

ÖSTERREICHISCHE AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN
INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE

BERICHTE UND INFORMATIONEN, NR. 23

Manfred MAGYAR

ANWENDUNGSORIENTIERTE GRUNDLAGEN EINES
THEORIEGELEITETEN KONZEPTENTWURFS ZUR
KARTOGRAPHISCHEN PERZEPTIONSFORSCHUNG AM
INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE DER
ÖSTERREICHISCHEN AKADEMIE DER WISSENSCHAFTEN



Wien 1994

GRUNDLAGEN ZUR KARTOGRAPHISCHEN PERZEPTIONSFORSCHUNG

Institut für Kartographie der
Österreichischen Akademie der Wissenschaften

VORWORT

Bevor sich der Leser dem vorliegenden Berichtinhalt widmet, möchte der Verfasser um seine Aufmerksamkeit für diese allgemeine Präambel bitten. Ihr Zweck ist es, dem Leser einerseits die auf den ersten Blick möglicherweise etwas unausgewogen erscheinende Gliederung und Ausführlichkeit einzelner Arbeitskapitel zu begründen und ihm andererseits einen stichwortartig gerafften Einblick in die inhaltliche Themenstrukturierung dieses Berichtes zu vermitteln. Außerdem soll darauf hingewiesen werden, daß dieser Bericht nicht die Absicht verfolgt, eine umfassende Bestandsaufnahme bestehender Literaturquellen durchzuführen. Vielmehr wurde die Literatur aus der angepeilten Konzeptperspektive sehr selektiv aufgearbeitet. Es werden daher einige Arbeiten zu diesem Fachbereich bewußt weder zitiert noch kommentiert.

Betrachtet man zunächst das Inhaltsverzeichnis, so fällt wahrscheinlich zuallererst auf, daß gut zwei Drittel des Berichtinhalts eigentlich nicht direkt den Konzeptansatz behandeln. Man könnte fast meinen, dem Autor seien die zahlreichen einleitenden Kapitel etwas zu lang geraten. Beim Lesen mancher Kapitel mag dieser Eindruck stellenweise auch durchaus berechtigt sein. Dem Verfasser erschien es jedoch angesichts des beträchtlichen Angebotes themenrelevanter Fachliteratur und vor allem im Interesse des zu vertretenden kartographisch-perzeptiven Konzeptansatzes dringend erforderlich, zu einigen der bisherigen Untersuchungsansätze Stellung zu nehmen. Seine anfängliche Freude über diese begrüßenswerte Quantität an Forschungsbemühungen wurde nämlich durch die nahezu besorgniserregende Heterogenität der vorgestellten Untersuchungsansätze, den fallweise zur Verzweiflung Anlaß gebenden Widersprüchlichkeiten ihrer Versuchsergebnisse, die nicht selten aus unbedachten Versuchsanordnungen resultieren, durch fallweise übersteigerte Interpretationsvarianten mancher Untersuchungsergebnisse und nicht zuletzt angesichts einer summa summarum eher bescheidenen Ausbeute der Jahrzehnte währenden Forschungsbemühungen erheblich getrübt.

Das erste Kapitel sollte daher versuchen, den grundsätzlichen Forschungsbereich thematisch aufzuarbeiten und abzugrenzen. Die kurze Auflistung einiger bisheriger Forschungsansätze mit ihren generellen Schwachstellen im zweiten Kapitel soll den Leser in die methodischen und versuchstechnischen Probleme dieses Forschungsbereiches einführen. Als mindestens ebenso wichtig erachtet der Verfasser das dritte Kapitel zur definitorischen Abklärung einiger Grundbegriffe des kartographisch-perzeptiven Konzeptansatzes. Auf dessen Grundlagen werden nämlich im vierten Kapitel einige der wichtigsten Kritikpunkte an den bisherigen Forschungsbemühungen ausführlich diskutiert und das argumentative Grundgerüst für den gegenwärtigen Konzeptansatz abgeleitet. Seine Ausführlichkeit ist bedingt durch manche pauschal formulierte Kritikpunkte und dem sich daraus zwangsläufig ergebenden hohen Erklärungsaufwand, um sie auf die Spezifitäten des Untersuchungsbereiches abstimmen und darüber diskutieren zu können.

Die in den letzten Jahren intensivierten Bestrebungen mit Hilfe des methodischen und meß-technischen Instrumentariums der Augenbewegungsforschung ergebnisreiche Untersuchungs-ergebnisse zu erzielen, werden vom Autor im fünften Kapitel kritisch durchleuchtet. Den entscheidenden Anstoß für dessen Ausführlichkeit gaben die Ergebnisse einiger Augenbe-wegungsstudien zu kartographischen Untersuchungsinhalten. Ihre grundsätzliche Eigencharak-teristika - und erst recht jene des kartographischen Wahrnehmungsumfeldes - lassen sie nach Auffassung des Autors für die meisten der im Rahmen dieses Konzeptansatzes formulierten Forderungen an zukünftige Versuchsplanungen und ihre Ergebnisse nicht als zu bevorzugende versuchstechnische Erhebungsmethode erscheinen. Es wäre daher verfehlt, aufgrund einer gewissen Methodengläubigkeit nur die Augenbewegungsmessungen als einzig möglichen Aus-weg einer stagnierend wirkenden kartographischen Wahrnehmungsforschung anzusehen.

Der eigentliche Konzeptansatz wird erst im sechsten und somit letzten Kapitel thematisiert. Ein schematisiertes Basiskonzept soll den wissenschaftlichen Forschungsansatz sowohl aus kartographischer als auch psychologischer Perspektive in einen gemeinsamen Bezugsrahmen stellen. Damit werden gleichzeitig die Optionen für ein daraus abgeleitetes generelles Unter-suchungskonzept geliefert. Aus den Zielsetzungen des Konzeptansatzes ergibt sich zunächst als unabdingbare Notwendigkeit, die wesentlichen perzeptiven Grundlagen in der Kartenwahr-nehmung und -interpretation der Kartenbenutzer zu untersuchen. Sie sollen die Ausgangsbasis für komplexere Analysen der Karte-Leser-Schnittstelle hinsichtlich benutzerspezifischer Kognitionen während des Kartengebrauchs bilden. Abschließend wird ein bereits in einer Ver-suchsreihe durchgeführtes konzeptgeleitetes Versuchsdesign zur Diskriminierbarkeit von Signaturengrößen vorgestellt.

Der Umstand, daß erst zum Zeitpunkt der Anfertigung dieses Berichtbandes mit der Aus-wertung der Versuchsdaten begonnen werden konnte, veranlaßte den Verfasser, die Unter-suchungsergebnisse gegenwärtig nicht in diesen Berichtband miteinzubeziehen. Abgesehen von der zeitlichen Verzögerung des angestrebten Publikationstermins würde eine kombinierte Abhandlung von Ansatz und Untersuchungsergebnissen den vorgegebenen Umfang eines Heftes der Reihe "Berichte und Informationen" bei weitem übersteigen. Der Verfasser beschloß daher, sämtliche Versuchsergebnisse in einem gesonderten Untersuchungsbericht aufzu-arbeiten.

Der Verfasser

INHALT

1	ALLGEMEINE EINLEITUNG	9
1.1	Karten als Informationsmedium	9
1.2	Kommunikationstheoretische Überlegungen zur Karte-Leser-Schnittstelle	11
1.3	Definitorische Abgrenzung des Forschungsbereiches und sein Stellenwert innerhalb der Kartographie.....	13
1.4	Determinanten des Kartenleseprozesses.....	16
1.5	Grundformen von Fehlerquellen für den Kartenleseprozeß.....	19
2	BISHERIGE FORSCHUNGSBESTREBUNGEN UND KRITIKEN	21
2.1	Bisherige Untersuchungsbereiche bzw. -ansätze.....	22
2.2	Kritik an den bisherigen Untersuchungen	23
2.3	Untersuchungsproblematik bei der Bestimmung der Fehlergrößen in signaturabhängigen Objektwertzuordnungen von Kartenbenutzern.....	24
3	DARSTELLUNG EINER TERMINOLOGISCHEN AUSGANGSBASIS FÜR EINEN KARTOGRAPHISCH-PERZEPTIVEN KONZEPTANSATZ	26
3.1	Terminologische Grundsatzerörterungen aus wahrnehmungspsychologischer Perspektive	26
3.2	Terminologische Erörterungen aus konzepttheoretischer Perspektive.....	29
4	DISKUSSION DER KRITIKEN UND ARGUMENTATIVEN AUSGANGSBASIS DES KARTOGRAPHISCH-PERZEPTIVEN KONZEPTANSATZES.....	31
4.1	Diskussion der Kritiken an den reduktionistischen Versuchsunterlagen.....	31
4.2	Diskussion der Kritiken an den reduktionistischen Methoden der Psychophysik	33
4.3	Diskussion der Kritiken an praxisfremden Untersuchungsergebnissen.....	34
4.4	Diskussion der benutzerorientiert definierten Ausführungskriterien	35
4.5	Diskussion der holistischen Alternative	37
4.6	Benutzerorientierte Richtlinien für den kartographisch-perzeptiven Untersuchungsansatz	38
5	KRITISCHE DISKUSSION DER AUGENBEWEGUNGSSTUDIEN ALS EINE METHODISCHE ALTERNATIVE IN DER KARTOGRAPHISCHEN PERZEPTIONSFORSCHUNG	40
5.1	Augenbewegungsparameter und ihre wissenschaftliche Aussagekraft	40
5.2	Kritische Beurteilung der Augenbewegungsstudien aus konzepttheoretischer Perspektive der kartographischen Perzeptionsforschung am Institut für Kartographie.....	41
5.3	Rahmenbedingungen für Augenbewegungsstudien und ihre wissenschaftlichen Beiträge zur kartographischen Perzeptionsforschung am Institut für Kartographie	44
6	SKIZZENHAFTER ENTWURF DES KARTOGRAPHISCH-PERZEPTIVEN FORSCHUNGSKONZEPTE AM INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND SEINER UNTERSUCHUNGSZIELE.....	46
6.1	Zielvorstellungen des Forschungskonzeptes.....	47
6.2	Das kartographisch-perzeptive Strukturkonzept als Forschungsansatz.....	48
6.3	Genereller Untersuchungsansatz des Forschungskonzeptes	56

6.4	Exemplarischer Versuchsaufbau zur Untersuchung der Größenunterschiedswahrnehmung (Größendiskrimination) der Kartenbenutzer bei geometrischen Signaturenflächen.....	59
6.5	Weiterführende Untersuchungsziele in der Versuchsreihe zur Größendiskrimination.....	64
6.6	Utilitaristische und allgemeine wissenschaftliche Aspekte des Konzeptes und seiner Untersuchungsergebnisse	65
7	ZUSAMMENFASSUNG	67
8	LITERATURVERZEICHNIS	68

1 ALLGEMEINE EINLEITUNG

1.1 Karten als Informationsmedium

Karten mit ihren visuellen Darstellungsmöglichkeiten wurden nicht nur aus der kartographischen Motivation besser geeignete Darstellungsvarianten zu suchen zum Untersuchungsgegenstand, sondern dienten in psychologischen Wissensgebieten (Wahrnehmungs-, Gedächtnis-, Lernpsychologie) oft als instrumentalisiertes Mittel zur Erforschung fachspezifischer Fragestellungen. Wie später noch gezeigt wird, unterscheidet sich deren Funktion als visueller Informationsträger in einigen Aspekten von anderen Informationsdarstellungen (Schrift, Zeichnung, Bild, Foto, Film, ...), wodurch sie in vielerlei Hinsicht ein hilfreiches und informatives Medium sind. Der Stellenwert der Karte als Informationsträger wird auch in Zukunft noch steigen, da es eines der Medien ist, die günstige Voraussetzungen für das stetig wachsende Informationsbedürfnis unseres Kulturkreises aufweisen. Vor allem die zunehmende Komplexität von Wissensstrukturen erhöht den Bedarf nach geeigneten Instrumentarien zur effizienten und korrekten Abwicklung von Entscheidungsfindungsprozessen. Karten können diesem steigenden Bedarf nach umfassenden und differenzierten - gleichzeitig überschaubar bleibenden - Informationsdarstellungen für Entscheidungsprozesse durch mehrere charakteristische Eigenschaften entsprechen. Abgesehen von ihrer herkömmlichen passiven "Darstellungsfunktion" mittels simultaner und zugleich integrativer kartographischer Darstellungsformen von Informationen unterschiedlichster Herkunft, ermöglichen sie die Präsentation komplexer raumbezogener Zusammenhänge ohne zwangsläufig unüberschaubar werden zu müssen. Bei gleichzeitiger Aufrechterhaltung mannigfaltiger Optionen für individuelle Bearbeitungsstrategien im Umgang mit den dargestellten Informationen bieten sie zudem potentiell über den dargebotenen konstanten Informationsgehalt hinausgehende Erkenntnisqualitäten für Entscheidungen an.

Diese prinzipiellen Vorzüge von Karten werden durch die technischen Entwicklungsschübe der letzten Jahrzehnte bezüglich kartographischer Darstellungsmöglichkeiten bei gleichzeitiger Einbeziehung größer werdender Datenmengen noch gefördert. Mit Hilfe der ausgereiften und umfassenden Techniken vermehren sich sowohl die qualitativen als auch quantitativen Möglichkeiten kartographischer Datenvisualisierung, um den naturgemäß ebenfalls steigenden Anforderungen an kartographische Fertigungsprodukte zu entsprechen. Allerdings entstehen parallel dazu nachteilige Begleiterscheinungen, die auch bei verwandten informationsvermittelnden Medien wie Computer, Werbung, Printmedien, usw. beobachtbar sind. Waren früher unzureichende Datenstrukturen, zu geringe Datenmengen, Darstellungsungenauigkeiten u.ä. charakteristische potentielle Fehlerquellen in der kartographischen Aufbereitung von Informationen, so verlagert sich dieser Problemschwerpunkt im Zuge der Technisierung in den letzten Jahrzehnten aus der Sicht des Kartenbenutzers zunehmend in den Bereich der Undifferenzierbarkeit, Verwechselbarkeit, Unüberschaubarkeit bis hin zur Überbeanspruchung des Kartenlesers durch die umfangreichen und komplexen Inhalte mit den dahinterstehenden Datenstrukturen kartographischer Informationsträger. In diesem Zusammenhang drängt sich

die Analogie eines fallweise reizüberfluteten Rezipienten (= Informationsempfänger) auf, der angesichts der Vielzahl und Verschiedenartigkeit angebotener Informationen schlichtweg überfordert scheint, sie adäquat selektieren, verarbeiten und bewerten zu können. Solche Umstände begünstigen häufig die Entstehung von Streßsymptomen, die sich wiederum negativ auf Entscheidungsprozesse auswirken. Der Kartengebrauch an sich wird aufgrund eines geringen externen und internen Leistungsdrucks bzw. fehlender Leistungsmotivation zwar selten ein Streßerleben auslösen, bedingt durch die Komplexität vieler Karteninhalte sind aber sehr wohl eine Reihe potentieller Fehlerquellen für Entscheidungsprozesse gegeben.

Die wissenschaftlichen Problemlösungskapazitäten für derartige Fragestellungen in diesem Bereich halten jedoch mit den sich immer schneller entwickelnden Medien zur Bearbeitung und kartographischen Darstellung von Datenstrukturen längst nicht mehr Schritt. Für die Zukunft ist zu erwarten, daß dieser Trend sich verstärken und die Kluft zwischen kartographischen Gestaltungsmöglichkeiten in der Datenvisualisierung und dem Mangel wissenschaftlicher Erkenntnisse über sie noch weiter vertiefen wird. Umso bedenklicher erscheint daher, daß trotz jahrzehntelanger wissenschaftlicher Arbeit noch immer keine grundsätzliche Klarheit über die zu berücksichtigenden perzeptuellen Grundlagen für kartographisch aufbereitete Daten erreicht werden konnte (E. ARNBERGER, 1982; F. KELNHOFER, 1989). Hier versucht das gegenwärtige kartographisch-perzeptiv orientierte Konzept des Instituts für Kartographie anzusetzen.

Die bereits angelaufene erste untersuchungsspezifische Umsetzungsphase dieses Konzeptansatzes befaßt sich mit Fragestellungen zur kartographischen Aufbereitung von Sachdaten unter besonderer Berücksichtigung perzeptiv- und kognitionspsychologischer Aspekte seitens der Kartenbenutzer. Dieser thematische Untersuchungsansatz ergibt sich zwangsläufig aus der Praxis der Kartengenerierung und der damit intendierten Visualisierung von Informationen unterschiedlichster Quantität und Qualität. Schließlich muß als letzte Instanz der Kartenbenutzer entscheiden, inwieweit das kartographische Gestaltungsprodukt seinen konkreten Anforderungen und Fertigkeiten entspricht. Um die Brauchbarkeit eines kartographischen Produktes direkt zu überprüfen, stehen dem "durchschnittlichen" Kartenbenutzer Mittel wie persönliches Wissen, frühere Erfahrungen, Lernfähigkeiten, räumliches Vorstellungsvermögen, perzeptive Ressourcen (z.B. bei Größen-, Form-, Farbenvergleichen, ...) usw. mit individuell ausgeprägten Kapazitäten zur Verfügung. Die für eine bestimmte Fragestellung adäquate Gestaltung einer Karte ist aber nicht allein ausschlaggebend für die fehlerfreie Rückschlüsselung ihrer kartographisch aufbereiteten Inhalte. Auch die dem Benutzer verfügbaren Mittel sollten gewissen Mindeststandards genügen, um an sich korrekte Informationsdarstellungen tatsächlich korrekt zu identifizieren, von anderen Informationen abzugrenzen, weiter zu verarbeiten und korrekte Schlußfolgerungen daraus abzuleiten. In dieser wechselseitigen Abhängigkeit müssen daher - allgemein formuliert - sowohl objektbezogene Darstellungscharakteristika (im gegenständlichen Fall wären dies kartographische Ausdrucks- und Gestaltungsmittel einer Karte, wie z.B. Formen, Symbole, Größen, Mengen, ...) als auch benutzerbedingte Einflußfaktoren in der Karte-Leser-Schnittstelle hinsichtlich ihrer gegenseitigen Entsprechung zum Untersuchungsgegenstand gemacht werden. Für diesen Forschungsbereich bieten sich gängige Wahrnehmungsmodelle und ein untersuchungsspezifisch adaptiertes psychologisches Methodeninventar an.

