu erfinden. Damit ist die Gefahr gemeint, Probleme zu bearbeiten, zu deren Lösung auf Ergebnisse aus der Allgemeinen Didaktik, der Erziehungswissenschaft oder aus anderen Sozialwissenschaften wie z.B. der Psychologie zurückgegriffen werden kann. Diese Gefahr ist vor allem dann gegeben, wenn innerhalb der Geographiedidaktik Forschung betrieben wird, die **lehrstoffunabhängig** ist und damit auch als allgemein-didaktische Forschung klassifiziert werden kann.

Im Gegensatz zu allgemein-didaktischer Forschung hat geographiedidaktische Forschung also sinnvollerweise zunächst (deskriptiv) zu unter-

suchen, in welcher Hinsicht sich (normativ gesetzte) Lehrstoffe des Unterrichtsfaches "Geographie" von den Lehrstoffen anderer Fächer unterscheiden. Würde man im Rahmen der Lehrstoffanalyse feststellen, dass es keine wesentlichen Unterschiede gibt, dann wäre die eigentliche (grundlagenorientierte) geographiedidaktische **Forschungsarbeit** getan. Man könnte dann entweder allgemein-didaktische Forschung am Beispiel geographischer Lehrstoffe betreiben und/oder man könnte unter Rückgriff auf allgemein-didaktische Forschungsergebnisse zu **Entwicklungsarbeiten** übergehen: Entwicklung von Curricula, von Lehrmaterial, von lehrzielorientierten Tests etc.. Stellt man jedoch - was sehr wahrscheinlich ist - wesentliche Unterschiede fest, dann ist (präskriptiv) zu erforschen, wie die spezifischen Eigenarten geographischer Lehrstoffe beim Lehren berücksichtigt werden können, um das Lernen dieser Lehrstoffe zu optimieren.

Möglichkeiten empirischer Forschung bestehen damit z.B. in detaillierten **Lehrstoffanalysen**, welche zum Ziel haben, komplexe Lehrziele in einfachere Teillehrziele zu zerlegen, deren Erreichen nach und nach das Erreichen des komplexeren Lehrziels ermöglicht (Forschung zu Lern- und Leistungshierarchien, vgl. Leutner & Nussbaum, 1986). Unabhängige Variablen sind in diesem Fall verschiedene Typen von Aufgaben, in denen Leistungsverhalten, bzw. Situationen, in denen Einstellungsverhalten beobachtbar ist (vgl. z.B. Leutner, 1985a). Abhängige Variable ist die beobachtbare Leistung bzw. Einstellung. Die Hypothesen können sich z.B. auf hierarchische Relationen (wie "ist schwieriger als") zwischen den Itemtypen beziehen, wobei sich die Begründung für solche Hypothesen aus der spezifischen Struktur des jeweiligen Lehrstoffs ergibt (ohne einen notwendigen Rückgriff auf nicht-geographische Theorien). Notwendige Voraussetzung für die Überprüfung derartiger Hypothesen ist allerdings die Verfügbarkeit lehrzielorientierter Tests, zu deren Konstruktion die Erziehungswissenschaft eine Vielzahl von Verfahren zur Verfügung stellt (vgl. Klauer 1987).

Anders verhält es sich, wenn **Transferrelationen** zwischen Lehrstoffen zum Gegenstand geographiedidaktischer Forschung gemacht werden. Dabei geht es zunächst um die Frage, ob das Erreichen bestimmter fachimmanenter Lehrziele das Erreichen bestimmter anderer fachimmanenter Lehrziele fördert. Beispiel wäre die Hypothese, dass zunehmende Kenntnisse über ein Entwicklungsland auch gleichzeitig Interesse und Engagementbereitschaft für das Land bewirken. Unabhängige Variable ist hier das Ausmass an Kenntnissen, abhängige Variable ist das Ausmass an Interesse und Engagementbereitschaft. Die Begründung für die Hypothese kann in diesem Fall jedoch nicht allein geographie-immanent erfolgen, sondern wird auf sozialpsychologische Theorien der Einstellungsforschung (vgl. die geographiedidaktische Arbeit von Kross 1976) und Einstellungsmessung (vgl. Leutner 1984) zurückgreifen müssen.

Noch komplexer wird die Angelegenheit, wenn man sich innerhalb geographiedidaktischer Forschung mit Transfereffekten befasst, welche über den Rahmen des Geographieunterrichts hinausgehen und sich z.B. auf die Förderung intellektueller Fähigkeiten beziehen. Eine typische Hypothese wäre hier z.B., dass durch bestimmte unterschiedliche Massnahmen im Geographieunterricht allgemeines räumliches Vorstellungsvermögen von Schülern unterschiedlich gut gefördert werden kann. Unabhängige Variablen sind in diesem Fall die unterschiedlichen Massnahmen im Geographieunter-

richt (z.B. bestimmte unterschiedliche Lehrmethoden oder das Erreichen bestimmter unterschiedlicher Geographie-Lehrziele), abhängige Variable ist die Ausprägung der Persönlichkeitseigenschaft "räumliches Vorstellungsvermögen" als Teilaspekt allgemeiner Intelligenz. Die Begründung der Hypothese ist auf psychologische Theorien der Intelligenz und Intelligenzförderung angewiesen. Ähnlich verhält es sich, wenn die Sichtweise umgedreht wird und z.B. entwicklungspsychologische Voraussetzungen für das Erreichen geographischer Lehrziele innerhalb geographiedidaktischer Forschung thematisiert werden.

Weitere Möglichkeiten empirischer Forschung bestehen in experimentellen Untersuchungen zur Frage, welche **Lehrmethoden** bei welchem Lehrstoff und welchen Schülern für das Erreichen geographischer Lehrziele besonders geeignet sind. Unabhängige Variablen sind in diesem Fall unterschiedliche Realisationsformen von Lehrmethoden (einschliesslich Medien) sowie Klassen oder Typen von Lehrstoffen und Unterschiede zwischen Schülern (z.B. Lernvoraussetzungen wie Interessen, Kenntnisse, Entwicklungsstand etc.). Abhängige Variable ist jeweils die beobachtbare Leistung oder Einstellung der Schüler. Die Begründung der Hypothesen hat vorwiegend unter Rückgriff auf psychologische und erziehungswissenschaftliche Theorien zu erfolgen. Im Kontext von Aptitude-Treatment-Interaktionen (ATI) lassen sich hier möglicherweise auch Ergebnisse fachübergreifender Transferfragestellung verwerten, welche für sich genommen eher weniger zentrale Aspekte des Lehrens und Lernens geographischer Lehrstoffe thematisieren: Denkbar wäre z.B., im Geographieunterricht vor allem diejenigen Lehrmethoden einzusetzen, welche geringe Anforderungen z.B. an räumliches Vorstellungsvermögen stellen und dennoch das Erreichen von Geographie-Lehrzielen sicherstellen.

Insbesondere zu dieser Frage der Erforschung und Entwicklung geeigneter Lehrmethoden und -medien für spezifische geographische Lehrstoffe tut sich ein weites Feld an Möglichkeiten für empirische Forschung auf, welches bislang nur unzureichend abgedeckt worden ist. Man betrachte nur die Vielzahl computerunterstützter Lehr- und Simulationsprogramme, die anlässlich des Amsterdamer Symposiums vorgestellt wurden: Die Entwicklung eines jeden dieser Programme erfordert unzählige didaktische Entscheidungen, die in der Regel ad hoc fallen, ohne jemals zum Gegenstand einer empirischen Überprüfung ihrer Angemessenheit gemacht zu werden.

Abschliessend sei nochmals die Frage aufgegriffen, ob geographiedidaktische Forschung darauf angewiesen ist, ihre Theorien, d.h. ihre Begründungen für Hypothesen bezüglich empirischer Beobachtungen, vorwiegend aus anderen Wissenschaften zu beziehen. Diese Frage ist dann zu verneinen, wenn Geographiedidaktiker sich im Rahmen von Lehrstoffanalysen ausschliesslich mit Hypothesen befassen, die Relationen zwischen geographischen Lehrstoffen betreffen. Sobald dieser Bereich aber überschritten wird, werden theoretische Begründungen für Hypothesen erforderlich, die in Bereiche der Allgemeinen Didaktik und der Psychologie hineinreichen. Um diese Begründungen angemessen verwenden zu können und um zu verhindern, dass das Rad neu erfunden wird, sind entsprechende Kenntnisse der Psychologie und Allgemeinen Didaktik sicherlich hilfreich, wenn nicht gar erforderlich.

Von einer verstärkten Zusammenarbeit vor allem zwischen Fachdidaktikern

und allgemeinen Didaktikern oder Erziehungswissenschaftlern würden wohl beide Arbeitsrichtungen profitieren: Die einen würden mit fachinternen Problemen des Lehrens konfrontiert werden, die sich als fachübergreifend und damit als allgemein- didaktisch relevant erweisen und somit entsprechende allgemein- didaktische Forschung initiieren können. Die anderen würden auf erziehungswissenschaftliche Theorien sowie vorhandene erziehungswissenschaftliche Forschungsmethoden und -ergebnisse zurückgreifen und auf diese Weise - so ist anzunehmen - die Effektivität und Effizienz fachdidaktischer Forschung erhöhen können.

Literatur

- BAUER, L.(1976), Curriculum und Fachdidaktik. In: Bauer, L. & W. Hausmann, Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung: Geographie. München: Oldenburg, S. 12-29.
- BIRKENHAUER, J.(1976), Aufgaben und Stand fachdidaktischer Forschung. In: Bauer, L. & W. Hausmann, Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung: Geographie. München: Oldenburg, S. 103-126.
- BIRKENHAUER, J.(1980a), Stellung der Fachdidaktik zwischen Erziehungswissenschaft und Fachwissenschaft. In: Kreuzer, G. Hg., Didaktik des Geographieunterrichts. Hannover: Schroedel, S. 13-24.
- BIRKENHAUER, J.(1980b), Evaluation und empirische Begleitforschung. In: Kreuzer, G. Hg., Didaktik des Geographieunterrichts. Hannover: Schroedel, S. 314-330.
- BLOOM, B.S. (Hg.)(1972), Taxonomie von Lernzielen im kognitiven Bereich. Weinheim: Beltz.
- ROWN, J.S. & R.R. BURTON (1978), Diagnostic models for procedural bugs in basic mathematical skills. *Cognitive Science* 2, S. 155-192.
- HAUBRICH, (1978), Diskussionsbeitrag. In: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik (Hg.), Freiburger Symposium 1976: Quantitative Didaktik der Geographie. Geographiedidaktische Forschungen. Braunschweig: Westermann, Bd.1, S. 37.
- HAUBRICH, H.(1976), Situation und Perspektive empirischer geographiedidaktischer Forschung. In: Bauer, L. & W. Hausmann, Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung: Geographie. München: Oldenburg, S. 126-139.
- HENDINGER, H.(1980), Das geographische Curriculum - Lernziele, Lehrpläne und Modelle. In: Kreuzer, G. Hg., Didaktik des Geographieunterrichts. Hannover: Schroedel, S. 66-103.
- KLAUER, K.J.(1984), Kognitive Prozesse bei der Multiplikation und Division von Brüchen. Eine Lehrzielanalyse. *Zeitschrift für Empirische Pädagogik und Pädagogische Psychologie* 8, S. 77-90.
- KLAUER, K.J.(1985), Framework for a theory of teaching. *Teacher and Teacher Education* 1, S. 5-17.
- KLAUER, K.J.(1974), Methodik der Lehrzieldefinition und Lehrstoffanalyse. Düsseldorf: Schwann.
- KLAUER, K.J.(1987), Kriteriumsorientierte Tests. Göttingen: Hogrefe.
- KÖCK, H.(1986), Zur methodologischen Grundlegung der Geographiedidaktik. In: Husa, K., C. Vielhaber & H. Wohlschlägl Hg., Festschrift zum 60. Geburtstag von Ernst Troger, Bd. 2, S. 19-46. Beiträge zur Didaktik der Geographie. Wien: Hirt.
- KROSS, E.(1978), Fremde Länder und Völker im Urteil von Schülern - Untersuchungen zur Entstehung und Veränderung von Einstellungen. In: Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik (Hg.), Freiburger Symposium 1976: Quantitative Didaktik der Geographie. Geographiedidaktische Forschungen. Braunschweig: Westermann, Bd 1, S. 192-225.
- LEUTNER, D.(1984), Zur Überprüfung affektiver Lehrziele durch Verfahren der Einstellungsmessung. In: Lüthmann, R. (Hg.)(1984), Spezielle Verfahren der pädagogischen Diagnostik. Braunschweiger Studien zur Erziehungs- und Sozialarbeitswissenschaft, S. 88-116.

- LEUTNER, D.(1985a), Lehrstoffstruktur und Leistung. Ein empirische Studie zu Strukturen und Modellen prozeduralen Wissens, dargestellt an Bruchrechenleistungen. Phil. Diss., RWTH Aachen.
- LEUTNER, D.(1985B), Korrelative Leistungsstrukturen: Ein Beitrag zur facettentheoretischen Lehrstoffanalyse. In: Aurin, K. & B. Schwarz, Hg., Die Erforschung pädagogischer Wirklichkeitsfelder, S. 188-195. Freiburg: Arbeitsgruppe für Empirische Pädagogische Forschung in der DGfE.
- LEUTNER, D. & A. NUSSBAUM (1986), Lehrstoffstrukturen als Netzwerke. Unterrichtswissenschaft 1, S. 80-93.
- LEVY, S.(1981), Lawful role of facets in social theories. In: Borg, Ed.(1981), Multidimensional data representations: When and Why. Ann Arbor, Mich.: Mathesis Press, S. 65-107.
- OBLINGER, H.(1976), Fachwissenschaft und Erziehungswissenschaft in der Geographiedidaktik. In: Bauer, L. & W. Hausmann, Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung: Geographie. München: Oldenburg, S. 96-102.
- ROLLET, B.(1978), Lernpsychologische Untersuchungen als Grundlage geographiedidaktischer Planungen. In: Schrettenbrunner, H., Quantitative Didaktik der Geographie, Teil II. Stuttgart: Klett, S. 39-55.
- SCHOTT, F., K.E. NEEB & J.J.W. WIEBERG (1981), Lehrstoffanalyse und Unterrichtsplanung. Braunschweig: Westermann.
- SCHRETENBRUNNER, H.(1976), Zielsetzungen für eine quantitative Didaktik der Geographie. Der Erdkundeunterricht, Heft 24, S. 3-11.
- SPERLING, W.(1976), Fachwissenschaft und Fachdidaktik. In: Bauer, L. & W. Hausmann, Fachdidaktisches Studium in der Lehrerbildung: Geographie. München: Oldenburg, S. 77-95.
- SUPPES, P.(1967), Some theoretical models for mathematical learning. Journal of Research and Development in Education 1, S. 5-22.

4 ANLAGE EINER UNTERSUCHUNG ZUM RAUMVERSTÄNDNIS VON SCHÜLERN

Martin Hartl
Universität Regensburg

4.1 Zur Forschungsanlage

Bei der vorliegenden Arbeit ist versucht worden, die Anregungen und Vorgaben zu empirischen Arbeiten zu berücksichtigen, wie u.a. Klauer (1980, S.61f), Bunge (1967) und Bortz (1977), sowie Heilig (1980, S.8f; 1984) sie aufgezeigt haben:

- vornehmlich Experimentalforschung, weil hier die Wirkungszusammenhänge der zuvor als wichtig ermittelten Variablen analysiert werden können,
- theoriegeleitete Vorgangsweise, da Theorien immer Erklärungen für Ereignisse geben und Prognosen ermöglichen,
- analytisch, da die Wirkungsweise einzelner Massnahmen in ihre Komponenten analysiert werden kann mit Serien von Untersuchungen, die aufeinander aufbauen, und formativ, da einzelne voneinander isolierbare Effekte einer Massnahme unabhängig voneinander gemessen werden können.

Ein schwerwiegendes Problem bei einer systematischen empirischen Forschung ist das oft nicht vorhandene eindeutige und einheitliche Begriffssystem. Nussbaum (1984, S.58) stellt folgende Anforderungen an Definitionen:

- klare, eindeutige Begriffe (mit Rückgriff auf schon geklärte Begriffe)
- Begriffe, die sich mit den Definitionen anderer Begriffe nicht überschneiden (damit ein eindeutiges, in sich widerspruchsfreies Begriffssystem entsteht). Bei der späteren Diskussion des Begriffes Raum wird besonders deutlich, wie schwierig es ist, diesen Forderungen nachzukommen.

Zu den wichtigsten Aufgaben bei einer empirischen Arbeit gehört die Formulierung des Forschungsproblems. Heilig (1980, S.9) hat die Ansprüche formuliert:

- präzise und unmissverständliche Formulierung,
 - Lösbarkeit mit den vorhandenen wissenschaftlichen Methoden,
 - Signifikanz,
 - zeitliche und finanzielle Machbarkeit,
 - Entwicklung aus einem theoretischen Bezugsrahmen.
- Hypothesen bestimmen nach Heilig (1980, S.11) die Zusammenhänge, die im einzelnen getestet werden sollen. Eine Hypothese muss:
- konzeptional klar und möglichst operational formuliert sein,
 - empirische Referenten haben,
 - möglichst spezifisch sein,
 - Bezug zu wissenschaftlichen Methoden und Techniken haben,
 - aus einer allgemeinen Theorie abgeleitet sein.

Dieser erste Teil einer empirischen Arbeit soll hier dargestellt werden. Nach Bortz (1977, S.3) handelt es sich dabei um die Erkundungs- und theoretische Phase einer empirischen Forschung.

4.2 Einführung in die Problematik und allgemeine Fragestellung der Untersuchung

"Wir wissen noch wenig (bzw. zu wenig) von den geographischen Raumerfahrungen des Ich durch die verschiedenen Altersstufen hindurch. Hier wird deutlich, dass das Problem in der Tat ein Forschungsproblem ist..." (Birkenhauer 1981, S.63).

Im Fach Erdkunde spielt die räumliche Vorstellung von der Grundschule bis in die Sekundarstufe eine wesentliche Rolle. In der Grundschule wird in die Kartenarbeit eingeführt, wobei bereits wichtige räumlich relevante Begriffe wie Orientierung, Verkleinerung, Massstabstreue, zwei- bis dreidimensionale Darstellung u.a. eingebracht werden. Später kommt eine Vielzahl topographischer Begriffe hinzu, und in höheren Jahrgangsstufen geht es um räumliche Phänomene, die an Hand von Modellen beschrieben werden. Dies alles setzt räumliche Vorstellungsfähigkeit voraus. Zentrale Begriffe sind dabei Raum und Vorstellungsfähigkeit, die dann bei entsprechender Internalisierung zu Raumverständnis führen. Schrettenbrunner (1978, S.619f) hat die Zusammenhänge zwischen Intelligenz und räumlicher Vorstellungsfähigkeit belegt und auf besondere Schwierigkeiten beim Kartenlesen hingewiesen. Schäfer (1980, S.5) legt ihrer Untersuchung über Raumverständnis den von Bartels so bezeichneten Chora-Raum mit seinen drei fundamentalen Raumbegriffen Distanz, Richtung und relative Lage (Nystuen 1970) zugrunde. Unter Raumverständnis wird hier die Fähigkeit verstanden, sich mit Hilfe der fundamentalen Raumbegriffe zu orientieren.

Eiot und Lehr (1974, S.51) versuchten mit Hilfe des variierten Piagetschen Drei-Berge-Experiments festzustellen, wie verschiedene spezifische Landschaftsstimuli die Fähigkeit von Kindern beeinflussen, verschiedene Blickwinkel zu identifizieren. Rost (1977, S.121f) versuchte hauptsächlich die Auswirkungen eines Trainings auf die Raumvorstellung zu evaluieren.

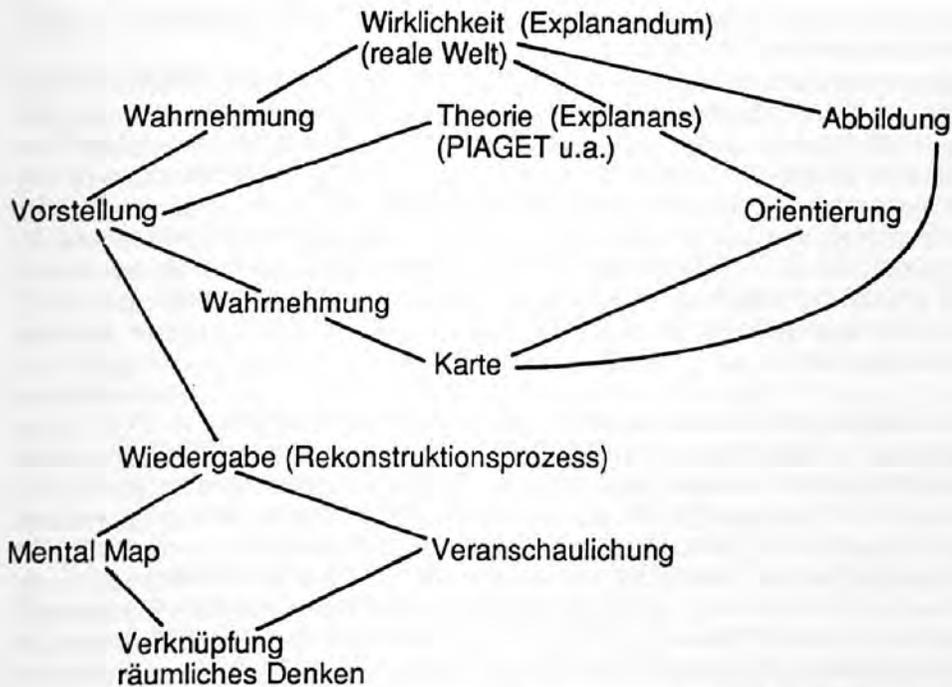
In etlichen geographiedidaktischen Beiträgen wird der Mangel an räumlichem Vorstellungsvermögen bei Schülern kritisiert:

- zum einen fehlende Kenntnisse topographischer Art
- zum anderen fehlende räumliche Vorstellungsfähigkeiten.

Hängen nun die beiden Probleme zusammen? Ist bei geringer räumlicher Vorstellungsfähigkeit das Erlernen topographischer Objekte und ihrer Lage behindert? Wird durch das Erlernen topographischer Begriffe und ihrer Lage die räumliche Vorstellungskraft beeinflusst? Ein weiteres Problem ist die räumliche Orientierung, die im Gelände, auf der Karte und in der Vorstellung stattfinden kann.

Zwei Probleme sollen aus diesem Fragenkomplex herausgegriffen werden. Das eine Problem ist das der räumlichen Orientierung, das andere die auffällige Schwäche vieler Personen bei der (zweidimensionalen) Darstellung von Lagebeziehungen.

Bei diesen Problemen muss man zwei Ebenen (Wahrnehmung und Vorstellung) unterscheiden. Piaget (1971, S.38) drückt dies folgendermassen aus: "Die Wahrnehmung ist das Erkennen der Gegenstände durch einen direkten Kontakt mit ihnen. Die Vorstellung besteht entweder darin, dass man nicht anwesende Gegenstände im Geiste sieht, oder, wenn sie die Wahrnehmung anwesender Gegenstände unterlegt, darin, dass man das Erkennen dieser Gegenstände mittels der Wahrnehmung durch Bezugnahme auf andere, in diesem Augenblick nicht wahrgenommene Gegenstände ergänzt." Dazu kommt, dass grosse Unterschiede bestehen, ob man sich im Gelände oder auf der Karte orientieren soll oder die Verknüpfung beider Fähigkeiten.



Zu dieser von mir graphisch dargestellten Problematik gibt es eine Vielzahl von Arbeiten, die sich zum Teil sehr detailliert zu Einzelaspekten äussern, wobei Arbeiten aus der Biophysik (Campenhausen 1981, Schöne 1980 u.a.), der Physiologie (O'Keefe u.a.1979) und der Psychologie (Piaget, Bruner 1964, Gibson 1969,1973, Olson 1970, Metzger 1975)) berücksichtigt werden müssen.

Zwei Bereiche sind dabei von besonderer Bedeutung:

1. die Wahrnehmung von Raum und die Übertragung dieser Wahrnehmungen auf einen Plan oder eine Karte und
2. die Wahrnehmung der Karte und die Vorstellung dieser, die dann zu einer gewissen Reproduzierbarkeit führen soll.

Diesen zwei Bereichen ist die Orientierung zuzuordnen, also Orientierung im Raum und auf der Karte. Auf der Vorstellungsebene geht es um die Ordnung der Lageverhältnisse von Objekten.

In einer grösseren Arbeit werde ich diese Probleme und Forschungsergebnisse demnächst darstellen und auf ihre Auswirkungen auf die Geographiedidaktik hinweisen.

Die Fragestellung dieser Untersuchung lautet: Gibt es noch Veränderungen in der Raumvorstellungsfähigkeit bei älteren Schülern (ab 15 Jahre) und bei Studierenden. Nach Piaget u.a.(1971) ist die Entwicklung der Raumvorstellung im Alter von 12 Jahren abgeschlossen.

Nachfolgeuntersuchungen von Laurendeau und Pinard (1970) haben im grossen und ganzen die generelle Entwicklungslinie bestätigt und den Abschluss der höchsten Stufe der Raumentwicklung mit 12-15 Jahren angegeben.

4.3 Begriffsbildungen

Ein grosses Problem ist mit der Definition der bei dieser Untersuchung relevanten Begriffe gegeben. "Die Geographie wird deklariert als Raumwissenschaft, Raum (wird)- was auch immer darunter verstanden wird als Zentralbegriff" (Bartels 1974, S. 9) und als "Grundkategorie" (Mittelstädt

1987, S.165) für den Erdkundeunterricht verstanden. Bartels (1974, S.20) nennt vier verschiedene Raumbegriffe: den Raum als Wahrnehmungsgesamtheit (also die Gesamtheit der sichtbaren Gegenstände einer Erdstelle), als Gegenspieler Mensch-Natur (wenn gebaute Umwelt miteinbezogen wird, Mensch-Sachzwang), als dimensionaler Behälter (zweidimensionales Modell der Erdoberfläche, in dem Standorte mit ihren Flächenqualitäten und -ansprüchen sowie Distanzen zwischen ihnen beschrieben werden können) und als sozialdistanzielles Interaktionsgefüge (Bartels und Hard 1975, S.76-77); hier wird noch der Raum als Ökosystem betrachtet, als Modell des strukturell- funktionalen Gefüges verschiedenster Naturelemente (Geofaktoren wie Relief, Klima, Boden usw. und ihre Beziehungen zueinander).

"Was nun den Raumbegriff angeht, so scheint es, dass ihm der Begriff "Ort" vorangegangen ist als der psychologisch einfachere. "Ort" ist zunächst meist ein mit einem Namen bezeichneter (kleiner) Teil der Erdoberfläche. Das Ding, dessen "Ort" ausgesagt wird, ist ein "körperliches Objekt". Der "Ort" erweist sich auch bei simpler Analyse ebenfalls als eine Gruppe körperlicher Objekte. Hat das Wort "Ort" unabhängig davon einen Sinn (bzw. kann man ihm einen Sinn geben)? Wenn man hierauf ein Antwort geben kann, wird man so zu der Auffassung geführt, dass "Raum" (bzw. "Ort") eine Art Ordnung körperlicher Objekte sei und nichts als eine Art körperlicher Objekte" (Einstein 1953, S.XV).