Unsere Wahrnehmungen vermitteln im psychischen Normalzustand grundsätzlich Informationen bzw. Sinneserkenntnisse über die Außenwelt. Allerdings sind die dabei stattfindenden Prozeßverläufe, die vom Objektiven zum Subjektiven führen, vom Individuum selbst

nicht direkt nachvollziehbar. Die Wahrnehmungsforschung hat sich die Untersuchung dieser Transformationsprozesse des Eingangsmaterials zur Aufgabe gemacht. Welchen Gesetzmäßigkeiten folgt die Verarbeitung von physikalisch meßbaren und beschreibbaren Umwelt-ereignissen (Eingangsmaterial = Input) zu subjektiven Erlebnisqualitäten unserer Wahrnehmung, die wiederum als Ausgangsmaterial für die weiterführenden Verarbeitungsprozesse des Lernens, Denkens, Schlußfolgerns, usw. dienen? Das Studium dieser Transformationsregeln befähigt uns, Korrektur- bzw. Verbesserungsmaßnahmen für unsere wahrnehmungsgeleitete Informationsaufnahme und -verarbeitung zu entwickeln. Die dabei angestrebte Effizienzsteigerung unserer Wahrnehmungskapazitäten zielt vor allem auf ein korrektes und fallweise rascheres Wahrnehmen und Verstehen von Informationsangeboten in unserer Umwelt ab. Ein Ansatzbereich für solche Maßnahmen wäre die Wahrnehmungsobjekte bzw. Reize auf die jeweiligen Bedürfnisse und Fertigkeiten der Zielpopulation abzustimmen. Die entsprechende Förderung und Schulung der im Umgang mit diesen Informationsangeboten erforderlichen Wahrnehmungsfähigkeiten und Fertigkeiten der Benutzergruppe wäre eine weitere Möglichkeit zweckdienlich einzugreifen. Die Umgebungsbedingungen der Wahrnehmungssituation bieten sich als dritter Interventionsbereich an. In welchen Bereichen man intervenierende Maßnahmen setzen kann und will, wird nicht zuletzt von den Untersuchungszielen, den prinzipiellen Interventionsmöglichkeiten und einer Kosten-Nutzen-Kalkulation abhängen.

1.2 Kommunikationstheoretische Überlegungen zur Karte-Leser-Schnittstelle

In der gegenständlichen Fachliteratur fällt die häufige Verwendung des Terminus "Kommunikation" auf. Infolge seiner oftmals pauschalierend wirkenden Verwendung und dem daraus resultierenden relativ weit gefaßten Bedeutungsfeld ergibt sich aus der Sicht des gegenwärtigen angestrebten Konzeptansatzes ein begrifflicher Klärungsbedarf. Ansonsten läuft man Gefahr, den Begriff wie eine Leerformel zu verwenden.

Der Benutzer und seine Karte sind aus psychologischer Sicht eine eigendynamische Einheit mit kommunikativen Gesetzmäßigkeiten. An sich wäre dieses Faktum nicht besonders nennenswert, läßt es sich doch bei nahezu jedem Interaktionsgeschehen konstatieren. Das Charakteristische dieser Karte-Benutzer-Schnittstelle ist jedoch ihre spezifische Ausformung des oftmals postulierten Kommunikationsprozesses. Herkömmlicherweise versteht man unter dem Begriff **Kommunikation** grob vereinfacht die **wechselseitige Interaktion zwischen mindestens zwei Subjekten bzw. in technischer Hinsicht auch Informations-(Daten-)trägern**. Prinzipiell kann jeder Kommunikationspartner je nach situativen Gegebenheiten sowohl Informationen vermitteln als auch Informationen empfangen. Sämtliche Beteiligte sind somit, ungeachtet ihrer jeweiligen initiativen (= Informationen senden) oder rezeptiven (= Informationen empfangen) Kommunikationsform, immer aktiv und beeinflussen sich wechselseitig im Kommunikationsgeschehen. Folgt man diesem Verständnis des Kommunikationsbegriffs, so müßte man bei restriktiver Auslegung desselben gewisse Bedenken bei seiner freizügigen Anwendung für das Geschehen während der Kartenbenutzung äußern. Zum Unterschied davon wird nämlich der Informationstransfer während einer Kartenbenutzung nur vom Benutzer aktiv vollzogen. Die Karte dient dabei lediglich als unbeeinflussbarer und somit statischer Informationsträger, dessen explizites und implizites bzw. manifestes und latentes Informationspotential vom Benutzer in Abhängigkeit von seinen Bedürfnissen und Fähigkeiten aktiv in Anspruch genommen wird. Eine Karte substituiert damit aus kommunikationstheoretischer Sicht den vom Kartenautor und Kartographen beabsichtigten kommunikativen

Aspekt eines initiativen Informationspotentials. Beim Vergleich mit anderen Informationsmedien, denen ebenfalls kommunikationstheoretische Aspekte zugeschrieben werden, ist im gegenständlichen Fall die simultane (und nach bestimmten Regeln integrierte) kartographische Darbietung unterschiedlicher Informationsqualitäten und -quantitäten hervorzuheben. Weiters kann der Benutzer sämtliche in einer Karte dargestellten Informationen in keiner Weise verändern, wodurch jede Form ihrer Inanspruchnahme beliebig oft wiederholt und abgewandelt werden kann. Die formalen Besonderheiten einer Karte in bezug auf den Kommunikationsansatz liegen somit:

- in ihrer passiven bzw. statischen Präsentationsform,
- ihrer simultanen Vielfalt von sich gegenseitig ergänzenden bzw. integrierenden Informationsqualitäten und -quantitäten,
- deren Unbeeinflussbarkeit durch den Benutzer und
- in deren uneingeschränkten Verfügbarkeit.

Der Begriff Kommunikation bedeutet somit im Sinne des kartographisch-perzeptiven Konzeptansatzes höchstens einen indirekten und jeweils einseitig aktiv vollzogenen Kommunikationsverlauf. Der Benutzer agiert während einer Kartenbenutzung als rezeptiver Kommunikationspartner für die vom Kartenautor und Kartographen initiativ kodierten Informationen. Die Karte als Informationsträger ersetzt somit den direkten Kommunikationsprozeß zwischen zwei oder mehreren Kommunikationsteilnehmern und muß sich dafür bestimmter Regeln bedienen, die für alle Beteiligten verständlich sind. Die Vergleichbarkeit dieses indirekten Informationsflusses in Richtung Kartenbenutzer mit einem konventionellen Kommunikationsprozeß ergibt sich letztendlich aus der Tatsache, daß bei beiden ein korrekter Informationstransfer von den Kommunikationsteilnehmern und dem von ihnen verwendeten Regelsystem (Sprache/Mimik/Gestik versus kartographische Ausdrucksform) zur Informationsvermittlung abhängt. Kommunikationsprobleme entstehen meistens durch inadäquat verwendete Regelsysteme zur Informationsvermittlung und -aufnahme bzw. mißverständlich aufbereitete Kommunikationsbotschaften. Das Aufspüren solcher Fehlerquellen und deren Beseitigung ist ein zentrales Anliegen des kartographisch-perzeptiven Konzeptansatzes.

Im Zusammenhang mit den wahrnehmungspsychologischen Gesichtspunkten dieses Konzeptes kann der konzeptspezifische Kommunikationsbegriff auch bereits auf der Sinnesebene Anwendung finden. Sie ist nämlich die erste und primäre Instanz in einem Kommunikationsgeschehen zwischen Umwelt und Individuum bzw. zwischen Individuen und Gruppen von Individuen. Als wesentlichste Aufgabe kommunikativ aktivierter Sinnessysteme sieht A. HAYOS (1972, S. 13) "...weniger die Aufnahme als vielmehr die Selektion und Zusammenfassung (perzeptive Kategorienbildung) von Informationen. Unter diesem funktionellen Aspekt erscheinen die Sinnessysteme als die primären Instanzen, die unsere Sinneserlebnisse und damit zugleich das Bewußtsein »eigenmächtig« entsprechend ihren Strukturen beeinflussen".

Da im Falle einer Kartenbenutzung ein sinnesmäßiges Selektieren und Zusammenfassen situativ nur einseitig, nämlich vom Kartenbenutzer oder Kartographen vollzogen wird, unterscheidet sich diese zumindest aus funktioneller Sicht von einem herkömmlichen Kommunikationsvorgang. Letzterer entwickelt seine kommunikative Eigendynamik vorrangig aus den wechselseitigen Interaktionen der Beteiligten und wird in der aktuellen Situation von den individuellen Transformationsresultaten jedes involvierten Kommunikationspartners direkt beeinflusst. Ein und dieselbe Information kann somit situativ und fallweise durchaus beabsichtigt vollkommen unterschiedliche Kommunikationsresultate hervorbringen. Ein dermaßen instabiles

Kommunikationsgeschehen will man bei Kartenleseprozessen unter Zuhilfenahme eines kartographischen Regelsystems eigentlich verhindern. Kartenautoren und Kartographen wollen bei verschiedenen Kartenbenutzern indirekt sogar möglichst idente und somit konstante Erkenntnisse bezogen auf die dargestellten Karteninformationen erzielen. Die Möglichkeiten, bei mißverstandenen Kommunikationsbotschaften und daraus resultierenden Fehlschlüssen direkt und unmittelbar fehlerkorrigierend zu intervenieren, sind aufgrund der Tatsache, daß die beteiligten "Kommunikationspartner" nicht direkt miteinander kommunizieren, extrem eingeschränkt.

Auch der bei R. OGRISSEK (1988, S. 17ff.) geschilderten und in den achtziger Jahren einsetzenden intensiven Kontroverse über kommunikationstheoretische Funktionalitäten von Karten möchte der Verfasser noch einige Gedanken widmen. Im wesentlichen konzentriert sie sich auf die Frage, inwieweit Karten ihren Benutzern lediglich bestehende Informationsstrukturen visuell vermitteln, oder ihre Benutzer zu neuen Erkenntnisqualitäten hinführen. In dieser Auseinandersetzung wurde der Begriff Kommunikation mit passiver Informationsvermittlung gleichgesetzt. Es wurde bereits weiter oben erwähnt, daß diese einseitige Sichtweise dem Sachverhalt nicht gerecht wird. Zudem besitzt jede Karte, schon wegen ihres simultanen Anbietens mehrerer integrierter Informationsstrukturen, latente bzw. implizite Potentiale für konstruktive Erkenntnisprozesse des Benutzers. Inwieweit der Benutzer über das manifeste Informationsangebot einer Karte hinausgehend, diese latenten Informationspotentiale beanspruchen kann, wird im wesentlichen von seinen individuellen Bedürfnissen, Fähigkeiten und Fertigkeiten zur Karteninterpretation abhängen. Manche Erkenntnisse des Benutzers mögen aus der Sicht eines Kartographen lediglich Rekonstruktionen der von ihm aufbereiteten Informationen sein, für den Benutzer hingegen können sie sehr wohl konstruktive Erkenntnisse darstellen. Es ist daher nur eine Frage des Standpunktes welcher Kartenfunktion - informationsvermittelnd oder erkenntnisfördernd - man den Vorzug gibt.

Aus kognitionstheoretischer Perspektive finden während jedes Kartenleseprozesses, unabhängig ob er aus kartographischer Perspektive rekonstruierend oder konstruktiv verläuft, permanent Erkenntnisprozesse des Benutzers statt. Tatsache ist, daß Karten dem Benutzer bestimmte Informationen sehr wohl nur vermittelnd anbieten. Ob ihm diese als hinreichende und korrekte Ausgangsbasis dienen können, um seinen Bedürfnissen entsprechende komplexere Erkenntnisebenen zu erschließen, entscheidet sich von Fall zu Fall. Welcher dieser beiden Funktionen des Informationsangebots einer Karte nun die eigentliche Priorität einzuräumen ist, kann daher a priori nicht eindeutig und universell gültig festgelegt werden. Letztendlich bestimmt sich ihre jeweilige Funktion durch situative Bedürfnisse des Benutzers und er entscheidet auch, ob sie den ihr zugewiesenen Funktionen entspricht.

In diesem Zusammenhang könnte man auch behaupten, daß Benutzerbeurteilungen über Ausführungsqualitäten eines Kartenprodukts eher von bedarfsgeleiteten Motiven bzw. aufgabenspezifischen Ansprüchen geprägt werden, als von generellen Abwägungen zu allgemein gültigen kommunikations- und erkenntnistheoretischen Kartenfunktionalitäten.

1.3 Definitiorische Abgrenzung des Forschungsbereiches und sein Stellenwert innerhalb der Kartographie

E. ARNBERGER (1966, S. 12) definiert in seinem Standardwerk "Handbuch zur thematischen Kartographie" den Aufgabenbereich der theoretischen Kartographie als "die Untersuchung der graphischen Formen und ihrer Gesetzmäßigkeiten im Hinblick auf ihre

Brauchbarkeit als adäquates Darstellungsmittel qualitativer und quantitativer Eigenheiten der Strukturmodelle unter gleichzeitiger Bedachtnahme ihrer Situations-, Positions- und Raumbezogenheit". Das wesentliche Ziel dieser Untersuchungen ist somit Darstellungsobjekte bzw. -inhalte durch möglichst einfache graphische Repräsentationsformen im kartographischen Kontext anforderungsgerecht vermitteln zu können.

Die äußerst divergenten Anwendungsbereiche zahlreicher graphischer Objekte mit ihren ebenso unterschiedlichen Gestaltungsansprüchen an diese Objekte können mittels der von H. SCHMIDT-FALKENBERG (1960, S. 54 ff.; 1964) vorgeschlagenen terminologischen Unterscheidung zwischen "kartographischen Ausdrucksformen" und "kartographischen Darstellungen" (zitiert bei E. ARNBERGER, 1966, S. 3) von den kartographischen Forschungsbestrebungen zu diesen Objekten ausgegrenzt werden. Unter der Bezeichnung "kartographische Ausdrucksformen" subsumiert er sämtliche Ausdrucksformen, die nach kartographischen Grundsätzen entworfen werden. "Kartographische Darstellungen" hingegen sind alle graphischen Formen in einer Zeichenebene, die in einen kartographischen Kontext - z.B. Karten - eingebettet sind. Zum Forschungsobjekt der Kartographie können sämtliche kartographische Ausdrucksformen und Darstellungen gezählt werden. Zunächst ist einmal vorrangig festzustellen, mit welchen graphischen Möglichkeiten die zu vermittelnden Inhalte am geeignetsten kartographisch darzustellen sind.

Die universellen Grundformen graphischer Darstellungselemente sind Punkt, Linie und Fläche. Speziell die Kartographie ist darauf angewiesen aus diesen Grundformen möglichst zweckmäßige und aussagekräftige Formvariationen bzw. Darstellungselemente abzuleiten, um der Komplexität ihrer Darstellungsinhalte gerecht werden zu können; insofern gerecht zu werden, als sie bedarfs-, ja sogar anspruchsgerechte Darstellungselemente zur sinnbildlich abstrahierten Darstellung von objekt- und sachverhaltsbezogenen Inhalten benötigt.

Erst durch die regelhaft definierten Verknüpfungen graphischer Darstellungselemente mit verschiedenen Darstellungsinhalten und deren Einbettung in eine kartographisch abstrahierte Form geographischer Lageorientierung werden diese zu Signaturen im kartographischen Sinn. Diese Verknüpfung wird als Codierung bezeichnet und erfolgt über die Regeln eines kartographischen Codesystems, dem sogenannten Signaturenschlüssel. Die einzelnen Darstellungselemente fungieren nun in der Kartographie als Symbole bzw. Zeichen. Mittels einer beigefügten Beschreibung des verwendeten Codes (= Legende) soll den Kartenbenutzern die gedankliche Übersetzung kartographischer Darstellungsinhalte in eine übergeordnete Bedeutungsstruktur bzw. Aussageebene ermöglicht werden. Diesen Prozeß bezeichnet man daher in Anlehnung an den Lesevorgang bei einer Schrift als "Kartenlesen".

Kartographische Darstellungen dienen, unabhängig von der Frage, ob sie konkrete Objektvariablen oder Sachverhaltsvariablen symbolisieren, sowohl zur abstrahierten Darstellung raumbezogener Lageverhältnisse als auch der Darstellung quantitativer und qualitativer Verhältnisse von Merkmalsvariablen. Während sich aber erstere nur durch lagemäßige Bezugsrelationen in einer Kartenumgebung erschließen lassen, die Darstellungen also unbedingt zumindest den Eindruck einer kartographisch abstrahierten räumlichen Bezugsebene beim Betrachter erwecken müssen, könnten die letzteren beiden auch isoliert, also ohne räumliche Bezugsebene, vermittelt werden. Diese Überlegungen möchte der Verfasser anhand der Abbildungen 1 und 2 beispielhaft veranschaulichen:

Die Größenunterschiede der Kreise und deren unterschiedliche Flächenmuster können sowohl quantitative als auch qualitative Variablenausprägungen vermitteln. Beispielsweise werden Einzel- oder Gruppenwerte als quantitative Variablenausprägungen (z.B. Bevölkerungs-

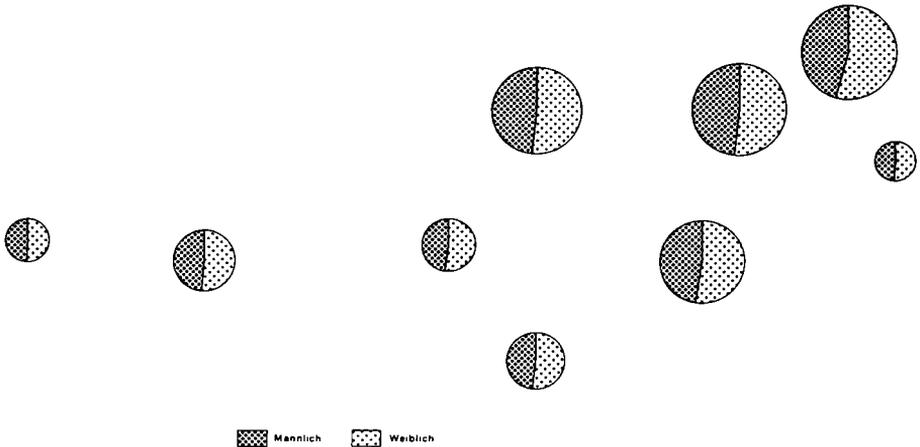


Abbildung 1: Kreisflächen ohne kartographisch aufbereitete erdräumliche Bezugsebene

Prozentuelle Geschlechteranteile in der Bevölkerung (1990)

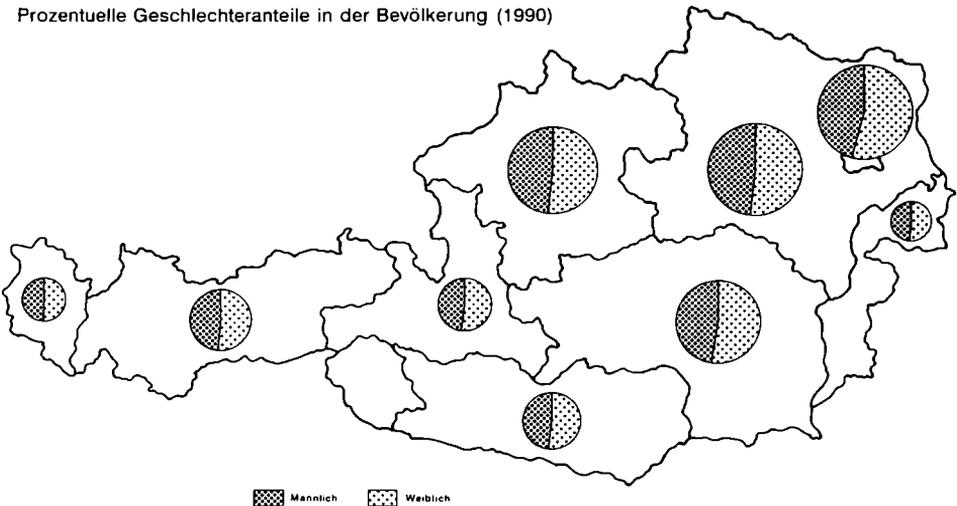


Abbildung 2: Kreisflächen mit kartographisch abstrahierter räumlicher Bezugsebene

statistiken) häufig über entsprechend abgestufte Kreisgrößen bzw. -flächen und qualitative Variablenmerkmale (z.B. Geschlecht) durch unterschiedliche Rasterung von Kreissegmenten symbolisiert dargestellt. In Abwesenheit eines raumstrukturierenden Kartenhintergrunds beschränkt sich deren signaturhafte Aussagekraft jedoch nur auf die symbolisierten qualitativen und quantitativen Relationen der Variablen und entspricht der eines Diagramms. In

Anbetracht der hier fehlenden Erläuterung einzelner Signaturengrößen können jedoch nur größengestufte Beurteilungen über die quantitativen Relationen der Kreisgrößen stattfinden. Dabei geht man davon aus, daß größer werdende Kreisflächen für zunehmende Quantitäten in einer Variablen stehen. Die Verknüpfung einzelner Kreisgrößen mit bestimmten Zahlenwerten (bzw. erhobenen Vorkommenshäufigkeiten) einer Variablen ist dem Benutzer hier nicht möglich.

Wird im nächsten Schritt durch einen Kartentitel ein Themenbezug und zusätzlich ein kartographisch strukturierter Raumbezug symbolhaft angeboten, so erweitert sich das Potential möglicher Erkenntnisse des Betrachters über die Variablenausprägungen. Mit diesem Schritt wird den Kreisen aus kartographischer Perspektive ein Teil ihrer Signaturenfunktion zugewiesen. An der phänomenologischen Realität orientierte Positionierungen der einzelnen Kreise in diesem Raumbezug erlauben dem Betrachter, Aussagen über räumliche Verteilungsrelationen der Variablen zu treffen. Die quantitativen und qualitativen Größenrelationen der Kreissignaturen können somit vom Benutzer mit bestimmten Regionen einer abstrahierten räumlichen Bezugsebene in Verbindung gebracht und beurteilt werden. Der Kartentitel bietet von vornherein einen thematischen Sachbezug an, inhaltlich spezifizierte Erkenntnisse bleiben dem Betrachter mangels ausführlicher Instruktionen für eine genaue und korrekte Vorgangsweise zur Beurteilung der Signaturengrößen (Signaturenmaßstab) weiterhin versagt.

1.4 Determinanten des Kartenleseprozesses

Zu den kartographischen Darstellungsformen und ihren kartographischen Funktionen möchte der Verfasser einleitend nochmals wiederholen, daß sie sowohl einen abstrahierten räumlichen Bezug von Variablenausprägungen und deren geographischen Lage in einer Karte herstellen (Verortung von Auftrittshäufigkeiten einer Variablenausprägung, wie z.B. Einwohnerzahlen) als auch einen relationalen Eindruck ihres mengenmäßigen Auftretens bzw. ihrer Verteilung in der Karte vermitteln sollen (räumliche Entfernungen zwischen mehreren verorteten Auftrittshäufigkeiten einer Variablenausprägung, wie z.B. Einwohnerzahlen).

Im ersten Fall kann Informationsbedürfnissen des Kartenbenutzers entsprochen werden, wie sie bei Fragestellungen mit dem Grundmuster "WAS tritt WO auf?" vorliegen. Im zweiten Fall erweitert sich der Informationsbedarf eines Kartenbenutzers auf Fragestellungen mit dem Grundmuster "WAS tritt WO und WIE (häufig) auf?". Ein zentrales Problem in der Kartengestaltung stellt naturgemäß die zweckmäßige Kombination dieser drei Informationsebenen für deren Benutzer dar. Die Abbildung 3 soll zeigen, wie sich das Informationspotential einzelner kartographischer Darstellungselemente durch stufenweises Hinzufügen einzelner Rahmenbedingungen (strukturierte räumliche Bezugsebene, Signaturenmaßstäbe und Kartentitel) sukzessiv steigern läßt und dadurch immer spezifischere Bearbeitungsstrategien des Benutzers möglich werden.

Eine grobe Beschreibungsvariante einer beispielhaften Bearbeitungssequenz des Benutzers anhand der Abbildung 3 wäre:

Will ein Benutzer zum Beispiel wissen, welche Signaturen in der Karte die von ihm gesuchte Variable (z.B. weibliche Bevölkerungsanteile nach Bundesländern) repräsentieren, muß er zunächst anhand der Legende jene Signaturenmerkmale suchen, die seine gewünschte Variable repräsentieren (WAS?). Indem er diese Gestaltungsmerkmale (hier: große Kategorie der Kreisgrößen bzw. mittlere Kreispositionen in den Dreiergruppen in der Karte, von diesen

Prozentuelle Geschlechteranteile in der Bevölkerung,
bei den Geburten und Sterbefällen (1990)

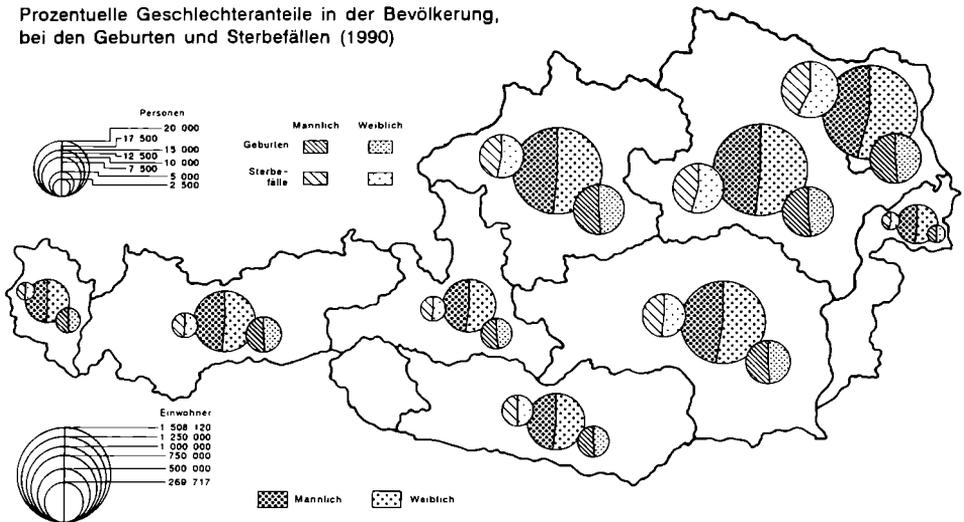


Abbildung 3: Kartographisch schematisierter Kartenhintergrund mit abgestuften Größen von Kreissignaturen und ausführlicher Legende mit Signaturenmaßstäben

Kreisen die rechten Kreissegmente mit weniger dichten Punktraster) kurzfristig im Gedächtnis speichert, kann er sie anschließend in der Karte suchen und finden (WO?). Während einer kurzen anfänglichen Orientierungsphase über die räumliche Ausrichtung des kartographisch aufbereiteten Raumbezugs (Kartenhintergrund) und seine Charakteristika wird er gleichzeitig feststellen, daß in der Kartenfläche unterschiedliche Kreisgrößen seiner gesuchten Signatur vorkommen und diese Größenunterschiede anscheinend unterschiedliche Auftretshäufigkeiten der weiblichen Bevölkerung in verschiedenen Kartenregionen symbolisieren (WIE?). Um die unterschiedlichen Kreisgrößen auf ihren darzustellenden Zahlenwert beurteilen zu können, muß er sich wiederum der Legende als Bezugsgrundlage bedienen. Mit Hilfe einiger Vergleichsprozesse zwischen Kartensignaturen und dem dazu angebotenen Signaturenmaßstab entwickelt nun der Benutzer in weiterer Folge ein Beurteilungsverfahren zur Interpretation des jeweiligen Bedeutungsgehalts der bearbeiteten Signaturen. Dieses hilft ihm, die unterschiedlichen Größen der Kreissignaturen und die auf die gesamte Kartenfläche bezogenen räumlichen Verteilungscharakteristika der Signaturen in ihren Zahlenrelationen und in bezug auf den dargestellten Kartenraum zu interpretieren. Möglicherweise generiert er dabei sogar anhand der Verteilungscharakteristika seiner gesuchten und jener der anderer Signaturen Erklärungsansätze, warum seine gesuchte Signaturvariable in verschiedenen Kartenregionen unterschiedliche Häufigkeiten aufweist. Er versucht somit Kausalitäten herzustellen, um Aussagen über die Ursachen der Häufigkeitsverteilung seiner Variable und die sich daraus ergebende Bedeutung für sein spezifisches Anliegen ableiten zu können.

Diese vereinfachte Beschreibungsvariante verhältnismäßig einfacher Aufgabenstellungen während eines Kartenleseprozesses (Suchen, Selektieren, Vergleichen, Beurteilen bestimmter Signaturen) soll dessen flexible Vielschichtigkeit demonstrieren. Schon relativ bescheiden

formulierte Ausprägungsvarianten menschlicher Orientierungsbedürfnisse aktivieren ein hochgradig vernetztes Wahrnehmungs- und Verarbeitungssystem für eine zielgerichtete effiziente Informationsverwertung bei kartographischen Darstellungen. Allgemein bedarf es dazu

- eines räumlichen Vorstellungsvermögens, wie z.B. zur Lageorientierung von Darstellungen nach Himmelsrichtungen, über Ausdehnungsverhältnisse von Objekten, einer Vorstellung von Längen-, Breiten- und Höhenverhältnissen;
- gewisser Wahrnehmungskapazitäten, wie Auflösungsvermögen, Farb- und Kontrastwahrnehmung;
- eines Repertoires an grundlegenden Bearbeitungsstrategien, wie Suchen, Identifizieren, Vergleichen und Evaluieren, um mit den Darstellungen umgehen zu können;
- eines Verständnisses für Zahlenlogik und Mengenverhältnisse, logischer Denkstrukturen zur Analyse und Synthese der visualisierten Datenstrukturen und für die daraus zu generierenden Erkenntnisse, usw.

Diese Aufzählung ließe sich nahezu beliebig lang fortsetzen. Sie soll lediglich einen groben Einblick in das Prozeßgeschehen bei einer Kartenwahrnehmung geben und damit die Ausgangsbasis zur benutzerorientierten Problemanalyse in einer kartographischen Wahrnehmungsforschung veranschaulichen.

Grundsätzlich bestehen zunächst subjektive Informationsbedürfnisse des Kartenbenutzers, die er unter Zuhilfenahme einer Karte zu befriedigen versucht. Je nach Komplexität und Dringlichkeit dieser Bedürfnisse entsteht eine Bereitschaft zur Informationssuche und -aufnahme. Welche und wieviele Informationen gesucht werden, hängt in erster Linie von der Bedürfnisstruktur ab. Der jeweilige Verlauf einer Informationssuche und -verarbeitung wiederum wird sowohl von den individuellen Fähigkeiten und Fertigkeiten des Kartenbenutzers als auch von den verfügbaren Informationsquellen beeinflusst. Natürlich spielen auch situativ vorhandene Rahmenbedingungen, wie körperliche und geistige Verfassung, Zeit- oder allgemeiner Leistungsdruck, umgebungsbedingte Wahrnehmungsverhältnisse wie Beleuchtung, Lesedistanz, usw. eine gewisse Rolle. Allerdings ist deren Bedeutsamkeit zumindest insofern geklärt, als ihre Auswirkungen bereits in anderen Forschungsbereichen (Ergonomie, Leseforschung, Lernpsychologie, Diagnostik, Physiologie, ...) größtenteils untersucht wurden und ihr prinzipieller Stellenwert somit tendenziell durchaus eingeschätzt werden kann.

Im Fall der kartographischen Wahrnehmungsforschung sind die verfügbaren objektbezogenen Informationsquellen kartographische Darstellungen mit ihren jeweiligen Bedeutungsinhalten. Mit ihrer Hilfe soll dem Benutzer zu jenen Informationen verholfen werden, die seinen Informationsbedarf decken. Wesentlich ist, daß der Informationsbedarf nicht zwangsläufig eine fixe und unveränderliche Größe sein muß. Mit anderen Worten kann und wird der Benutzer seinen Informationsbedarf und damit auch seine Bearbeitungsstrategien zur Informationsaufnahme und -verarbeitung innerhalb bestimmter Toleranzgrenzen an eine vorgegebene Informationsstruktur anpassen. Diese Benutzerfähigkeit wird mittels kartographischer Ausdrucksformen und Darstellungen angesprochen und mehr oder weniger ausgeschöpft. Nur indem sich der Benutzer im Umgang mit kartographischen Darstellungen auf deren Regelsystem einstellt, kann er deren spezifischen Bedeutungsgehalt für seinen jeweiligen Informationsbedarf erschließen. Daher kommt es fast zwangsläufig zur Entstehung von Zwischenstufen des ursprünglichen Informationsbedarfs während einer Kartenbenutzung. Diese Zwischenstufen dienen lediglich als eine Art Wegweiser auf dem Weg zur eigentlichen Zielinformation. Bei unerwarteten bzw. ungeeigneten Informationsstrukturen kann unter Umständen situativ sogar ein völlig ver-

änderter Informationsbedarf entstehen. Der ursprüngliche Informationsbedarf muß also mangels entsprechender Erfolgsaussichten seiner Befriedigung dem aktuell verfügbaren Informationsangebot und seiner Struktur entsprechend abgeändert werden. Diese Synchronisation von Informationsbedarf und Informationsangebot erfolgt auf unterschiedlichen Prozeßebenen des Bearbeitungsgeschehens und äußert sich in individuell ausgeformten Bearbeitungsstrategien des Benutzers. Dieser Kontext von Informationsbedarf, -angebot und Bearbeitungsstrategie ist von zentraler Bedeutung für den Informationstransfer an der Karte-Benutzer-Schnittstelle. Je präziser der Informationsbedarf definiert und je bedarfsgerechter das verfügbare Informationsangebot aufbereitet ist, umso zuverlässiger können effiziente Bearbeitungsstrategien beim Benutzer aktiviert und kartographisch korrekte Informationstransfers erwartet werden.

Um nicht den übertriebenen Eindruck zu vermitteln, Kartenlesen wäre ausschließlich ein Hürdenlauf des Kartenbenutzers, sei korrekterweise noch festgehalten, daß trotz diverser Unzulänglichkeiten von Kartenwerken und Kartenbenutzern gewisse Grundregeln der Kartengestaltung und einige direktive Gesetzmäßigkeiten in deren Wahrnehmung zumindest allgemeine Grundlagen für einen Informationstransfer bereitstellen. Diese Grundlagen sichern zumindest den prinzipiellen Ablauf der Bearbeitungsprozesse während einer Kartenbenutzung. Anders formuliert eröffnen die Strukturierungs- und Gestaltungsregeln kartographischer Darstellungen und die wahrnehmungsspezifischen Gesetzmäßigkeiten eines Prozeßablaufes dem Kartenbenutzer zumindest die grundlegendsten Optionen für einen zielorientierten Umgang mit Karteninformationen.