Nun zur anderen Sichtweise: "In einer bestimmten Schachtel können so und so viele Reiskörner oder auch so und so viele Kirschen etc. untergebracht werden. Es handelt sich hier also um die körperlichen Eigenschaften des körperlichen Objektes "Schachtel", die im gleichen Sinne real gedacht werden muss wie die Schachtel selbst. Man mag dies ihren "Raum" nennen. Es mag andere Schachteln geben, die in diesem Sinne gleich grossen Raum haben. Dieser Begriff "Raum" gewinnt so eine vom besonderen körperlichen Objekt losgelöste Bedeutung. Man kann auf diese Weise durch natürliche Erweiterung des "Schachtelraumes" zu dem Begriff eines selbständigen unbeschränkt ausgedehnten Raumes gelangen, in dem alle körperlichen Objekte enthalten sind. Dann erscheint ein körperliches Objekt, das nicht im Raum gelagert wäre, schlechthin undenkbar (Einstein 1953, S.XV). Die beiden begrifflichen Raumauffassungen lauten also:

- die Lagerungsqualität der Körperwelt (1),
- der Raum als Behälter aller körperlicher Objekte (2).

"Reduziert man die Geosphäre bzw. Teile von ihr auf den sie bzw. ihre jeweiligen Teile kennzeichnenden Lagemerkmale, so erhält man den geographischen Raum. Entsprechend darf als Raum im geographischen Sinn nur der Merkmalsraum der Lage-Eigenschaften von Beobachtungsgegenständen auf der physischen Erdoberfläche angesehen werden. Das aber bedeutet zugleich, dass dieses geographische Raumverständnis vom Konzept des relativen (statt des absoluten) Raumes ausgeht" (Köck 1987, S.16). Bei der strittigen Frage, ob die lagebezogene Repräsentation der Geosphäre zwei- bzw. dreidimensional sein kann, kommt Köck zu dem Schluss, dass der geographische Raum je nach interessierendem Sachverhalt als System bald zwei- und letztlich jedoch dreidimensionaler Lagebeziehungen zu verstehen sei.

4.3.1 Der vorgestellte projektiv-euklidische Raum

Wie im Drei-Berge-Experiment demonstriert wird, ist mit der Beherrschung der Koordinaten von Perspektiven der Schritt zum Übergang vom statisch wahrgenommenen zum transformierbaren und vor allem vorgestellten Raum der Erwachsenenwelt getan. "Wenn man die Existenz des eigenen Blickwinkels entdeckt, so bedeutet dies..., dass man ihn unter die übrigen (Blickwinkel) einreicht, d.h. eben ihn von den anderen unterscheidet und mit ihnen koordiniert. Die Wahrnehmung aber ist ihrem Wesen nach unfähig zur Erfüllung dieser Aufgabe, denn sich des eigenen Blickwinkels bewusst werden, heisst tatsächlich, sich davon zu befreien, und dazu ist ein System von (kognitiven) Operationen im eigentlichen Sinne, d.h. untereinander kombinierbaren und reversiblen Operationen, unentbehrlich" (Piaget, Inhelder et al. 1971, S.230). Die Transition von projektiven zu euklidischen, d.h. metrischen Konzepten wird anhand affiner Transformationen, die Parallelen und Geraden, aber nicht Winkel enthalten, untersucht. Der metrische Raum basiert auf den Konzepten der Entfernung, die Äquivalenz von Figuren hängt von ihrer mathematischen Gleichheit ab. Der euklidische Raum lässt sich über euklidische Begriffe beschreiben, "die über die Beibehaltung der Geraden, Parallelen und Würfel bis zur Konstruktion der Koordinaten-Gesamtsysteme reichen" (Piaget u.a. 1971, S.486). Er ist eine Konstruktion des logischen Denkens. Es muss ein Bezugssystem gebildet werden können, in das die die Objekte eingeordnet werden können. Dieses Bezugssystem ist das Koordinatensystem, in welchem die Lage der Objekte und ihre Entfernung zueinander gemessen werden.

4.3.2 Raumvorstellung

Die Raumvorstellung ist ein bedeutsamer Aspekt der Raumerfassung, der Raumkenntnis und des Raumverhaltens. Unter dem Begriff Raumvorstellung kann man eine Gruppe von Fähigkeiten zusammenfassen, die es dem einzelnen ermöglichen, sich gedanklich im zwei- und dreidimensionalen Raum zu bewegen (Rost 1977, S.9). Raumvorstellung ist ein recht komplexes Phänomen, das in verschiedene Komponenten aufgeteilt werden kann. Zu diesen Komponenten gehören nach Rost (1977, S.20) die gedankliche - aber nicht unbedingt bildhafte - Vorstellung von statischen zwei- und dreidimensionalen Objekten und Objektkonfigurationen, wie auch die Veranschaulichung zueinander zu verändernder Objekten und Objektteilen. Bei anderen Komponenten der Raumvorstellung ist die Einordnung der eigenen Person in Bezug zu vorgegebenen Orientierungspunkten im Raum von zentraler Bedeutung. Raumvorstellung ist nicht mit der Perzeption räumlicher Gegebenheiten gleichzusetzen, da nicht die Wahrnehmung, sondern das über die Wahrnehmung hinausgehende Vorstellen und Bewegen, also das gedankliche Handeln mit räumlichen Objekten, Begriffen und Relationen im Vordergrund stehen. Raumvorstellung unterscheidet sich von Wahrnehmungsprozessen, die nur das Erkennen von Einzelheiten in einer Objektfläche verlangen, dadurch dass das Bewegen eines Gegenstandes vorstellungsmässig erforderlich ist. Raumvorstellung baut sich auf Grund der haptischen, auditiven und visuellen Wahrnehmung auf. Sie geht aber über diese Wahrnehmungen hinaus und erlaubt eine differenziertere Raumwahrnehmung. Raumvorstellung und Raumwahrnehmung können nicht direkt beobachtet werden. Sie müssen aus dem Raumverhalten (Bewegen und Orientieren im Raum) erschlossen werden. Ein Problem besteht darin, dass die geographische Betrachtung von Raum nicht ohne weiteres auf psychologische Raumbetrachtung übertragen werden

kann, da in der Regel viel kleinere Massstäbe vorhanden sind. Piaget hat Räume untersucht, die mit den geographischen Räumen nicht unbedingt identisch sind. Gegenstand der Untersuchungen Piagets (1975, S. 23) ist nicht die Entwicklung des Raumes allgemein, sondern die des vorgestellten Raumes. Vergleicht man die Definitionen von geographischem Raum (Köck 1987) und dem vorgestellten euklidischen Raum (Piaget), so wird man feststellen, dass es grosse Übereinstimmungen gibt. Der geographische Raum ist - eben weil er mit Hilfe euklidischer Gesetze durch die Geodäsie beschrieben wird - euklidisch.

4.4 Zur Theorie PIAGETS und zur Theorie der Primärfaktoren der Intelligenz

Es wurden verschiedene Theorien zur Raumvorstellung überprüft, wobei die entwicklungspsychologischen Ansätze von Stückrath und Piaget sowie die wahrnehmungspsychologischen Ansätze von Bruner, Gibson und Olson bearbeitet wurden. Es wurde aber auf die Theorie von Piaget zurückgegriffen, da hier der Raumbegriff am besten operationalisiert wurde. Nun zu den wichtigsten Punkten in Piagets Darstellung.

1. Kindliches Denken unterscheidet sich quantitativ und qualitativ von Erwachsenen. Es ist also keine Miniaturausgabe von dem Denken der Erwachsenen, sondern geschieht in eigener Weise.
2. Piaget nimmt Phasen an: Räumliche Vorstellungen werden erlernt und entsprechen in ihrer Struktur Entwicklungsstadien des Menschen.
 - Die sensomotorische Phase (bis Ende des 2. Lebensjahrs): Das Kind ist zu intelligentem Verhalten fähig, bezogen auf Handlungen, jedoch noch nicht auf Vorstellungen.
 - Die präoperationale Phase (2.-7.Lebensjahr): Raumvorstellungen und andere Annahmen sind egozentriert, d.h. auf eine Person oder den Standort des Kindes hin orientiert. Die äussere Welt kann in Symbolen vom Kind vorgestellt und auch wiedergegeben werden.
 - Die konkretoperationale Phase (7.-12.Lebensjahr): Objekte können nach Eigenschaften geordnet werden. Das Kind kann auch Untermengen begreifen.
 - Die formaloperationale Phase (12.-15.Lebensjahr): Logische Operationen auf der Ebene der Ideen können vollzogen werden, so können z.B. Vorstellungen klassifiziert werden.
3. Nicht nur durch Wahrnehmung, sondern durch Handeln im Raum erwirbt das Kind im wesentlichen seine Raumvorstellung.
4. Die Phasen sind durch Entwicklungs- und Veränderungsmechanismen miteinander verbunden. (Assimilation bedeutet die Anstrengung, neue und unterschiedliche Erfahrungen in bestehende kognitive Strukturen einzugliedern. Akkomodation bedeutet die Anpassung dieser kognitiven Strukturen an die Aussenwelt mit dem Ziel, diese zu verstehen oder sich erfolgreicher mit ihr auseinanderzusetzen). Assimilation und Akkomodation finden gleichzeitig statt mit fortschreitender Koordinierung beider. Diese Koordination erwächst aus dem ständigen Zusammenwirken von Umwelt und innerem Abbild. Kognitive Abbilder bekommen eine grössere Stabilität und Flexibilität. Dieser Koordinationsprozess wird Äquilibration genannt.
5. Drei Klassen spezifisch räumlicher Wahrnehmung werden unterschieden: topologische, projektive und euklidische (topologische sind qualitative wie nah und fern, offen und geschlossen, projektive sind Beziehungen zu einer Richtung oder einem Blickfeld und euklidisch-metrische sind Achsen- oder Koordinatenbeziehungen).

Piagets Theorie und seine experimentellen Ergebnisse sind durch eine Fülle von Nachfolgeuntersuchungen grossenteils bestätigt worden, es wurde aber auch Kritik laut.

1. Es gibt grundsätzliche Einwände gegen Piagets allgemeines Erklärungsmodell der kognitiven Entwicklung, vor allem wegen ungenügender Berücksichtigung von Umwelteinflüssen (Vorwissen, Vorerfahrungen, Schulungsmöglichkeiten).
2. In seinem Buch "Die Entwicklung des räumlichen Denkens" macht er kaum Aussagen über Anzahl, Altersverteilung, soziokulturellen Hintergrund, sowie die Kriterien für die Auswahl der Versuchspersonen.
3. Das Leistungsverhalten ist in sehr viel stärkerem Masse von den Versuchsbedingungen und der Art der Aufgabenstellung abhängig als bei Piaget zum Ausdruck kommt.
4. Die Zeitangaben erscheinen im Hinblick auf die Entwicklung von geometrischen Begriffen problematisch. Fishbein und Brainerd haben Unstimmigkeiten nachgewiesen (Drei-Berge-Versuch in vereinfachter Form schon im Vorschulalter erfolgreich durchgeführt, bzw. euklidische Begriffe erst im Erwachsenenalter voll verfügbar oder sogar nie voll verfügbar).
5. Umstritten ist auch die funktional scharfe Trennung zwischen Wahrnehmung und Vorstellung.

Trotz aller Kritik am Ansatz Piagets kann die generelle Linie im räumlichen Denken beim Kinde vom topologischen über den projektiven hin zum metrischen Raume als gesichert gelten (Laurenau und Pinard 1970). Flavell (1963, S.412) meint: "Noch lange wird Piagets System ein nicht zu übergehender Bezugs- und Berührungspunkt sein ..."

Ich möchte direkt an eine bewährte Theorie anknüpfen und daraus gezielte Hypothesen ableiten. Nach Piaget und Nachfolgeuntersuchungen ist spätestens im Alter von 15 Jahren die Entwicklung der Raumvorstellung abgeschlossen. Hier soll nun die Untersuchung ansetzen. Versuchspersonen älter als 15 Jahre müssten eine topologische, projektive und euklidische Sichtweise des Raumes besitzen.

Bei der Bearbeitung dieser Problematik wird auf die Primärfaktoren der Intelligenz zurückgegriffen. Spearman (1927), Thurstone (1938), Guildford (1960, 1965, 1967 und 1971) gelang es mit Hilfe des faktorenanalytischen Ansatzes mehrere unabhängige Faktoren der Intelligenz aus einer Gruppe von Testaufgaben zu isolieren. Dabei erwies es sich als sinnvoll, 7 Faktorengruppen (verbal=Wortverständnis, word=Wortflüssigkeit, Wortschatz, number=Rechengewandtheit, perception = Auffassungsgeschwindigkeit, space=Raumvorstellung, memory= Gedächtnis, Merkfähigkeit, reasoning = logisches Denken, Problemlösen) voneinander zu unterscheiden. Bei der geplanten Untersuchung geht es hauptsächlich um den Faktor 'space', am Rande um reasoning und memory. Die Theorie der multiplen Faktoren (Thurstone, Guildford) betont nicht ein hierarchisches System der Intelligenz, sondern Gruppenfaktoren, die auf gleicher Ebene liegen.

Guildford (1965, S.364,371) konnte den Faktor space in Subfaktoren aufspalten: räumliche Orientierungsfähigkeit (spatial orientation) und visuelle Anschauungskraft (visualisation). Thurstone (1950, S.2-3) geht von 3 Faktoren aus : S1, S2, S3.

S1: (spatial relation) Fähigkeit, sich eine vollständige Konfiguration vorzustellen, wenn sie in verschiedene Positionen bewegt wird.
Räumliche Beziehungen werden vor allen Dingen bei Testaufgaben

erfasst, bei denen sich die Versuchspersonen verschiedene Ansichten eines Gegenstandes ohne anschauliche Hilfe vorstellen müssen (Pawlik 1968, S. 337).

- S3: (orientation) Fähigkeit über räumliche Beziehungen zu denken, wenn dabei die Körperorientierung ein wesentlicher Teil des Problems ist. Die statistische Eigenständigkeit von S3 und S1 ist ungeklärt (nach Pawlik wurden beide noch nicht innerhalb derselben Faktorenanalyse gefunden und bei vielen Untersuchungen laden Markiervariablen von beiden Faktoren in denselben Faktor). Räumliche Orientierung (S3) bedeutet, dass sich eine Person richtig im (vergleichbaren) Raum einordnen kann. Tests, die räumliche Orientierung erfassen, scheinen vom Probanden zusätzlich zur Einschätzung der Lage und Konfiguration der Objekte im zwei und dreidimensionalen Raum vor allem zu verlangen, dass die Relation zum eigenen Körper beachtet wird. Begriffe wie hoch, tief, rechts, links, nah, fern usw. scheinen eine wichtige Rolle zu spielen.
- S2: (visualization): Ist "die Fähigkeit, vorgestellte Bewegungen im dreidimensionalen Raum zu begreifen oder die Fähigkeit, Objekte in der Vorstellung zu bewegen... Es gibt einige Hinweise dafür, dass entweder Visualisation oder räumliche Orientierung als dreidimensionaler Raumfaktor interpretiert werden kann" (French 1951, S.247). Guildford (1965, S.371) spricht von der "Fähigkeit zur anschaulichen Umorientierung oder Umgliederung eines Sehdinges". Werdelin (1965, S.77) und Thurstone (1949, 1950) betonen, dass Visualisation (Vz) sich von S1 dadurch unterscheidet, dass bei Vz die Figur intern in ihren einzelnen Teilen bewegt wird oder dass einzelne Teile zueinander gedanklich in Beziehung gesetzt bzw. manipuliert werden.

4.5 Hypothesen

Ausgehend von den oben dargestellten Überlegungen Piagets soll die Frage einer Veränderung der Raumvorstellungsfähigkeit bei Schülern untersucht werden, die älter als 15 Jahre sind. Zudem soll der Versuch unternommen werden festzustellen, ob geographische Arbeitsmittel wie Karte und Luftbilder einen Einfluss auf die Raumvorstellungsfähigkeit besitzen. So ergeben sich folgende Nullhypothesen:

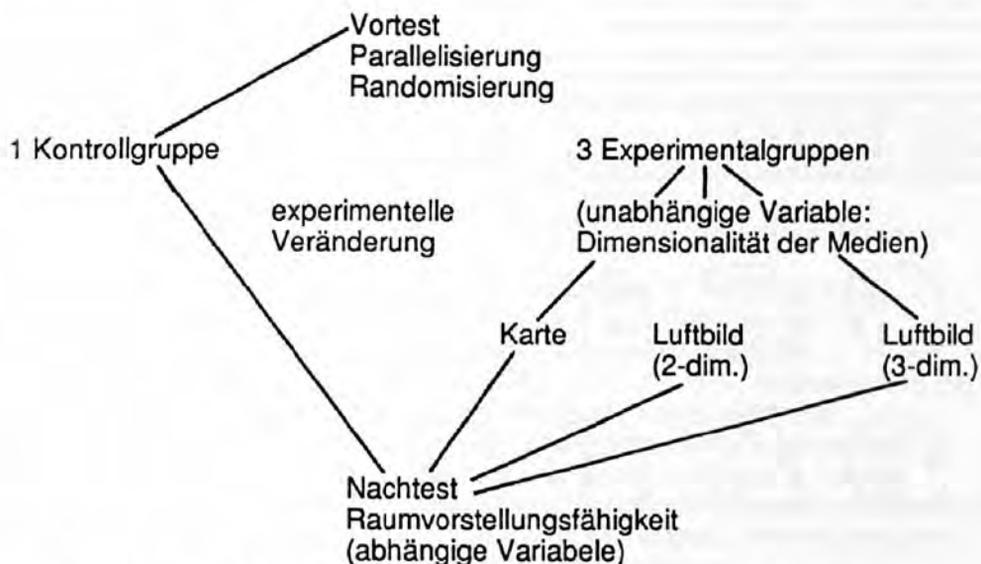
- H1 Wenn Schüler 15 Jahre und älter sind, dann ergeben sich keine Unterschiede bei der Raumvorstellungsfähigkeit zu Schülern unter 15.
- H2 Wenn mit Unterrichtsverfahren unter Verwendung von Karte und Luftbild gearbeitet wird, dann ergeben sich zwischen Kontroll- und Experimentiergruppen keine Unterschiede.
- H3 Wenn topographisches Wissen reproduziert werden soll, dann ist hauptsächlich der Faktor memory von Bedeutung. (Nullhypothesen)

4.6 Planung und Durchführung

Die Planung des Feldexperimentes soll wie folgt ablaufen:

- Stichprobe, - Versuchsplanung, - Durchführung mit

1. Vortest,
2. Gruppenzusammenstellung,
3. experimentelle Manipulation,
4. Nachtest.



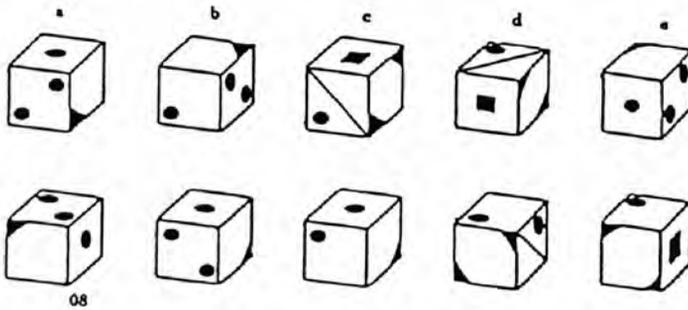
Das Verfahren soll nun in 3 Alterstufen ablaufen, bei 15-, 18- und 21jährigen. Es sollen je vier Klassen mit den Altersstufen 15 und Jahre aus Regensburger Gymnasien ausgewählt werden, dabei kann man die in Frage kommenden Klassen durchnummerieren und nach dem Zufallsprinzip auswählen. Zusätzlich sollen 4 Gruppen mit Studierenden (21 Jahre) gebildet werden. Will man nach Bortz (1985, S.12) von vorneherein eine möglichst gute Vergleichbarkeit der unter den verschiedenen Bedingungen der unabhängigen Variablen untersuchten Personenstichproben gewährleisten, müssen die Stichproben vor der Untersuchung parallelisiert werden. Diese Prozedur setzt voraus, dass diejenigen Kontrollvariablen, die als Parallelisierungskriterium eingesetzt werden, vor der Untersuchung erhoben werden.

| 7 | 8 | 9 | 10 |
|---|---|---|----|
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Jetzt werden Ihnen 5 Würfel vorgegeben, die Würfel a, b, c, d, e. Auf jedem Würfel sind sechs verschiedene Zeichen. Drei davon kann man sehen.

Jede der Aufgaben 141—160 zeigt einen der vorgegebenen Würfel in veränderter Lage. Sie sollen herausfinden, um **welchen** der vorgegebenen Würfel es sich handelt. Der Würfel kann gedreht, gekippt oder gedreht und gekippt worden sein. Dabei kann natürlich auch ein neues Zeichen sichtbar werden.

Dazu noch der Hinweis, daß die vorgegebenen Würfel a, b, c, d, e verschiedene Würfel sind. Sie tragen zwar die gleichen Zeichen, aber in verschiedener Lage.



08 Dieses Beispiel zeigt den Würfel a in veränderter Lage, deshalb ist auf Ihrem Antwortbogen unter Beispiel 08 das a markiert. Bei dem zweiten Beispiel handelt es sich um den Würfel e, bei dem dritten Beispiel um den Würfel b. Das vierte Beispiel zeigt den Würfel c, das fünfte den Würfel d.

Abb. 4.2: Würfelaufgaben aus IST von Amthauer

Jede der folgenden Aufgaben besteht aus zwei Abbildungen eines durchsichtigen Würfels, in dem sich ein oder zwei Kabel befinden. Die erste Abbildung (links) zeigt Ihnen stets die Vorderansicht (Frontansicht) des Würfels; auf dem rechten Bild daneben ist derselbe Würfel noch einmal abgebildet; Sie sollen herausfinden, ob von rechts (r), links (l), unten (u), oben (o), oder hinten (h).

Beispielaufgabe:

(A) : r
(B) : l
(C) : u
(D) : o
(E) : h

Hier sehen Sie den Würfel von vorne! Hier sehen Sie den Würfel von ___ ?

Auf dem rechten Bild ist der Würfel von oben abgebildet;
Sie müßten auf ihrem Antwortbogen unter der entsprechenden Aufgabennummer D markieren.

Abb. 4.3: Schlauchfiguren aus TMS

Während der nun folgenden experimentellen Manipulation erhalten die Experimentalgruppen eine gezielte Förderung mit Hilfe von drei Unterrichtsprogrammen mit den Inhalten Karte, Luftbild und Luftbild dreidimensional.

Nach Abschluss der Trainingsperiode werden alle Probanden wieder mit den in der Eingangsphase verwendeten Aufgaben getestet.

Testverfahren

Neben den in Deutschland am weitesten verbreiteten space-Indikatoren: Untertest 8 (Abb.4.1) aus dem Leistungs-Prüf-System (LPS) von Horn (1962) und dem Subtest Würfelaufgaben (Abb.2) aus dem Intelligenz-Struktur-Test (IST) von Amthauer (1973) soll als neuer Aufgabentyp der Schlauchfigurentest (Test für medizinische Studiengänge:TMS) eingesetzt werden (Abb.4.3).

Nach Stumpf und Fay (1983) sind die Schlauchfiguren ein neuartiger Aufgabentyp zur Prüfung der Raumvorstellung. Aus Gründen der Inhaltsvalidität wurden sie von vorneherein als dreidimensionale Problemstellungen konzipiert, um der Gefahr vorzubeugen, insbesondere bei leistungsfähigeren Probanden mehr die Wahrnehmungs- denn die Raumvorstellungsfähigkeit zu erfassen (Zimmermann'sche Kontinuums-hypothese: Die einzelnen Raumfaktoren sind durch ihre Lage auf einem durch wachsenden Schwierigkeitsgrad gekennzeichneten Kontinuum bestimmt. Endpunkte dieses Kontinuums sind die Intelligenzfaktoren Perceptual speed (P) und Reasoning (R). Es ergibt sich folgende Anordnung: sehr leicht P --- SO --- R --- Vz --- R sehr schwer). Die Schlauchfiguren stellen eine Weiterentwicklung der herkömmlichen Würfelaufgaben dar und weisen zudem den Vorteil auf, dass inhaltsparallele Items praktisch in beliebiger Menge nach dem Verfahren der generativen Regeln auf ökonomische Weise konstruiert werden können.

Nehmen Sie zum Beispiel an, Sie seien bei Ihrem Tätigkeitswechsel in eine neue Stadt gezogen. Ihre Wohnung liegt weit vom Arbeitsplatz entfernt. Wegen Einbahnstraßen und Baustellen sind Sie außerdem gezwungen, mit Ihrem Fahrzeug einen weiten Umweg zu wählen. Auf dem Stadtplan haben Sie sich den günstigsten Weg ausgesucht und eingezeichnet. Prägen Sie sich den Weg genau ein.

Später wird Ihnen der Plan ohne die Kennzeichnung des richtigen Weges vorgelegt und Sie sollen den Weg aus der Erinnerung wieder einzeichnen.

Zum Erlernen des Weges haben Sie nur e i n e Minute Zeit.



Abb. 4.4: Lern- und Gedächtnistest 3: Plan

Die Aufgaben sind im Fünffach-Wahl-Modus zu beantworten. Vorgegeben ist die Vorderansicht eines durchsichtigen Würfels, in dem sich ein schlauchartiges Gebilde befindet. Auf dem danebenstehenden Bild ist der Würfel von einer anderen Seite abgebildet, wobei die Probanden herausfinden müssen, ob der Würfel von rechts, links, oben oder unten

dargestellt ist. Es liegen derzeit Normen für die Formen A und B für Haupt- und Mittelschulabsolventen sowie Abiturienten und Lehrstellenbewerber vor (Altersbereich 15-20 Jahre). Aber auch bei älteren Probanden können Schlauchfiguren zur Anwendung kommen.

Das Verfahren (Lern und Gedächtnistest 3) ist konzipiert worden, Lernfähigkeit (im Sinne von rascher Auffassungsgabe und Einprägungsfähigkeit) und Gedächtnis (im Sinne von Merk-, Behaltens- und Reproduktionsfähigkeit) zu erfassen. Im Rahmen der vorhandenen Gedächtniskonzeptionen wird mit dem LGT-3 mittelfristiges Behalten überprüft.

Es müssen 6 Aufgaben bewältigt werden:

1. PLAN (Abb.4.4): Ein Weg auf einem Stadtplan ist einzuprägen (1 Min. Lernzeit, 2 Min. Wiedergabezeit).
2. TÜRK: 20 deutsch-türkische Wortpaare müssen erkannt und später aus mehreren Vorgaben herausgefunden werden (1 Min. Lernzeit, 2 Min. Wiedergabezeit).
3. GEG: 20 Gegenstände auf Bildern sind einzuprägen und in der Reproduktionsphase frei wiederzugeben (1 Min. Lernzeit, 2 Min. Wiedergabezeit).
4. TEL: 13 Verbindungen zwischen Namen und Telefonnummern sind zu merken (2 Min. Lernzeit, 2 Min. Wiedergabezeit).
5. BAU: Details über den Bau einer Bibliothek sind zu lernen. Aufgrund von Fragen wird das Behalten der Details überprüft (1 Min. Lernzeit, 4 Min. Wiedergabezeit).
6. ZEI: 20 Zeichen, die in unterschiedliche Umrandungen eingefügt sind, müssen erlernt werden. In der Prüfphase müssen die entsprechenden Umrandungen den Zeichen zugeordnet werden (1 Min. Lernzeit, 4 Min. Wiedergabezeit).