1.5 Grundformen von Fehlerquellen für den Kartenleseprozeß

Angenehmerweise geht mit der adaptiven Flexibilität der verfügbaren Bearbeitungsstrategien des Benutzers ein Gestaltungsspielraum für die kartographische Entwurfspraxis einher. Gestalterische bzw. datenbedingte Variationen der kartographischen Darstellungselemente sind, solange sie innerhalb benutzerseitiger Toleranzgrenzen für Prozesse zur Informationsaufnahme und -verarbeitung bleiben, dennoch weitestgehend nachvollziehbar.

Angesichts dieser Tatsache könnte nun ein Kartenauteur oder Kartograph den Standpunkt einnehmen, daß es durchaus zulässig ist, sich auf tradierte kartographische Gestaltungskonventionen zu berufen, an die sich ein Kartenbenutzer eben einmal mehr und einmal weniger anzupassen hätte, wenn der doch ohnehin ein sehr flexibles Instrumentarium in seiner Kartenwahrnehmung aufweist. Außerdem seien wie beim Lesen der Schrift erlernte und fallweise sogar überlernte Gewohnheiten auch beim Kartenlesen dermaßen stabil ausgeformt, daß es wenig Sinn hätte, das Reglement kartographischer Gestaltung grundlegend zu verändern. Daher ist es nur konsequent, wenn eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit diesen Gestaltungsrichtlinien als größtenteils überflüssig und unergiebig angesehen wird.

Die Zielrichtung dieser Argumentation ist insofern verfehlt, da es nicht darum geht kartographische Darstellungskonventionen an sich zu verwerfen, sondern deren spezifische Funktionalität für den Benutzer beim Kartengebrauch zu untersuchen. Man könnte dies mit einem Gesetz vergleichen, das aufgrund gesellschaftlicher Wandlungsprozesse ständiger Novellierungen bedarf. Aus der Perspektive der kartographischen Perzeptionsforschung werden daher Datenaufbereitung und kartographische Datenvisualisierung als wesentliche Ausgangsgrößen der benutzerseitigen Entscheidungsfindungsprozesse eingestuft. Ihre Bedeutsamkeit wird vor allem in dem Umstand gesehen, daß die Korrektheit einer Ent-

scheidung direkt oder indirekt von verständlichen und korrekt nachvollziehbaren kartographischen Darstellungen maßgeblich mitbestimmt wird. Natürlich kommt auch den subjektiven Aspekten des Kartenbenutzers, wie Urteilsfähigkeit, Erfahrung, Verständnis, Motivation, usw. wesentliche Bedeutung im Entscheidungsprozeß zu. Sie entziehen sich jedoch einer direkten Überprüfung mittels wissenschaftlicher Methoden. Aus einer Kartenbenutzung abgeleitete Entscheidungen eines Kartenbenutzers können somit nur anhand der entsprechenden kartographischen Informationsunterlagen auf ihre Korrektheit, zumindest in bezug auf kartographische Informationsangebote, evaluiert werden. Persönliche Interessen des Benutzers als Ursache von willentlichen oder unwillentlichen Verzerrungen bzw. Unkorrektheiten seiner Entscheidungen können niemals ausgeschlossen werden. Es ist jedoch sehr wohl möglich und erstrebenswert, bereits von vornherein potentielle Mißverständlichkeiten kartographischer Gestaltungsvarianten für den Benutzer zu erkennen und wenn möglich zu vermeiden. Also jene Varianten und Toleranzgrenzen kartographischer Darstellungsformen zu bestimmen, bei deren Anwendung und Einhaltung zumindest prinzipiell ein korrekter Informationstransfer beim durchschnittlichen Benutzer erwartet werden kann.

Neben den beiden Fehlerkategorien im Kartenleseprozeß, also für Benutzer ungünstig gewählte kartographische Darstellungsvarianten und subjektiv verfälschte Auslegung von Karteninformationen, darf eine dritte Fehlerkategorie nicht unerwähnt bleiben. Da sie im Untersuchungsbereich der benutzerzentrierten kartographischen Wahrnehmungsforschung von untergeordneter Bedeutung ist und zudem einen eigenen Forschungsschwerpunkt anderer Wissenschaftsdisziplinen bildet, soll sie nur der Vollständigkeit halber kurz erörtert werden.

Es handelt sich hierbei um wissenschaftliche Bestrebungen, potentielle Fehlerquellen bei der Synchronisierung phänomenologisch möglichst realitätsgetreuer Datenerfassung, -strukturierung und ihrer kartographischen Visualisierung aufzuspüren, zu analysieren und wenn möglich zu beseitigen. Eine Karte ist grundsätzlich das Endprodukt eines komplexen kartographischen Entwurfs- und Konstruktionsprozesses mit der Funktion phänomenologisch objektiv gegebene Sachverhalte in abstrahierter Form zwei- oder dreidimensional darzustellen. Mit ihrer Hilfe sollen einem Benutzer "realitätsgerechte" Informationen erschließbar werden. Das Ausgangsmaterial zu jedem Kartenentwurf sind Sachdaten über phänomenologisch "reale" Objekte bzw. Sachverhalte. Für jeden Sachdatentyp charakteristisch sind jedoch mehr oder weniger auffällige Abweichungen vom "realen" Untersuchungsgegenstand. Diese können durch den Untersuchungsgegenstand an sich, die jeweiligen Untersuchungsziele, die gewählten Meß- oder Erhebungsmethoden, oftmals erforderliche Datentransformationen, die gewählte Abbildungsvariante, usw. bedingt sein. Daraus resultierende Abweichungen in einer Karte von den darzustellenden Sachverhalten bzw. Objekten können in weiterer Folge zu fehlerbehafteten, weil nicht mehr "realitätsgerechten" Schlußfolgerungen beim Benutzer führen. Diese Fehlerkategorie ist jedoch in vielen Fällen nur von Experten erkennbar, außer man stellt an durchschnittliche Kartenbenutzer den Anspruch in Abhängigkeit vom jeweiligen Karteninhalt themenspezifisches Fachwissen erwerben zu müssen, um Karten hinsichtlich ihrer Korrektheit beurteilen zu können. Derzeit ist jedoch eher das Gegenteil der Fall.

Der durchschnittliche bzw. eher unkritische Kartenbenutzer dürfte Kartenwerken eine ähnlich überhöhte Authentizität als "realitätsgetreue" Informationsquelle zugestehen, wie sie beim durchschnittlichen Medienkonsumenten bezüglich des Bild- und Tonmediums Fernsehen festgestellt werden konnte. Obwohl auch bei diesem Medium Informationsmängel, -fehler und -verzerrungen, ja sogar -verfälschungen auftreten. Aus der zugestandenen "Realitätsnähe"

wirken aber dessen Informationen sehr glaubhaft und haben eben dadurch unter bestimmten Voraussetzungen enormen Einfluß auf den Rezipienten. Die ähnlich ausgeprägte Glaubwürdigkeit von Kartenprodukten entsteht nicht zuletzt auch deswegen, weil die Entstehungsprozesse eines Kartenproduktes und deren Korrektheit für die meisten Benutzer nicht direkt nachvollziehbar bzw. überprüfbar sind. An dieser Tatsache wird sich auch in Zukunft nicht sehr viel ändern. In unserer gegenwärtigen "Informationsflutkultur", deren Gesellschaft sich gerade dazu anschickt eine regelrechte Informationssucht mit sämtlichen positiven und negativen Begleiterscheinungen zu entwickeln, ist es daher für die an den Entstehungsprozessen Beteiligten zumindest wissenschaftsethische Pflicht und Verantwortung, Informationen nach abgesicherten Wissenschaftskriterien möglichst sachgerecht aufzuarbeiten, Wesentliches zu erkennen, korrekt darzustellen und verständlich zu vermitteln.

Die Gemeinsamkeiten sämtlicher Forschungsbemühungen zu den drei genannten Fehlerkategorien liegen vor allem in deren Bemühungen um eine gesteigerte **Korrektheit**, **Genauigkeit** und nicht zuletzt **Verständlichkeit** der Karteninformationen. Wobei diese in dem einen Fall auf die Relationen zwischen Realität und Karteninhalt und im anderen Fall auf jene zwischen Karteninhalt und daraus erarbeiteten Benutzererkenntnissen bezogen werden.

Ebenso bedarf es in beiden Fällen empirisch abgesichert definierter Toleranzgrenzen, innerhalb derer die zu vermittelnden Informationen den drei exemplarisch genannten Gütekriterien zumindest anforderungsgemäß entsprechen.

Um welche Toleranzgrenzen handelt es sich nun dabei? Bei der technischen Ausrüstung betreffen sie zunächst Präzisions- und Geschwindigkeitsstandards zur Datenerhebung und -verarbeitung (Fernerkundung, Vermessungswesen, digitale Bildverarbeitung, usw.), die in den letzten Jahren rasant verbessert werden konnten. Im Arbeitsbereich der theoretischen Kartographie geht es hingegen vorwiegend um die Evaluierung und Verbesserung konventioneller bzw. tradierter Methodenstandards in der kartographischen Informationsaufbereitung und deren graphische Transformation zu Kartenzeichen bzw. Karteninhalt. Sie beeinflussen in direkter Weise die Prozesse der Informationsaufnahme und -verarbeitung des Kartenbenutzers, der wiederum bestimmten Beschränkungen in seinen Fähigkeiten und Fertigkeiten beim Kartengebrauch unterliegt. Durch die enge Verknüpfung kartographischer Ausdrucksformen und Darstellungen mit dem benutzerseitigen Prozeßgeschehen drängt sich eine wissenschaftliche Auseinandersetzung mit diesem Themenkomplex nahezu auf. Eine wissenschaftliche Erforschung der Schnittstelle "Karte-Benutzer" bietet nämlich die verlockende Perspektive evaluative Komponenten kartographischer Produkte hinsichtlich ihrer Adäquatheit bezüglich bestimmter benutzerseitiger Ausführungskriterien während der Kartenbenutzung zu finden. Um diesem Forschungsziel näher zu kommen, sind die Wahrnehmungs- und Bearbeitungsprozesse eines Kartenbenutzers und die aus ihnen hervorgehenden Erkenntnisse von vorrangigem Interesse.

2 BISHERIGE FORSCHUNGSBESTREBUNGEN UND KRITIKEN

Das Literaturstudium vermittelt kontroverielle Standpunkte mit divergierenden Erwartungshaltungen gegenüber der Qualität und Nützlichkeit bisheriger Forschungsbemühungen. Die bis dato enttäuschten Erwartungen an die wissenschaftliche Kartographie und ihre Ergebnisse spiegeln sich schon in den Siebzigerjahren deutlich in einer Passage von G. PÖHLMANN (1978, S. 161) wider, wo es wörtlich heißt: "Die Leistungen der kartographischen Theorie erschöpfen sich gegenwärtig noch überwiegend in modischen Deklamationen, einige

Kategorien werden umsortiert und ein paar alte Hüte mit einigen aus den Nachbardisziplinen entlehnten Termini aufgeputzt... Diese Beiträge haben bisher weder einer einzigen Karte bei gleichem Aufwand zu einem besseren Ergebnis verholfen, noch mit vermindertem Aufwand eine gleichbleibende Qualität zu erreichen gestattet." Es finden sich aber auch enthusiastische Befürworter von ausschließlich kartographisch bzw. graphisch orientierten Systematisierungsmodellen kartographischer Zeichengestaltung, formalistisch-mechanistischen Modellvorschlägen, psychophysischen Einzelversuchen zu isolierten psychologisch-kartographischen Fragestellungen bis zu kognitiv ausgerichteten kartographischen Modellansätzen. Die Vielfältigkeit dieser Modell- und Untersuchungsansätze und vor allem das Fehlen durchgehend modellgeleiteter Vorgangsweisen erschweren jedoch den unbefangenen Blick auf die Fülle bereits vorliegender Forschungsergebnisse. Die noch ausstehende systematische Aufarbeitung der umfangreichen Literatur erfordert zwar eine mühsame Selektion essentieller Forschungsergebnisse, sie würde aber zumindest deren Synthese ermöglichen.

2.1 Bisherige Untersuchungsbereiche bzw. -ansätze

Aus Gründen der Überschaubarkeit möchte der Verfasser die bisherigen charakteristischen Untersuchungsschwerpunkte, die dem Bereich der "Kartographischen Perzeption" zugeordnet werden können, nur stichwortartig aufzählen:

- Bestimmung psychophysischer Funktionen zwischen Kartenelementen bzw. Kartenzeichen und wahrnehmungsabhängigen Benutzervariablen (R.C. CASPERSON; K.T. CHANG; C.W. COX; P.V. CRAWFORD; M.W. DOBSON, 1974; J.J. FLANNERY; W.G. KOCH; u.a.);
- Entwicklung kartographisch (-kognitiv) ausgerichteter modelltheoretischer Konzeptansätze zur Beschreibung und Analyse der Karte-Benutzer-Schnittstelle (C. BOARD; L. RATAJSKI; A.H. ROBINSON; K.A. SALICHTCHEV; u.a.);
- Erstellung von am Benutzer orientierten, fallweise empirisch abgesicherten kartographischen Entwurfsprinzipien unter Berücksichtigung formaler Konstruktions- und Gestaltungskriterien (z.B. E. ARNBERGER, 1963, 1966; J. BERTIN; J. CHLUPAC; E. VANECEK; u.a.);
- Untersuchung informationstheoretischer Modellansätze zur Kartenbenutzung (R.M. TAYLOR; J. BOLLMANN; u.a.);
- Bestimmung von intervenierenden Benutzervariablen in der Kartenwahrnehmung, wie z.B. Alter, Geschlecht, Erfahrung, Training, Bearbeitungsstrategien, usw. (P. GROHMANN; H. MARGULA; B.G. SHORTRIDGE und R.B. WELCH; G. STEIN; L.G. WILLIAMS; u.a.);
- Untersuchungen von Augenbewegungen der Benutzer als Parameter in der Kartenwahrnehmung (T. ARNDT; M.W. DOBSON, 1977; M. GEISTLINGER; u.a.).

Bei den bisherigen Forschungsbemühungen und ihren jeweiligen Untersuchungszielen können prinzipiell drei interagierende Ansatzebenen unterschieden werden:

1) Phänomenologisch objektorientierte Ansätze (kartographische Modelle):

Sie versuchen anwendungsbezogene, produktionstechnische und methodische Zusammenhänge kartographischer Gestaltungsmittel und -inhalte, mit deren funktionellen Einbettung in wissenschaftlichen Rahmenmodellen, zu systematisieren.

2) Phänomenologisch-subjektorientierte Ansätze (psychophysische Funktionalitäten):

Sie versuchen benutzerseitige funktionelle Wahrnehmungsabhängigkeiten von einzelnen - fallweise isolierten - kartographischen Gestaltungselementen auf psychophysische Gesetzmäßigkeiten hin zu untersuchen.

3) Prozeßorientierte Ansätze (z.B. modelltheoretische Ansätze zur Erfassung von Prozeßverläufen an der Karte-Leser-Schnittstelle):

Sie versuchen auf kognitiver - also erkenntnistheoretischer - Ebene anhand spezifischer Evaluationskriterien von fallweise realitäts(praxis-)nahen Karteninhalten das Interpretationsgeschehen beim Benutzer zu erschließen und daraus prozeßbeschreibende bzw. erklärende Modellansätze abzuleiten.

In Abhängigkeit von den jeweiligen Forschungsschwerpunkten wurden in diesen drei Bereichen unterschiedliche Untersuchungsziele definiert. Die wechselseitigen Vernetzungen dieser drei Ebenen treten in den Widersprüchlichkeiten bzw. der beschränkten Interpretierbarkeit der Untersuchungsergebnisse zutage. Für sämtliche Untersuchungen gilt, daß ihre begrenzte Verbreitung in der kartographischen Nutzenanwendung nicht zuletzt auch durch deren thematische Verschiedenheit und Unkoordiniertheit bedingt ist. Nachstehend angeführte Kritikpunkte an den bisherigen Untersuchungen entstanden vor allem aufgrund ihrer geringen Übertragbarkeit in die kartographische Praxis.

2.2 Kritik an den bisherigen Untersuchungen

Die Kritikpunkte werden häufig von Empfehlungen für zukünftige Forschungsvorhaben begleitet. Es finden sich jedoch nur vereinzelt wirklich handfeste Hinweise zu deren erfolgversprechenden methodischen und nutzbringenden Umsetzung in Untersuchungskonzepten. Der Verfasser möchte daher zunächst die am häufigsten vorgebrachten Kritikpunkte darlegen, und an ihnen seine argumentative Ausgangsbasis für den gegenwärtigen Konzeptansatz entwickeln. Oftmals geäußerte Kritikpunkte an der bisherigen Forschungspraxis zu kartographischen Fragestellungen sind:

- bezogen auf die Versuchsdurchführungen:
 - 1) Untersuchungen werden an "praxisfremden Karten" durchgeführt,
 - 2) geringe Aussagekraft der häufig verwendeten psychophysischen Untersuchungsmethoden,
 - 3) wesentliche Einflußfaktoren bleiben in den Versuchen unberücksichtigt,
 - 4) realitätsfremde Versuchsbedingungen,
 - 5) ungenügende Produktqualität der kartographischen Untersuchungsmaterialien;
- bezogen auf die Versuchsergebnisse:
 - 1) geringer Generalisierungsgrad von Untersuchungsergebnissen,
 - 2) sehr allgemeine Untersuchungsaussagen,
 - 3) keine direkte Vergleichbarkeit der Untersuchungsergebnisse,
 - 4) Widersprüchlichkeit vieler Untersuchungsergebnisse;
- bezogen auf die Untersuchungsansätze:
 - 1) einseitige Ausrichtung auf psychologische Untersuchungsaspekte auf Kosten kartographischer Anforderungen,
 - 2) reduktionistische Modellansätze und Versuchsdesigns,
 - 3) Benutzer wird als passiver Empfänger eingestuft,
 - 4) informationstheoretischer Ansatz wird der Kartenfunktion nicht gerecht, da die Eigen-dynamik von Kartenbenutzer nicht genügend berücksichtigt wird,
 - 5) mechanistische Modellansätze,
 - 6) wissenschaftliche Auseinandersetzung mit relativ untergeordneten Randbereichen der Kartographie;

– prinzipieller Natur:

Forschungsbedarf an sich wird schon verneint, da die Karte-Leser-Schnittstelle infolge tradiert und daher überlernter Gestaltungs- und Lesegewohnheiten nicht mehr nachhaltig beeinflussbar bzw. dirigierbar scheint.