Das Verfahren kann bei Probanden zwischen 16 und 35 Jahren mit gehobener Bildung (Gymnasiasten, Abiturienten, Studenten) angewendet werden.

4.7 Zusammenfassung

Die räumliche Vorstellung spielt im Fach Erdkunde von der Grundschule bis zur Sekundarstufe eine wesentliche Rolle. Piaget untersuchte die Entwicklung der räumlichen Vorstellung bis zum 15. Lebensjahr. Spearman, Thurstone und Guildford haben mit Hilfe des faktorenanalytischen Ansatzes mehrere unabhängige Faktoren der Intelligenz aus einer Gruppe von Testaufgaben isoliert, wobei der Faktor Raumvorstellung hier besonders untersucht werden soll. Die Faktoren Gedächtnis und logisches Denken sollen aber mit berücksichtigt werden. Ausgehend von den Überlegungen Piagets soll die Frage einer Veränderung der Raumvorstellungsfähigkeit bei Schülern untersucht werden, die älter als 15 Jahre sind. Zudem soll der Versuch unternommen werden festzustellen, ob geographische Arbeitsmittel wie Karte und Luftbild einen Einfluss auf die Raumvorstellungsfähigkeit besitzen. Die Durchführung der Untersuchung erfolgt in Form eines 2-Gruppenplanes mit Kontroll- und Experimentalgruppen.

Literatur

- BARTELS, D.(1974), Schwierigkeiten mit dem Raumbegriff in der Geographie. In:Geographica Helvetica 2/3, S.7-21.
- BARTELS, D. und G. HARD (1975), Lotsenbuch für das Studium der Geographie als Lehrfach. Bonn, Kiel.
- BIRKENHAUER, J.(1981), Überlegungen zum Aufbau eines räumlichen Kontinuums in der Sekundarstufe I. In: Hendinger, H. und H. Schrand, Curriculumskonzepte in der Geographie. Köln, S. 55-72.
- BORTZ, J.(1985), Lehrbuch der Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin.
- BRAINERD, Ch.J.(1977), Cognitive Development and Instructional Theory. University of Western Ontario.
- BRUNER, J.S.(1964), The Course of Cognitive Growth. In: American Psychologist 19, S. 1-15.
- BRUNER, J.S.(1970), Der Prozess der Erziehung. Berlin.
- BUNGE, M.(1967), Scientific Research I, II. New York, Heidelberg, Berlin.
- CAMPENHAUSEN, Ch.v.(1981), Die Sinne des Menschen. Stuttgart, New York.
- EINSTEIN, A.(1953), Vorwort zu "Das Problem des Raumes". In: Jammer, M., Das Problem des Raumes. Darmstadt 1980.
- ELIOT, J. und E. LEHR(1974), Über das räumliche Denken beim Kinde. Zeitschrift für Pädagogik, S. 47-55.
- FISCHBEIN,H.D., LEWIS,S. und K. KEIFFER(1972), Children's Understanding of Spatial Relations: Coordination of Perspectives. Development Psychology 7, 1.
- FLAVELL, J.H.(1963), The Developmental Psychology of Jean Piaget. New York.
- FRENCH, J.W.(1951), The description of aptitude and achievement tests in terms of rotated factors. Psychometr. Monogr. 5.
- GIBSON, J.J.(1969), Principles of Perceptual Learning and Development. New York.
- GIBSON, J.J.(1973), Die Sinne und der Prozess der Wahrnehmung. Bern.
- GUILFORD, J.P.(1965), Persönlichkeit. Weinheim.
- GUILFORD, J.P.(1967), The nature of human intelligence. New York.
- GUILFORD, J.P., R. HOEPFNER (1971), The analysis of intelligence. New York.
- GUILFORD, J.P., P.R. Merrifield(1960), The structure of intellect modell: Its use and implications. Reports No. 24, Psych. Lab., University of South California.
- HEILIG, G. et al.(1980), Einführung in statistische Verfahren. Der Erdkundeunterricht 35, Stuttgart.
- HEILIG, G.(1984), Schülereinstellungen zum Fach Erdkunde. Geographiedidaktische Forschungen 10, Berlin.
- KLAUER, K.J.(1980), Experimentelle Unterrichtsforschung. Unterrichtswissenschaft, S. 61-72.
- KÖCK, H.(1987), Räumliche Ordnung-universale und geographische Kategorie. In: KÖCK, H. Hg(1987), Mensch und Raum, Paul Schäfer zum 65. Geburtstag. Hildesheim.
- LAURENDEAU, M. und P.PINARD(1970), The Development of the Concept of space in the Child. New York.
- METZGER, W.(1975), Gesetze des Sehens. Frankfurt.
- MITTELSTÄDT, F.-G.(1987), Die Welt in den Köpfen der Schüler. Erfahrungspsychologische Anmerkungen zu den räumlichen Bindungen des Menschen als Grundlage für ein geogr. Curriculum in der Sekundarstufe I. Geographische Rundschau 39, S. 165-166.
- NUSSBAUM, A.(1984), Entdeckendes Lernen: Probleme der Forschung und mögliche Lösungen. Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie 16, S. 57-76.
- NYSTUEN, J.D.(1970), Zur Bestimmung einiger fundamentaler Raumbegriffe. In: Bartels, D. Hg., Wirtschafts-und Sozialgeographie. Köln, Berlin.
- O'KEEFE, J. und L. NADEL(1979), The Hippocampus as a Cognitive Map. The Behavioral and Brain Sciences 2, S. 487-533.

- OLSON, D.R.(1970), *Cognitive Development. The Child's Acquisition of Diagonality*. New York.
- PAWLIK, K.(1968), *Dimensionen des Verhaltens*. Bern.
- PIAGET, J., B. INHELDER et al.(1971), *Die Entwicklung des räumlichen Denkens beim Kinde*. Stuttgart.
- ROST, D.H.(1977), *Raumvorstellung*. Weinheim und Basel.
- SCHÄFER, G.(1980), *Die Entwicklung des geographischen Raumverständnisses im Grundschulalter*. Essen.
- SCHÖNE, H.(1980), *Orientierung im Raum*. Stuttgart.
- SCHRETTENBRUNNER, H.(1978), *Die Bedeutung räumlicher Vorstellungsfähigkeit der Schüler für den Unterricht mit Karten*. In: *Tagungsberichte und wissenschaftliche Abhandlungen, Geographentag*. Mainz, Wiesbaden, S. 619-629.
- SPEARMAN, C.(1955), *The abilities of man*. London.
- STÜCKRATH, F.(1955), *Kind und Raum*. München.
- THURSTONE, L.L.(1938), *Primary mental abilities*. In: *Psychometrische Monogr.* 1. Chicago.
- THURSTONE, L.L.(1938), *The perceptual factor*. *Psychometrika* 3, S.1-17.
- THURSTONE, L.L.(1950), *Individual and group tests of mechanical aptitude*. *Psycho. Labor.*, Report No 57, Chicago.
- THURSTONE, L.L.(1950), *Some primary mental abilities in visual thinking*. *Psychometric Laboratory Report*, No. 59, Chicago.
- THURSTONE, L.L. und I.G. THURSTONE(1949), *Mechanical aptitude, III, analysis of group tests*. Chicago.
- WERDELIN, J.(1961), *Geometrical ability and the space factors in boys and girls*. Lund und Copenhagen.
- ZIMMERMAN, W.S.(1954), *Hypothesis Concerning the Nature of Spatial Factors*. *Educational Psychology* 14.

Testverfahren

- AMTHAUER, R.(1973), *Intelligenz-Struktur-Test (IST)*. Göttingen.
- BÄUMLER, G.(1974), *Lern- und Gedächtnistest LGT-3*. Göttingen.
- HORN, W.(1962), *Leistungsprüfsystem LPS*. Göttingen.
- STUMPF, H. und E. FAY(1981), *Entwicklung eines neuartigen Aufgabentyps zur Erfassung des räumlichen Vorstellungsvermögens*. *Diagnostica* 27, S.157-174.

5 EINE FACHDIDAKTISCHE UNTERSUCHUNG ÜBER DIE KARTEN-ANALYSEFÄHIGKEITEN VON SCHÜLERN DER SEKUNDARSTUFE II

J.A. van der Schee
Vrije Universiteit Amsterdam

5.1 Einleitung

Wie eine Untersuchung von Ormeling (1986) ergab, sind viele der Karten, die niederländischen Politikern als Hilfsmittel bei Entscheidungen über räumliche Probleme vorgelegt werden, besonders unübersichtlich. Bei 54 % der ungefähr 500 von Ormeling untersuchten Karten gibt es "Fehler, die die Informationsübertragung ernsthaft erschweren oder auch die Mitteilung verzerren, vor allem bei einer Verkleinerung der Karte und bei der Legende". Informationen über wichtige politische Fragen, wie z.B. die möglichen Niederlassungen von Kernkraftwerken in den Niederlanden, werden mit Kärtchen versehen, die wegen zu grosser Anzahl von Daten auf der Karte und Auslassungen in der Legende fast unlesbar sind. Es stellt sich die Frage, ob solche Kärtchen dazu beitragen, eine räumliche Vorstellung vom dargestellten Gebiet zu vermitteln.

Ormeling (1972) unterscheidet zwischen optischer und semantischer Lesbarkeit der Karten. Bei optischer Lesbarkeit geht es um die Frage, ob die einzelnen Kartenelemente wahrgenommen werden können. Ein wichtiger Aspekt hierbei ist die Kontrastwirkung sowie die Anzahl und die Form der Karten-symbole. Semantische Lesbarkeit ist "ein Mass für die Frage, ob eine räumliche Vorstellung entsteht oder nicht, also ob auf einen Blick die Streuung, Grösse oder Intensität einer Erscheinung wahrgenommen werden kann". Optische Lesbarkeit ist eine Bedingung für semantische Lesbarkeit. Wie wichtig eine gute kartographische Wiedergabe ist, weiss jeder, der sich regelmässig mit Hilfe von Karten in einem Gebiet zu orientieren oder Einsicht in die Gliederung eines Gebietes zu erwerben versucht. Hiermit wird die Frage noch nicht beantwortet, wie die räumliche Vorstellung von einem Gebiet anhand von Karten zustande kommt. Karten sind mehr als eine Summe der graphischen Elemente. Karten stellen Informationen über die 'Lage' und 'Situation' der Erscheinungen dar. Ausserdem legen Karten alle Daten in einem Bild fest und bieten auf diese Weise die Möglichkeit, sowohl die räumliche Verteilung von Erscheinungen als auch bestimmte Zusammenhänge zwischen verschiedenen Arten räumlich lokalisierter Erscheinungen wahrzunehmen (Kolacny 1969, S. 49; Guelke 1977, S. 137). Das Sehen eines Gesamtbildes ist eine wichtige Bedingung für das Abfassen generalisierender Aussagen über die räumliche Verteilung und den Zusammenhang von Erscheinungen. Hüttermann (1979, S. 11) behauptet: "Alle abgebildeten Informationen sind primäre Informationen, alle aus der geographischen Interpretation der primäre Informationen gewonnenen Erkenntnisse sind sekundäre Informationen". Bei den sekundären Informationen handelt es sich nicht nur um die Semantik oder das Bild, sondern auch um die Syntax oder Struktur der Informationen. Die geographische Arbeitsweise legt die Syntax der Karteninformation offen, denn durch das

Anordnen von auf einer Karte lokalisierten Erscheinungen in räumliche Verteilungen wird die Gliederung eines Gebietes deutlich und die Entstehung einem räumlicher Vorstellung möglich.

Es sind schon viele Untersuchungen durchgeführt worden über die Kartenlesefähigkeit von Schülern ab dem Grundschulunterricht (unter anderen Dent 1972; Noyes 1979; Miller 1982). Aus diesen Untersuchungen kann eine Anzahl Empfehlungen abgeleitet werden sowohl über die Darstellung der Informationen auf einer Karte als auch über das Training der Kartenlesefähigkeit. Mindestens so wichtig wie die Untersuchung der Fähigkeit von Schülern beim Identifizieren und Benennen der Erscheinungen auf einer Karte mit Hilfe einer Legende sind laut Muehrcke (1974, S. 52) Untersuchungen über das Verständnis von 'beyond map symbols'. Untersuchungen auf diesem Gebiet sind selten. Ein Beitrag zu dieser letzten Art von Analyse wird in diesem Aufsatz beschrieben. Er betrifft eine Untersuchung über den Gebrauch geographischer Denkfähigkeiten beim Analysieren von Karten durch Schüler aus dem vierten Schuljahr des V.W.O. (zu vergleichen mit dem Gymnasium) (Van der Schee, 1987). Bevor Leitfragen, Ziele und Resultate der Untersuchung vorgestellt werden, ist eine Klärung der Fachausdrücke geographischer Denkfähigkeit und Kartenanalyse erforderlich.

5.2 Geographische Denkfähigkeiten und Kartenanalyse

Posner und Strike (1976, S. 670) unterscheiden in Hinsicht auf die Fachinhalte drei Komponenten:

1. empirische Erscheinungen, d. h. die Erscheinungen der Wirklichkeit, die von einer bestimmten Wissenschaft erforscht werden,
2. den Prozess, um sich Kenntnisse anzueignen, d. h. die Benutzung von mit Handlungen eingewobenen fachwissenschaftliche Begriffen mit deren Hilfe Erscheinungen in ein bestimmtes Fachgebiet eingeordnet und interpretiert werden,
3. konzeptuelle Systeme, d.h. zusammenhängende, begriffliche Kenntniseinheiten, die als Produkt der Einordnung und Interpretation empirischer Erscheinungen entstehen.

Das Unterscheiden dieser drei Komponenten hält van Westrhenen (1986, S. 302) für sehr wichtig bei der Aneignung und der Übertragung von Kenntnissen: "Sachverständige kommunizieren miteinander über Erscheinungen mit Hilfe begrifflicher Kenntnis. Diese Kenntnisse sind jedoch das Resultat von den in der Disziplin angewendeten Methoden. Mit deren Hilfe werden neue begriffsmässige Kenntnisse erzeugt und den bestehenden Wissensbeständen ('bodies of knowledge') hinzugefügt. Die Methode, die in einer Disziplin verwendet wird, kann in dem Lehrprozess eine wichtige Rolle spielen, um Lehrinhalte, die für Schüler relevant sind, zu strukturieren und in einer bestimmten Reihenfolge darzubieten. Das Resultat einer solchen Handlungsweise ist, dass nicht nur faktische Kenntnis von Erscheinungen, sondern auch begriffsmässige Kenntnis erworben wird". Van Westrhenen verweist auf die Bedeutung der fachspezifischen Methode, aber behauptet nachdrücklich, dass diese nicht unabhängig von den zwei anderen von Posner und Strike unterschiedenen Komponenten gesehen werden darf.

Die hier präsentierte Untersuchung ist auf die Fähigkeit von Schülern beim Umgang mit Begriffen gerichtet, die mit dem Prozess der Aneignung von geographischen Kenntnissen zusammenhängt. Neben Faktenkenntnissen (zum

Beispiel: "Die Niederlande hat einen Düngerüberschuss") und konzeptuellen Kenntnissen (zum Beispiel: Die Theorie von Hoyt über Stadtgliederung) kennt auch die Geographie eine spezifische Arbeitsweise. Zu dieser geographischen Arbeitsweise gehört eine Anzahl von geographischen Basisbegriffen, die nicht auf gleicher Ebene mit der langen Liste geographischer Begriffe (von Ackerbau bis zum Wüstenklima) gesehen werden dürfen, wie man sie in einigen niederländischen Erdkunde-Schulbüchern und Abschlussprüfungen findet.

Graves (1984, S. 186) sagt über geographische Basisbegriffe: "Geography is inevitably concerned with spatial location, spatial distribution, spatial association and spatial interaction, whatever the predilection of individuals for a particular paradigm of geography". Ob man nun Physio- oder Sozialgeograph ist und welcher Tradition man sich innerhalb der Geographie auch anschliesst, das Studieren räumlicher Verteilungen und räumlicher Zusammenhänge und die Durchführung daraus resultierender räumlicher Gliederungen von Gebieten sind der Kern der geographischen Beschäftigung innerhalb einer empirisch-analytischen Wissenschaftspflege. Auf den Umgang mit obengenannten geographischen Basisbegriffen wird gezielt, wenn von geographischer Denkfähigkeit gesprochen wird. Geographische Denkfähigkeit wird hier definiert als mentale Fähigkeit von Menschen, um selbständig ihnen vorgelegte Situationen mit Hilfe von Begriffen, die mit der geographischen Arbeitsweise zusammenhängen zu beschreiben und diese nachher zu erklären.

In der hier präsentierten Untersuchung wird die geographische Denkfähigkeit von Schülern beim Analysieren thematischer Karten untersucht. Unter Kartenanalyse wird das Erkennen räumlicher Verteilungen, räumlicher Gliederungen und räumlicher Zusammenhänge auf einer Karte verstanden. Das Lesen von Karten geht der Kartenanalyse voraus. Karteninterpretation, d.h. das Erstellen von Erklärungen oder Voraussagen für das auf der Karte Wahrgenommene auf Basis der entdeckten räumlichen Zusammenhänge zwischen verschiedenen Arten von Erscheinungen auf der Karte (Schoemaker 1984, S. 63; Olson 1976, S. 152), folgt der Kartenanalyse. Bei der Karteninterpretation sind neben der Karte auch andere Informationsquellen nötig. "Die drei unterschiedlichen Stufen, nämlich das Lesen der Karte, die Kartenanalyse und die Interpretation der Karte spiegeln nicht nur die Existenz der drei zuvor genannten Komponenten wissenschaftlicher Kenntnis wider, sondern bringen ebenfalls den gegenseitigen Zusammenhang zum Ausdruck", wie van Westrhenen (1987, S. 181) betont.

Dass in dieser Untersuchung Karten im Mittelpunkt stehen, heisst nicht, dass andere Lehrmittel wie Texte, Tabellen oder Filme beim Untersuchen der geographischen Denkfähigkeit nicht benützt werden können. Jedoch sind Karten ein besonders wichtiges Hilfsmittel des Geographen.

5.3 Die Leitfragen und die Ziele der Untersuchung

"Um einem Schüler konkret zu helfen, ist es nötig, seine vorhandene Kompetenz, auf der der Unterrichtsprozess aufbaut, festzustellen" (Knoers 1982, S. 96). Mit der hier präsentierten Untersuchung wird versucht, einen Beitrag zum Feststellen der Kompetenz der Schüler beim Umgang mit einer Anzahl von Begriffen zu liefern, die mit der geographischen Arbeitsweise zusammenhängen.

Die Untersuchung hat zwei Fragestellungen:

- A. Inwieweit sind die Schüler aus dem vierten Schuljahr imstande, eine Anzahl von Begriffen, die mit der geographischen Arbeitsweise zusammenhängen, bei der Analyse ihnen vorgelegter Karteninformationen anzuwenden?
- B. Inwieweit ist bei diesen Schülern diese Fähigkeit zu fördern, indem man ihnen Instruktionenunterricht gibt, wobei sie in dieser Fähigkeit trainiert werden?

Die gesellschaftliche Bedeutung dieser Untersuchung beruht auf der Tatsache, dass die Untersuchungsergebnisse einen Beitrag zum Strukturieren der Lehrinhalte im Erdkundeunterricht leisten können.

Schüler im vierten Schuljahr (im Alter von 16-17 Jahren) wurden als Untersuchungsgruppe gewählt. Von ihnen kann erwartet werden, dass sie nach drei Jahren Erdkundeunterricht einigermaßen imstande sind, geographische Denkfähigkeit beim Analysieren von Karten anzuwenden. Inwiefern sie wirklich dazu imstande sind, ist eine der Fragen dieser Untersuchung.

Die Untersuchung wurde in realen Unterrichtssituationen ausgeführt und kann als eine ökologisch gültige Untersuchung beschrieben werden (De Klerk 1983, S. 26). Gewählt wurde ein Untersuchungsdesign mit experimenteller und Kontrollgruppe sowie Vor- und Nachtest (Cook and Campbell 1979, S. 103). Neben einem Vortest und einer Nachtest kennt das Untersuchungsmodell der betreffenden Studie auch noch einen Behaltenstest und einen Schülervariablenstest (Siehe Abb.1).

| EXPERIMENTELLE KONDITION | LVT | VT | GI | NT | RT |
|--------------------------|-----|----|----|----|----|
| KONTROLLKONDITION | LVT | VT | -- | NT | RT |

LVT = Schülervariablenstest
 VT = Vortest
 GI = Programmierete Instruktion

NT = Nachtest
 RT = Behaltenstest

Abb. 5.1: Das Untersuchungsdesign

Die Leistungen der Schüler wurden anhand dreier Kartenanalysetests (VT, NT und RT) gemessen. Sie sind in dieser Untersuchung die abhängigen Variablen. Jeder Kartenanalysetest besteht aus sieben Aufgaben, die in zwanzig Fragen unterteilt werden können.

Auf den thematischen Karten in den Kartenanalysetests sind Gebiete fiktiv dargestellt. Reale Situationen liegen den Karten zugrunde, aber diese werden für die Schüler unkenntlich gemacht, um zu verhindern, dass spezifisches Vorwissen der Schüler die Untersuchungsergebnisse beeinflussen kann.

Kurfman (1970, S. 363) verteidigt den Gebrauch fiktiver Karten beim Unterricht wie folgt: "Sometimes hypothetical maps are more suitable. There are times when the teacher wishes to determine whether students can make probability inferences from some data. If a real area is portrayed, then the teacher is never sure whether the student simply knew that area and could answer from his knowledge, or whether he, in fact, was able to make intelligent inferences from limited data."

Der Inhalt der Kartenanalysetests beruht auf Begriffen, die mit der geographischen Arbeitsweise zusammenhängen. Die Aufgaben in den Tests

können in zwei Gruppen aufgeteilt werden: Einerseits sind es Aufgaben, bei denen die Fähigkeit, vertikale Zusammenhänge zwischen zwei räumlichen Verteilungen oder Gliederungen (räumliche Assoziierung) zu unterscheiden im Mittelpunkt steht (Subtest A) und andererseits Aufgaben, durch die ermittelt werden kann, ob Schüler horizontale Zusammenhänge zwischen kartierten Erscheinungen unterscheiden können (Subtest B). Bei dieser letzten Fragenserie spielen die geographischen Basisbegriffe der räumlichen Interaktion und des räumlichen Systems eine wichtige Rolle. Figur 2 zeigt eine Karte aus Subtest B. Bei dieser Karte werden die Schüler unter anderem aufgefordert, einen fehlenden Pfeil auf die Karte zu setzen und diese Wahl zu begründen. Das Ziel dieser Aufgabe ist es zu ermitteln, wie viele der untersuchten Schüler einen Zusammenhang zwischen dem Umfang der räumlichen Interaktion und dem Abstand zwischen den Städten auf der Karte herstellen können, sowie auch zwischen der Richtung der räumlichen Interaktion und der Grösse der Städte.

In Hinsicht auf die erste Untersuchungsleitfrage wird aufgrund von Literaturstudien (Dijkink und Elbers 1978; van Westrhenen 1976) und einigen Voruntersuchungen (Hoekstra & van der Veen 1985; van der Schee 1985) angenommen, dass das durchschnittliche Ergebnis der Schüler für Subtest A bedeutend höher sein wird als für Subtest B. In Hinsicht auf die zweite Untersuchungsleitfrage wird angenommen, dass bei den Schülern in der experimentellen Kondition der durchschnittliche Fortschritt zwischen dem Vortest und dem Nachtest, wie auch zwischen dem Vortest und dem Behaltenstest für Subtest A bedeutend kleiner sein wird, als für Subtest B, auch wenn mit dem Testfaktor gerechnet wird, der anhand des durchschnittlichen Fortschrittes zwischen den Kartenanalysetests der Schüler in der Kontrollgruppe ermittelt wird.

Die Antworten der Schüler bei den Kartenanalysetests sind auf zwei Weisen untersucht worden. Anhand eines Normierungssystems wurde ermittelt, wieviele Punkte die Schüler für die verschiedenen Aufgaben der Kartenanalysetests und für die Tests im ganzen erzielten. Daneben wurde eine qualitative Analyse durchgeführt, bei der ermittelt wurde, welche Art von Antworten die Schüler bei den verschiedenen Aufgaben gaben. Per Frage in den Kartenanalysetests wurde ein umfangreiches Kodebuch entworfen, um Einblick in die geographische Denkfähigkeit der Schüler zu bekommen. Der Vortest und die Behaltenstests sind identisch; der Nachtest unterscheidet sich von den beiden anderen Tests dadurch, dass die angebotenen faktischen Informationen anders sind. Die untersuchten Begriffe, die mit der geographischen Arbeitsweise zusammenhängen, sind in den drei Kartenanalysetests gleich.

Weil man annahm, dass nicht alle Schüler ebenso gut imstande sein würden, ihre geographische Denkfähigkeit beim Analysieren der Karteninformationen anzuwenden, wurde anhand des Schülervariablenstests noch eine Anzahl anderer Schülermerkmale bei der Untersuchung einbezogen wie Geschlecht, nonverbales Argumentationsvermögen und die Schulnote für Erdkunde. Dies sind die unabhängigen Variablen in der Untersuchung. Indem man die Resultate der Schüler in den Kartenanalysetests in Verbindung mit diesen Schülermerkmalen bringt, kann überprüft werden, inwieweit bestimmte Merkmale der Schüler Einfluss auf die Fähigkeit ausüben, Karten geographisch analysieren zu können.

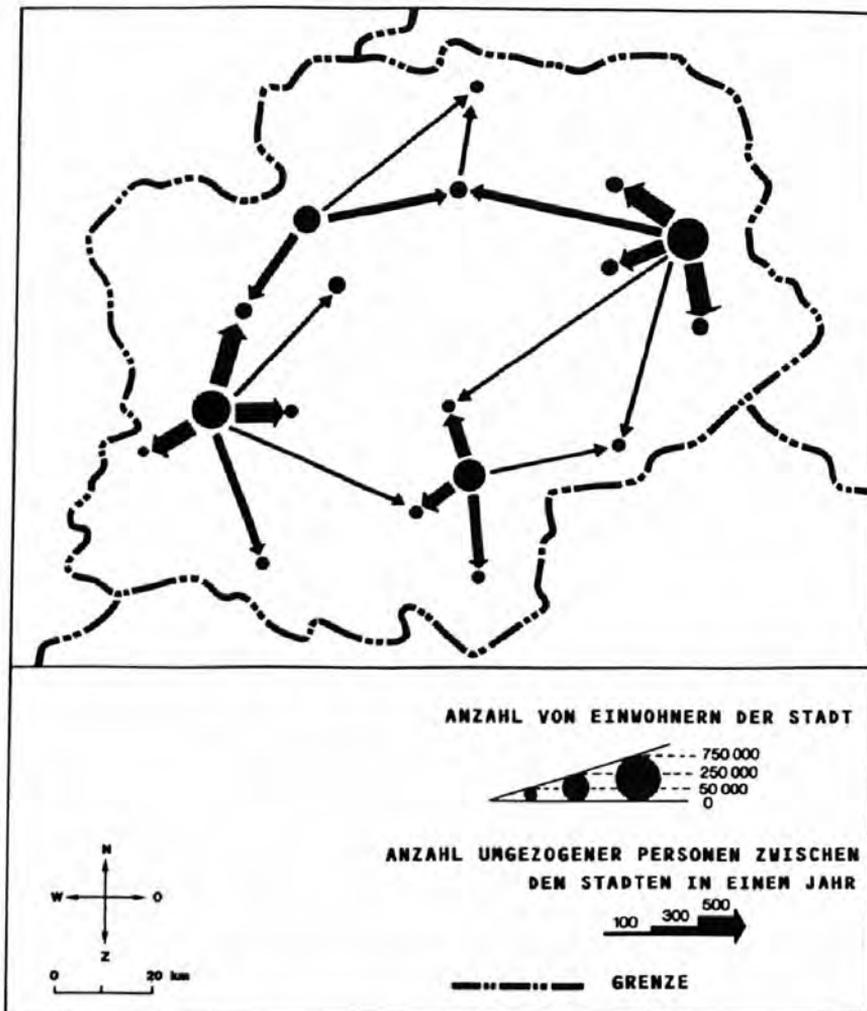


Abb. 5.2: Eine Karte aus dem Vortest.