Der letztgenannte Kritikpunkt würde im übertragenen Sinn besagen, das sprichwörtliche "Rad" neu erfinden zu wollen. Dabei wird jedoch übersehen, daß es gegenwärtig nur mehr darum gehen kann, das geeignete Rad für den jeweiligen Zweck zu finden. An der übrigen Auflistung offenbart sich eine intensive Kontroverse über die zweckmäßigsten wissenschaftlichen Vorgehensweisen zur Bestimmung des WIE-WAS-WANN-WOFÜR und VON WEM in der Auseinandersetzung mit der Karte-Benutzer-Schnittstelle. Um die Widersprüchlichkeiten von Untersuchungsergebnissen und die Bedeutsamkeit sorgfältiger Versuchsplanung aufzuzeigen, möchte der Verfasser im nächsten Abschnitt exemplarisch gestrafft die Untersuchungsergebnisse über benutzerseitige Größenschätzfehler von Kreissignaturenflächen abhandeln. Das die Wahl ausgerechnet auf diesen Untersuchungsbereich fiel, begründet sich durch seine thematische Verflechtung mit dem Untersuchungsgegenstand der im letzten Kapitel exemplarisch vorgestellten Versuchsreihe.

2.3 Untersuchungsproblematik bei der Bestimmung der Fehlergrößen in signaturrenabhängigen Objektwertzuordnungen von Kartenbenutzern

Dieser Problembereich stellte sich nach einer Studie von J.J. FLANNERY (1956) vereinfacht so dar: Die Kartenbenutzer unterschätzen die Größendifferenzen zwischen linear abgestuften Kreissignaturengrößen. Im Klartext heißt das, daß die durch unterschiedliche Kreissignaturengrößen symbolisch dargestellten Mengenverhältnisse bzw. Vorkommenshäufigkeiten einer Variablen (Objektwerte) vom Benutzer systematisch unterschätzt werden. Um diesen vermeintlichen Wahrnehmungs- und daraus resultierenden Schätzfehlern kartographisch zu begegnen schlug FLANNERY vor, das Transformationsverhältnis von Mengendaten zu proportionalen Kreisflächen mittels eines entsprechend darauf abgestimmten Exponenten zu korrigieren.

Die auf G. JENSCH (1951/52) zurückgehende, bei E. ARNBERGER (1966) und JÄNCKEL, R. und B. TAUCHÉ (1977) ausführlich behandelte Berechnungsformel für objektwertabhängige Signaturrenflächen lautet:

$$B^n = k \cdot N \quad \text{bzw.} \quad B = \sqrt[n]{k \cdot N}$$

Unter Berücksichtigung einer maßstabsgerecht zu bestimmenden Anpassungskonstanten (k) beträgt dieser Exponent (n) bei einem linearen Zahlenverhältnis von Objektwerten (N) zu Kreissignaturenflächen (B) im Idealfall 1,00. In diesem Fall wären aus den einzelnen in einer Karte gezeichneten Signaturrenflächen die entsprechenden Objektwerte meßtechnisch und rechnerisch direkt rekonstruierbar. Dies ist jedoch aus mehreren Gründen nicht der Regelfall. Welcher Exponent konkret zur Anwendung kommen soll, wird von der Spannweite der darzustellenden Objektwerte und die in der jeweiligen Karte verwendbaren Maxima und Minima von Signaturrenflächen wesentlich mitbestimmt. Dabei ist auf den jeweiligen Kartenmaßstab und die anderen verwendeten Kartenzeichen Rücksicht zu nehmen. Ein weiterer zu berücksichtigender Umstand ist die Streuung der Objektwerte in dem darzustellenden Objektwertebereich. Die zu wählenden Größenunterschiede von Signaturrenflächen sollten nämlich Häufungen von Einzelobjektwerten in bestimmten Teilabschnitten eines Wertebereiches oder Teilbereichen, in die nur

sehr wenige Objektwerte fallen, gerecht werden. Zum Beispiel hat es wenig Sinn, Größenunterschiede von Signaturen für Teilabschnitte des Wertebereiches in die sehr wenige Objektwerte fallen, sehr eng zu setzen und vice versa. Die Größenunterschiede der Signaturen würden dadurch nicht mehr den zugrundeliegenden Objektwertverhältnissen entsprechen und daher als verzerrtes Informationsangebot einer Karte zu bewerten sein.

Derartige Gegebenheiten und individuelle Zielvorstellungen eines Kartographen, welche Daten er vermittelnd darstellen will, beeinflussen daher von Karte zu Karte immer wieder die Kriterien nach denen ein konkreter Exponent bestimmt wird. Demzufolge sind exponentenbedingte Abweichungen von einem linearen Signaturenmaßstab in der Kartenpraxis durchaus keine Seltenheit. Ausführlichere Erörterungen des Problembereiches von signaturenmaßstäblichen Berechnungen, deren jeweiligen Auswirkungen auf die Größenverhältnisse von Signaturenflächen und diesbezüglich empfohlene Richtlinien zur praxisgerechten kartographischen Vorgangsweise können in den drei oben zitierten Arbeiten nachgelesen werden.

Kehren wir nun zu den Untersuchungsergebnissen von J.J. FLANNERY zurück. Um der bereits erwähnten benutzerseitigen tendenziösen Unterschätzung von Größenunterschieden bei wertproportionalen Kreissignaturenflächen zu begegnen, empfiehlt er den von ihm berechneten psychophysischen Exponentenwert von 0.87 (für die kartographische Berechnungsformel beträgt er 0.5716) anzuwenden. Verglichen mit dem von ihm als praxisüblich bezeichneten Exponentenwert 0,5 will er durch seinen Exponentenwert die Größenunterschiede von Kreissignaturen stärker betonen und somit die benutzerseitige Tendenz zum Unterschätzen vorbeugend ausgleichen (I. FRAÇZEK, 1984). Dieser psychophysische Exponent erwies sich jedoch in darauffolgenden Studien anderer Autoren als äußerst labiler Wert. In deren Untersuchungsergebnissen erstreckt sich der Schwankungsbereich von 0.69 (M. und R. TEGHTSOONIAN, 1971) bis 1.20. (BJÖRKMAN, M. und B. STRANGERT, 1960). Über die Variabilität der vielen berechneter Exponentenwerte gibt die Arbeit von MACMILLAN, N.A., MOSCHETTO, C.F., BIALOSTOZKY, F.M. und L. ENGEL (1974) einen tabellarischen Überblick. In dieser Arbeit kommen die Autoren auch zu dem Schluß, daß Unterschiede zwischen Signaturenflächen von den Versuchspersonen (Vpn), wenn ihnen eine adäquate Bezugsgröße (diese steht für eine Legendensignatur) angeboten wird, sehr wohl korrekt beurteilt werden können. Auch in der Studie von C.E. COX (1976) wird diese Ansicht vertreten. Demzufolge erübrigt sich die vorgeschlagene Exponentenkorrektur zur Flächenberechnung von Kreissignaturen, da die Kartenbenutzer bei entsprechend aufbereiteter Legende eines zu verwendenden Signaturenmaßstabs sehr wohl in der Lage sind die Größenverhältnisse von Kreissignaturen einigermaßen korrekt, also den Objektwerten gemäß, zu beurteilen. Die Beeinflussung von Untersuchungsergebnissen durch Variation der Aufgabenstellung und Versuchsinstruktion konnte von SHORTRIDGE, B.G. und R.B. WELCH (1980) und M. TEGHTSOONIAN (1965) aufgezeigt werden. In dem Aufsatz von I. FRAÇZEK (1984) wurden aus dem Blickwinkel der Psychophysik weitere methodische und durch das Versuchsmaterial bedingte Ursachen für die Ergebnisunterschiede in den Untersuchungen aufgearbeitet. Zu den versuchsbedingten Verzerrungseffekten in den Ergebnissen von J.J. FLANNERY wird auf S. 34 f. dieses Berichtes Stellung genommen.

Zieht man nach diesen Erkenntnissen eine Bilanz, so kann man folgendes feststellen: Je nachdem, welches Versuchsmaterial man verwendet (hier: Voll- oder Hohlsignaturen; die Bandbreite verwendeter Signaturengrößen, das Vorhandensein oder Nichtvorhandensein von Bezugsgrößen, die Anzahl dieser Bezugsgrößen), welche Aufgabenstellung und -instruktion

vorgegeben wird (Größenverhältnisschätzmethode, Größenherstellungsmethode, welche Größendimension - physikalische oder augenscheinliche Flächengröße - zur Urteilsbildung herangezogen werden soll) und in welcher Form die Vpn ihre Größenurteile anzugeben haben (frei gewählte oder vorgegebene Größenordnung der Verhältniszahlen, kategoriale Urteile wie "größer - gleich groß - kleiner"), dementsprechend unterschiedlich werden die Untersuchungsergebnisse ausfallen.

Als besonders wichtig in der Kartenbenutzung erweist sich ein bedarfsgerecht aufbereitetes Angebot von Legendensignaturen bzw. eines Signaturenmaßstabs. Es hat maßgeblichen Einfluß auf die Bearbeitungsprozeduren des Benutzers bei Größenverhältnisschätzungen von Signaturengrößen (-flächen) und seine daraus resultierenden Größenbeurteilungen.

3 DARSTELLUNG EINER TERMINOLOGISCHEN AUSGANGSBASIS FÜR EINEN KARTOGRAPHISCH-PERZEPTIVEN KONZEPTANSATZ

Bevor der Verfasser die wesentlichsten Kritikpunkten an den bisherigen benutzerorientierten Forschungsansätzen ausführlicher erörtert und daraus seine argumentative Ausgangsbasis für den gegenwärtigen Konzeptansatz entwickelt, möchte er in diesem Kapitel zumindest einige grundlegende psychologische und kartographisch-perzeptive Überlegungen vorausschicken. Dies erscheint deshalb notwendig, um zumindest jenen Lesern, die mit der Thematik nicht vertraut sind, eine Ausgangsbasis für ein Konzeptverständnis anzubieten, die es ihnen erlaubt, sich relativ problemlos in die Materie einzulesen.

3.1 Terminologische Grundsatzerörterungen aus wahrnehmungspsychologischer Perspektive

Der schon im Berichtstitel enthaltene Begriff "Perzeption" bedeutet bei restriktiver Auslegung zunächst sinnliches Wahrnehmen. Physiologisch gesehen bezieht er sich somit nur auf die Reizaufnahme durch spezifische Sinneszellen oder Sinnesorgane. Es kann anhand von Alltagserfahrungen bestätigt werden, daß damit menschliche Wahrnehmungsprozesse nicht erschöpfend umschrieben werden. Ein rein sinnliches Wahrnehmen ohne bewußtes Erkennen und Identifizieren, wie es etwa beim unaufmerksamen bzw. gedankenverlorenen "Vor-sich-Hinstarren" gegeben ist, unterscheidet sich durchaus von einem aufmerksamen Wahrnehmungsvollzug. Dies wurde bereits in gewisser Hinsicht von W. WUNDT berücksichtigt, indem nach seiner Auffassung zur rein sinnlichen Wahrnehmung ein willentlich bewußter Aufmerksamkeits- bzw. Erkenntnisakt hinzutreten muß, um das Wahrgenommene begrifflich urteilend vollständig erfassen zu können. Er bezeichnete dies als "Apperzeption". Diese begriffliche Differenzierung wird aber gegenwärtig nicht mehr in dieser Form vertreten und kann nach Ansicht des Verfassers durchaus als eine unter vielen wahrnehmungspsychologischen Einflußmomenten im Begriffsverständnis von "Perzeption" miteinbezogen werden.

"Perzeption" umschreibt im konzeptspezifischen Sinn den Wahrnehmungsprozeß als Teil des komplexen Gefüge einer sensorischen Informationsaufnahme und nach psychologischen Kriterien vollzogenen kognitiven Weiterverarbeitung kartographischer Informationsangebote. In der Wahrnehmung spielen vor allem kognitive Aspekte eine wesentliche Rolle. U. NEISSER (dt. Ausgabe, 1974, S. 19) subsumiert unter dem Begriff "Kognition" "all jene Prozesse, durch die der sensorische Input umgesetzt, reduziert, weiter verarbeitet, gespeichert, wieder hervorgeholt und schließlich benutzt wird". Auf den gegenwärtigen Kontext bezogen steht er somit für die während der Kartenwahrnehmung stattfindenden Bearbeitungsprozesse beim Kartenbenutzer

und seine daraus resultierenden Erkenntnisvollzüge. Dabei handelt es sich um jene Bearbeitungsprozesse, die, einmal abgesehen von der grundsätzlichen merkmalspezifischen Bearbeitung eines wahrgenommenen Objektes, eine Verknüpfung dieser Objektmerkmale mit individuell verfügbaren bedeutungstiftenden bzw. strukturbildenden Inhalten herstellen. Diese äußerst flexiblen Bearbeitungsprozesse können als analysierend und/oder synthetisierend, konstruktiv und/oder rekonstruktiv, sequentiell und/oder parallel angesehen werden. Im allgemeinen müssen sich Kognitionen aber nicht unmittelbar auf aktuelle äußere (umgebungsbedingte) Reizeinwirkungen beziehen bzw. gehen auch ohne diese vorstatten. Ein Beispiel wäre, daß eine Person ein aktuelles Wahrnehmungsobjekt zwar sinnlich wahrnimmt (im restriktiven Sinn perzipiert), dieses aber nicht zum zentralen Mittelpunkt ihrer Kognitionen wird. In diesem Fall würde eine unaufmerksame Wahrnehmung vorliegen und für die fallweise Eigendynamik unserer Kognitionen sprechen. Im Extremfall können Wahrnehmungen auch ohne spezifische Erkenntnisprozesse korrekt vollzogen werden. Bei gehirngeschädigten Patienten ist dies z.B. im Falle einer Agnosie beobachtbar. Diese Personen zeichnen visuell wahrgenommene vertraute Objekte zwar korrekt nach, können diese aber weder begrifflich benennen bzw. identifizieren noch eindeutig zuordnen. Im Falle einer unvollständigen bzw. unkorrekten Wahrnehmung stellt die kognitive Komponente wiederum eine korrigierende Größe dar bzw. kann sie fehlende Wahrnehmungsanteile kompensieren. Beispiele dafür waren Quizspiele in der beliebten TV-Fernsehshow Dalli-Dalli. In einer der Spielrunden wurden den Kandidaten Dias von zum Teil allgemein bekannten Objekten bzw. Personen stark fragmentiert dargeboten. Es ist der fallweise erstaunlich flexiblen kognitiven Komponente der Wahrnehmung zu verdanken, daß es den Teilnehmern dennoch gelang, die teilweise erheblich fragmentierten Darstellungen schon frühzeitig korrekt zu identifizieren.

Die Auswirkungen kognitiver Einflußmomente auf unsere Wahrnehmung sind dermaßen vielfältig, daß sich der Verfasser zur weiteren Veranschaulichung der wahrnehmungsspezifischen Besonderheit der kognitiven Komponente, speziell im Zusammenhang mit dem Konzeptansatz, lediglich auf einige geläufige Demonstrationsbeispiele für die Komplexität und Flexibilität eines Wahrnehmungsprozesses beschränken muß:

- a) Die Einbettung an sich vertrauter Objekte in ungewohnte Umgebungsbedingungen führt zu erheblichen Abweichungen in unseren Wahrnehmungsgewohnheiten. In Abbildung 4a (S. 28) sind drei gleichseitige Dreiecke enthalten. Ihre Identifizierung wird bei kurzzeitiger Darbietung allerdings durch die als störend empfundene Umgebung erschwert. Sind die Dreiecke erst einmal identifiziert, so ist damit gleichzeitig ein strukturierter Zugang in das Wahrnehmungsgebilde entstanden, auf den man bei Bedarf relativ mühelos wieder zurückgreifen kann.

Eine gemäß der Aufgabenstellung erfolgreich vollzogene Wahrnehmung eines vertrauten Objektes in ungewohnter Umgebung hat somit einen erleichterten Zugang und Ablauf eines Wahrnehmungsgeschehens geschaffen. Dieses adaptive Wahrnehmungsverhalten zeugt von einer kognitiv hergestellten Verknüpfung bestimmter Merkmale des Wahrnehmungsobjektes mit aufgabenspezifisch angesprochenen Bearbeitungsschritten. Derartige strukturfördernde Verknüpfungen kann man als Erkenntnisvollzüge ansehen. Sie befähigen uns, Wahrnehmungsgewohnheiten situativ entsprechend anzupassen und zu reproduzieren. Wir unterliegen dabei adaptiven Veränderungsprozessen unserer selektiven Objektwahrnehmung, obgleich das Wahrnehmungsobjekt selbst unverändert bleibt. Wie bereits vorhin erwähnt, bleiben nämlich die entdeckten Dreiecke, die beim erstenmal nur erschwert auf-

findbar waren, bei späteren Identifizierungsversuchen nunmehr als relativ leicht und direkt wahrnehmbare Formen in ihrer Umgebung erhalten.