Am Anfang dieser Untersuchung war nicht bekannt, welches Unterrichtsmodell für welche Art von Schülern am besten geeignet war. Darum wurde ein intern differenziertes Unterrichtsmodell ausgewählt. Um auch den Einfluss des Lehrers auszuschalten, fiel die Wahl auf einen verzweigten, programmierten Instruktionsunterricht. Der entworfene, programmierte Instruktionsunterricht ist verzweigt, um Schülern, die Probleme mit bestimmten Teilen des Lehrstoffes haben, die Möglichkeit anzubieten, auch durch Nebenwege mit Extraintformationen oder Sonderaufgaben, sogenannte 'remedial loops', alle Lehrstufen zu erreichen. Die zu verrichtenden Handlungen werden also im verzweigten Programmierungsmodell häufig auf mehr als einem Niveau angeboten. Schrettenbrunner (1973) weist auf eine wichtige, diagnostische Funktion hin, die eine solche verzweigte programmierte Instruktion haben kann. Anhand der von einem Schüler ausgewählten Route durch die programmierte Instruktion kann untersucht werden, zu welcher geographischen Handlung er imstande ist.

Programmierte Instruktion ist eine Arbeitsweise, die nicht nur beinahe lehrerfrei ist, sondern auch eine, die gute Möglichkeiten zu bieten scheint, Schüler sich selbständig eine bestimmte Arbeitsweise aneignen zu lassen. In

der programmierten Instruktion, die zu dieser Untersuchung gehört, werden Schüler eingeladen, die Transportsituation eines imaginären Landes zu analysieren, um darin Verbesserungen vorzunehmen. Mit Hilfe eines Atlases von diesem Land und den dazugehörigen Texten und Aufgaben entdecken die Schüler, wie das Anwenden geographischer Arbeitsweisen zu mehr Einsicht führt.

Ein ausführliches Untersuchungsprotokoll wurde entworfen, um die Durchführung des Tests und des Instruktionsunterrichtes an den fünf Schulen, die an dieser Untersuchung teilnahmen, soweit wie möglich gleichzeitig verlaufen zu lassen. An jeder der fünf Schulen diente eine Klasse aus dem vierten Schuljahr als experimentelle Gruppe und eine Parallelklasse als Kontrollgruppe.

5.4 Die Untersuchungsergebnisse

Sehen wir die Ergebnisse des Vortest an, dann kann in Hinsicht auf die erste Untersuchungsaufgabe folgendes bemerkt werden. Die höchste Punktzahl, die beim Vortest erzielt werden konnte, betrug 100. Die durchschnittliche Punktzahl, die die 203 untersuchten Schüler beim Vortest erzielten, betrug 49,48. Der Unterschied zwischen der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe bez. der durchschnittliche Anzahl der beim Vortest erzielten Punkte ist nicht signifikant ($t=-0,77$ und $p=0,44$). Die durchschnittliche Punktzahl, die beim Subtest A erzielt wurde, ist signifikant grösser als die durchschnittliche Punktzahl von Punkten, die beim Subtest B erzielt wurde ($t=13,23$ und $p=0,00$). Damit ist die bei der ersten Untersuchungsfrage formulierte Voraussetzung bestätigt. Bei der qualitativen Analyse der Antworten, die die Schüler auf die Fragen des Vortest gaben, fällt auf, dass die meisten Schüler keine Mühe mit dem Erkennen der Konzentration innerhalb einer räumlichen Verteilung gleich-artiger Erscheinungen auf einer Karte hatten. Mehr Probleme ergaben sich beim Aufdecken eines Zusammenhanges zwischen verschiedenen räumlichen Verteilungen. Die meiste Mühe hatten die untersuchten Schüler mit dem Erkennen von Zusammenhängen zwischen verschiedenen Merkmalen räumlicher Systeme. Ein bemerkenswerter Befund dieser Untersuchung ist, dass der geographische Basisbegriff Distanz von vielen Schülern beim Analysieren von Karten übersehen wird, auf denen räumliche Interaktionen dargestellt werden. Das Analysieren einer räumlichen Verteilung, bei der es Interaktionen gibt, erfordert besondere Fähigkeiten verglichen mit dem Analysieren einer räumlichen Verteilung von Erscheinungen, bei der dies nicht der Fall ist. Ausserdem ist es von Bedeutung, dass es in der Wirklichkeit schwieriger ist, räumliche Verteilungen von durch Interaktion verbundenen ungleichartigen Erscheinungen wahrzunehmen als räumliche Verteilungen von gleichartigen Erscheinungen. Es ist zum Beispiel einfacher, ein Wohnviertel als eine Ansammlung von Wohnungen zu erkennen als ein räumliches System von Geschäften und Büros mit den darauf bezogenen Wohnungen. Die 'imageability' einer Umgebung hängt eher von den physischen Merkmalen (Form und Grösse) als von den Funktionen der Elemente, weil man konkret denkt (Bouwer 1978, S. 21).

Ein Vergleich von Schülernoten bei den drei Kartenanalysetests (siehe Abb. 5.3) ergibt eine Bestätigung der bei der zweiten Untersuchungsleitfrage formulierten Voraussetzungen. Der Instruktionsunterricht bringt bei der experimentellen Gruppe einen Leistungszuwachs beim Nachtest und Behal-

tenstest zuwege, der signifikant grösser ist als bei der Kontrollgruppe. Da die experimentelle Gruppe und die Kontrollgruppe dieselben Kartenanalysetests ablegten und nur einen bedeutsamen Unterschied in ihren durchschnittlichen Zeugnisnoten für Sprachen zeigten, kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass die Durchführung von Instruktionenunterricht ganz bestimmt Erfolg hat. Dieser Effekt betrifft die beim Vortest noch schwach entwickelte Fähigkeit von Schülern beim Erkennen horizontaler Zusammenhänge (Siehe Tabelle 1). Die Kontrollgruppe erzielt beim Behaltenstest höhere Werte als beim Nachtest. Weil in dieser Untersuchung der Vortest auch als Behaltenstest gebraucht wird, ist das Testergebnis beim Behaltenstest wahrscheinlich vom Lerneffekt beeinflusst, der vom Ablegen des Vortests ausgeht. Wenn dies so ist, bedeutet es, dass das durchschnittliche Behaltenstestergebnis der Experimentalgruppe niedriger gelegen haben würde, wenn beide Tests nicht identisch gewesen wären. Der Behaltenstest wurde fünf Wochen nach dem Nachtest abgelegt. Der Effekt des Instruktionenunterrichts scheint beim Behaltenstest allerdings kleiner zu sein als beim Nachtest; aber er ist bestimmt nicht verschwunden.

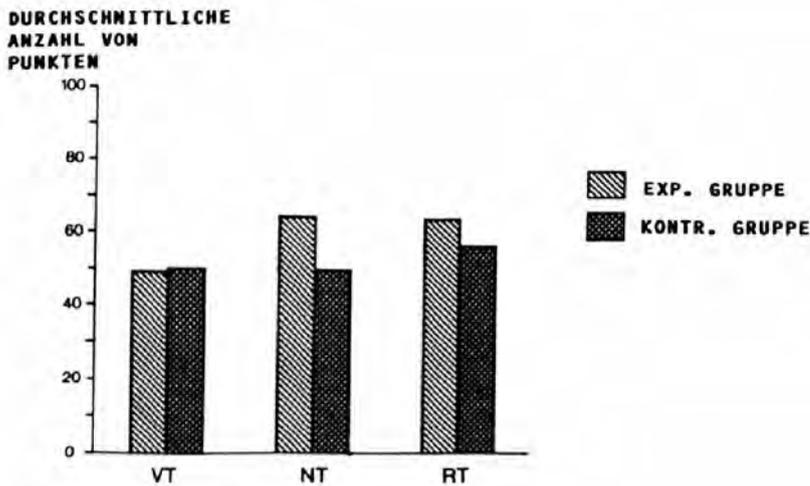


Abb. 5.3: Die durchschnittliche Punktzahl der Experimentalgruppe und der Kontrollgruppe beim Vortest (VT), Nachtest (NT) und Behaltenstest (RT)

Einige der unabhängigen Variablen zeigen einen signifikanten Zusammenhang mit den Ergebnissen der Kartenanalysetests. Jungen erzielten durchschnittlich signifikant höhere Werte beim Vortest als Mädchen. Wenn Schüler höhere Werte bei der Variable 'nonverbales Argumentieren' aufwiesen, erzielten sie auch signifikant höhere Werte beim Vortest. Beim vergleichenden Analysieren des Verlaufs der drei Kartenanalysetests wird auch den Vortestwert als eine unabhängige Variable hinzugefügt.

| | Gruppe | n | Mittelwert | Standardabweichung | t | p |
|-----|---------------|-----|------------|--------------------|------|------|
| NPA | Exp. Gruppe | 100 | -0,61 | 13,35 | 1,36 | 0,17 |
| | Kontr. Gruppe | 103 | -3,10 | 12,62 | | |
| NPB | Exp. Gruppe | 100 | 16,21 | 11,37 | 8,50 | 0,00 |
| | Kontr. Gruppe | 103 | 2,72 | 11,23 | | |
| RPA | Exp. Gruppe | 100 | 0,99 | 12,28 | 0,31 | 0,76 |
| | Kontr. Gruppe | 103 | 0,48 | 11,18 | | |
| RPB | Exp. Gruppe | 100 | 14,48 | 11,65 | 5,52 | 0,00 |
| | Kontr. Gruppe | 103 | 6,10 | 9,80 | | |

Tab. 1: Die durchschnittliche Punktzahl in Bezug auf den Fortschritt bei den Subtests A und B zwischen dem Vortest und dem Nachtest (NP) und zwischen dem Vortest und dem Behaltenstest (RP) per Gruppe.

Die Nachtest- und Behaltenstestprogression ergeben einen starken negativen Zusammenhang mit den Werten für den Vortest (Spearman $R=-0,66$ und $p=0,00$). Wenn Schüler einen höhern Vortestwert haben, wählen sie auch signifikant häufiger die kürzeste Route durch die programmierte Instruktion ($R=-0,21$ und $p=0,02$). Nach dem Vorbild von Snow und Lohman (1984) kann die Schlussfolgerung gezogen werden, dass besonders Schüler mit einem niedrigen Vortestwert Erfolg zu haben scheinen bei der stark strukturierten Methode für das geographische Analysieren von Karten, die in der programmierten Instruktion dargeboten wird.

5.5 Diskussion

Die untersuchten Schüler schienen beim geographischen Analysieren von Karten vor allem Mühe beim Erkennen von Zusammenhängen zwischen Begriffsmerkmalen in räumlichen Systemen zu haben. Obwohl zu den Kartenanalyse-tests einige Anmerkungen zu machen wären - das Entwickeln guter Testfragen ist eine schwierige Aufgabe - kam durch die Tests deutlich zum Ausdruck, dass es sich lohnt, der Entwicklung der Fähigkeit von Schülern, thematische Karten zu analysieren, mehr Aufmerksamkeit zu widmen. Da die Beziehungen zwischen Gebieten für die räumliche Organisation der Welt, in der wir leben, von grösster Wichtigkeit sind, müssen Schüler vor allem im Analysieren von Karten trainiert werden, auf denen räumliche Systeme abgebildet sind. Das Lernen von Kartenanalyse und Karteninterpretation mit Hilfe von Begriffen, die mit der geographischen Arbeitsweise zusammenhängen, sollte in allen Schuljahren des Unterrichtes

einen integralen Teil des Erdkundeunterrichtes bilden. Weitere Forschung auf diesem Gebiet ist erforderlich. Als erstes kann die Durchführung ähnlicher Untersuchungen in anderen Schuljahren genannt werden. Daneben sollten auch die Erdkundeschulbücher auf dem Gebiet des Kartenarbeitens untersucht und bewertet werden. Als drittes ist es wünschenswert, die Fähigkeit von Schülern beim Analysieren und Interpretieren topographischer Karten zu erforschen, wobei die Frage untersucht werden muss, ob die Schüler auch mit dieser Art von Karten ausserhalb der Schule umgehen können. Nur anhand eines grossen koordinierten Forschungsprojektes wird es möglich sein, auf den obengewähnten Gebieten mehr Einsicht zu erwerben.

Literatur

- BOUWER, K. (1978), Landschap en omgeving in de schoolaardrijkskunde, een onderwijsgeografische benadering. Geografisch Tijdschrift XII, no.1, S. 11-26.
- COOK, TH.D. und D.T. CAMPBELL (1979), Quasi-experimentation. Design and analysis issues for field settings. Chicago: Rand Mc Nally.
- DENT, B.D. (1972), Visual organization and thematic map communication. Annals of the Association of American Geographers 62, S. 79-93.
- DIJKINK, G.J. und E. Elbers (1978), Over de geografische representatie bij kinderen. Amsterdam: Geografisch en Planologisch Instituut Vrije Universiteit.
- GRAVES, N.J. (1984), Geography in education. London: Heinemann.
- GUELKE, L. (1977), Cartographic understanding and geographic understanding. Cartographica Monogram 19, S. 129-145.
- HOEKSTRA, D. und D. VAN DER VEEN (1985), De complexiteit van thematische kaarten. Amsterdam: Geografisch en Planologisch Instituut Vrije Universiteit.
- HUETTERMANN, A. (1979), Karteninterpretation in Stichworten, Teil I, Kiel: Hirt.
- KLERK, L.F.W. DE (1983), Onderwijspsychologie. Deventer: Van Loghum Slaterus.
- KNOERS, A.M.P. (1982), Leren en ontwikkeling, een commentaar. In: J.G.L.C. Lodewijks en P.R.J. Simons red., Strategieën in leren en ontwikkeling. Lisse: Swets en Zeitlinger, S. 95-103.
- KOLACNY, A. (1969), Cartographic information - a fundamental concept and term in modern cartography. The Cartographic Journal 6, S. 47-49.
- KURFMAN, D.G. (1970), Evaluating geography learning: In: Ph. Bacon (ed.), Focus on geography, key concepts and teaching strategies, S. 355-377. Washington D.C.: National Council for the social studies.
- MILLER, J.W. (1982), Improving the design of classroom maps: experimental comparison of alternative formats. Journal of Geography, S. 51-55.
- MUEHRCKE, P. (1974), Beyond abstract map symbols. Journal of Geography, S. 35-52.
- NOYES, L. (1979), Are some maps better than others? Geography 64, S. 303-306.
- OLSON, J.M. (1976), A coordinated approach to map communication improvement. The American Cartographer 3, S. 151-159.
- ORMELING, F.J. (1972), De leesbaarheid van kaarten. In: F.J. Ormeling (red.) Kartografische communicatie, verslag studiedagen kartografische sectie K.N.A.G. te Bakkeveen. Groningen: Geografisch Instituut Rijksuniversiteit, S. 53-56.
- ORMELING, F.J. (1986), Beeldvorming. Utrecht: Rijksuniversiteit.

- POSNER, G.J. und K.A. Strike (1976), A categorization scheme for principles of sequencing content. *Review of Educational Research*, 46, S. 665-690.
- SCHEE, J.A. VAN DER (1985), Kaarten geven te denken. *Geografisch Tijdschrift* XIX, no. 5, S. 418-426.
- SCHEE, J.A. VAN DER (1987), *Kijk op kaarten*. Amsterdam: Geografisch en Planologisch Instituut Vrije Universiteit.
- SCHOENMAKER, G.J. (1984), *Geografie, een methodologische inleiding*. Den Bosch: Malmberg.
- SCHRETTENBRUNNER, H. (1973), Multi-Medien-Paket Stadtsanierung (RCFP). *Der Erdkundeunterricht* 17, S. 112-133.
- SNOW, R.E. en D.F. LOHMAN (1984), Toward a theory of cognitive aptitude for learning from instruction. *Journal of Educational Psychology* 76, S. 347-376.
- WESTRHENEN, J. VAN (1976), *Aardrijkskundige onderwijsdoelen*. Meppel.
- WESTRHENEN, J. VAN (1986), Basisvorming in het voortgezet onderwijs als kader voor de aardrijkskunde. *Geografisch Tijdschrift* 20, S. 293-304.
- WESTRHENEN, J. VAN (1987), Betekenis van disciplinaire kennis in het kader van de lerarenopleiding en leerplanontwikkeling. In: Th. Bergen et al. (red.) *Professionalisering van onderwijsgeevenden*. Lisse: Swets en Zeitlinger, S. 171-200.

Vor ein paar Monaten erhielt der Verf. die Kopie eines Beitrags aus dem "Handbuch des Geographieunterrichts". Mit Freude entnahm er dem Inhaltsverzeichnis eine eigene Kapitelüberschrift "Computerunterstützter Unterricht" (Theissen 1986, S.233). Nach der Lektüre des Kapitels war die Freude jedoch gedämpft; dies nicht nur wegen der Kürze -eine knappe Viertelseite-, sondern vor allem wegen des Inhalts der Darstellung. Der computerunterstützte Unterricht wird hier vorgestellt als die konsequente Weiterführung des programmierten Unterrichts. Der Eindruck drängt sich auf, als würde im computerunterstützten Unterricht lediglich das Medium Papier durch ein elektronisches Medium ersetzt. In der Grundtendenz erinnert diese Darstellung an die Lernmaschinen, die Mitte der 60er Jahre in der fachdidaktische Diskussion standen.

Diese Bemerkungen sollten nicht als Kritik an dem genannten Beitrag verstanden werden. Es ist sehr wohl klar, dass die Aktualität einer Darstellung unter der langen Zeitspanne leidet, die zwischen dem Abschluss eines Manuskripts und der Drucklegung liegt. Dennoch scheint dieser Beitrag symptomatisch dafür zu sein, wie wenig die Möglichkeiten des Computereinsatzes im Geographieunterricht in Deutschland in das Bewusstsein der Fachdidaktiker vorgedrungen sind.

Wo liegen die Gründe? Da ist zum einen die rasante technologische Entwicklung. Der Microcomputer, auf dem die heutige Form des computerunterstützten Unterrichts basiert, ist in diesem Jahr gerade zehn Jahre alt geworden. Innerhalb dieses Zeitraums hat er eine enorme Leistungssteigerung erfahren. Vergleicht man zwei Geräte ähnlicher Preiskategorie, so ist die Leistung des Microprozessors heute um den Faktor 20 grösser, die des Arbeitsspeichers um den Faktor 225, des Massenspeichers um den Faktor 470 und der Grafikauflösung schliesslich um den Faktor 2500 (Nachtmann 1987, S.154)! Vergleichbare Entwicklungen sind im Bereich des Software-Engineering zu konstatieren. Dass diese technischen Entwicklungen Auswirkungen auf die schulischen Einsatzmöglichkeiten des Micro-computers haben, liegt klar auf der Hand. Zu nennen sind vor allem die erheblich verbesserten Einsatzmöglichkeiten in der (karto)graphischen Datenverarbeitung, der schnellere Zugriff auf wesentlich grössere Datenbestände durch den Einsatz von Festplatten und die in Deutschland noch kaum durchdachten didaktischen Möglichkeiten durch die Vernetzung von Rechnern. Die didaktischen und unterrichtsmethodischen Konsequenzen der geschilderten technologischen Entwicklungen abzuschätzen erfordert aber eine sehr genaue Beobachtung dieser technischen Entwicklungen, die vom Geographiedidaktiker nicht erwartet werden kann.

Entscheidender noch als die Rasanz der technologische Entwicklung scheint aber das unzureichende Softwareangebot dafür verantwortlich zu sein, dass der Computer als Unterrichtsmedium eine so geringe Beachtung in der Geographiedidaktik erfährt. Dies lenkt den Blick auf die finanziellen und institutionellen Rahmenbedingungen, unter denen in Deutschland

Computerprogramme für den Geographieunterricht entwickelt werden.

Kennzeichnend ist die Einzelinitiative. Je nach den Möglichkeiten der Initiatoren haben sich unterschiedliche Organisationsformen entwickelt. Zu einem Teil blieb es bei der Einzelinitiative. Man denke hier beispielsweise an B. Pohl in Genf und an einzelne Fachlehrer, deren Programme mangels Veröffentlichungsmöglichkeiten allerdings nur einem kleinen Kreis bekannt werden. Oder es entwickelte sich aus der Anfangsinitiative ein Arbeitsschwerpunkt eines Instituts, wie in Karlsruhe. Ein etwas anderen Weg wurde in Dortmund beschritten. Auch hier stand am Beginn die Einzelinitiative, die eine gewisse ideelle und finanzielle Unterstützung durch das Institut erfahren hat. Angeregt vom britischen Vorbild hat sich diese Gruppe dann allerdings bemüht, die Softwareentwicklung nicht im organisatorischen Rahmen der Hochschule zu belassen. Das Bestreben zielte darauf ab, die spezifische Fachkompetenzen der Fachdidaktiker, der Schulpraktiker und der Informatiker zu vereinigen. Organisatorisch ist dies durch die Gründung eines gemeinnützigen Vereins gelöst worden, in dem in enger Anlehnung an das Institut Mitarbeiter und Studenten unseres Faches, Fachlehrer der Geographie sowie Programmierer zusammenarbeiten.

Unabhängig von den unterschiedlichen Organisationsformen ist die Entwicklung von Computerprogrammen für den Geographieunterricht in Deutschland durch folgende Fakten gekennzeichnet:

- Eine mehr oder weniger systematische Programmentwicklung wird von nur sehr wenigen Einzelpersonen oder Arbeitsgruppen geleistet. Für diese gilt in allen Fällen, dass die Programmentwicklung neben den sonstigen beruflichen Verpflichtungen geleistet werden muss.
- Dies hat zur Folge, dass zu wenige Programme produziert werden können und damit das Interesse des Fachlehrers, den Computer als Unterrichtsmedium einzusetzen, nicht sehr gross ist. In Anbetracht der geringen Zahl angebotener Programme sieht er keine Veranlassung, sich in die Computertechnik einzuarbeiten.
- Eine Finanzierung der Programmentwicklung findet nicht statt oder bestenfalls im Rahmen der normalen Institutshaushalte. Dadurch bestehen erhebliche personelle Engpässe, insbesondere im Hinblick auf die Gewährleistung einer kontinuierlichen informationstechnischen Unterstützung der Arbeit.
- Dies wiederum hat zur Konsequenz dass die Programme oft nur einen geringen Grad an informationstechnischer Professionalität aufweisen und in keiner Weise mit kommerziellen Programmen zu vergleichen sind. Auch das trägt zu der noch geringen Akzeptanz der Unterrichtsprogramme bei, in dieser Beziehung insbesondere von Seiten des Schülers, der die Programme an den Standards der ihm bekannten kommerziellen Spielprogramme misst.

Während wir in der Geographie auf der Anbieterseite noch eine zu geringe Leistungsfähigkeit bei der Entwicklung von Unterrichtsprogrammen konstatieren müssen, besteht auf bildungspolitischer Seite ein sehr grosses Interesse an der Einführung der neuen Informations- und Kommunikationstechnologien in der Schule. Die Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung (Bund-Länder-Kommission 1984) hat hier

den Rahmen gesetzt. Von besonderer Wichtigkeit für die Geographie ist die Konzeption der informationsstechnischen Grundbildung in den Jahrgangsklassen 7 und 8. Dazu heisst es im nordrhein-westfälischen Rahmenkonzept: "Die informations- und kommunikationstechnische Grundbildung im Pflichtbereich der Sekundarstufe I soll nicht durch die Einführung eines neuen Faches geleistet werden. Vielmehr ist eine Integration der neuen Ziele und Inhalte in die bestehenden Fächer anzustreben" (KM NRW 1985 S.20). Für die informationstechnische Grundbildung nennt das nordrhein-westfälische Landesinstitut für Schule und Weiterbildung die Lernfelder:

- Prozessdatenverarbeitung
- Textverarbeitung und Dateiverwaltung
- Simulation und Lernen

(Landesinstitut für Schule und Weiterbildung 1986, S.17).

Der Verf. ist der Auffassung und wird dies im zweiten Teil seiner Ausführungen begründen, dass die Geographie zumindest in den Lernfeldern Dateiverwaltung und Simulation und Lernen wichtige Anwendungsbereiche bietet.

Die Bildungspolitik hat mit dem Rahmenkonzept eine neue Aufgabe an die Schule herangetragen. Sie ist auch bereit, dies finanziell zu unterstützen durch Investitionen im Hardwarebereich und durch Lehrerfortbildungsmassnahmen. Der im Hinblick auf die bildungspolitische Zielsetzung m.E. wesentliche Bereich, die Entwicklung von Computerprogrammen für den Unterricht, findet dagegen keine öffentliche Förderung. Falls hinter dieser Zurückhaltung die Konzeption einer marktwirtschaftlichen Lösung stehen sollte, so sehe ich keine Realisierungschancen. Für die meisten Fächer ist der schulische Markt nicht so interessant, als dass sich kommerzielle Softwarehäuser engagieren würden. Man kann sich kaum vorstellen, dass dies nicht auch von der Kultusbürokratie erkannt worden ist. Daher wird vermutet, dass die Zurückhaltung darauf zurückzuführen ist, dass der Kultusbürokratie die Ansprechpartner fehlen, denen eine systematische und kontinuierliche Programmentwicklung zugetraut wird. Wenn es der Geographie gelingt, die bestehenden Ansätze zu koordinieren oder besser noch zu institutionalisieren, und wenn es ihr gelingt, deutlich zu machen, welche vielfältigen Anwendungsbereiche das Fach für den schulischen Einsatz des Computers bietet, so bedeutet dies Chancen für unser Fach, hier eine Vorreiterrolle zu übernehmen.

Dies setzt jedoch mit grossem Engagement betriebene Vorarbeiten unsererseits voraus. Hier sind m.E. die interessierten Fachverbände gefordert, der Hochschulverband für Geographie und ihre Didaktik und der Deutsche Schulgeographenverband. Diese sollten beim Zentralverband initiativ werden mit dem Ziel, vergleichbar zum RCFP einen Arbeitsschwerpunkt "Computer im Geographieunterricht" zu etablieren. Viele ältere Kollegen werden nun den Kopf schütteln, dass diese Bemühungen in einem Atemzug mit dem RCFP genannt werden. Zu Recht, wie ich meine, stellen doch der geographiedidaktische Umbruch der 70er Jahre und die Etablierung eines neuen Unterrichtsmediums unterschiedliche Dimensionen dar. In einem Punkt erscheinen jedoch deutliche Parallelen: Beide Initiativen stellen unter anderem den Versuch dar, den bildungspolitischen Stellenwert des Faches Geographie anzuheben. Und dass daran auch heute wieder ein dringendes Interesse bestehen muss, dürfte ausser Frage stehen.

Mit der Unterstützung des Zentralverbandes im Rücken, könnte dann versucht werden, für einen begrenzten Zeitraum von etwa vier Jahren Perso-

nalmittel einzuwerben. Diese sind erforderlich zur Einrichtung einer Zentralstelle, die personell mit hauptamtlich mit der Programmentwicklung betrauten Fachdidaktikern und -praktikern mit EDV-Erfahrungen sowie mit Informatikern auszustatten wäre. Die Aufgabe der Fachdidaktiker sollte darin bestehen, Ideen für didaktisch sinnvolle und durch die Lehrpläne abgesicherte Themen zu entwickeln und zu sammeln und diese in Konzepte für Computerprogramme umzusetzen. In enger Abstimmung mit den Fachdidaktikern sollten die Konzepte von Informatikern professionell in Programme umgesetzt werden. Dass ein solches Konzept nicht unrealistisch ist, beweist ein Blick über die Grenzen, sei es in die Niederlande, nach Grossbritannien oder nach Dänemark, und ein Studium der dortigen Personalausstattung im Bereich "Computer im Geographieunterricht", der sowohl der deutschen Kultusbürokratie wie auch der deutschen Geographiedidaktik gut täte! Was die erforderliche Sachmittelausstattung betrifft, so dürften keine so grossen Probleme entstehen. Bei den bisherigen Verhandlungen mit Unternehmen der Computerbranche hat sich gezeigt, dass von dieser Seite durchaus die Bereitschaft zu einer Unterstützung besteht, vorausgesetzt das eine kontinuierliche und vor allem professionelle Programmentwicklung gewährleistet werden kann.

Wenn im zweiten Teil meiner Ausführungen einige Gedanken zu den Anwendungsbereichen des Computers im Geographieunterricht skizziert werden, so geschieht dies ausgehend von zwei Prämissen:

1. Wir müssen uns davor hüten, einem modischen Trend folgend, zwanghaft nach Einsatzmöglichkeiten für das neue Unterrichtsmedium Computer zu suchen. Ausgangspunkt der Überlegungen muss vielmehr die Frage sein, in welchem Umfang und in welchen Lernfeldern der Computer im Erdkundeunterricht zu einer höheren Effizienz bei der Vermittlung der durch die Lehrpläne vorgegebenen Lernziele beitragen kann.
2. Bei allem Enthusiasmus für den computerunterstützten Unterricht müssen wir uns bewusst bleiben, dass der Computer nur ein Medium neben den anderen, traditionellen Unterrichtsmedien ist, dazu noch eins, das heute noch von der Mehrzahl der Geographielehrer recht zurückhaltend beurteilt wird. Wir müssen uns daher bei der Programmentwicklung einer rigiden Selbstbeschränkung unterwerfen, d.h. nur solche Themen für einen computerunterstützten Unterricht aufbereiten, bei denen klar ersichtlich ist, dass der Computer den anderen Unterrichtsmedien überlegen ist.

Die Vorteile des Rechners gegenüber den anderen Unterrichtsmedien liegen nach Pohl in erster Linie in folgenden Punkten (Pohl 1986, S.4 f):

1. Eine entsprechende Programmierung vorausgesetzt ist der Computer sehr viel eher als andere, mehr standardisierte Unterrichtsmedien dazu geeignet, auf die Aktionen und Reaktionen des Schülers unmittelbar und differenziert zu antworten. Bei den tutoriellen Programmen ermöglicht der Computer daher eine stärkere Individualisierung des Lerntempos und kann dem Schüler besser differenzierte Lernhilfen anbieten. Auch die Simulationsspiele basieren i.d.R. auf dem unmittelbaren Mensch-Maschine-Dialog.
2. Der Computer übertrifft andere Unterrichtsmedien hinsichtlich seiner Geschwindigkeit und seiner Genauigkeit. Damit wird der Schüler vor allem bei Simulationen und statistischen Auswertungen von Routinearbeiten entlastet, deren Ausführung nicht Bestandteil des spezifischen Lernziels sind.
3. Der Computer ermöglicht einen wahlfreien Zugriff auf Informationen,

der der sequenziellen Anordnung von Informationen in den traditionellen Unterrichtsmedien weit überlegen ist. Diese Fähigkeit des Computers bildet die Grundlage für geographische Informationssysteme.

Aus den genannten Vorteilen des Rechners ergeben sich die folgenden Hauptanwendungsbereiche für den Computer im Geographieunterricht:

- Simulationen und Simulationsspiele
- Nutzung von Datenbanksystemen
- Hilfsprogramme
- Übungsprogramme

Im folgenden werde ich diese Anwendungsbereiche kurz erläutern und mit Beispielen belegen. Damit werden wir zugleich versuchen, einen einigermaßen umfassenden Überblick über das Programmangebot in Deutschland zu geben, der natürlich nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben kann (vgl. auch Schrettenbrunner 1987, S.41 und Pohl 1985). Der Ansatz, von vorhandenen Programmen auszugehen, erscheint sinnvoller als eine reine Spekulation, was denn der Computer im Geographieunterricht leisten könnte, wenn nur entsprechende Programme vorhanden wären. Nicht berücksichtigt werden allerdings die sogenannten Public Domain Programme, d.h. Programme, die keinem Copyright unterliegen und die, zumeist aus den USA kommend, inzwischen auch Verbreitung in Deutschland finden. Sie sind i.d.R. nicht eingedeutscht, verwenden amerikanische Masseinheiten und sind sowohl hinsichtlich der regionalen Beispiele wie der didaktischen Zielsetzung auf die amerikanischen Verhältnisse zugeschnitten. Dass diese Programme häufig zweifelhaften Qualitätsstandards überhaupt in Deutschland Verbreitung finden, kann nur durch das quantitativ unzureichende Angebot deutscher Programme erklärt werden.

6.1 Simulation und Simulationsspiele

Es erscheint notwendig, eine Unterscheidung zwischen Simulationen und Simulationsspielen vorzunehmen. Thematisch geht es bei den bisher vorliegenden Simulationsspielen um raumbezogene Standortentscheidungen. Die dahinter stehenden Modelle sind relativ einfach, die Anzahl veränderbarer Parameter gering. Demgegenüber steht das spielerische Element stark im Vordergrund. Dies deckt sich mit dem Rahmenkonzept des Kultusministers von Nordrhein-Westfalen, in dem unter der Überschrift "Integration von Medienerziehung" der spielerische Zu- und Umgang mit Rechnern ausdrücklich gefordert wird (KM NRW, 1985, S.15). Angestrebt wird mit diesen Programmen eine Lernsituation, die durch die folgende Anekdote beschrieben werden kann. Einem Kollegen überliessen wir unser Programm Brand in Tannenweiler für Testzwecke im Unterricht. Vor dem unterrichtlichen Einsatz gab er das Programm seiner 17-jährigen Tochter mit der Bemerkung, er habe ein neues Spielprogramm. Nachdem diese rund eine halbe Stunde damit gespielt hatte, äusserte sie plötzlich spontan: "Das ist ja Erdkunde, was ich hier mache!".

Für Simulationsspiele liegen bislang zwei Beispiele vor, die beide in der Dortmunder Arbeitsgruppe erarbeitet worden sind.

Bei Brand in Tannenweiler (vgl. Dege 1987, S.39) geht es um die Frage der Standortallokation öffentlicher Infrastruktureinrichtungen am Beispiel von Feuerwachen. Dieses Programm basiert auf dem gleichnamigen RCFP-Projekt von Deiters und Wäldin (Deiters/Wäldin 1975). Es stellt den Versuch dar, die in dem RCFP-Projekt enthaltenen methodischen Probleme einer gra-

fischen oder mathematischen Lösung des Allokationsalgorithmus an den Rechner zu verweisen, um so die Aufmerksamkeit der Schülergruppe stärker auf die inhaltliche Problemstellung, das Erkennen und Anwenden der Entscheidungskriterien bei der Suche nach einem optimalen Standortmuster, zu lenken.

Das aus zwei getrennten Programmteilen bestehende Simulationsspiel Hüttenheim (vgl. Schmalbrock 1986) befasst sich mit der Frage nach den optimalen Standorten von Hütten- und Stahlwerken. Im ersten Programmteil geht es um die spielerische Erarbeitung des Weberischen Modells des Transportkosten Minimalpunktes. Der Vorteil des Rechners liegt hier vor allem darin, die Güte einer Standortentscheidung unmittelbar quantitativ zu bewerten. Im zweiten Teil wird die aktuelle Standortproblematik der Stahlindustrie in Nordwesteuropa simuliert. Es geht darum aufzuzeigen, wie sich bei einer Veränderung der Transportkosten, der Einstandspreise für Rohstoffe und der Absatzbeziehungen die Standortqualität von Werken unterschiedlicher Standorttypen (Küstenstandort, "trockener" Binnenstandort und "nasser" Binnenstandort) verändern.

Der zweite Teil des Programms Hüttenheim steht konzeptionell zwischen den Simulationsspielen und den Computersimulationen i.e.S. Zwar basiert es auf einem relativ komplexen Modell mit einer grösseren Anzahl veränderbarer Parameter und lässt das spielerische Element in den Hintergrund treten, doch ist dieses noch dadurch vorhanden, dass die Schülergruppe aufgefordert wird, eine bestimmte Rolle zu übernehmen.

Eine vergleichbare Zwischenstellung nimmt das in verschiedenen Versionen und unter verschiedenen Namen bekannte Programm Dori/Tanaland/Tangaland (vgl. Korschwitz/Wedekind 1985) ein. Es handelt sich um ein Entwicklungs-hilfspiel, das ursprünglich für ein psychologisches Experiment erarbeitet worden war (Dörner 1975). Im Hinblick auf diese Anwendung wird das Ziel, das durch planende Eingriffe in das System erreicht werden soll, völlig offen gelassen. Dies führt zunächst zu einer Orientierungslosigkeit, die dann aber pädagogisch fruchtbar umgesetzt werden kann, indem die Schülergruppe dazu gezwungen wird, vor der Erarbeitung einer Entwicklungsstrategie eine Zielbestimmung vorzunehmen. Unterrichtlich eingesetzt wird dieses Programm vor allem im Zusammenhang mit der Entwicklungsländerproblematik sowie mit Fragen der ökologischen Gefährdung an der Trockengrenze der Oekumene.

Die Simulationsprogramme i.e.S. stellen quantitativ gesehen den Schwerpunkt im Programmangebot für den Geographieunterricht dar. Dies sicher zu Recht, da Simulationen, die zumeist sehr umfangreiche Berechnungen erfordern, i.d.R. ohne den Computereinsatz im Geographieunterricht nicht vorgenommen werden können. Computersimulationen zeichnen sich aus durch komplexe Modelle mit einer Vielzahl von steuerbaren Einflussparametern. Ihr didaktisches Ziel liegt darin, vernetzte Wirkungszusammenhänge zu verdeutlichen.

Beispielhaft zu nennen sind zunächst zwei grössere ökologische Programmpakete: die "Modelle der Wirklichkeit" (Rauch 1986) sowie die Simulationsprogramme zur "Umweltdynamik" (Bossel 1985). Angesichts der Vielzahl der in den beiden Paketen enthaltenen Modelle an dieser Stelle nicht im einzelnen darauf eingegangen werden. Kennzeichnend für beide Programmpakete ist eine grosse Komplexität vieler Modelle und ein hohes Abstrak-

tionsniveau, das sich unter anderem in der Art der Ergebnispräsentation dokumentiert. Diese erfolgt ausschliesslich in Form von Kurvenverläufen. Damit ist die Anwendung im schulischen Bereich sicherlich auf Leistungskurse der Sekundarstufe II begrenzt.

Zur Gruppe der Simulationsprogramme gehören auch die meisten der am Geographischen Institut der Universität Karlsruhe entwickelten Programme. Zu nennen sind:

- CITY, ein Simulationsprogramm zu den Themenbereichen Mobilität und Stadtwachstum, Bodenertrag und Bodennutzung, Handelswettbewerb, bauliche Entwicklung.
- DIFFUSION, ein interaktives Simulationsprogramm zur raumzeitlichen Ausbreitung von Innovationen, das auf einer Monte-Carlo-Simulation basiert.
- LANDUSE, das nach Vorgabe von Markttort, Produktions- und Transportkosten für verschiedene Produkte die entsprechenden Landnutzungszonen auf der Grundlage der Thünenschen Theorie simuliert.
- SISUN, ein Simulationsprogramm zur sozio-ökonomischen Entwicklung einer Insel, mit dem nach Vorgabe verschiedener Parameter die Entwicklung von Bevölkerung, Wirtschaft, Transport- und Bauwesen berechnet wird.

Zu nennen sind schliesslich noch zwei recht ähnliche Programme zur Bevölkerungsprognose, das eine von B. Pohl, das andere von der Dortmunder Arbeitsgruppe. Im Gegensatz zu den Bevölkerungsprognosen von Rauch und Bos-sel wird bei diesen beiden Programmen von realistischen demographischen Daten ausgegangen. Berücksichtigt werden die alters- und geschlechtsspezifischen Bevölkerungsbestände, die alters- und geschlechtsspezifischen Sterberaten sowie die altersspezifischen Fruchtbarkeitsraten, in unserem Programm nach Wahl zusätzlich die alters und geschlechtsspezifischen Wanderungssalden. Beide Programme ermöglichen es, Bevölkerungsentwicklungen unter verschiedenen Annahmen hinsichtlich der Komponenten der Bevölkerungsdynamik zu simulieren. Der unterrichtliche Einsatz kann in verschiedenen thematischen Zusammenhängen erfolgen, wie der Frage nach dem Wachstum der Weltbevölkerung, den spezifischen demographischen Problemen der Industriestaaten und der Länder der Dritten Welt bis hin zur Untersuchung der demographischen Randbedingungen im Rahmen der Stadt-, Regional- und Landesplanung.

6.2 Nutzung von Datenbanken und datenbankähnlichen Informationssystemen

Wie ein Blick auf die Programmentwicklung ausserhalb Deutschlands zeigt, dürften sich die geographischen Informationssysteme neben den Simulationen zu einem der Hauptanwendungsbereiche für den Computereinsatz im Geographieunterricht entwickeln. Die computerunterstützten geographischen Informationssysteme basieren auf der Fähigkeit des Rechners, grosse Bestände nicht nur numerischer Daten zu speichern und über einen Direktzugriff nahezu unmittelbar bereitzustellen. Die Daten können mittels komplexer Suchkriterien aus einer Datenbank herausgefiltert, sie können statistisch ausgewertet, miteinander in Beziehung gesetzt und schliesslich graphisch oder kartographisch dargestellt werden. Ueber eine Vernetzung von Rechnern ist es möglich, direkt aus dem Unterricht heraus "on-line" zentral gespeicherte Datenbanken anzusprechen (vgl. Pohl 1985 b).

Im deutschsprachigen Raum existiert bislang noch keine fertiges Programm dieser Art. In unserer Arbeitsgruppe arbeiten wir momentan an einem menü-gesteuerten, raumbezogenen Informationssystem für das Ruhrgebiet, also einen Raum, der in den Erdkunde-Richtlinien aller Schulformen nicht nur Nordrhein-Westfalens einen zentralen Stellenwert besitzt. Ziel dieses Programms ist es, den Schülern ein Arbeitsmittel an die Hand zu geben, mit Hilfe dessen sie im Rahmen ruhrgebietsbezogener Problemstellungen Fragen beantworten und zuvor aufgestellte Arbeitshypothesen überprüfen können.

6.3 Hilfsprogramme

Unter diesem Begriff werden all diejenigen Programme zusammengefasst, die den Schüler von reinen Routinearbeiten entlasten oder die zur Veranschaulichung und Demonstration von Lerninhalten beitragen.

Einfache statische Auswertungen und die grafische Umsetzung statistischer Daten in Diagramme gehören bekanntermassen zu den instrumentalen Lernzielen des Geographieunterrichts. Wenn diese Methoden dem Schüler durch manuelles Arbeiten bereits vertraut sind, wird ihre Nutzung zur Routinearbeit, die keinen weiteren Lerngewinn beinhaltet. In diesem Moment wird die Nutzung von entsprechenden Computerprogrammen didaktisch sinnvoll. Man denke hier vor allem an die verschiedenen Tabellenkalkulationsprogramme, vor allem solche, die mit einem Grafik-Modul verbunden sind.

Zu den Hilfsprogrammen zählt auch die Mehrzahl der von B. Pohl vorgelegten Programme, so beispielsweise ein Programm, das auf der Grundlage gespeicherter Klimadaten Klimadiagramme nach Walter/Lieth zeichnet, oder die kartographischen Programme für die unterentwickelten Länder Afrikas, mit denen Flächenkartogramme bzw. Kartodiagramme gezeichnet werden. Programme dieser Art stellen für den Schüler im Unterricht oder für den Lehrer bei der Unterrichtsvorbereitung eine deutliche Arbeitserleichterung dar. Nur ergeben sich bei den themakartographischen Programmen gewisse Bedenken, ob der Rechner das geeignete Unterrichtsmedium ist. Dazu ist die Grafikauflösung der Schulrechner heute zumeist noch zu gering, so dass die Ergebnisse doch einen sehr skizzenhaften Eindruck machen. Solche relativ groben kartographischen Ausgaben sollten nur dann in Kauf genommen werden, wenn ihnen programmintern Datenselektionen oder Berechnungen vorgelagert sind, sie also im Zusammenhang mit geographischen Informationssystemen, stehen.

Für die Zukunft kann man allerdings in der computerunterstützten thematischen Kartographie ein weites Anwendungsspektrum innerhalb des Geographieunterrichts sehen. Nur übersteigen zum augenblicklichen Zeitpunkt die Investitionskosten für Farbmonitore mit der dafür notwendigen Peripherie (Digitizer und Plotter) und für die Programme noch bei weitem die finanziellen Möglichkeiten der Schule.

Wegen der noch unzureichenden Grafikauflösung wird auch wenig Sinn in Programmen gesehen, die in trickfilmartigen Sequenzen Bewegungsabläufe grafisch vorführen, wie beispielsweise ein Programm zur Entstehung des Oberrheingrabens. Hier sind m.E. traditionelle Medien wie das Aufbau-transparent leistungsfähiger. Ansonsten sollte für solche Anwendungen abgewartet werden, welche Möglichkeiten neue Medien, z.B. die Bildplatte, bieten werden.

6.4 Uebungsprogramme

Uebungsprogramme, mit denen ein individualisiertes Einüben bestimmter methodischer Fertigkeiten oder inhaltlicher Fakten trainiert werden sollen, spielen für den Geographieunterricht eine weitaus geringere Rolle als beispielsweise für den Mathematik- oder Fremdsprachenunterricht. Dies liegt vor allem daran, dass es in der Geographie in erster Linie um die Vermittlung von Einsichten in komplexe Wirkungszusammenhänge geht und nicht um das Pauken von Faktenwissen. Zudem gilt für diese Programme, und nur für diese, der Einwand, der in dem eingangs erwähnten Beitrag im "Handbuch des Geographieunterrichts" gegen den computerunterstützten Unterricht generell erhoben wird, der Einwand nämlich, dass der am Computer arbeitende Schüler sozial vereinzelt (Theissen 1986, S.233). Auf die verschiedenen Programme dieses Typs, die thematisch stark streuen, soll nicht näher eingegangen werden. Erwähnenswert erscheint in diesem Zusammenhang allerdings ein Programm, da es das einzige dem Verf. bekannte ist, das konzeptionell ganz in der Tradition des klassischen computerunterstützten programmierten Unterrichts steht. Es handelt sich um das Programm STRAND aus Karlsruhe, mit dem am Beispiel des bekannten Strand-beispiels von Peter Haggett eine Einführung in die Denkweisen der Wirtschafts- und Sozialgeographie vermittelt wird. Man könnte sich allerdings denken, dass diese Form des computerunterstützten Unterrichts, die in der beruflichen Weiterbildung eine ganz entschiedene Rolle spielt, auch in der Geographie wieder stärkere Beachtung finden wird.

Mit den Autorensystemen (z.B. Tencore, SEF) stehen heute sehr leistungsfähige und flexible Werkzeuge zur Verfügung, die auch dem Laien die Entwicklung von Lernprogrammen ermöglichen. Inwieweit die Geographie für diese tutoriellen Programme weitere, didaktische sinnvolle Anwendungsbereiche bietet, muss zunächst dahingestellt bleiben.

Dieser komprimierte Ueberblick über das Programmangebot für den Geographieunterricht in Deutschland mag den Eindruck erweckt haben, als wenn es doch gar nicht so schlecht stünde in diesem Bereich. Bei dieser Beurteilung ist jedoch zweierlei zu bedenken. Zunächst steht dem Lehrer in der Schulpraxis das hier vorgestellte Programmangebot so nicht zur Verfügung. Denn noch sind die Programme für drei unterschiedliche, miteinander nicht kompatible Rechner geschrieben. Erst allmählich beginnt eine, glücklicherweise auch international vereinbarte, Standardisierung in den Schulen zu greifen. Welche der genannten Programme der Lehrer in der unterrichtlichen Praxis einsetzen kann, hängt z.Z. noch von einer mehr oder weniger zufälligen Investitionsentscheidung seiner Schule ab. Zum zweiten sollten wir bei der quantitativen Bewertung des Programmangebots einen Seitenblick auf das Angebot an traditionellen Unterrichtsmedien werfen. In einem solchen Vergleich sieht es mit den Materialien zum computerunterstützten Unterricht in der Geographie doch noch recht finster aus.

Daran wird sich in absehbarer Zukunft nicht viel ändern. Es sind keine Anzeichen dafür zu sehen, dass die bislang tätigen Arbeitsgruppen ihre Produktivität erhöhen könnten. Dass die Vorschläge, die im ersten Teil dieser Ausführungen gemacht worden sind, wenn überhaupt, dann erst in weiterer Zukunft zu Ergebnissen führen werden, ist auch völlig klar. Im Hinblick auf eine kurz- bis mittelfristige Verbesserung des Programmangebots für den Geographieunterricht soll abschliessend das Interesse auf die kommerzielle Anwendersoftware gelenkt werden. Auf die Einsatz-

möglichkeit von Tabellenkalkulationsprogrammen im Zusammenhang mit Statistik und Grafiken wurde bereits hingewiesen. Dass diese Programme sich aber auch hervorragend dazu eignen, Simulationen zu programmieren, hat Baumann (1986) jüngst überzeugend dargestellt. Viel Zeit und Mühe wird darin investiert, geographische Informationssysteme zu programmieren. Bislang ist in Deutschland aber kein Versuch bekannt geworden, dieses Ziel auf der Grundlage kommerzieller Datenbankprogramme zu realisieren. Sicher, die Nutzung solcher Universalprogramme wird nicht zu den Ergebnissen führen, die mit Hilfe von Spezialprogrammen zu erreichen sind, die für eine spezifische geographische Anwendung entwickelt wurden. Dafür bieten die Universalprogramme einige entscheidende Vorteile:

- Sie sind i.d.R. allgemein verfügbar.
- Sie verlangen vom Programmentwickler keine Kenntnis einer höheren Programmiersprache.
- Sie sind i.d.R. gut übersetzbar von einem Programm zu einem anderen, d.h. auch von einem Rechner zu einem anderen. Der Befehlsvorrat verschiedener Tabellenkalkulationsprogramme oder verschiedener Datenbankprogramme unterscheidet sich im allgemeinen nicht gravierend.
- Geographische Anwendungen können auf der Grundlage von Universalprogrammen wesentlich schneller entwickelt werden als durch eine von Grund auf neue Programmierung.

Es ist daher an die am computerunterstützten Unterricht interessierten Kollegen zu appellieren, in dieser Richtung weiterzudenken, Ideen zu produzieren, zu realisieren und vor allem zu publizieren.

Literatur

- BAUMANN, R. (1986), Computereinsatz in Sozialkunde, Geographie und Oekologie. Computer Praxis im Unterricht. Stuttgart.
- BOSSEL, H. (1985), Umweltdynamik. München.
- BUND-LÄENDER-KOMMISSION (1984), Bund-Länder-Kommission für Bildungsplanung und Forschungsförderung: Rahmenkonzept für die Informationstechnische Bildung in Schule und Ausbildung, K 43/84. Bonn.
- DEGE, W. (1987), Brand in Tannenweiler. Ein Computerlernspiel. Praxis Geographie 17, S. 39-40. Westermann.
- DEITERS, J., E. WÄLDIN (1975), Brand in Tannenweiler. Zur Frage nach dem besten Standort von Feuerwehrestationen. Beiheft Geographische Rundschau 4, S. 20-30. Westermann.
- DÖRNER, C., C. Dietrich (1975), Psychologisches Experiment. Wie Menschen eine Welt verbessern wollten... Bild der Wissenschaft 12, S. 48-53.
- KORNSCHWITZ, H., J. WEDEKIND (1985), Dori. Ein Computerspiel um das Ueberleben eines Nomadenvolkes im Sahel. Geographie Heute 27, S. 53-46. Westermann.
- KULTUSMINISTER, (1985), Rahmenkonzept Neue Informations- und Kommunikationstechnologien in der Schule - Zielvorstellungen, Massnahmen und Entwicklungsstand -. Strukturförderung im Bildungswesen des Landes NW, 43. Köln: Kultusminister des Landes Nordrhein-Westfalen.
- MODELLVERSUCH (1986), Modellversuch Sekundarstufe I. Grundbildung im Pflichtbereich der Sekundarstufe I. Weiterführende Bildung im Wahlpflichtbereich der Klassen 9/10. Curriculumentwicklung in Nordrhein-Westfalen. Neue Informations- und Kommunikationstechnologien 1. Soest: Landesinstitut für Schule und Weiterbildung.
- NACHTMANN, L. (1987), Premieren aus zwei Jahrzehnten. Chip 4, S. 154-156.

- POHL, B.(1985a), Software- und Literaturverzeichnis zum Thema: Computer im Geographieunterricht. Karlsruher Manuskripte zur Mathematischen und Theoretischen Wirtschafts- und Sozialgeographie 74. Karlsruhe.
- POHL, B.(1985b), Die Nutzung elektronischer Datenbanken in den Geowissenschaften. Karlsruhe.
- POHL, B.(1986), Computereinsatz im Erdkunde-Unterricht des Gymnasiums. Geo-Computer-Brief, Materialien 7, S. 4-7. Genf.
- RAUCH, H.(1985), Modelle der Wirklichkeit, Simulation dynamischer Systeme mit dem Microcomputer. Hannover.
- SCHMALBROCK, H.P.(1986), Computersimulation im Geographieunterricht, Standortentscheidungen der Eisen- und Stahlindustrie. Schriftliche Hausarbeit zur Ersten Staatsprüfung für das Lehramt für die Sekundarstufe II. FB 16/Geographie. Universität Dortmund.
- SCHRETTENBRUNNER, H.(1987), Computer im Erdkundeunterricht. Praxis Geographie 17, S. 41-42.
- THEISSEN, U.(1986), Organisation der Lernprozesse. In: Köck, H. Hrsg., Handbuch des Geographieunterrichts. Grundlagen des Geographieunterrichts, Bd. 1, Köln, S.209-287.