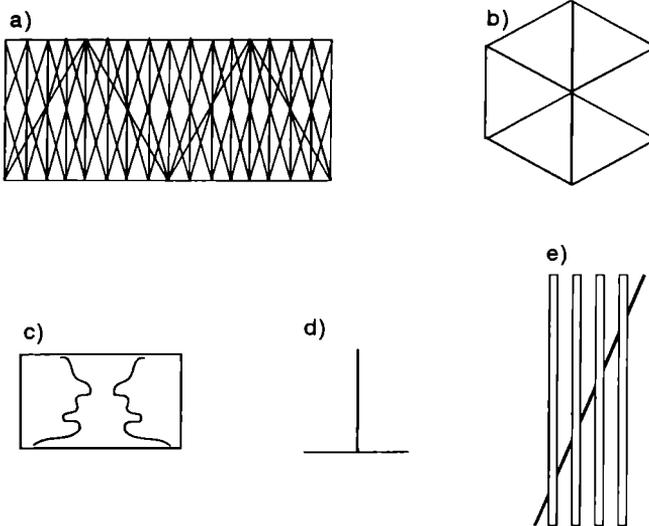


Abbildung 4: Fallbeispiele für wahrnehmungspsychologische Phänomene

- b) Ein vertrautes Objekt kann auch schon allein durch eine unvertraute Darstellungsvariante seiner selbst erschwert wahrnehmbar werden. Ein Beispiel dafür gibt Abbildung 4b (aus W. METZGER: Gesetze des Sehens. 3. Auflage, 1975, S. 457, Bild 499a). Auf den ersten Blick wird im allgemeinen lediglich ein gleichmäßig segmentiertes Sechseck wahrgenommen. In der Abbildung können jedoch auch zwei Varianten einer perspektivischen Würfelansicht identifiziert werden. Einmal erarbeitet bleiben diese drei möglichen Strukturierungsvarianten ein und desselben Wahrnehmungsobjektes je nach späterem Bedarf verfügbar und sind ein weiterer Beleg für die Flexibilität unserer Wahrnehmung.

Daß anfänglich nur ein Sechseck wahrgenommen wird, zeugt weiters von einem Ökonomieprinzip, dem unsere Wahrnehmung unterliegt. Die Strukturierung der Darstellung als perspektivischen Würfel bedingt einen ungleich höheren Wahrnehmungsaufwand, als für ein Sechseck. Falls kein Bedarf für eine perspektivische Strukturierung vorliegt, tendiert unsere Wahrnehmung daher zur kognitiv einfachsten und plausibelsten Strukturierung der Darstellung. Für die vorhin erwähnte potentielle Eigendynamik kognitiver Prozesse spricht, daß nach längerer Betrachtungszeit des Sechsecks eine perspektivische Wahrnehmung selbständig entstehen kann. Ein Wahrnehmungsprozeß verharrt demzufolge nicht zwangsläufig bei einer erfolgreichen Strukturierungsvariante, sondern ist potentiell zu Alternativen bereit. Bei geeigneter Objektdarstellung und entsprechender individueller Disposition können somit auch ohne konkrete Bedarfslage kognitive Wahrnehmungsveränderungen eintreten.

- c) Bestimmte Darstellungen provozieren auch Ambivalenzen in unserer Wahrnehmung, die an sogenannten Kippfiguren beobachtbar sind. Potentiell gleichwertige Strukturierungsmöglichkeiten einer Darstellung münden in miteinander konkurrierende unterschiedliche Erkenntnisvollzüge. Abbildung 4c ist ein bekanntes Beispiel dafür. Es können sowohl eine Vase als auch zwei gegenüberliegende Gesichtskonturen gesehen werden.
- d) Anhand vieler Wahrnehmungstäuschungen ist feststellbar, daß unsere Kognitionen fallweise den Wahrnehmungen ausgeliefert sind. Unsere Kenntnisse über die tatsächlichen Darstellungsverhältnisse können nicht verhindern, daß wir dennoch diesen Täuschungen unterliegen. Bekannte geometrisch-optische Täuschungen sind die Abbildungen 4d und 4e. Trotz des Wissens um die gleiche Länge beider Linien erscheint in Abbildung 4d die Vertikale eindeutig länger als die Horizontale. Ebenso zwingend erscheinen in Abbildung 4e die sichtbaren Abschnitte der Schräglinie in den Zwischenräumen der Längsbalken versetzt, obwohl wir wissen, daß sie eine gerade Linie ergeben sollten (Poggendorf'sche Täuschung).

Abgesehen von diesen singulären Phänomenen unserer Wahrnehmung ist noch als grundsätzliches kognitives Phänomen unser permanentes Bestreben, Wahrnehmungsobjekte mit adäquaten Bedeutungen bzw. sinnhaften Strukturen zu versehen, erwähnenswert. F.C. BARTLETT (1932) bezeichnete dies als "effort after meaning" und kann mit dem "Bemühen um Bedeutung" übersetzt werden. Dadurch werden sogar zum Teil stark verfremdete Wahrnehmungsobjekte als sinnhafte Darstellungen gedeutet. So sind z.B. lediglich grob gezeichnete Gesichtsumrisse schon ausreichend, um während der Objektwahrnehmung überlernte Strukturierungsprozesse zu initiieren und sie als Gesichtsdarstellung zu deuten. Dieses Bestreben sinngebende Bedeutungen zuzuweisen wird im Alltag häufig bei Informationsdarstellungen, wie z.B. Piktogrammen ausgenutzt um mehr oder weniger einfache Botschaften an deren Benutzer (= Empfänger) weiterzugeben.

Der etwas ausführliche Exkurs in die Wahrnehmungspsychologie sollte die Bedeutung der kognitiven Komponente im Perzeptionsgeschehen hervorheben. Mittels der jeweiligen Aufgaben- bzw. Fragestellungen eines Untersuchungsschwerpunktes können sowohl objekt- als auch subjektspezifische Aspekte der Versuchsergebnisse (d.h. sowohl auf die Wahrnehmungsobjekte als auch auf den Benutzer bezogene Aspekte) erfaßt werden. Welche versuchsspezifische Bedeutung dabei der kognitiven Komponente zukommt, wird durch die jeweiligen Untersuchungsziele vorgegeben.

3.2 Terminologische Erörterungen aus konzepttheoretischer Perspektive

Im Fall einer Kartenbenutzung muß davon ausgegangen werden, daß - abgesehen von der sinnlichen Wahrnehmung einer kartographischen Darstellung - ein vielschichtiges Prozedere erforderlich ist, um den Benutzer zu einer bedarfsgerechten Kartenbenutzung zu befähigen. Bei den zu untersuchenden Problemschwerpunkten des vorgeschlagenen Konzeptansatzes wird der jeweilige Stellenwert von in einem Versuchsarrangement beteiligten Wahrnehmungskomponenten bestimmt durch:

- die Auswahl der jeweils präsentierten Wahrnehmungsobjekte, ihre Anordnung und ihr Umfeld;
- die jeweils vorgegebenen Wahrnehmungsaufgaben (Aufgabenziele für die Vpn);
- die jeweils zur Aufgabenbewältigung erforderlichen Bearbeitungsprozeduren;
- die sinnlichen und kognitiven Wahrnehmungsfähigkeiten einer Vp und
- die jeweils bevorzugten Erhebungsvariablen (abhängige Variablen).

Der Verfasser möchte kurz auf den Stellenwert der Wahrnehmung als organisierende Funktion in dem Beziehungsverhältnis Individuum–Umwelt eingehen, um eine darauf aufbauende konzeptionelle Verständnisebene für die eben erörterten Begriffsrelationen zu schaffen.

Der erkenntnisphilosophischen Sichtweise des Perzeptionalismus zufolge bildet allein die Wahrnehmung, ungeachtet ihres rein sinnlichen oder willentlich aufmerksamen Ablaufgeschehens, die Grundlage unseres Denkens und Wissens. Diese Auffassung findet ihre Fortsetzung in verschiedenen Forschungsansätzen bis in die Gegenwart. Sei es ein behavioristischer, ein psychophysischer, ein kognitiver Ansatz oder der entwicklungspsychologische Erklärungsansatz eines "Lernens am Modell" - ihnen und vielen anderen ist der allgemeine Nenner gemeinsam, daß frühere Erfahrungen kombiniert mit aktuellen Wahrnehmungen unser Denken und Wissen wesentlich bestimmen.

Man kann Wahrnehmung jedoch nicht nur als fallweise auftretendes Phänomen im Gefolge vereinzelter Reizangebote einstufen, sondern prinzipiell auch als einen ununterbrochenen Strom von körpereigenen Impulsen der Sinnesorgane über die Außenwelt (natürlich auch über die eigene Innenwelt). Sie sind die Grundlage einer permanenten Interaktion zwischen Person und Umwelt, die nur durch den Schlafzustand zeitweilig unterbrochen bzw. auf ein Minimum herabgesetzt wird. Gleichzeitig bleibt aber eine Art Bereitschaftsdienst unserer Sinnesorgane zur Wiederaufnahme der Interaktion erhalten. Der im bewußten Zustand eintretende Wahrnehmungsfluß wird wiederum selektiv und direktiv beeinflusst durch äußere Umgebungsbedingungen und innere Bedürfnislagen. Dabei treten je nach situativen Gegebenheiten Wahrnehmungsobjekte oder subjektive Bedürfnisse in den Vordergrund und drängen damit gleichzeitig andere in den Hintergrund. Ob damit eine hinreichende theoretische Basis zur Klärung psychologischer Sachverhalte getroffen wurde, ist für das Perzeptionsprojekt nicht von grundlegender Bedeutung.

Wesentlich ist, daß Wahrnehmungsakte analog dem Perzeptionalismus als initiativer Ausgangspunkt einer Kartenbenutzung angesehen werden müssen. Kartographische Darstellungen sind daher für den Betrachter nur dann bearbeitbar, wenn im Gefolge von Wahrnehmungsprozessen bereits Wahrnehmungseindrücke derselben entstanden sind. Diese können entweder bereits selbst als Endresultat eines aufgabenspezifischen Wahrnehmungsaktes angesehen werden oder aber, begleitet von weiterführenden komplexeren Bearbeitungsprozeduren, nur als Zwischenstadium fungieren. In jedem Fall stellen optische Wahrnehmungseindrücke das Mindestmaß einer operativen Ausgangsbasis für komplexere kartographische Aufgabenstellungen dar. Auf diese Wahrnehmungseindrücke gestützt kann der Kartenbenutzer versuchen, seine Bearbeitungsprozeduren seinen Informationsbedürfnissen entsprechend einzusetzen.

Die Unterscheidung zwischen aufmerksamer und rein sinnlicher Wahrnehmung ist für das gegenständliche Forschungskonzept insofern hinfällig, als der Verfasser aus pragmatischen Überlegungen infolge der anwendungsorientierten Untersuchungsziele voraussetzt, daß grundsätzlich jede Art beabsichtigter Kartenbenutzung eine erhöhte Aktivität im Sinne einer der Karte willkürlich zugewandten Aufmerksamkeit beim Benutzer zur Vorbedingung hat.

Um Wahrnehmungsleistungen einer Person im Umgang mit Wahrnehmungsobjekten einer Bewertung zugänglich zu machen, sind mittels sorgfältig ausgearbeiteter Aufgabenstellungen entsprechende Bearbeitungsprozesse und daraus resultierende Wahrnehmungsurteile der Person zu initialisieren. Obschon damit auch die kognitive Ebene eines Entscheidungsfindungsprozesses angesprochen wird, beziehen sich die auf Wahrnehmungsleistungen ausgerichteten

Aufgabenstellungen in der ersten Untersuchungsphase der Konzeptumsetzung ausschließlich auf die graphische Darstellungsebene bzw. ihre Elemente. Die in den dazu entworfenen Versuchsarrangements angesprochenen kognitiven Urteilsleistungen übernehmen somit in diesem Untersuchungsstadium nur eine Vermittlerrolle. Sie sollen uns vorläufig lediglich jene psychophysische Wahrnehmungsebene des Benutzers erschließen, mittels der objektzentrierte Untersuchungsergebnisse verfügbar werden. Pragmatisch formuliert stellen die zu dem im 6. Kapitel dargestellten Versuchsarrangement geforderten Größenwahrnehmungsurteile der Vpn vorzugsweise Anhaltspunkte zur Beurteilung objektabhängiger Meßdimensionen wie Größe, Form, usw. dar.

Tritt zur graphischen Darstellung die Komplexität einer dahinterstehenden kartographisch-syntaktischen Bedeutungsstruktur als Untersuchungsebene hinzu, erweitern sich die perzeptiven Untersuchungsaspekte um die individuell unterschiedlich ausgeprägten kognitiven Komponenten einer Kartenbenutzung als Untersuchungsvariablen. Gemäß dem systematisierenden Konzeptansatz sollen diese daher erst nach empirischer Absicherung der benutzerorientierten graphischen Ausführungsstandards für kartographische Objektdarstellungen selbst zum Untersuchungsgegenstand werden.

Der Verfasser möchte für diese etwas langatmigen Ausführungen über die Begriffsrelationen um Nachsicht bitten, aber das Wissen um ihre spezifische Einbettung in dem vorgelegten Konzeptansatz ist von zentraler Bedeutung für das allgemeine Konzeptverständnis. In Kenntnis dessen, daß namhafte Autoren umfangreiche Werke über diese Grundbegriffe verfaßten, hat der Verfasser sich bemüht, lediglich das konzeptbezogen Wesentliche hervorzuheben.

4 DISKUSSION DER KRITIKEN UND ARGUMENTATIVEN AUSGANGSBASIS DES KARTOGRAPHISCH-PERZEPTIVEN KONZEPTANSATZES

In diesem Kapitel möchte sich der Verfasser mit einigen Kritikpunkten an den bisherigen Untersuchungen befassen. Die Diskussion beinhaltet gleichzeitig einige wesentliche methodische und inhaltliche Schlußfolgerungen für den im Kapitel 6 vorgestellten Konzeptansatz.

Warum wird diesem Kapitel so breiter Raum in dieser Arbeit zugestanden? Die Antwort liegt in dem Mißverhältnis zwischen der Spezifität der meisten Untersuchungen mit ihren Ergebnissen und dem relativ allgemein gehaltenen bzw. pauschalierenden Niveau mancher Kritikpunkte. Versucht man nämlich diese allgemeinen Kritikpunkte auf den jeweiligen Untersuchungsbereich zu spezifizieren, so ist dazu infolge der relativ komplexen Untersuchungsmaterie oftmals ein hoher Erklärungsaufwand der zugrundeliegenden Argumentationslogik erforderlich. Manche der abzuhandelnden Kritikpunkte erscheinen nämlich auf den ersten Blick durchaus plausibel. Unterzieht man sie jedoch einer konsequent analytischen Begutachtung im jeweiligen sachlichen Zusammenhang, so kommt man nicht umhin, eine gewisse Fragwürdigkeit ihrer Plausibilität festzustellen. Zudem liefert eben dieser argumentative Diskurs einige grundsätzliche Überlegungen für den Entwurf des gegenständlichen kartographisch-perzeptiven Konzeptansatzes.

4.1 Diskussion der Kritiken an den reduktionistischen Versuchsunterlagen

Dem von Kartographen häufig vorgebrachten Einwand, daß Einzelzeichen (Symbole bzw. Signaturen) nur innerhalb des Gesamtkontextes einer Karte ihre tragende Bedeutungsfunktion für die Karteninterpretation erhalten und demzufolge ausschließlich in diesem Gesamtkontext

zu untersuchen wären, kann nur im Bezug auf damit implizierte Annahmen zugestimmt werden. Die wesentlichsten Annahmen wären:

- Ein kartographisches Endprodukt ist prinzipiell als unauflösbare Einheit zu betrachten. Wissenschaftliche Aussagen sollten sich demzufolge stets auf die Gesamtheit einer Karte beziehen.
- Die visuellen und kognitiven Bearbeitungsstrategien eines Kartenbenutzers unterliegen im wesentlichen den Beeinflussungsmomenten genereller Kartenkomplexität. Eine Karte wird demzufolge vom Benutzer stets als Gesamtes betrachtet und bearbeitet. Seine zu vollziehenden perceptiven und kognitiven Bearbeitungsstrategien sind somit nur als unauflösbare Gesamtkomplex zu erfassen und beschreiben.

Bei dieser Sichtweise rufen Ergebnisse psychophysischer Untersuchungsreihen infolge ihrer Spezifität und mangelnden kartographischen Einbettung in den Versuchen zwangsläufig kein besonderes Interesse für die Praxis hervor. Ihre Aussagen beziehen sich lediglich auf einen eng definierten Teilbereich kartographischer Praxis. Mangels grundlegender evaluierender Bezugsgrößen sind sie auf das kartographische Konstruktionsregelsystem - wenn überhaupt - dann nur bedingt übertragbar.

Diese prinzipielle Kritik an der reduktionistischen Vorgangsweise psychophysischer Methodik zur Erforschung der Kartenwahrnehmung dringt nach Auffassung des Verfassers nicht zum Wesentlichen vor, wenn sie alternativ dazu empfiehlt Untersuchungen nur mit vollständigen bzw. praxisnahen Kartenhintergrund durchzuführen - also den gesamten Kartenkomplex in die Untersuchungen miteinzubeziehen. Abgesehen von der problematischen Aufgabe festlegen zu müssen, welcher Grad an Komplexität eine Karte zu einer praxisnahen Karte qualifiziert, wird damit einer der wesentlichsten und essentiellsten Fähigkeiten unserer Wahrnehmung keine Beachtung geschenkt. Es ist dies die Fähigkeit, Wesentliches aus dem Gesamtkontext hervorzuheben und zum Gegenstand zentraler Aufmerksamkeit zu machen, also *selektiv* vorzugehen. Bedingt durch die Begrenztheit unsere Wahrnehmungs- und Verarbeitungskapazitäten wird ein Betrachter in Abhängigkeit von seiner Bedarfslage nur bestimmte Wahrnehmungsangebote selektieren. Findet keine oder nur eine rudimentäre Selektion statt, dann höchstens deswegen, weil keine subjektive Bedarfslage vorliegt und somit kein Veranlassung für eine selektive Vorgangsweise gegeben ist, die Wahrnehmungsangebote an sich keine spezifische aufmerksamkeitserregende Wirkung erzielen oder im Extremfall eine leistungsmäßige Überbeanspruchung des Rezipienten einen streßbedingten Zusammenbruch seiner Wahrnehmungsorganisation zur Folge hatte. Letzteres ist auch bei einer Leistungsbeeinträchtigung durch z.B. Drogen, Alkohol, Medikamente, Übermüdung, etc. beobachtbar. In diesen Situationen kommt es zu einer drastischen Einengung des Wahrnehmungsfeldes mit einer extrem selektiven Aufmerksamkeitszuwendung auf einen stark reduzierten Ausschnitt desselben. In der Literatur wird dies als "Tunneleffekt" bezeichnet.

Die unter normalen Bedingungen stattfindende selektierende Unterscheidung aufgabenrelevanter und -irrelevanter Wahrnehmungsinhalte erfolgt zunächst auf einer relativ oberflächlichen Bearbeitungsstufe. Oberflächlich insofern, als die Wahrnehmungsinhalte zunächst dahingehend geprüft werden, ob sie bestimmten vorgegebenen Selektionskriterien genügen, und somit ins Aufmerksamkeitszentrum vordringen dürfen, oder nicht genügen, und daher unbeachtet bleiben können. In Augenbewegungsstudien zeigte sich, daß Objekte bereits im peripheren Wahrnehmungsbereich oberflächlich bzw. grob dahingehend analysiert werden, ob sie Zielpunkt des nächsten Augensprungs (und somit zentralen Sehfeldes) sein sollen oder

nicht (z.B. J. HOCHBERG, 1970; M. GEISTLINGER, 1977). Situativen Bedürfnissen entsprechend selektierte Wahrnehmungsinhalte werden damit gleichzeitig zu Zielobjekten unserer Aufmerksamkeitszuwendung, an denen sich detailorientierte Bearbeitungsprozesse vollziehen. Aufgabenirrelevante Wahrnehmungsinhalte hingegen bleiben bzw. treten in den Hintergrund unserer Wahrnehmungsaktivitäten und beanspruchen fast zwangsläufig nur mehr geringe Anteile unserer Aufmerksamkeitskapazität. Indirekte Hinweise auf derartige Verteilungsverhältnisse unserer selektiven Aufmerksamkeitszuwendung bei der Wahrnehmung von "Vorder- und Hintergrundreizen", man könnte diese auch mit "signal-noise" bezeichnen, lassen sich aus Versuchsergebnissen von GREEN, B.F. und L.K. ANDERSON (1956), U. NEISSER (1964), S.L. SMITH (1962, 1963) und H.K. BELLER (1972) ableiten. U. NEISSER (1974) geht in seinem Modellansatz der "Analyse-durch-Synthese" sogar soweit anzunehmen, daß an irrelevanten, unbeachteten Informationsangeboten keinerlei aktive Bearbeitungsprozesse vollzogen werden, also schlichtweg ignoriert werden. Vergleichbares ist in der auditorischen Wahrnehmung bekannt und wird als "Cocktailparty-Phänomen" bezeichnet. Damit ist die im alltäglichen Leben beobachtbare Fähigkeit gemeint, inmitten einer Menschenmenge (z.B. Cocktailparty) ohne größere Schwierigkeiten einem Gespräch, das uns interessiert, trotz lautstarker Hintergrundkulisse, folgen zu können. Würde das Gespräch mit einem Mikrophon aufgenommen werden, so wäre es beim Anhören des Tonbandes akustisch um vieles weniger verständlich. Eine plausible Erklärung dafür ist bei U. NEISSER (1974, S. 227ff.) nachzulesen.

Aus dem kann gefolgert werden, daß die Gesamtkomplexität einer Karte nur insofern eine Rolle in der Kartenwahrnehmung spielt als sie eine Art globalen Bezugsrahmen darstellt, in dem spezifische zielorientierte Wahrnehmungsprozesse stattfinden. Inwieweit sie das Zustandekommen eines korrekten oder unkorrekten Ergebnisses tatsächlich essentiell beeinflusst, wird letztendlich vom Ausmaß ihrer Involviertheit mit der spezifischen Aufgabenstellung abhängen. Kommt ihr eine untergeordnete Bedeutung zu, so wird sie als Hintergrund fungieren und lediglich geringe Aufmerksamkeitsanteile auf sich ziehen. Dementsprechend marginal werden ihre Einflußmöglichkeiten auf die Bearbeitungsergebnisse sein. Kommt jedoch der Karte als Gesamtheit mit ihren integrativen Funktionalitäten wesentliche Bedeutung zur Bewältigung komplexer Aufgabenstellungen zu, so wird sie sehr wohl mehr selektive Aufmerksamkeitszuwendung für sich beanspruchen können. Zwangsläufig erhöht sich damit ihr Beitrag zur Aufgabenbewältigung. Praxisnahe Kartenhintergründe sind somit nicht a priori ein unbedingtes Muß bei der wahrnehmungsorientierten Untersuchung kartographischer Darstellungen. Erst die spezifischen Aufgabenstellungen einer Untersuchung und die durch sie aktivierten Bearbeitungsstrategien des Benutzers bestimmen, ob eine Karte nur unter Inanspruchnahme des Variationsreichtums ihrer Darstellungselemente wesentlich oder unwesentlich zur Aufgabenbewältigung beitragen kann, oder ob bereits mit wenigen Darstellungselementen und einfachen Bearbeitungsstrategien ein adäquates Ergebnis erzielt werden kann.

4.2 Diskussion der Kritiken an den reduktionistischen Methoden der Psychophysik

Die Kritik an der Psychophysik, sie sei eine reduktionistische Untersuchungsmethode, hat allerdings noch einen weiteren diskussionswürdigen Aspekt. Sie impliziert nämlich auch den Vorwurf, die Psychophysik könne aufgrund ihres reduktionistischen wissenschaftlichen Untersuchungsansatzes kognitive Prozesse prinzipiell nicht adäquat erschließen. Dieser Kritik liegt vermutlich eine zu enge Auslegung der Begriffsbedeutung von "Kognition" zugrunde. Beispiels-

weise bezieht P. GILMARTIN (1981, S. 11) den Begriff, obschon sie sich auf U. NEISSER (1967, S. 13) beruft, lediglich auf höhere mentale Bearbeitungsprozesse zur Aufnahme, Speicherung und Benutzung von Informationen. In dem Buch "Kognitive Psychologie" von U. NEISSER (1974) wird jedoch offensichtlich, daß eigentlich "jedes psychologische Phänomen auch ein kognitives Phänomen ist" (S. 19) und gerade die Psychophysik jenes methodische Instrumentarium liefert, um auf vermutete dahinterstehende kognitive Prozesse indirekt rückschließen zu können. Versteht man den Begriff "Kognition" als Vollzug eines Erkenntnisprozesses, so muß eindeutig klargelegt werden, daß Kognitionen dem Ansatz von U. NEISSER zufolge nicht erst bei komplexen, sondern bereits bei isolierten und einfach strukturierten Wahrnehmungsaufgaben stattfinden. Auch die bloße Identifikation einer Signaturform, wie z.B. das Erkennen einer Dreiecksignatur als Dreieck, besitzt bereits die Qualität eines Erkenntnisprozesses. Inwieweit man nun mit Hilfe der Psychophysik auch die kognitive Ebene eines Kartenleseprozesses implizit erfassen möchte, bestimmt letztendlich der jeweilige Untersuchungsansatz. Er gibt vor, auf welche Aspekte des Untersuchungsbereiches man die unter anderen auch psychophysischen Erhebungsmethoden abstimmen muß. Es ist von vornherein zu klären, ob man ausschließlich physikalische Objektmerkmale auf ihre Wahrnehmungsqualitäten hin untersuchen will, oder ob man sich vorzugsweise auf die psychologisch-kognitive Vollzugsebene von Prozeßabläufen konzentriert und diese lediglich unter Zuhilfenahme bestimmter Wahrnehmungsobjekte untersuchen will. Kartographen sind naturgemäß vor allem an widerspruchsfreien und eindeutigen Varianten kartographischer Darstellungsformen interessiert. Den Bemühungen der Psychologen, Prozeßmodelle zum kognitiven Hintergrundgeschehen zu entwickeln und auf die Tätigkeit des Kartenlesens zu übertragen, standen sie bis in die jüngste Vergangenheit eher skeptisch bis ablehnend gegenüber. Sie sahen darin wenig Verwertbares für ihre Anliegen.

Dieser Skepsis entspringt nicht zuletzt der durchaus berechtigte Vorwurf, daß nämlich die bisherigen Erkenntnisse psychophysischer Untersuchungen an kartographischen Darstellungen nur geringen Nutzen für die größtenteils intuitiv auf den Benutzer abgestimmte kartographische Entwurfspraxis haben. Allerdings sind die Ursachen für diesen Mangel nicht in der Methodik der Psychophysik begründet.

4.3 Diskussion der Kritiken an praxisfremden Untersuchungsergebnissen

Häufig lassen sich für die Art der Aufgabenstellungen mancher Untersuchungen keine äquivalenten Aufgabenstellungen, wie sie im Zuge einer herkömmlichen Kartenlesesituation auftreten können, feststellen. Zwar sind die Auslöser für untersuchungsrelevante Fragestellungen durchaus kartographischer Natur, allerdings verliert sich dieser Konnex oft in den dazu entworfenen konkreten Aufgabenstellungen und ihren Versuchsanordnungen.

Ein demonstratives Beispiel hierfür liefern die Aufgabenstellung und Versuchsanordnung von J.J. FLANNERY (1956). In seinen Schätzversuchen zu Größenverhältnissen der Flächeninhalte von Kreissignaturen hatten die Vpn mit Ausnahme einer einzigen Signatureinheitgröße keinen Signaturenmaßstab als Referenzgrundlage für ihre Schätzwerte. Damit fehlten eigentlich wesentliche Elemente eines Kartenleseprozesses. Da gerade ein Signatureschlüssel bzw. Signaturenmaßstab als Orientierungshilfe zur korrekten Karteninterpretation dient, hatte das Fehlen von Legendensignaturen dramatische Auswirkungen auf J.J. FLANNERYs Versuchsergebnisse. In einer 1971 durchgeführten Studie konnte er zwar seine damaligen Ergebnisse bestätigen, dies ist aber aufgrund der ähnlichen Versuchsbedingungen nicht weiter verwunder-

lich. Spätere Untersuchungen von M.W. DOBSON (1974), C.W. COX (1976), K.T. CHANG und einigen anderen Autoren zeigen nämlich, daß ein Signaturenmaßstab bzw. die jeweils verwendeten Legendensignaturen, wesentlichen Einfluß auf die Genauigkeit der Beurteilung einzelner Signaturengrößen in der Karte haben. Eine weitere Ursache für die mangelnde Praxisnähe von Untersuchungsergebnissen ist die oftmals zu großzügige Anpassung der kartographischen Aufgabenstellungen in den Versuchsreihen an die methodischen Erfordernisse der Psychophysik. Die bei J.J. FLANNERY vorgegebene Versuchsaufgabe forderte von den Vpn das Größenverhältnis von je 2 Kreissignaturen in der Kartenfläche zu beurteilen. Dazu mußten die Vpn dieses Größenverhältnis von je zwei Kreisgrößen in einem geschätzten Zahlenverhältnis wiedergeben. Sie beurteilten somit paarweise die unterschiedlichen Kreisflächen in der Karte. Sie gaben dabei an die unterschiedlichen Größen zweier Kreisflächen verhielten sich zueinander wie beispielsweise das Zahlenverhältnis 5:10 (paarweise vollzogene Verhältnisschätzmethode). Bei dieser Versuchsaufgabe drängen sich zwei Fragen auf:

1. Werden einzelne Größenverhältnisse zwischen mehreren verschiedenen Signaturengrößen wirklich nur auf der Basis einzelner Paarvergleiche von Signaturengrößen in der Kartenfläche und ohne Bezug auf Legendensignaturen beurteilt? und
2. Ist die Vorgangsweise einzelne Paarvergleiche in der Kartenfläche zur Größenschätzung von Signaturengrößen vorzunehmen, tatsächlich eine häufige und somit charakteristische Vorgangsweise zur Beurteilung von Signaturengrößen während einer Kartenbenutzung?

In Anbetracht der flexiblen Bearbeitungsstrategien eines Benutzer dürften beide Frage zu verneinen sein. Sobald zumindest durchschnittlich befähigten Kartenbenutzern für die Beurteilung von Größenverhältnissen bei Signaturenflächen anforderungsgemäß hinreichende Informationsangebote als Beurteilungshilfen zur Verfügung stehen, werden sie diese bei Bedarf auch in Anspruch nehmen. Ob sie sich dieser Beurteilungshilfen korrekt und effizient bedienen, ist wieder eine andere Frage.

4.4 Diskussion der benutzerorientiert definierten Ausführungskriterien

Eine weitere Ursache für die geringe Nutzbarkeit von Untersuchungsergebnissen in der kartographischen Praxis ist das Fehlen allgemein brauchbarer Benutzerrichtlinien. Ohne diese Benutzerrichtlinien ist eine praxisgeleitete normative Evaluierung kartographischer Konstruktionsregeln unter besonderer Berücksichtigung der Wahrnehmungs- und Verarbeitungskapazitäten der Kartenbenutzer wenig zielführend. Nur jene Ausführungskriterien, die der gängigen und angestrebten Praxis des Kartengebrauchs gerecht werden und von Versuch zu Versuch immer wieder entsprechend angepaßt zu definieren sind, erlauben eine zielführende qualitative und quantitative Beurteilung der Ergebnisse aus den Kartenwahrnehmungs- und Bearbeitungsprozessen der Benutzer. In weiterer Folge sind diese Erkenntnisse in Form von Evaluierungen und Adaptierungen kartographischer Konstruktionsregeln in die Praxis der Kartengestaltung zu übertragen. Ob sich diese dann als integrierte Bestandteile im Kartentwurfprozeß etablieren, entscheidet letztendlich der einzelne Kartograph.

Sämtliche bisher angestellten Überlegungen sind vor allem unter dem Gesichtspunkt von Ausführungskriterien wie etwa **Korrektheit**, **Genauigkeit** und **Verständlichkeit** einer Kartenwahrnehmung zu verstehen. Ihre Gültigkeit ist jedoch einzuschränken, wenn neben diesen methodischen Kriterien zur Leistungsbewertung der erforderliche Zeitaufwand für eine Aufgabenbewältigung herangezogen wird. Bei der Kriteriumsvariable **Zeitbedarf** kommt dem jeweiligen Kartenhintergrund mit seinem Komplexitätsgrad sehr wohl eine wesentliche Rolle in

der Aufgabenbewältigung zu. So wird mit zunehmender Anordnungsdichte und Komplexität von Karteninhalten ein steigender Zeitbedarf, beispielsweise von Selektions- und Entscheidungsprozessen einhergehen. Schon die Selektionskriterien an sich (Farbe, Form, Größe, ...) und ihre Kombinationsvarianten können fallweise Zeitunterschiede beim Auffinden relevanter Zielobjekte und der an ihnen vollzogenen Verarbeitungsprozesse zur Folge haben. Dies wird aus Versuchsergebnissen von S.L. SMITH (1963), W.K. ESTES (1972), H.K. BELLER (1972), H. MARGULA (1976) und M. GEISTLINGER (1977) ersichtlich. Allerdings möchte der Verfasser darauf hinweisen, daß der Zeitbedarf eines Selektions- und Entscheidungsvollzugs in der Kartenbenutzung nur als bedingt aussagekräftig einzustufen ist.

Welchen Nutzen hat ein Kartenbenutzer von einer nur um wenige Sekunden bzw. Bruchteile von Sekunden beschleunigten Selektion und Identifikation von Zielobjekten, wenn er doch bei der alltäglichen Kartenbenutzung nur in ganz wenigen Ausnahmefällen einem in Sekunden gemessenen Zeitdruck ausgesetzt ist? Zudem stellt sich die Frage, inwieweit ein Kartograph tatsächlich in der Lage ist, Anordnungsdichte und Komplexität in der Gesamtheit einer Karte maßgeblich zu beeinflussen? Unterliegt er nicht fast zwangsläufig dem jeweiligen Kartenzweck, dem umzusetzenden Karteninhalt, der angestrebten Darstellungsgenauigkeit, den regionalen räumlichen Verteilungscharakteristika der Variablenwerte, usw., sodaß er die Dichteverteilung und den Komplexitätsgrad letztendlich nur in sehr begrenzten Maße, also in den Extrem- bzw. Grenzbereichen wirklich steuernd beeinflussen kann? Um es noch eindeutiger zu formulieren: Ist es tatsächlich zweckmäßig und zielführend, Messungen des Zeitbedarfs für relativ einfach strukturierte Bearbeitungsprozeduren bei Objektwahrnehmungsaufgaben, wie sie z.B. bei der Detektion und Identifikation vorliegen, als Indikatorvariablen für günstige Gestaltungsvarianten kartographischer Darstellungsformen einzusetzen?