7.1 Einleitung

Man könnte sagen, dass Geographen von Haus aus Informationslieferanten sind. Seit Jahrhunderten haben sich die Traditionen und Fertigkeiten im Entwerfen und Produzieren geographischer Informationen immer wieder geändert und neuen Techniken der Informationsverschaffung angepasst. Immer mehr geographische Informationen bekommt man mittels sogenannter Geographischer Informationssysteme (GIS), und immer häufiger erhält man Zugang zu diesen Informationen über Kabelnetze und Bildschirme. Im Kielwasser der Computerisierung ist die Datenverarbeitung mit den raumanalytischen Techniken der Geographischen Informationssysteme im Begriff, als ein sowohl für Lehrer als auch für Schüler völlig neues Unterrichtsmittel in den Erdkundeunterricht Eingang zu finden. Die Frage stellt sich nun, welcher Typ GIS ein brauchbares und zweckmässiges Lehrmittel für den Erdkundeunterricht darstellen kann. Welche Rahmenbedingungen müssen erfüllt werden, um die Akzeptanz solcher Systeme zu stimulieren? Und vielleicht wichtiger: Welche geographische Informationen wählt man und in welchem Format sollten sie verfügbar gemacht werden, wenn man eine integrale Benutzung welcher Informationssysteme auch immer im Erdkundeunterricht erreichen will?

Im Laufe dieses Beitrages wird versucht, diese Fragen zu beantworten. Dazu wird zunächst der Begriff Geographische Informationssystem 'erläutert. Darauf folgt ein Ueberblick über die geographischen Informationssysteme für den Unterricht, in dem einige Beispiele mit kurzen Demonstrationen erläutert werden.

Dann sollten auch einige pädagogische und didaktische Konsequenzen angesprochen werden, die beim Einsatz von geographischen Informationssystemen unvermeidlich sind. Der Aufsatz schliesst mit einem Blick auf die interessanten Entwicklungen, die sich aus der Verwendung von DIGIS (didaktisches geographisches Informationssystem) ergeben können.

7.2 Geographische Informationssysteme für den Unterricht: Versuch einer Definition

Die Umschreibung dessen, was ein GIS ist, sein könnte oder sollte, war in den vergangenen Jahrzehnten einem ständigen Wandel unterworfen. Parallel zur Informationstechnologie wurden die Mindestanforderungen für Geographische Informationssysteme entworfen. Jetzt aber, wo sich zwecks Unterricht und Datennachfrage eine neue (und breitere) Gruppe von Benutzern anmeldet, müssen andere Bedürfnisse befriedigt werden als die, welche sich aus einer wissenschaftlichen, raumanalytischen Fragestellung ergeben.

Dieser neue gesellschaftliche Bedarf spiegelt sich in zielgruppen-spezifischen Informationen, Abrufprozeduren, Suchstrukturen, Manipulationsmöglichkeiten, Wiedergabetechniken und -formaten wider. So ist eine neue Kategorie von GIS entstanden, die sich in Form und Inhalt von den herkömmlichen GIS unterscheidet. Beide Kategorien stehen sich jedoch nichts nach bezüglich

ihrer Intention, nämlich dem Benutzer eine Reihe von Möglichkeiten anzubieten, um entweder Antwort auf bestimmte Fragen zu erhalten oder Unsicherheiten hinsichtlich geographischer Informationen zu beseitigen. Schliesslich gilt:

Ein GIS ist jeweils ein zusammenhängendes, interaktives System für Speicherung, Verwaltung, Verarbeitung und Wiedergabe von geographischem Quellenmaterial in digitaler Form.

Da der Unterschied in den Benutzergruppen nachweislich zu wesentlich anderen (äusseren) Kennzeichen führt, halten wir eine nähere Unterscheidung für richtig. Wir reservieren den Begriff didaktisches geographisches Informationssystem (DIGIS) für jedes GIS, das sich in Form, Inhalt und den angebotenen Möglichkeiten ausdrücklich an eine nicht-wissenschaftlich aktive Benutzergruppe wendet.

Diese Umschreibung ermöglicht es uns, didaktische geographische Informationssysteme weiter zu untergliedern. Durch die von uns getroffene Unterscheidung tritt ein deutlicher Unterschied in der Anwendung von Informationstechnologie zutage.

7.3 Typen didaktischer geographischer Informationssysteme

Bei den geographischen Informationssystemen für die Anwendung im Grundschul- oder weiterführenden Unterricht lassen sich vier Typen unterscheiden:

a. Geographische Datenbanken

Eine geographische Datenbank besteht aus einem auf Diskette gelieferten Informationsverarbeitungspaket mit Begleitmaterial und Datensätzen. Angesichts der begrenzten Möglichkeiten der im Unterricht verwendeten Apparatur nimmt man normalerweise rasterstrukturierte Datensätze, womit einfache Karten und Overlays produziert werden können. Die Qualität des verlangten Ausdrucks (thematische Karten mit geographischer Information) ist dem didaktischen Ziel untergeordnet: der Förderung eines entdeckenden Lernprozesses, für den geographisches Quellenmaterial die Bausteine liefert. Lernpakete dieses Typs können sich voneinander durch die Akzente unterscheiden, die das jeweilige System setzt. Liegen diese auf den Bearbeitungsmöglichkeiten, dann gleichen sie Datenverarbeitungssystemen mit beschränkten (karto)graphischen Möglichkeiten (1). Ist kartographische Wiedergabe das Hauptziel, dann entsteht ein Werkzeug für elektronische Atlanten, wobei in der Regel nur wenige der Manipulationsmöglichkeiten gegeben sind (2) (siehe Abb. 7.1).

Stehen die Möglichkeiten für die räumliche Analyse geographischer Erscheinungen im Mittelpunkt, dann wird nach einer dazwischen liegenden Lösung gesucht. Das Programm Geobase ist hierfür ein gutes Beispiel (3).

b. Geographische Interaktive Video (IV)-Projekte

Dieser Typ benutzt Bildplatten oder Videodisks für die Speicherung von Bildmaterial und Datensätzen. Dadurch umfasst die direkt abrufbare Information leicht das Tausendfache dessen, was momentan mit didaktischen Datenbanken realisierbar ist. Ausserdem führt die Hinzuziehung von Lichtbildern, Karten und Filmen zu einer völlig anderen Art der Informationsverarbeitung. Die für diesen Typ von Projekten entworfenen

geographischen Informationssysteme lassen nur begrenzt Manipulationen zu: ihre Stärke liegt in der scheinbar unbeschränkten Datenabrufmöglichkeit und dem Direktzugriff. Im Moment ist für geographische Zwecke das Domesday-Projekt(4) am interessantesten und spannendsten, aber auch andere (britische) Bildplatten, wie Human Geography und Physical Geography aus dem Interactive Video in Schools-Projekt(5) stehen kurz vor dem Erscheinen.

Für die Speicherung eigener Daten sind Bildplattensysteme - im Gegensatz zu Datenbanken - (noch) nicht geeignet. Für das Abrufen lokaler und regionaler Information ist der Benutzer davon abhängig, was das System inhaltlich zu bieten hat. Und bei dem heutigen Stand der Bildplattentechnik kann dieser Inhalt 348 Millionen Bytes umfassen, welche für das Domesday Projekt zum Beispiel gefüllt wird mit 20.000 topographischen Karten und 54.000 Dias, die in wenigen Sekunden abgerufen werden können. Nach Meinung von Openshaw u.a. (1986) ist das Verfügen über eine derartige Menge geographischer Information ein enormer Gewinn für jede Form des Erdkundeunterrichts und eine wichtige öffentliche Demonstration dessen, was Geographie mittels neuer Technologien zu bieten hat.

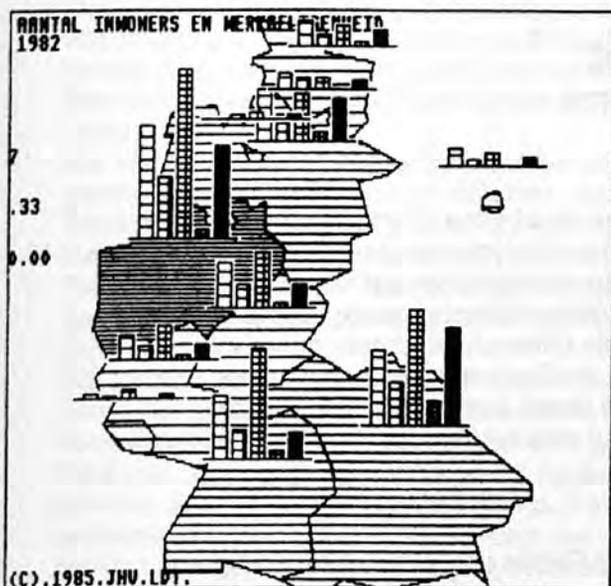


Abb. 7.1

- c. Geographische Bildschirmtext-Systeme
 Einen dritten Typ bilden Informationssysteme, die ein Bildschirmtext-System benutzen. Der Unterschied zu den vorhergehenden Typen besteht u.a. darin, dass der Benutzer immer On Line zu der an einem anderen Ort verwalteten Datenbank in Verbindung steht. Informationen aus einem derartigen System können abgerufen und eingesehen, aber (genau wie bei Bildplattensystemen) nicht verändert werden. Das ist erst dann möglich, wenn Informationen (Bildschirme, Datensätze) in den eigenen Speicher eingegeben und lokal verarbeitet werden können. In Kombination mit Datenbanken können sie dann national oder international verwaltete Systeme bilden, um geographische Informationen zentral anzubieten. Je nach dem verwendeten Software-Paket ist es möglich,

auch andere Formen der Interaktionen anzubieten. So können zum Beispiel über den elektronischen Weg der Systemverwaltung Berichte verschickt, oder es kann um zusätzliche, noch nicht verfügbare Information gebeten werden. Nach Art und Aussehen sind derartige Informationssysteme mit Bildschirm-Anwendungen vergleichbar, nur kann hier das Mass der Interaktion gesteigert werden. In Utrecht haben wir unter dem Namen GISET ein derartiges Informationssystem gestartet (6) (siehe Abb. 7.2).

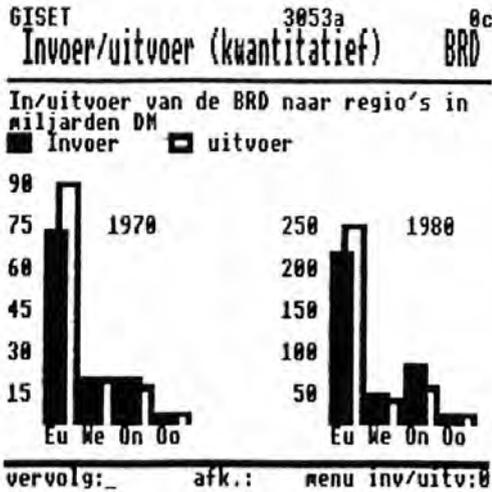


Abb. 7.2

Der Vorteil derartiger Anwendungen liegt in ihrer Geräteunabhängigkeit: bei jedem Computertyp können diese Systeme eingesetzt werden. Dadurch sind sie besonders attraktiv für Unterrichtsprojekte auf nationalem oder internationalem Niveau. Viele öffentliche Bildschirmtexte (Bildschirmtext, Prestel, Minitel, Viditel) enthalten die unterschiedlichsten geographischen Informationen: Touristische, die Freizeit betreffende, sozio-ökonomische und demographische Daten stehen jedem zur freien Verfügung - in Form und Format auf eine breite gesellschaftliche Gruppe potentieller Benutzer abgestimmt.

d. Geographische Experten-Systeme

Von dieser DIGIS-Variante auf dem Gebiet der künstlichen Intelligenz ist uns noch kein operationelles didaktisches Projekt bekannt. Auf experimentellem Niveau werden Anwendungen entwickelt, von denen bis jetzt nur wenige über das Anfangsstadium hinausgehen. Es soll hier genügen, ein interessantes Entwicklungsfeld für didaktische geographische Informationssysteme zu signalisieren, namentlich wenn Interaktive Videos in die Experten-Systeme integriert werden. Aller Voraussicht nach wird sich das Forschungsinteresse in nächster Zukunft auf diesen Bereich richten.

7.4 Überlegungen zum Einsatz von Digis im Erdkundeunterricht

Bei allen Veränderungen und Neuerungen im Unterricht sollte eine Frage nochmals überdacht werden: welchen Schülertyp wollen wir ausbilden (a) und welche Art von Unterricht ist dazu geeignet (b)? Plädieren wir für die Anwendung von geographiedidaktischen Informationssystemen, dann könnte die Antwort lauten: einen aktiven Schülertyp, der aktuelle geographische

Informationsquellen nicht nur zu erschliessen weiss, sondern die zugängliche Information auch in persönliches Wissen umsetzen kann. Das setzt (hinsichtlich des zweiten Teils der Frage) eine Lehr-Lern-Umgebung voraus, in der Platz ist für offene Lernwege, für entdeckendes Lernen und für geographische Ausdrucksmöglichkeit. In der neueren deutschen, niederländischen und englischen Fachliteratur können hierfür interessante Ansätze gefunden werden. Trotzdem werden noch viele fachdidaktische Untersuchungen auf diesem Gebiet durchgeführt werden müssen, bevor die Antworten auf (a) und (b) dicht aneinander anschliessen.

- Eine zweite Ueberlegung im Lichte der vorigen ist die, dass die Anwendung didaktischer geographischer Informationssysteme nur 'Mittel' ist in den Bestrebungen, die produktiven Fertigkeiten der Schüler zu vergrössern. Damit ist gemeint, dass Schüler in die Lage versetzt werden, selbständig eine Strategie entdeckenden Lernens zu entwickeln. Eine Forschungsfrage formulieren und einen Lösungsweg entwickeln zu können, diesen in ein Suchverfahren umzusetzen, die erhaltene Auskunft analysieren und im Licht der ursprünglichen Frage interpretieren zu können, sowie die richtige Schlussfolgerung zu ziehen, kann durch den Einsatz didaktischer geographischer Informationssysteme sehr unterstützt werden. Wird das Streben nach produktiven Fertigkeiten nicht durch die Unterrichtspraxis des Erdkundelehrers unterstützt, dann wird das DIGIS zum Ziel degradiert und der Erdkundeunterricht zur Computerkunde. Ausserdem entfällt seine didaktische Funktion und damit unser Meinung nach auch sein Existenzrecht innerhalb des Erdkundeunterrichts.
- Die Verwendung neuer Medien im Unterricht ist (zu Unrecht) mit einer ganzen Reihe von Vorurteilen behaftet. Nicht selten stellt sich dann heraus, dass diese Vorurteile auf Erfahrungen mit Anwendungen beruhen, die nie für die Verwendung in Unterrichtssituationen entworfen wurden. Die Skepsis unter den Lehrern als den zukünftigen Benutzern wird dadurch eher vergrössert und die Annahmefähigkeit auf Jahre hinaus verdorben.

Wir werden den Mut aufbringen müssen, mit Experimenten zu warten bis fundierte, für den Unterricht entwickelte Software in der Muttersprache verfügbar ist. Erst dann wird für Lehrer und Schüler eine fundierte didaktische Einführung und Begleitung entworfen werden können. Auch Fachkollegen müssen sich im Anfangsstadium des computerisierten Unterrichts dessen bewusst sein, dass eine passende Didaktik für Einführung und Verwendung von Datenbanken, Kalkulationsprogrammen interaktiven Bildplatten und Informationssystemen im Erdkundeunterricht erst noch erarbeitet werden muss. Damit eröffnet sich nochmals ein wichtiges fachdidaktisches Forschungsfeld für die kommenden Jahre. Aber auf die Fachdidaktiker wartet noch mehr Arbeit. Einige Aspekte möchten wir jetzt näher erläutern:

- Es ist notwendig, einen theoretischen Rahmen für didaktische Informationsverarbeitung zu erstellen. Ansätze hierfür hat D. Freeman in England geliefert(7), und unsere eigene Arbeit hier in Utrecht schliesst sich eng daran an(8).
- Wenn der Erdkundeunterricht grössere Mengen von frei zugänglichem und frei manipulierbarem Quellenmaterial heranziehen will, werden wegen der erstrebten Qualität des Outputs Qualitätsnormen für den Inhalt geographischer Informationssysteme entwickelt werden müssen. Das gilt natürlich für jede Form der Datenverarbeitung und beinhaltet eine Warnung vor der allzu rücksichtslosen Erschliessung grosser Datenbestände für den Unterricht. Im übrigen haben wir die Erfahrung

gemacht, dass wir nicht unbedingt über grosse Datenbestände verfügen müssen, um geographische Datenbanken in den Unterricht einzuführen. Eine Datei wird immer sorgfältig und mit Rücksicht auf die didaktische Funktion aufgebaut werden müssen. Weil viele Datenbestände ursprünglich nicht für die beabsichtigte didaktische Funktion geplant waren, sollte ihre Verwendung im Unterricht vermieden werden.

- Jedes Medium stellt seine spezifischen Ansprüche an den zu repräsentierenden Inhalt. Geographen werden lernen müssen, geographische Inhalte zu entwerfen, die die Stärke didaktischer Informationssysteme zur Geltung kommen lassen. Und obwohl wir in Utrecht seit einer Reihe von Jahren auf diesem Gebiet aktiv sind, muss leider festgestellt werden, dass es hier von geographischer Seite wenig Sachkenntnis gibt.

7.5 Schlussbemerkungen

Geographisch sehr interessant ist die Möglichkeit der Internationalisierung interaktiver Lernkontakte durch didaktische Informationssysteme. Nicht nur die Verwaltung derartiger Systeme kann internationalisiert werden, sondern auch ihre Benutzung durch Schüler verschiedener Länder. Damit wird eine neue Kommunikationsmöglichkeit geschaffen und unser Erdkundeunterricht um eine neue Dimension bereichert. Angesichts der Bemühungen der Europäischen Gemeinschaft, eine gemeinschaftliche Produktion didaktischer Courseware durch Vertreter verschiedener Länder zu stimulieren (das UK/DK/NL-Projekt, die Sommeruniversität des SCET in Glasgow und die European Standing Conference of Geography Teachers Associations), dürfte die finanzielle Unterstützung eines solchen Projekts politisch machbar sein.

Die neue Informationstechnologie bringt eine Reihe von Möglichkeiten in die Reichweite des Erdkundeunterrichts, die Inhalte, Lehrstrategien und Didaktiken nicht unberührt lassen werden. Ob sich diese Möglichkeiten als Fluch oder Segen erweisen, wird sehr davon abhängen, inwieweit Schulgeographen bereit und instande sein werden, diese Möglichkeiten aufzugreifen, auszuarbeiten und zu ihrem Forschungsthema zu machen. Auf der Grundlage unserer umfangreichen Fortbildungserfahrungen und der ersten Reaktionen aus der Praxis mit GISET glauben wir, dass die Begeisterung der Lehrer Anlass zum Optimismus gibt. Zwei der beabsichtigten Forschungsthemen haben wir in Utrecht bereits projektmässig untergebracht: Die Methodik für das Entwerfen von Inhalten für geographische Courseware und Informationssysteme sowie die Einführung eines Interaktiven Geographischen Informationssystems in die Sekundarstufe. Besonders zur Beschreibung des letztgenannten Forschungsthema wollen wir mit Kollegen und Schülern internationale Kontakte anknüpfen. Als ersten Ansatz dazu haben wir einen Teil von GISET für internationale Experimente eingerichtet(9).

Es ist unsere Überzeugung, dass sich im Zeitalter der Informationstechnologie die Chance bietet, die Internationalisierung der Kontakte zwischen Geographen zu fördern, so dass sie nicht nur universitäre Kreise, sondern auch Lehrer und Schüler der Sekundarstufen einschliessen. Hieraus wird dann kurzfristig die Notwendigkeit erwachsen, auch für diese Zielgruppen internationale Organisationsformen zu schaffen.

Anmerkungen

- (1) Zum Beispiel das Programm 'Quest'. Auskunft: AUCBE, Endymion Road, Hatfield Hertfordshire, AL10 8AU, England.
- (2) In der holländischen Sprache ist 'CACIP' ein gutes Beispiel, verwendbar für BBC-Computer und MS-DOS.
- (3) 'Geo Base' wird geliefert von Longman Publishers, York (UK). Auskunft bekommt man auch bei School of Education, University of Bath, Claverton Dow, Bath, Avon BA2 7AY (UK).
- (4) David R.F. Walker and Julia Duckworth, Department of Geography, University of Technology, Loughborough, Leicestershire LE11 3TU, UK.
- (5) *British Geographer*, November 1986.
- (6) GISET ist die Abkürzung für Geografisch Informatie Systeem voor Educatieve Toepassingen. Für weitere Auskunft: drs. J. van Beckum. Geografisch Instituut/GE, Postbus 80115, 3508 TC Utrecht, Niederlande.
- (7) Freeman, D. (1986), Information handling on computer in the humanities classroom: process, practice and perspectives. Vortrag für das International Research Seminar on Computer assisted Learning in Social Studies and Humanities. ESRC, London.
- (8) Beckum, J. van und C. van der Burg (1986), Basisteksten ISPAK module C, Utrecht.
- (9) GISET kann mit jedem Viewdata-Kommunikations-Paket über die Telephonnummer 030-534565 (Niederlande) abgerufen werden.

Literatur

- BECKUM, J. van, H. TRIMP (1987), Computerunterstütztes Lernen in den Niederlanden'. Praxis Geographie 5.
- FREEMAN, D. (1986), Quest and Qmap in the Geography Curriculum, AUCBE. Hatfielde.
- OPPENSHAW, S. et al. (1986), A geographical information and mapping system for the BBC Domesday optical discs. *The British Geographer*, NS 11.

Hope is like a lighthouse keeper's beam...
Klaatu, 1977

8.1 Ueber Kommunikation

Zum Thema Kommunikation folgende Anekdote: Eines Tages frühmorgens fuhr Henk in seinem Wagen von Amsterdam über die A4 zum Flugplatz Schiphol. Gerade vor der Ausfahrt Schiphol sah er ein Schild "Schalten Sie Ihr Licht ein!" Das tat er. Der Weg führte ihn durch den Schipholtunnel. Hinter dem Tunnel sah er schon wieder ein Schild mit dem Text "Denken Sie an Ihr Licht!" Das tat er. Gerade in Schiphol angekommen, merkte er beim Aussteigen, dass sein Licht noch brannte. Langsam stieg in ihm die Vermutung auf, dass irgendetwas nicht stimmte. Durch eine spätere Analyse der Situation wird deutlich, dass das gewünschte Ergebnis nicht erreicht wurde, obwohl er den angegebenen Anweisungen gefolgt war. Wo liegt der Fehler:

1. Bei den Schildern, auf denen die falschen Anweisungen standen? Er hatte das Licht schon vor dem Tunnel eingeschaltet und dahinter dachte er sorgfältig an das Licht. Trotzdem fuhr er am helllichten Tage mit voller Beleuchtung weiter.
2. Bei ihm, dem Verkehrsteilnehmer, der die Anweisungen falsch interpretiert hatte?

Der Verf. nimmt an, dass die meisten Leser mit ihm einig sind, dass in diesem Fall Henk daran schuld war. Er reagierte automatisch, ohne die angegebenen Andeutungen in einen weiteren Kenntniskontext, der zur Teilnahme am Verkehr gehört, zu bringen.

Wenn diejenigen, die derartige Schilder entwerfen, Rücksicht auf solche dummen Verkehrsteilnehmer nehmen müssten, dann würden die Anweisungen sehr kompliziert werden; z.B. beim ersten Schild: "Ist Ihr Licht eingeschaltet, schalten Sie es jetzt ein; ist es eingeschaltet, dann lassen Sie es so (= tun Sie nichts)." Beim zweiten Schild: "Wenn es Tag ist und Sie mehr als 200 Meter Sicht haben, machen Sie Ihr Licht aus. Ist es Nacht oder beträgt ihre Sicht weniger als 200 Meter, lassen Sie Ihr Licht brennen (= tun Sie nichts.)."

Diese Art von Anweisungen sind üblich bei der Kommunikation mit Computern, und es ist hier auch nicht zufällig, dass gerade diese Kommandos so einfach programmierbar sind, wie es im Abbildung 8.1 der Fall ist.

Die Tatsache, dass eine einfache Verkehrsanweisung wie "Denken Sie an Ihr Licht" im allgemeinen gut funktioniert, hängt damit zusammen, dass es eben Menschen sind, welche die Autos steuern. Sie sind imstande, die angegebenen Informationen aufgrund der schon vorhandenen Kenntnisse zu interpretieren und nötigenfalls hieraus die entsprechenden Handlungen folgen zu lassen.

Bei dem Erteilen von Anweisungen und Aufträgen für Menschen sollte Rücksicht auf die "schon vorhandenen Kenntnisse" genommen werden. In der Verkehrssituation ist dies verhältnismässig einfach, da vorausgesetzt wird, dass jeder Verkehrsteilnehmer die Verkehrsvorschriften kennt. Hier gibt es auch genaue Informationen über die Umstände, unter welchen ein bestimmtes Licht eingeschaltet sein darf oder muss. In vielen anderen Situationen gibt es mehr Probleme.

1. IF LICHT = "AUSGESCHALTET" THEN LET
LICHT = "EINGESCHALTET"
2. IF SITUATION = "TAG" AND SICHT > 200
THEN LET LICHT = "AUSGESCHALTET"

Abb. 8.1: Verkehrsanweisungen in BASIC

Möchten wir mit einem Computer kommunizieren, dann können wir im Prinzip nicht von der schon vorhandenen Kenntnis ausgehen. Aufträge und die damit verbundenen Bedingungen müssen infolgedessen bis in äusserst kleine Teilchen auseinander gelegt und in der richtigen Reihenfolge dem Computer mitgeteilt werden.

Heutzutage liegt der Zeitpunkt, wo auch dies in der Computersprache (die Binärsprache von Einsen und Nullen) geschehen musste, schon weit hinter uns.

Die Kommunikationslücke zwischen Mensch und Maschine wurde durch Einsatz von Software immer kleiner. Übersetzungsprogramme (Interpreters und Compilers) machen es dem Menschen möglich, den Computer in einer Kunstsprache, die manchmal schon ziemlich nahe bei der natürlichen Sprache liegt (höhere Programmiersprache), anzusprechen. Dabei können in einer derartigen Programmiersprache noch weitere Programme geschrieben werden, die es für den endgültigen Benutzer überflüssig machen, eine neue (Kunst-)Sprache zu lernen. Auf beiden Ebenen, der Ebene der Programmiersprache mit dem zugehörigen Übersetzer und der Ebene des in einer Programmiersprache geschriebenen Programms, sind Kenntnisse vorhanden. Dies betrifft nicht nur syntaktische Kenntnisse, die für das Übersetzen eines eingegebenen Auftrages nötig sind, sondern auch Kenntnisse in bezug auf die Wirklichkeit, in der ein Auftrag funktioniert. Die Bedeutung eines Auftrages (die Semantik) und noch mehr die Wirkung, die der Auftrag hervorruft (die Pragmatik), hängen von dem Kontext ab, in dem der Auftrag erteilt wird. Wenn wir die Aussage "Denken Sie an Ihr Licht!" in einer Broschüre der städtischen Energiewerke im Rahmen einer Energiesparaktion begegnen, bedeutet sie etwas ganz anders und ruft auch zu einem anderen Verhalten auf, als wenn sie auf einem Schild am Rande einer Strasse stehen würde. Ein vergleichbares Prinzip gilt beim Erteilen eines Auftrages an einen Computer.

Die Menge und die Art der in der Programmierung gespeicherten Kenntnisse bestimmen das Verhältnis, das der Computer zum Benutzer hat und auf

welche Weise Kommunikation möglich ist. Die Grenzschichten zwischen Maschine und Benutzer, über welche die Kommunikation stattfindet, werden in der Computerfachsprache meistens Benutzeroberfläche ("user interface") genannt. In der Anwendung von Computern im Unterrichtsverlauf spielen diese Schichten eine bedeutende Rolle, weil Kenntnis und Handlungen hier "interaktiv" zusammenkommen.

8.2 Daten und Lernen

Lernen (Kenntniserwerb) wird in der Lernpsychologie zwischen Wahrnehmen und Handeln angesiedelt. Hierbei kann die Dreizahl Wahrnehmen, Kenntniserwerb und Handeln nicht in einer strengen Reihenfolge gesehen werden. Wahrnehmung führt nicht alleine zum Kenntniserwerb und dem darauf gegründeten Handeln, aber Kenntnis und Handlung beeinflussen ihrerseits dann auch die Wahrnehmung.

Immer mehr wird davon ausgegangen, dass es beim Unterricht nicht (nur) um das Vermitteln von Kenntnissen geht, die es den Schülern ermöglichen sollten, später auf eine verantwortliche Weise zu handeln, sondern dass gerade während der Schulzeit dem Kenntniserwerbsverlauf in Zusammenhang mit der Wahrnehmung und dem Handeln in der Wirklichkeit Beachtung geschenkt werden muss. Innerhalb der Erdkunde spielt die Feldarbeit hierbei eine wichtige Rolle. Öfter jedoch gibt es notwendigerweise eine Surrogatwirklichkeit in der Klassensituation. Dabei wird von zwei wesentlichen Voraussetzungen ausgegangen:

1. Es gibt Handlungen in der Wirklichkeit, die gut simuliert werden können.
2. Die Wahrnehmungsfähigkeit der Menschen kann gut trainiert werden; das Vermögen wahrzunehmen kann von einem Bereich zum anderen übertragen werden: "Transfer of Learning."

In einer simulierten Wirklichkeit gibt es Erscheinungen mit Eigenschaften. Aussagen über die Eigenschaften von Erscheinungen bilden Daten, die festgehalten werden können, sei es verbal, sei es in Tabellen- oder Diagrammform. Lernen hat mit dem Sammeln dieser Daten und dem Auswählen, dem Ordnen und dem Interpretieren aufgrund einer formulierten Frage zu tun. Dies ist ein zeitraubender Prozess. Ob es sich jetzt um das Analysieren von Tabellen mit numerischen Daten handelt oder um die Teilnahme an einem simulierten Entscheidungsprozess, wobei in einem mehr direkten Handlungskontext mit Daten gearbeitet wird, all dies verlangt mehr Zeit als der Abhandlung eines Dozenten zuzuhören, in der die zu erlernenden Begriffe und Generalisierungen gebrauchsfertig angeboten werden.

Die Einführung des Mikrocomputers in den Unterricht scheint in diesem Fall Veränderungen bewirken zu können. Zwei grosse Vorteile dieses Gerätes spielen hierbei eine wichtige Rolle:

- das Vermögen, Daten in hohem Tempo manipulieren zu können,
- der interaktive (Dialog-) Charakter, durch den die Wechselwirkung Wahrnehmung-Kennntnis-Handeln in hohem Masse gefördert werden kann.

Diese zwei Punkte zusammen inspirierten das Anfertigen von verschiedenen Programmtypen wie Simulationen, Entscheidungsprozess-spiele und Datenbanken, wobei Schüler mit einer fingierten oder nicht fingierten Wirklichkeit konfrontiert werden und wobei sie selbst die Antwort auf eine

bestimmte Frage oder die Auflösung eines bestimmten Problems entdecken müssen. Meistens sind diese Programme für ein spezifisches Wissensgebiet geschrieben. Hierdurch sind Sie nur beschränkt anwendbar. Jedem dieser Programme liegen jedoch Daten zugrunde über die Erscheinungen, die im Programm eine Rolle spielen. Diese Daten sind öfter über den in BASIC oder PASCAL geschriebenen Programmtext verteilt, während derselbe Programmtext meistens sehr genau bestimmt, auf welche Weise diese Daten für die Schüler zugänglich sind. Die zwei erwähnten Elemente (die beschränkte Anwendbarkeit der meisten edukativen Software und die gemeinschaftliche Rolle der Daten) haben zu einem System geführt, bei dem die Speicherung der Daten und die Kommunikation mit den Daten voneinander getrennt werden. Dieses System wird in Abbildung 8.2 wiedergegeben.

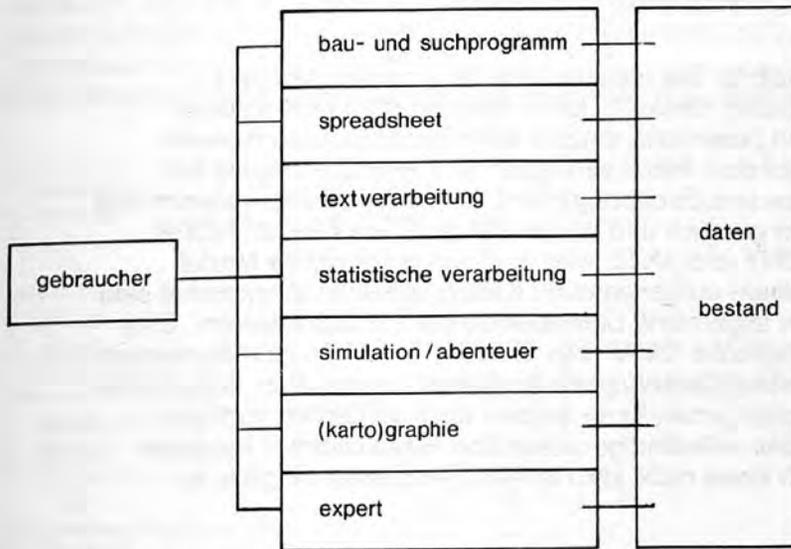


Abb. 8.2: Schema eines (geographischen) Informationssystems.

Zentral in obenstehendem System steht der Datenbestand, in dem die Daten aufgehoben werden. Dazu gehört mindestens ein Bestandsprogramm, das es dem Benutzer ermöglicht, einen Datenbestand aufzubauen und zu modifizieren sowie Daten aus dem Bestand (Datenbanksystem) auszuwählen und abzubilden.

Datenbanksysteme gehören zu den inhaltsfreien Programmen (Allzwecksoftware²), d.h. Software, die nicht an einen spezifischen Inhalt gebunden ist, sondern dem Benutzer die Möglichkeit bietet, für sein eigenes Interessengebiet eine Anwendung zu schaffen, ohne dass dafür eine Programmiersprache beherrscht werden muss. Die meisten Datenbanksysteme bieten neben der Möglichkeit zum Aufbau eines Datenbestandes und der Möglichkeit zum Suchen in einem Datenbestand noch einige beschränkte Möglichkeiten, die Daten zu manipulieren (zu gruppieren, sortieren). Die ausgewählten Daten werden im allgemeinen in Tabellenform wiedergegeben. In vielen Fällen besteht im Erdkundeunterricht das Bedürfnis nach weiteren Manipulations- und Darstellungsmöglichkeiten. Dazu können andere Programme, wie die in Abbildung 8.2 wiedergegebenen, angewendet werden.

Beim Analysieren räumlicher Zusammenhänge wird ein Bedürfnis nach statistischer Bearbeitung und Wiedergabe in Diagrammen, Graphiken und Karten entstehen. Beim Simulieren einer wirklichen Entscheidungsprozess-Situation werden Modelle der Wirklichkeit in Kalkulations- oder Simulationsprogramme eingebaut. Innerhalb solcher Programme besteht die Möglichkeit, die Konsequenzen von Entscheidungen direkt zu erfahren und aufgrund dessen die Entscheidungen nochmals zu überdenken.

Zum Schluss sollte noch die Entwicklung der Expertensysteme erwähnt werden. In diesen Systemen sind Kenntnisse gespeichert, wie sie ein Sachverständiger in einem bestimmten Fachgebiet haben sollte. Aufgrund dieser Kenntnisse kann ein Dialog mit dem Benutzer eines Datenbestandes entstehen, wobei der Sachverständige während des Suchvorgangs "intelligente" Hilfe anbietet.

Abbildung 8.2 ist ein Idealbild. Die meisten Unterteile sind im Moment nicht integriert, was bedeutet, dass z.B. beim Arbeiten mit einem Kalkulationsprogramm die Daten (abermals) einzeln eingegeben werden müssen. Integrierte Pakete, die auf dem Markt verfügbar sind, enthalten häufig ein Bestandsprogramm (Bau- und Suchprogramm), ein Kalkulationsprogramm und eine Textverarbeitung. In grossen und teuren Paketen, wie FRAMEWORK, LOTUS 1-2-3, SYMPHONY und JAZZ, wird auch ein graphisches Modul (Diagramme und Graphiken) aufgenommen. Kartographische Programme sind selten und oft schwer an allgemeine Datenbanksystem anzuschliessen. Eine Ausnahme bildet das Englische QMAP von QUEST. Auch das amerikanischen MAPMASTER³ ist bei vielen Datenbanksystemarten verwendbar. Allgemeine Simulations- und Abenteurgeneratoren werden auch allmählich verfügbar. Um es kurz zu sagen, eine vollständige Integration verschiedener Programmpakete sollte innerhalb eines nicht allzu langen Zeitraumes möglich zu sein.

Aber die interessantesten Fragen in diesem Kontext sind und bleiben, ob, und wenn ja, auf welche Weise, alle diese neuen Hilfsmittel den Erdkundeunterricht verbessern können. Die Forschung an der Vrije Universiteit Amsterdam (VU) richtet sich hauptsächlich auf die Frage, in welcher Situation und bei welcher Art von Schülern eine bestimmte Präsentation eines Programms für den Benutzer (das 'user interface') am besten eingesetzt werden kann. Auf einige Projekte soll jetzt etwas näher eingegangen werden.

8.3 Ein Pilotprojekt zur Anwendung von Datenbanksystemen

Im Herbst 1986 wurde im Institut für Lehrerbildung in Zwolle ein Pilotprojekt zur Anwendung der zwei Datenbanksysteme QUEST⁴ und GRASS⁵ durchgeführt. Die Untersuchung wurde in Zusammenarbeit mit der psychologischen Fakultät der Vrije Universiteit (drs. Frances Brazier) ausgeführt. QUEST und GRASS sind, was die damit auszuführenden Aufgaben betrifft, gut miteinander vergleichbar (Aufgabenniveau). Sie ermöglichen dem Benutzer, eine Datenbank aufzubauen und innerhalb eines Bestandes Daten zu suchen und zu sortieren. Daneben enthalten beide Programme einige graphische und statistische Möglichkeiten. In der Untersuchung

wurde nur das Suchen und das Sortieren von Daten berücksichtigt. Auch was die hierfür benötigten Befehle und deren Bedeutungen betrifft, bestehen keine grossen Unterschiede (semantisches Niveau). Der Unterschied befindet sich auf dem syntaktischen Niveau: der Art des Kommunizierens mit dem System. QUEST kann als ein kommandogesteuertes Programm bezeichnet werden. Der Benutzer gibt selbst Kommandos ein, um eine bestimmte Suchaufgabe ausführen zu lassen. Diese Kommandos gehören zu einer präzise formulierten Sprache, der Frage-Sprache. GRASS wird dagegen von einem Menü aus gesteuert. Der Benutzer wählt mit Hilfe der Cursortasten eine der auf dem Bildschirm wiedergegebenen Alternativen aus. Untersucht wurde unter anderem, ob diese unterschiedlichen Arten des Kommunizierens zu unterschiedlichen Lösungen der auszuführenden Aufgaben führen. Werden verschiedene Strategien gefördert? Führen die zwei Systeme zu Niveauunterschieden, was das Bild, das der Benutzer in einem bestimmten Moment von seinen Möglichkeiten hat, betrifft: Wo bin ich? Was kann ich in diesem Augenblick tun?

Das benutzte Forschungsdesign wird in Abbildung 8.3 wiedergegeben.

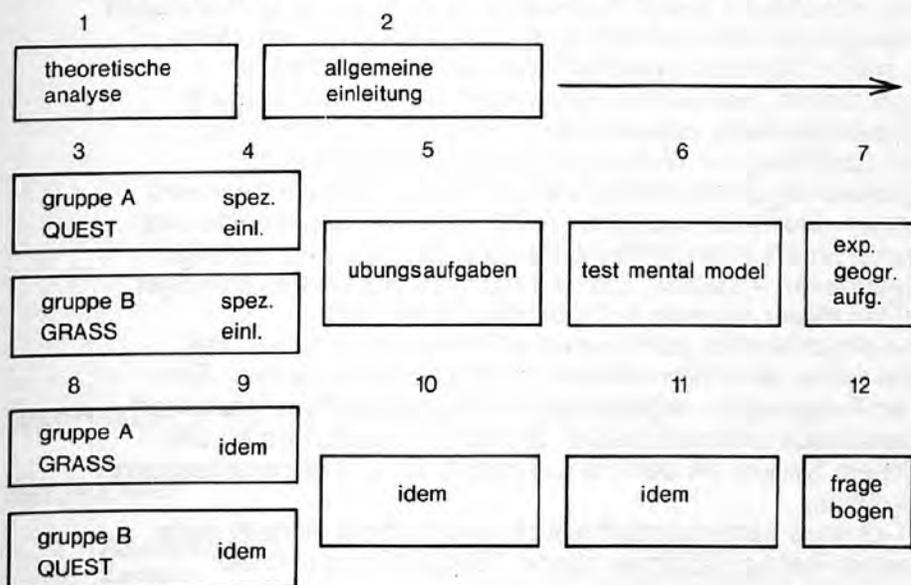


Abb. 8.3: Aufbau der QUEST-GRASS Untersuchung

Einer theoretischen Analyse beider Systeme nach Aufgabenniveau, semantischem und syntaktischem Niveau (1) folgte eine praktische Durchführung der Untersuchung. Anhand von zwei Teilen eines Intelligenztests⁶, die sich auf räumliche Einsicht und Analogien beziehen, wurden zwei vergleichbare Gruppen gebildet, von denen jede aus elf Personen besteht (3).

Nach einer allgemeinen Einleitung über die Nützlichkeit und die Funktion eines Datenbanksystems (2), erhielten die Gruppen getrennte Instruktionen für 'ihr' System (4). Danach wurde (grösstenteils mit Begleitung) eine Serie von Übungsaufgaben mit Hilfe des jeweiligen Systems gelöst (5). Mit dem 'Mental Model Test' (6) beabsichtigte man zu überprüfen, inwieweit die Studenten zu diesem Zeitpunkt mit dem System vertraut waren. Die Studenten wurden gebeten, zuerst jemandem, der noch nie mit einem Computer gearbeitet hatte, und danach jemandem, der mit einem vergleich-

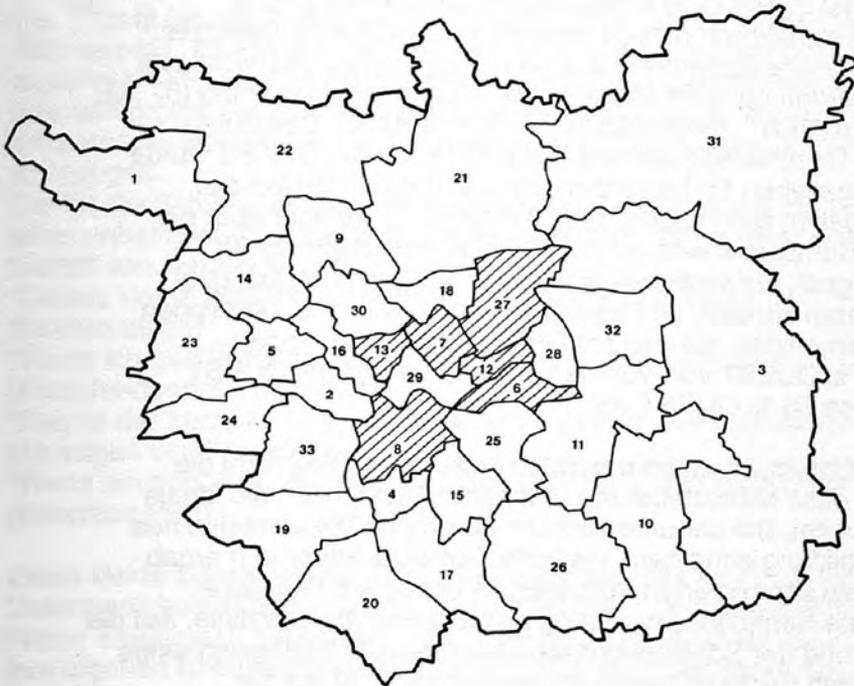
baren Paket gearbeitet hatte, das System zu erklären (Repräsentationstest). Danach wurden die Studenten gebeten, ihre erworbenen Kenntnisse zu spezifizieren (Kenntnistest).

In der experimentellen Aufgabe (7) wurden fünf Teilaufgaben zu einem geographischen Problem gestellt, wobei die benötigten Suchaktionen selbst ausgedacht werden mussten. Darauf soll etwas näher eingegangen werden.

Diese Aufgabe bezog sich auf die räumliche Verteilung ethnischer Minderheiten in der Stadt Leeds. Die verwendete Datenbank enthält Daten über 18 Variablen der 33 Stadtviertel von Leeds (Siehe Beilage 1). Das Lösen der ersten Teilaufgabe erforderte eine relativ einfache Suche nach dem für Leeds durchschnittlichen Prozentsatz der Einwohner, die in dem Neuen Commonwealth geboren sind, nach dem durchschnittlichen Prozentsatz der Haushalte mit mehr als einer Person pro Zimmer und nach dem durchschnittlichen Prozentsatz der Haushalte, die sich in grossen Wohnungen (mehr als 7 Zimmer) befinden. Bei der zweiten Teilaufgabe mussten die Studenten herausfinden, welche Stadtviertel einen mehr als durchschnittlichen Prozentsatz Einwohner, die aus dem Neuen Commonwealth stammen, beherbergen und dann diese Stadtviertel auf einer Karte (räumliche Verteilung, siehe Diagramm 4) schraffieren. Die dritte und vierte Teilaufgabe bestand darin, jeweils eine Hypothese zu bilden, und zwar in bezug auf den Zusammenhang zwischen der Verteilung von ethnischen Minderheiten und 'überbelegten' Wohnungen und in bezug auf den Zusammenhang zwischen der Verteilung von ethnischen Minderheiten und grossen Wohnungen. Die fünfte und letzte Teilaufgabe war die offenste und betraf die Erklärung der Situation in 'abweichenden' Stadtvierteln mit Hilfe der übrigen angegebenen Variablen. Die Kommunikation zwischen Benutzer und System wird bei dieser Aufgabe auf Videoband registriert.

Die Teile acht bis einschliesslich zehn waren eine Wiederholung von vier bis einschliesslich sechs, aber dann mit dem jeweils anderen System. Zum Schluss wurde ein Fragebogen vorgelegt, in dem die Studenten aufgefordert wurden, die Unterschiede zwischen beiden Systemen zu spezifizieren und anzugeben, welchem System sie den Vorzug geben. Eine Zusammenfassung von einigen Resultaten:

- a. Die QUEST-Gruppe hatte durchschnittlich (in der ersten Runde) mehr Zeit nötig, um in Fahrt zu kommen als die GRASS-Gruppe. In der zweiten Runde fiel dieser Unterschied jedoch weg.
- b. In bezug auf die experimentelle Aufgabe(7) konnte man verschiedene Strategien unterscheiden. Eine dieser Strategien (Strategie C) beinhaltete, dass faktisch keine Suchaufgabe benutzt wurde, sondern dass von allen räumlichen Einheiten (records) die gefragten Variablen angesehen wurden. Strategien A und B enthielten schon Auswahlen. Es ergab sich, dass es bei den einfachen Teilaufgaben 1 und 2 keinen Unterschied in der Strategie gab. Bei den Fragen über räumliche Assoziationen wurde von den GRASS-Benutzern ziemlich oft Strategie C (keine Suchaufgabe) ausgewählt. Bei den QUEST-Benutzern ist dies nicht vorgekommen. Das könnte daran liegen, dass eine Suchaufgabe in QUEST schneller zu verwirklichen ist, wodurch es mehr auf der Hand liegt, eine Schnittmenge zu definieren, als den ganzen Bestand zu durchsuchen. Es ist auch wahrscheinlich, dass der Aufbau der GRASS- Menüs zu einer nicht ausgewählten Abbildung ermuntert, da man sich in den Submenüs schnell den Weg verirrt. Die Wahl der Strategie C führte dazu, dass GRASS-Benutzer eine bedeutend längere Zeit benötigten.



WARD MAP OF LEEDS METROPOLITAN DISTRICT

Key to Wards

| | | | |
|----|------------------------|----|--------------------|
| 1 | Aireborough | 18 | Moortown |
| 2 | Armley | 19 | Norley North |
| 3 | Barwick & Kippax | 20 | Norley South |
| 4 | Beeston | 21 | North |
| 5 | Bramley | 22 | Otley & Wharfedale |
| 6 | Burmantofts | 23 | Pudsey North |
| 7 | Chapel Allerton | 24 | Pudsey South |
| 8 | City & Holbeck | 25 | Richmond Hill |
| 9 | Cookridge | 26 | Rothwell |
| 10 | Garforth & Swillington | 27 | Roundhay |
| 11 | Halton | 28 | Seacroft |
| 12 | Harehills | 29 | University |
| 13 | Headingley | 30 | Weetwood |
| 14 | Horsforth | 31 | Wetherby |
| 15 | Hunslet | 32 | Whinmoor |
| 16 | Kirkstall | 33 | Worthley |
| 17 | Middleton | | |

Abb. 8.4: Beispiel der Karte von Leeds

- c. Beim Repräsentationstest (geistiges Modell) wurde deutlich, dass die meisten QUEST-Benutzer einer erfahrenen Person das System im Detail erklärten, während sich die Mehrheit der GRASS-Benutzer mit einer globalen Erläuterung begnügten.
- d. Beim Kenntnistest geben QUEST-Benutzer signifikant öfter eine semantisch und syntaktisch richtige Antwort als die GRASS-Benutzer.
- e. Zum Schluss folgende Ergebnisse aus dem Fragebogen: Als wichtigste Unterschiede wurden genannt Menü- gegen Kommandosteuerung (57 %), Initiative (14%) (QUEST: menschliche Initiative, GRASS: Computerinitiative) sowie Geschwindigkeit und Einfachheit (29 %). GRASS wurde als geeignet angesehen für Menschen, die viel Betreuung und das stufenweise Arbeiten gern haben, langsam sind und weniger über die Wirkung eines Computers wissen. QUEST hielt man dagegen für Menschen geeignet, die systematisch denken, klug sind, selbst gute Fragen formulieren können, an Resultaten interessiert sind und tippen können. Von denjenigen, die erst mit GRASS arbeiteten, zogen schliesslich 82 % QUEST vor. Von denjenigen, die erst mit QUEST arbeiteten, zogen 56 % QUEST vor.

Die Resultate dieser Untersuchungen unterstützen auf jeden Fall nicht die oft gehörte Meinung, dass Menüsteuerung unter allen Umständen die ideale Benutzeroberfläche bietet. Bei der untersuchten Zielgruppe (Studenten eines Institut für Lehrerausbildung ohne nennenswerte Computererfahrung) ergab sich, dass vor allem bei komplizierten Aufgaben (in bezug auf räumliche Zusammenhänge) eine Kommandosteuerung bessere Resultate erzielte. Auf die Frage, ob auch aufgrund der Schülereigenschaften (Lernstil, Intelligenz) eines der beiden untersuchten Systeme bevorzugt werden kann, ist auf der Grundlage dieser kleinen Untersuchung noch keine Antwort möglich.

8.4 Entwerfen und Testen

Die im folgenden vorgestellte Forschungsarbeit betrifft schon bestehende, veröffentlichte Programme. Eine Probeuntersuchung, die durchgeführt wurde, bezieht sich auf das Programm RALLY⁸. In Diagramm 2 kann dieses Programm als Simulation/Abenteuer eingestuft werden. Die benötigten Daten sind in das BASIC-Programm aufgenommen worden. Durch das anwesende Konkurrenzelement wird das Programm auch schon als ein Spiel bezeichnet.

In RALLY werden die Schüler in ein für sie unbekanntes Gebiet versetzt, wobei sie die schnellste Möglichkeit herausfinden müssen, um eine angegebene Anzahl Plätze in der richtigen Reihenfolge zu besuchen. Sie können dabei zwei Karten mit verschiedenen Ausmassen verwenden. Das Programm gibt vor, welche Transportmittel gebraucht werden dürfen. Aus den Karten können Informationen entnommen werden, die sich nicht nur auf den absoluten Abstand beziehen, sondern auch auf die vorhersehbare relative Entfernung (physische und politische Barrieren, Art der Wege, öffentliche Transportverbindungen) bezogen sind. In diesem Programm muss Kartenanalyse in einer konkreten Situation betrieben werden. Eine Testuntersuchung wurde mit 54 Schülern durchgeführt. Das Experiment wurde audio-visuell festgehalten. Bei diesem Experiment achtete man auf verschiedene Aspekte:

1. technische Fehler und Probleme,
2. die Interaktion zwischen Schülern und Programmen und die Interaktion zwischen den Schülern selbst,
3. die organisatorischen Aspekte für den Lehrer.

Der Akzent bei der Video- und Audioregistrierung und deren Analyse lag auf dem zweiten Aspekt (Interaktion). In der Simulation blieben die Daten, die zusammen mit den Entscheidungen die Resultate bestimmten, vor dem Schüler teils verborgen. Die Auswahlmöglichkeiten waren relativ zahlreich. Es wurde erforscht, zu welchen Denkaktivitäten eine bestimmte Benutzeroberfläche Anlass gab.

Die für die Schüler erkennbare Aufgabe und die Spannung der Ausführung in einer unbekannteren Umgebung, spornten die Schüler zu einer erstaunlichen Vielfalt von Denkaktivitäten an:

"Dieses kleine Zeichen ist ein Morast, das ist gefährlich."

(Interpretation)

"Wenn ich den Wagen nehme, kann ich dann den Sandpfad nicht fahren."

(Entscheidung-Konsequenz)

"Das ist der kürzeste Weg, aber das wichtigste ist, wie schnell wir sind."

(Abwägen von Prioritäten)

"Wenn ich dort in der Nacht ankomme, fährt die Fähre nicht mehr."

(Konditionalsatz)

Diese kleine Untersuchung ist ein Teil des Entwurfes eines auf einer Datenbank beruhenden "Abenteuer-Generators"⁹, womit auf eine flexiblere Weise Situationen geschaffen werden können, in denen die Schüler frei sind, ihre eigenen Entscheidungen zu treffen, aber auch mit deren Konsequenzen konfrontiert werden. Kenntnisse, Handeln und Wahrnehmung in einem nahezu direkten Zusammenhang scheinen hiermit erreichbar zu werden, und das gibt Hoffnung und Inspiration für die viele Arbeit, die getan werden muss: Hoffnung ist wie das Licht eines Leuchtturms; es geht an und aus, aber es ist immer um die Ecke.

Anmerkungen

- (1) Dijkink, G.J. (1978), *Wetenschap als persoonlijke kennis*. Amsterdam: V.U., S. 12.
- (2) *Praxis Geographie* (1987), 5, S.42.
- (3) Mapmaster, SPPS PC+ Mapping Program, Decision Resources, Connecticut, U.S.A.
- (4) QUEST, Advisory Unit for Computer Based Education (AUCBE) (1984), BBC-Version. Hatfield. Es gibt eine Niederländische MS-DOS version; PC-QUEST, TES. den Haag.
- (5) GRASS, Graphics, Sorting and Searching (1985), BBC, Newman College.
- (6) Differential Aptitude Test (DAT).
- (7) Verarbeitung der Untersuchungsdaten: drs. Frances Brazier. Die Interpretation geht teils auf die Rechnung des Autors dieses Beitrages.
- (8) RALLY (1987), Meppel: Edu'Actief.
- (9) Ein derartiges Programm gibt es schon; es beruht auf die BBC-Version von QUEST; der QUEST ABENTEUER GENERATOR (AUCBE), Bob Hart (1986). Es wird geplant, dieses Programm auszubreiten, um mehr geographische Elemente darin aufzunehmen. Weiter sollte es wahrscheinlich für MS-DOS Maschinen angepasst werden.

Literatur

Computer im Unterricht (Allgemein)

- DUNN, S., V. MORGAN (1987), The impact of the computer on education. London.
ROSZAK, T.(1986) The Hidden Curriculum (Ch.3), The Cult of Information. Cambridge.
SCANLON, E., T. O'SHEA (1987), Educational Computing. Chichester: Open University.
WITTE, J.J.S.C., A.Y.L. KWEE, red.(1987), Kennissystemen in het onderwijs.
Alphen aan de Rijn.

Computer im Unterricht (Erdkunde)

- BECKUM, J van, H. NOLTES, J.W. NIJHUIS, H.C. TRIMP (1985), Van Globe en Micro. Leiden.
FOX, P., TAPSFIELD, A. ed. (1986), The Role and Value of New Technology in Geography.
London.
KENT, A. ed. (1987), Computers in Action in the Geography Classroom. Sheffield.
TRIMP, H.C. (1983), Kunstmatige Aardrijkskunde. Computers op School, nov.1983, pp. 2-5.
WATSON, D. ed. (1984), Exploring Geography with Microcomputers. London.

Psychologie und computerunterstützter Unterricht

- BRAZIER, F.M.T. (1986), The implementation of a user interface for information retrieval with
extensive help and explanation facilities. Amsterdam.
LAWLER, R.W. (1985), Computer Experience and Cognitive development, a child's learning in a
computer culture. Chichester.
VEER, G.C. van der, M.J. TAUBER, Y. WAERN, B.VAN MUYLWIJK (1985), On the interaction
between system and user characteristics. Behaviour and Information technology 4, 4.

9 ZIELSETZUNGEN FÜR DIE VERWENDUNG DES COMPUTERS IM ERDKUNDEUNTERRICHT

H. Schrettenbrunner
Universität Erlangen-Nürnberg

Die Verwendung eines neuen Mediums im Erdkundeunterricht wirft die Frage auf, welche spezifischen Möglichkeiten dadurch angeboten werden und wie die Besonderheiten des neuen Mediums am besten für das Schulfach zur Wirkung kommen.

Greift man auf die Computer-Programme zurück, die in anderen Staaten bereits seit 1-2 Jahrzehnten erprobt werden und am Symposium in Amsterdam 1987 vorgestellt wurden, so wird die Beantwortung solcher Fragen erleichtert. Gewisse Vorbehalte sind nur insofern angebracht, als nicht immer die ersten Versuche der Gestaltung neuer Unterrichtsmedien schon die glücklichsten sind, oder anders formuliert, als oft die Inhalte und Ziele, die am leichtesten zu programmieren sind, eher einer traditionellen Konzeption des Erdkundeunterrichts entsprechen (Paukinhalte, Merkwissen, Faktensammeln, Quiz u.ä.).

9.1 Für welche Inhalte/Ziele soll der Computer im Erdkundeunterricht eingesetzt werden?

Die spezifischen Leistungen des Computers zeichnen sich dadurch aus, daß ein schneller Zugriff auf Daten ermöglicht, eine grosse Menge von Information bereitgehalten, eine schnelle Verarbeitung (mathematisch-statistischer oder graphischer Art) angeboten wird und vielfache Verzweigungen nach bestimmten Kriterien (Schülerverhalten, Wissensstruktur, Datenlage, u.ä.) möglich werden.

ÜBUNGS- UND PRÜFUNGSPROGRAMME erleichtern das Erlernen von Stoffen, vor allen dann, wenn diese klar strukturiert sind und eindeutige Lösungen zulassen. Als Beispiel soll ein Programm über europäische Hauptstädte oder eines über die Luftlinienentfernung zwischen einzelnen Städten genannt werden. Das Prüfungsprogramm ist hierbei oft identisch mit dem Übungsprogramm (1). Der Computer übernimmt bei solchen Programmen die Rolle des exakten Beurteilers (nach bestimmten Kriterien, z.B. bei einem Programm über die Luftlinienentfernung mit einer gewissen Toleranz der geschätzten Entfernung von 5%).

LERNPROGRAMME haben seit ihrer Verwendung als Buch-Programme durch den Computer entscheidende Veränderungen erfahren, da mit dem Rechner die Steuerung durch den Lernweg eines Schülers viel komplexer erfolgen kann, als dies bei den meist linearen Buch-Programmen (und auch verzweigten Programmen) überhaupt denkbar war. Bei einem vielfach-verzweigten Computer-Lernprogramm kann heute berücksichtigt werden, welche Eingangskennnisse und Lernfortschritte in Teilabschnitten vorhanden sind, welche Lerneigenheiten ein Schüler hat (bevorzugtes Lernen mit vielen Beispielen oder mit abstrakten Erläuterungen) und welche Lerngeschwindigkeit angestrebt wird; ein wesentlich komplexeres Modell des

Lernenden kann heute berücksichtigt werden als dies in der Anfangsphase des programmierten Unterrichts möglich war. Programme dieser Art sind allerdings selten, da sie zur Voraussetzung bereits das komplexe Lerner-Modell haben müssen (das meist auch heute nur über einen Grossrechner zu steuern ist), bevor überhaupt an die Programmierung fachlicher Inhalte gedacht werden kann (2).

DATENBANKEN bringen ein Merkmal der Geographie in den Vordergrund, das immer schon Probleme bei der Verarbeitung im Unterricht bereitet hat: die Geographie als Verwalterin sehr grosser Mengen von Fakten. Wollte man nur die offizielle Gemeindestatistik von Bayern mit 140 Daten für jede der Gemeinden als eine Datenbank bereitstellen, so benötigte man hierfür schon mehr als 20 Disketten. Reduzierte Datenbanken regionaler und thematischer Art müssen entwickelt werden sowie Verwaltungs- und Verarbeitungsprogramme, damit sinnvoll geographische Arbeit geleistet werden kann. Hierzu sind völlig neue methodische Vorgehensweisen notwendig. Solche Datenbanken existieren in Ansätzen (3).

HILFSPROGRAMME, die z.B. bei der Bearbeitung solcher Datenbanken notwendig sind, bereiten Daten in statistischer, graphischer oder kartographischer Form auf und sind oft als Standard-Software auf dem Markt: Tabellen werden in Diagramme übertragen, Regionaldaten werden zu thematischen Karten, Klimadaten erscheinen als Klimadiagramme (4). In diesem Zusammenhang wird auch oft der Beitrag der Geographie für eine allgemeine informationstechnische Ausbildung gesehen.

SPIELE benötigen dann den Computer, wenn das Spielgeschehen vielfältig ist, wenn komplexe Strategien eingebaut sind, wenn mittels Algorithmen Spielverläufe prognostiziert werden oder wenn es um exakte Wertezuweisung zwischen den Spielern gehen soll (5). Auch aus Inhalten, die zunächst nicht an ein "Spiel" denken lassen (Lokalisierung von Geschäftstypen in der City), kann durch Verwendung einer Optimierungsstrategie (die Güte des Standorts wird am Passantenstrom gemessen und mit dem zentralörtlichen Niveau eines Geschäftstyps verrechnet) ein Lernen mit Spielcharakter werden (6).

SIMULATIONEN stellen Verläufe modellhafter Systeme dar, die auf rechenbare Zusammenhänge reduziert werden. Eine modellhaft arbeitende Geographie wird darauf bevorzugt zurückgreifen: Pendlerbeziehungen, zentralörtliche Zusammenhänge, Standortlokalisierung, Einkaufsverhalten u.a.m. verlangen Modelle, die so weit formalisiert sind, dass sie für eine Simulation (oder Prognose) tauglich sind. Die heute bereits existierenden Programme haben meist ökologische Modelle als Grundlage und gehen von fiktiven Datensätzen aus (7).

DIE STEUERUNG WEITERER MEDIEN, wie Video oder Bildplatte, ist durch den Computer möglich, so dass etwa zu einer regionalen Datenbank auf Wunsch Diaseinblendungen oder Filmabschnitte angeboten werden können. Damit wäre ein Charakteristikum der Geographie angesprochen, das der Visualisierung von Information, das sehr wichtig ist und als notwendige Ergänzung zur Datensammlung verstanden werden muss. Beispiele dieser Art sind noch sehr selten, da es meist an der Ausstattung mit der teureren Hardware fehlt (8).

9.2 Welche Empfehlungen kann man heute für die Anschaffung von Hardware geben?

Die Anfangsphase des Computers in den Schulen der Bundesrepublik ist dadurch gekennzeichnet, dass eine Vielzahl von Systemen meist aus dem Heim-Computerbereich jeglichen Austausch von Programmen erschwert hat. Gross-Britannien hat sicherlich auch gerade durch die Konzentrierung auf zwei Geräte einen entscheidenden Vorteil in der Anfangsphase verbuchen können. In Deutschland waren die Geographielehrer meist auf Kollegen angewiesen, die sich selbst erst in das Programmieren einarbeiten mussten, um dann einfache Geographieprogramme zu erstellen. Eine schnelle Verbreitung konnte nicht erfolgen, eine Qualitätssteigerung war nicht möglich, eine Vermarktung erschien nicht lohnenswert.

Der Hochschulverband der Geographie und ihrer Didaktik sowie der Verband der Deutschen Schulgeographen haben deshalb 1987 eine gemeinsame Empfehlung erarbeitet (9), die eine koordinierte Entwicklung ermöglichen soll. Diese Empfehlung ist auch von den Teilnehmern des niederländisch-deutschen Symposiums in Amsterdam als Bestandteil für eine gemeinsame Weiterentwicklung akzeptiert worden.

Bei der Anschaffung von Hardware soll beachtet werden, dass das Gerät dem Industriestandard entspricht, d.h. als Betriebssystem MS/PC-DOS ab Version 2.3 hat und damit 100% kompatibel zu IBM ist. Es sollte einen Speicher von mindestens 256 Kbyte (Schülergerät) oder eine Festplatte (Lehrergerät, Server) besitzen. Gerade bei der grossen Menge von Daten, die geographische Datenbanken enthalten können, ist auf einen möglichst grossen Speicher zu achten.

Als Monitor sollte ein Farbmonitor gewählt werden (EGA-Karte für hochauflösende Farbgrafik), da gerade in der Geographie mit farbigen Diagrammen und Karten gearbeitet werden muss. Ein Zurückgehen auf Schwarz-Weiss-Darstellungen kann nicht akzeptiert werden, da andernfalls jede graphische Wiedergabe als einfache Skizze erscheint, die weit hinter der Aussage sonst in der Geographie üblicher Veröffentlichungen bleibt.

Der Drucker muss grafikfähig sein, damit eine vereinfachte Ausgabe eines Bildschirms möglich ist; der Farbgrafik adäquat ist jedoch nur ein Mehrfarben-Plotter, der die Möglichkeiten des Farbmonitors auch gut umsetzen kann.

Es muss der Geographie gelingen, plausibel zu begründen, warum sie diese Ausstattung fordert, ohne die nur ein inhaltlicher und methodischer Rückschritt bei der Verwendung des Computers eintreten kann. Ohne diese Ausstattung ist ein sinnvoller Einsatz in Frage gestellt und eine koordinierte Entwicklung von professioneller Software (auch im internationalen Rahmen) nicht möglich. Eine niveaumässig gleiche Ausstattung ist letztlich die Grundlage für eine Weiterarbeit bei internationalen Projekten, die der Geographie sehr nützlich sein können, wenn man an die Übernahme von Software denkt, die regionalen Charakter hat und von den jeweiligen Experten bearbeitet und durch einfache Übersetzung auch anderswo verwendet werden kann.

9.3 Welche Empfehlungen kann man zur Erstellung von Software geben?

Bei den folgenden Überlegungen wird davon ausgegangen, dass die Akzeptanz des Computers vor allem durch den Lehrer nur dadurch gesteigert werden kann, wenn das neue Medium tatsächlich etwas bietet, was über die bisherigen Medien deutlich hinausgeht (siehe hierzu die inhaltlichen Festlegungen im Abschnitt 1) und gleichzeitig eine technische Sicherheit bei der Verwendung von Programmen erreicht wird, die das "Abstürzen", das "Hängenbleiben" und ähnliche ärgerliche Situationen ausschliesst.

Aus diesem Grund wird empfohlen, bei der Erstellung künftiger Software mehr an die Übernahme von bereits professionell entwickelten Paketen zu denken, die ein maximales Mass an Sicherheit, Standardisierung und manchmal auch an Benutzerfreundlichkeit bieten (10). Der Schüler lernt dann beim Bearbeiten von geographischen Fragestellungen ganz nebenbei auch den Umgang mit Standard-Software, die im Berufsleben eine Rolle spielt. Es mag manchmal allerdings durchaus notwendig erscheinen, die Benutzeroberfläche für den Schüler aus Gründen der Übersichtlichkeit und Vereinfachung einzuschränken.

Bei der Entwicklung von Programmen für den Erdkundeunterricht sollte mehr als bisher auf die Verwendung von Autorensystemen Wert gelegt werden. Es handelt sich dabei um eine vereinfachte Programmiersprache für den eingeschränkten Zweck des Erstellens von Lernprogrammen (11). Viele Standardroutinen sind dabei schon vorbereitet (Verzweigungen in Abhängigkeit von Antwortkategorien, Anlage von Antwortprüfsystemen, Aufzeichnung von Schülerprotokollen etc.) und gewährleisten eine grosse Sicherheit für den Benutzer. Sie ermöglichen in ganz kurzer Einarbeitungsfrist einem Geographen, der keine Programmiererfahrung besitzt, ein brauchbares Programm zu erstellen, das eine technische Qualität besitzt, die er sonst nur durch intensives Studium einer Programmiersprache (z.B. Basic) erreichen könnte. Somit verlagert sich der Aufwand bei der Erstellung von Software für den Erdkundeunterricht wieder mehr auf die eigentlich geographischen oder methodischen Aspekte, für die ja auch der Geograph ausgebildet ist.

Programme sollten in Zukunft leichter ausgetauscht werden können, auch über die sprachlichen Grenzen hinweg. Dafür wird vorgeschlagen, den sprachlichen Teil, der ja oft den geringsten Anteil am Programm umfasst, so zu gestalten, dass er leicht in eine andere Sprache übertragen werden kann. Der Aufwand einer solchen fremdsprachlichen Übersetzung ist verglichen zur Übersetzung eines Programms in eine andere Programmiersprache wesentlich geringer.

9.4 Welche Strategien sollten für die nächsten Jahre verfolgt werden?

Die Entwicklung von Computer-Programmen für den Erdkundeunterricht ist in den englisch-sprachigen Nationen sowie in den Niederlanden wesentlich weiter fortgeschritten als in der Bundesrepublik Deutschland (12). In Gross-Britannien begann der Einsatz im Erdkundeunterricht bereits Anfang der 70er Jahre, so dass heute viele mehrfach evaluierte Programme auf dem Markt sind.

Das Nachhinken Deutschlands wird auch im Vergleich der Entwicklung in den Niederlanden deutlich, wo die Software-Entwicklung durch eine Zentralstelle für die Geographie betrieben wird (13). Eine Förderung dieser Art gibt es in der Bundesrepublik nicht, auch wenn Zentralstellen existieren (die Lehrer aber nur einige Stunden Ermässigungen erhalten) oder Arbeitskreise (von Ministerien oder Verbänden) (14).

Am schnellsten sollten deshalb einzelne Lehrstühle reagieren und durch ihre Möglichkeiten bei der Programmentwicklung mitwirken. Diese kann durch Hilfskraftmittel und universitätsinterne Projekte sicherlich anfänglich getragen werden.

Weiterhin bieten sich Kooperationen mit Software-Häusern an, die an einer inhaltlichen Füllung ihrer Standard-Software Interesse haben und eigentlich den Rat der Anwender brauchen. Der Entwickler ist oft nicht genügend über die Wünsche und Notwendigkeiten der Praxis in der Schule informiert und durchaus bereit, gemeinsame Projekte zu veranstalten. Die Universität sollte sich dabei nicht scheuen, solche Probleme der Anwendung anzugehen.

Weiterhin sollte jedoch versucht werden, durch die Verbände nicht nur die einzelnen Arbeitskreise zu unterstützen, sondern eine Förderung zu erreichen, die die Entwicklung und Evaluation geographischer Software zum Ziel hat. Eine Finanzierung eines Forschungsprojektes dieser Ausrichtung sollte durch den Zentralverband der Deutschen Geographen beantragt werden.

Die Kooperation zwischen den Zentralstellen in verschiedenen Nationen sollte dazu benützt werden, möglichst schnell zu einem Austausch von Programmen zu gelangen. Dabei ist zu vermuten, dass auch Verlage bzw. Software-Häuser Interesse an der Entwicklung zeigen werden, sobald sich ein Absatzmarkt andeutet. Zu beachten ist hierbei, dass sich die Beziehung zwischen Verlag und Autor bei Computer-Programmen wesentlich geändert hat, wenn man an die bisherigen Buchveröffentlichungen denkt, bei denen in der Regel der Autor sämtliche Vorkosten des Manuskriptes getragen hat. Bei der Gestaltung eines Programmes müsste er dann eigentlich auch die (durchwegs hohen) Kosten des Programmierers und eventuelle Lizenzgebühren auf sich nehmen, die insgesamt in keiner Relation zum Autorenhonorar (und gegenwärtig sicher auch zum Absatz) stehen.

9.5 Wie soll didaktische Forschung über den Computer im Erdkundeunterricht ausgerichtet sein?

An mehreren Stellen wurde bereits darauf hingewiesen, dass das neue Medium Abänderungen des Unterrichts bringt, die eigentlich nicht voll abgeschätzt werden können. Wie lehrt man mittels einer Datenbank, zu der die Schüler beliebige Zugriffe haben? Wie sinnvoll können Simulationen verwendet werden, bei denen eine Vielzahl von (meist verborgenen) Algorithmen komplexer Art Veränderungen berechnen? Wie gut lernen Schüler in Gruppen vor dem Computer? Welche Beeinflussungen gehen von der (ja meist finanziell begründeten) Beschränkung auf wenige Computer auf das Lernverhalten aus? Mit welcher Art von Informationsdarbietung lernen Schüler besser?

Solche Fragen ergeben sich bereits aus den vorangestellten Abschnitten. Sie sollten, wenn sie allgemeiner Art sind, von einer empirischen Pädagogik untersucht werden, wobei wir als Geographen uns anbieten sollten, die notwendigen Unterrichtsbeispiele und Erprobungen zu liefern.

Sie müssen dann aber, wenn sie spezifische Aspekte des Erdkunde-Unterrichts behandeln, von der Didaktik der Geographie erforscht werden:

- Verständnis für (ökologische) Regelkreise,
- Umgang mit geographischen Modellen,
- Fertigkeiten in geographischen Arbeitsweisen,
- Raumverständnis und Orientierung,
- Umsetzung von verschiedenen Darstellungsformen,
- Visualisierung abstrakter Daten u.a.m.

Das Arbeiten mit dem Computer bietet die Möglichkeit, den Lernwegen und Lernstrategien der Schüler auf die Spur zu kommen und damit Optimierungsvorschläge für das Arbeitsmaterial zu machen. Die Protokollierung der Arbeits- oder Lernwege von Schülern, die automatisch in die Software einbezogen werden kann, stellt die ideale Basis für eine empirische und quantitativ arbeitende Fachdidaktik der Geographie dar.

Bei den Untersuchungen sollten die Grundzüge empirischer Forschung berücksichtigt werden, die in den Beiträgen Leutner und Hemmer (in diesem Band) formuliert wurden. Also:

- Bildung von Vergleichsgruppen,
- Konstruktion unterschiedlicher Treatments (Fassungen von Programmen),
- Kontrolle von Personenvariablen,
- Begrenzung von Hypothesen und Beschränkung auf spezifische Fragestellungen.

Die Entwicklung von Software für den Erdkundeunterricht sollte von Anfang an begleitet sein von einer gewissenhaften Evaluation, die wiederum die Grundlage für eine empirische und quantitative Forschungsrichtung der Fachdidaktik der Geographie ist.

Anmerkungen

- (1) So z.B. das Programm "BRD" der Diskette der Zentralstelle für Programmieren Unterricht und Computer im Unterricht, Schertlinstr. 7, 8900 Augsburg.
- (2) Siehe das erste deutsche, vielfach-verzweigte und durch den Computer gesteuerte Lernprogramm des Verfassers: Multi-Medien-Paket Stadtanierung, Lernprogramm "Distanz". In: Der Erdkundeunterricht 17, 1973.
- (3) So etwa die Datensätze, die Baumann, R. (1986) für das Programm FRAMEWORK anbietet in: Computereinsatz in Sozialkunde, Geographie und Ökologie. Stuttgart.
- (4) Siehe Roseu, R. (1987), Klimadaten, Erläuterungen zu einem Programm, in: Praxis Geographie, S. 33-36.
- (5) Z.B. Geosoft (1986), Brand in Tannenweiler. Stuttgart. In diesem Programm werden numerische Angaben über die Güte der getroffenen Lösung gemacht.
- (6) Siehe: Geo 2000 (1986), Stad & Winkel. Vught.
- (7) Z.B. Bossel, H. (1985), Umweltdynamik. München.
- (8) Das englische Domesday-Programm bietet Karten und Fotos auf diese Weise zur Regionaldatei an.
- (9) Siehe Praxis Geographie (1987), S. 42.
- (10) Beispiele: dBase, Multiplan, Framework.
- (11) Bekannte Beispiel für Autorensysteme: TenCore, SEF
- (12) Siehe die Beiträge über die USA, Gross-Britannien, die Niederlande in: Praxis Geographie (1987), Heft 5.
- (13) Werkgroep Geografie voor Educatie, J.van Beckum, Heidelberglaan 2, Utrecht.
- (14) Siehe die Zentralstelle in Augsburg oder den Arbeitskreis Computer im Erdkundeunterricht des Verbands der Deutschen Schulgeographen (B.Pohl).

Buchreihe "Geographiedidaktische Forschungen"

Bisher sind erschienen:

- Band 1 H. Haubrich (Hg.): Quantitative Didaktik der Geographie. Freiburger Symposium 1976. Braunschweig 1977.
- Band 2 G. Hard: Inhaltsanalyse geographiedidaktischer Texte. Braunschweig 1978.
- Band 3 H. Schrand: Geographie in Gemeinschaftskunde und Gesellschaftslehre. Braunschweig 1978.
- Band 4 E. Kroß (Hg.): Geographiedidaktische Strukturgitter - eine Bestandsaufnahme. Bochumer Symposium 1978. Braunschweig 1979.
- Band 5 A. Braun: Freizeitverhalten im Fremdenverkehrsraum. Zur Theorie und Praxis eines geographiedidaktischen Aufgabenfeldes im Unterricht der Sekundarstufe I. Braunschweig 1979.
- Band 6 F. Jäger (Hg.): Prozeßanalysen geographischen Unterrichts. Gießener Symposium 1978. Braunschweig 1980.
- Band 7 J. Stadelbauer: Der sowjetische Lehrplan "Geographie". Einführung und Übersetzung. Braunschweig 1980.
- Band 8 W. Sperling (Hg.): Theorie und Geschichte des geographischen Unterrichts. 4. Geographiedidaktisches Symposium 20.-23. Februar 1980 in Trier. Braunschweig 1981.
- Band 9* G. Schäfer: Die Entwicklung des geographischen Raumverständnisses im Grundschulalter. Ein Beitrag zur Curriculum Diskussion. Berlin 1984.
- Band 10* G. Heilig: Schülereinstellungen zum Fach Erdkunde. Berlin 1984.
- Band 11* G. Havelberg: Geographieunterricht im Spannungsfeld zwischen pädagogischer Zielnotwendigkeit und Sachanspruch. Berlin 1984.
- Band 12* H. Schuy: Kreativität im Geographieunterricht. Didaktische Untersuchungen zu Möglichkeiten der Kreativitätsförderung im Geographieunterricht. Berlin 1985.
- Band 13* D. Thiele: Schulatlanten im Wandel. Geographische Atlanten für die Sekundarstufe an den Schulen der Bundesrepublik Deutschland 1949-1981. Berlin 1984.
- Band 14 D. Stonjek (Hg.): Massenmedien im Erdkundeunterricht. Vorträge des Osnabrücker Symposiums 13. bis 15. Oktober 1983. Lüneburg 1985.
- Band 15 H. Köck (Hg.): Theoriegeleiteter Geographieunterricht. Vorträge des Hildesheimer Symposiums 6. bis 10. Oktober 1986. Lüneburg 1986.
- Band 16 R. Oeser: Untersuchungen zum Lernbereich "Topographie". Ein Beitrag zur Quantitativen Methodik in der Fachdidaktik Geographie. Lüneburg 1987.
- Band 17 H. Schrettenbrunner/J. van Westrhenen (Hg.): Empirische Forschung und Computer im Geographieunterricht. Niederländisch-deutsches Symposium Amsterdam 1987. Amsterdam und Lüneburg 1988.

**Anfragen und Bestellungen (ausgenommen die Bände 9-13) an
K.W. Grünwälder, Hochschule, Postfach 2440, 2120 Lüneburg**

* Diese Bände werden vertrieben vom Dietrich Reimer Verlag, Unter den Eichen 57, 1 Berlin 45.

Die in diesem Band gesammelten Symposi-
umsbeiträge sind zwei Themenkreisen
gewidmet, die für die Didaktik der Geographie
und für die Zukunft des Schulfaches Geographie
eine große Bedeutung haben:

○ Empirische Forschung

Wenn in der Fachdidaktik empirisch geforscht
wird, dann müssen die Standards der empirischen
Sozialwissenschaften gelten. Unter diesem
Vorsatz werden konzeptionelle Überlegungen,
Methoden, Untersuchungsdesigns zur Diskussion
gestellt und dabei grundsätzliche Fragen
angeschnitten: Welche Forschungsfelder sind
zu bearbeiten? Was können Lehrexperimente
für die Unterrichtspraxis leisten? Wie ist eine
Untersuchung zu konzipieren?

○ Computer

Schulen sind und werden mit Computern
ausgestattet — es mangelt aber noch an
geeigneter Software für den Geographieunter-
richt. Dies kann auch eine Chance sein! Die
Beiträge enthalten vielerlei Anregungen und
konkrete Hinweise: Welche Art von Programmen
soll angestrebt werden? Wie soll mit dem
Computer gearbeitet werden?