Allgemein bekanntes Wissensgut ist, daß gerade eine zeitliche Beschleunigung komplexer Wahrnehmungs-, Leistungs- oder Entscheidungsprozesse meistens auf Kosten der Leistungsgüte stattfindet. Im Falle einer Kartenbenutzung bleibt es jedoch in der Regel nicht nur bei einer Detektion und Identifikation einzelner Wahrnehmungsobjekten. Auch relativ einfache Aufgabenstellungen erfordern bereits verhältnismäßig aufwendige Bearbeitungsprozeduren. Die Befürchtung erscheint plausibel, daß eine Beschleunigung des Kartenleseprozesses hauptsächlich zu Lasten seiner Güte, also Genauigkeit und Korrektheit, gehen könnte. Daher sollte sich das Hauptaugenmerk eines Forschungsansatzes zur wahrnehmungsgerechten Optimierung kartographischer Darstellungsformen weniger auf die Geschwindigkeit mit der einzelne kartographische Darstellungsvarianten wahrgenommen werden, sondern vorzugsweise auf die Korrektheit und Genauigkeit der vom Benutzer mittels einer Karte extrahierten Informationen und daraus abgeleiteten Schlüsse richten. Damit will der Verfasser nicht eine generelle Irrelevanz der Zeitkomponente postulieren, sondern lediglich ihre Zweckmäßigkeit als Indikatorvariable aus der Perspektive des aktuellen Forschungsansatzes hinterfragen. Verlagert sich das Forschungsinteresse hingegen auf die kognitionstheoretische bzw. prozeßanalytische Ebene eines komplexeren Kartenlesegeschehens, so können Zeitmessungen durchaus zweckmäßige und aussagekräftige Indikatorvariablen darstellen. Auf dieser Ebene werden allerdings Zeitdifferenzen hauptsächlich für eine "globale" Prozeßanalyse herangezogen.

Der Verfasser stuft somit die Zeitkomponente für die meisten Anliegen des gegenwärtigen Untersuchungsansatzes zur Erforschung wahrnehmungsoptimierter Darstellungsformen als relativ unzureichende Indikatorvariable ein. Damit entfällt gleichzeitig diejenige Untersuchungsdimension, auf die ein Kartenhintergrund die auffälligsten und nachvollziehbarsten Einfluß-

wirkungen ausüben kann. Er geht weiters davon aus, daß bei geeignet gewählten Indikatorvariablen und aus der Praxis des Kartenlesens entlehnten, auf die Indikatorvariablen entsprechend abgestimmten Wahrnehmungsaufgaben auch ohne bzw. mit rudimentärem Kartenhintergrund, sehr wohl aussagekräftige Ergebnisse für die kartographische Gestaltungspraxis zu erwarten sind. Es sei außerdem noch darauf hingewiesen, daß Zeitmessungen als Erhebungsvariablen in der kartographischen Perzeptionsforschung auch im 5. Kapitel diskutiert werden.

4.5 Diskussion der holistischen Alternative

Nach diesen argumentativen Erörterungen einiger Kritikpunkte zur reduktionistischen Vorgangsweise der Psychophysik möchte der Verfasser nochmals die oftmals vorgeschlagene Alternative kommentieren. Die Alternative fordert Untersuchungsergebnisse nur dann als aussagekräftig anzuerkennen, wenn sie mit Versuchsunterlagen durchgeführt werden, die kartographischen Ansprüchen einer Kartengestaltung und -komplexität entsprechen, sozusagen "vollständige" Kartenprodukte sind. So einleuchtend und verständlich dieser alternative Ansatz aus der Perspektive der Kartographen auf den ersten Blick erscheint, provoziert er, ebenso wie eine ausschließlich reduktionistische Perspektive zur Psychophysik, vorhersehbare Kritik an den zu erwartenden Untersuchungsergebnissen.

Die wissenschaftliche Umsetzung dieses Ansatzes (auch mittels Messungen von Augenbewegungen) erfordert nämlich für nahezu jeden Kartenentwurf eigene Untersuchungen. Jede dieser Untersuchungen würde ihre vermeintlich spezifischen Eigenheiten in der Karte-Leser-Schnittstelle hervorbringen. Infolge unzähliger Kombinationsvarianten kartographischer Gestaltungselemente ermöglichen diese Untersuchungsergebnisse zwar fallweise modelltheoretische Erkenntnisse, sie entbehren aber einer grundsätzlichen Bezugsbasis zur expliziten Evaluierung und Relativierung bestimmter kartographischer Darstellungsvarianten. An die Stelle spezifisch konkreter, daher nicht generalisierbarer Erkenntnisfragmente aus den psychophysischen Versuchsreihen würden, wiederum sehr zur Unzufriedenheit der Kartographen, nur auf das Gesamtprodukt bezogene Erkenntnisqualitäten treten. Aus solchen Untersuchungsergebnissen wären daher von vornherein lediglich nahezu selbstverständlich wirkende allgemeine Grundsatzempfehlungen ableitbar. Beispiele dafür sind:

- sehr dichte Zeichenanordnungen erschweren dem Benutzer das Auffinden und Beurteilen einzelner Signaturenformen (z.B. bewirken sie kürzere, aber dafür häufigere Augenfixationen in bestimmten Kartenarealen),
- Legenden erleichtern die Beurteilung eines Kartenzeichens,
- eindeutige Farbkontraste erhöhen die Diskriminierbarkeit von Karteninhalten oder
- die Assoziierbarkeit von Symbolen mit realen Objekten (sprechende Signaturen) erleichtert deren Einprägen und Wiedererkennen.

Ihre geringe Nutzbarkeit in der konkreten kartographischen Praxis würde erst recht vorhersehbare Kritik herausfordern. Diesem Umstand und dem zu Recht bestehenden Anspruch auf Untersuchungsergebnisse, die in der kartographischen Praxis verwertbar sind, versucht der Autor mit seinem Konzeptansatz im 6. Kapitel gerecht zu werden. Vorher sollen allerdings noch einige grundsätzliche Überlegungen ausführlich abgehandelt werden.

4.6 Benutzerorientierte Richtlinien für den kartographisch-perzeptiven Untersuchungsansatz

Nach eingehender Analyse der Kritikpunkte an den wissenschaftlichen Untersuchungen zu dem Forschungskomplex Karte-Leser-Schnittstelle muß folgendes resümierend festgehalten werden:

Die wissenschaftliche Erforschung dieses Bereiches wird nur dann der geforderten Praxisnähe seiner Ergebnisse entsprechen, wenn bestimmte Grundlagen vorher abgesichert werden. Dem wurde bis heute nicht konsequent entsprochen. Einige Untersuchungen liefern zwar durchaus interessante Teilerkenntnisse, ihr Stellenwert für die kartographische Praxis bleibt allerdings ungeklärt, solange keine grundlegenden, auf den Benutzer abzielenden, praxisrelevanten Bezugsgrößen zur Kartenwahrnehmung bzw. -interpretation erhoben werden. Damit soll gesagt werden, daß zunächst die grundlegenden kartographischen Gestaltungselemente in ihrer Wirkungsweise sowohl isoliert als auch in kombinierten Anwendungen auf ihre wahrnehmungsspezifische Funktionalität untersucht werden müssen, bevor man sich übergeordneten Karte-Leser-Funktionalitäten erfolgversprechend zuwenden kann.

Außerdem muß trotz der zitierten kontroversiellen Meinungen über den diesbezüglichen Nutzen psychophysischer Untersuchungsmethoden eingestanden werden, daß aktuell keine geeigneteren Erhebungsverfahren verfügbar sind, um die grundlegenden Bezugsgrößen einer Kartenwahrnehmung auf subjekt-phänomenologischer und objektorientierter Untersuchungsebene bestimmen zu können. Das Informationspotential einer Karte läßt sich sicherlich nicht nur auf diese beiden Ebenen reduzieren. Hier mag die ganzheitliche Sichtweise, wonach "das Ganze mehr ist als die Summe seiner Einzelteile" durchaus ihre Berechtigung haben. Dennoch möchte der Autor noch einmal daran erinnern, daß damit kognitive Prozesse angesprochen werden, deren spezifische Komplexität letztendlich durch das variable Ineingreifen einzelner Wahrnehmungselemente ausgelöst wird. So können bereits geringfügige Veränderungen einzelner Teilkomponenten (in der Karte, beim Benutzer, bei den Rahmenbedingungen) wesentliche Änderungen des "Ganzen" verursachen. Daraus ergeben sich unzählige Variationsmöglichkeiten der Einheit Karte-Benutzer, deren jeweilige Wirkungsgrade ohne zuverlässige Bezugsgrößen zu keinen schlüssigen Aussagen führen können. Dies läßt sich bereits aus den vielen bisherigen Studien ableiten. Daher ist zunächst eine systematisch-analytische Erhebungsphase mit einer kontrollierten schrittweisen Annäherung an komplexere Kartenwahrnehmungsprozesse und die sie begleitenden Kognitionen erforderlich. Der Verfasser möchte abschließend versuchen, die wesentlichsten Aspekte seiner Ausführungen anhand eines Beispiels zu verdeutlichen:

Jedem ist der Begriff "Krankheit" geläufig. Allgemein definiert er sich durch Beeinträchtigungen organischer und/oder psychischer Prozesse. In den meisten Fällen setzt jedoch eine medizinische Diagnose voraus, die organischen und psychischen Prozeßabläufe im gesunden "Funktionszustand" zu kennen. Sie stellen die Bezugsgrößen dar, mit deren Hilfe Prozeßabweichungen noch als tolerierbar oder doch schon als Krankheitssymptome zu diagnostizieren sind. Krankheit und Gesundheit definieren sich somit über ihre gegenseitigen Relationen.

Nun ist Gesundheit aber ein Begriff, der unser gesamtes Wohlbefinden beschreibt. Dahinter steht das reibungslose Zusammenwirken einer Vielzahl unendlich vernetzter, nicht direkt sichtbarer Prozesse. Nur einige beeinträchtigte Prozesse können bereits das gesamte Wohlbefinden drastisch verschlechtern. In vielen Fällen wird schon dieser Gesamteindruck zum Indikator für das Vorliegen einer Erkrankung. Zur abgesicherten Diagnose einer Krankheitsform wird er jedoch nur in manchen Fällen ausreichen. Erst selektive Prozeßanalysen können

Gewißheit über Art, Verlauf und mögliche Therapieformen einer Erkrankung schaffen. Diese Vorgangsweise wird noch bedeutsamer bei Krankheitsformen, die in ihren Anfangsstadien nur geringe bis gar keine Veränderungen im subjektiven Wohlbefinden hervorrufen (z.B. Frühstadien von Krebserkrankungen). Zuverlässige Diagnosen beruhen meistens auf der empirisch abgesicherten, selektiven Analyse von in Verdacht stehenden relationalen Prozeßverläufen.

Aus der Erörterung des Begriffsverhältnisses "Krankheit" und "Gesundheit" und der indikatorischen Überprüfung für das Vorliegen eines dieser beiden Zustände soll ersichtlich werden, worauf der Verfasser besonders hinweisen möchte:

Es bedarf zur wissenschaftlichen Untersuchung eines gesamten Kartenproduktes mit all seinen kartographischen Gestaltungselementen in einer Karte-Leser-Schnittstelle zunächst grundlegender, allgemein unbeeinträchtigter Bezugsgrößen, um in darauf aufbauenden Studien empirische Aussagen von kartographischer Relevanz tätigen zu können. Analysen "selektiver Wahrnehmungsfunktionen" auf ihre generelle einwandfreie Funktionalität sollen festlegen, in welchen Bandbreiten noch ein konfliktfreier Umgang des "durchschnittlichen" Benutzers mit einzelnen, fallweise isolierten kartographischen Darstellungsmitteln erwartet werden kann (analog der Erhebung gesunder Prozeßabläufe). Im nächsten Schritt erfolgt die Einbeziehung selektiver kartographischer Rahmenbedingungen, um komplexere Umgebungseinflüsse in bezug auf unsere empirischen Bandbreiten bewerten und relativieren zu können (analog der Analyse einzelner Indikatorprozesse). Die darauf aufbauende schrittweise Annäherung unserer Untersuchungsinhalte an kartographische Endproduktqualitäten soll aufzeigen, in welchen kartographischen Gestaltungsbereichen noch ungenützte Bearbeitungsressourcen oder bereits erschöpfte bzw. überstrapazierte Kapazitäten in der Karte-Leser-Schnittstelle vorliegen (analog der Diagnose über das Relationsverhältnis Gesundheit-Krankheit; und gegebenenfalls über Art, Verlauf und mögliche Therapie einer Erkrankung).

Zusammenfassend formuliert soll eine schrittweise Steigerung des Komplexitätsgrades kartographischer Untersuchungsobjekte einen empirisch abgesicherten Zugang zu komplexeren Ebenen des perzeptiven und kognitiven Leistungsspektrums während eines Kartenlese- bzw. Interpretationsprozesses ermöglichen. Parallel dazu werden vorzugsweise anwendungsorientierte Richtlinien für benutzergerechte Kartenentwürfe bestimmt und direkt in den kartographischen Entwurfsprozeß der erforderlichen Untersuchungsmaterialien integriert. Für die konkrete Untersuchungspraxis lassen sich diese Überlegungen als Forderungskatalog folgendermaßen richtungsweisend zusammenfassen:

1. Um praxisrelevante Versuchsergebnisse zu erhalten, sind aus der realen Kartenlesesituation entlehnte Aufgabenstellungen für die Vpn zu definieren.
2. Die aufgabenspezifisch relevantesten kartographischen Einflußgrößen zur Bewältigung dieser Aufgabenstellungen sind bei der Konzeption der Versuchsanordnung zu berücksichtigen. Testtheoretisch formuliert versucht man durch diese weitgehende Annäherung von Versuchsaufgaben und Versuchsbedingungen an reale Aufgabenstellungen während einer Kartenlesesituation den allgemeinen Testgütekriterien RELIABILITÄT (Zuverlässigkeit) und VALIDITÄT (Gültigkeit) zu entsprechen.
3. Die Beurteilungskriterien für die im Rahmen einer Versuchsaufgabe, infolge eines Aufgabenvollzugs des Benutzers an kartographischen Darstellungen, erzielten Ergebnisse müssen eindeutig definiert werden und ihre Übertragbarkeit auf herkömmliche Kartengebrauchssituationen gewahrt bleiben.

5 KRITISCHE DISKUSSION DER AUGENBEWEGUNGSSTUDIEN ALS EINE METHODISCHE ALTERNATIVE IN DER KARTOGRAPHISCHEN PERZEPTIONSFORSCHUNG

In der knappen Darstellung bisheriger Untersuchungsansätze (siehe Kapitel 3) wurde das Studium der Augenbewegungen zwar kurz erwähnt, allerdings unterblieb aus Gründen der Überschaubarkeit die ausführliche argumentative Erörterung ihrer methodischen Ergiebigkeit für den gegenständlichen Konzeptansatz. Dies möchte der Verfasser in diesem Kapitel nachholen, um dem Eindruck vorzubeugen, eine aktuell verbreitete Variante der Untersuchungsmethodik in seinen Überlegungen vernachlässigt zu haben. Die Auseinandersetzung mit dieser Methode in einem eigenen Kapitel ist durch ihre Komplexität und ihrem seit einiger Zeit bevorzugten Einsatz in diesem Untersuchungsbereich begründet.

5.1 Augenbewegungsparameter und ihre wissenschaftliche Aussagekraft

Bei einer ausführlichen Begutachtung der Untersuchungsergebnisse bisheriger Augenbewegungsstudien ist festzustellen, daß sie den an sie gestellten Erwartungen bezüglich spezifisch kartographischer Erkenntnisqualitäten eigentlich nicht entsprechen konnten. Das weit verbreitete Zugeständnis, eine sichere und zugleich innovative Informationsquelle in der wissenschaftlichen Untersuchung von Kartenleseprozessen zu sein, muß als vorschnell und übertrieben eingestuft werden. Augenbewegungen unterliegen, wie nahezu alle Indikatorvariablen, sehr wohl gewissen Beschränkungen ihrer Aussagekraft und ihres methodischen Einsatzbereiches.

Grundsätzlich unterscheidet man mehrere Bewegungsformen des Auges. Die eigentliche visuelle Informationsaufnahme erfolgt aber in den kurzzeitigen Stillstandsphasen des Auges (MACKWORTH, J.F. und I.T. KAPLAN, 1970; F.C. VOLKMAN, 1962). Sie dienen zum genauen visuellen Fixieren von Wahrnehmungsobjekten, daher auch ihre Bezeichnung "Fixationen". Mehrere Autoren sprechen der Häufigkeit und Dauer dieser Fixationen den zuverlässigsten und größten Aussagewert in den Untersuchungen zu. Ihre inhaltlichen Bedeutungsqualitäten werden allerdings unterschiedlich interpretiert. So werden überdurchschnittlich häufige Fixationsorte als interessant und bedeutsam für den Kartenleser eingestuft (ANTES, J.R. et al., 1985). Die Fixationsdauer hingegen soll mit dem Schwierigkeitsgrad der Wahrnehmungsobjekte positiv korrelieren (G. BUSWELL, 1935; M.A. TINKER, 1965; CASTNER, H.W. und J.R. EASTMAN, 1984). Die empirisch festgestellte durchschnittliche Fixationsdauer schwankt in Abhängigkeit vom Fixationsobjekt und der Aufgabenstellung zwischen 0,17 s beim Abtasten von Punktmuster bis 0,45 s bei Suchaufgaben mit kartographischen Signaturen auf schwach gerastertem Hintergrund. Übereinstimmend werden Augenbewegungen von vielen Autoren "als äußere Kennzeichen visueller und kognitiver Prozesse" (CASTNER H.W. und J.R. EASTMAN, 1984, S. 115) eingestuft. Ob diese sehr allgemeine und vage Interpretation okulomotorischer Meßvariablen Rückschlüsse auf ihre inhaltliche Aussagekraft in der oben erwähnten Art rechtfertigt, sei dahingestellt.

Die Interpretation kürzerer Fixationsdauer und geringerer Fixationshäufigkeit als Kennzeichen einer schnelleren Informationsverarbeitung mag möglicherweise zutreffen. Damit ist allerdings noch nicht gesagt, daß die Informationsverarbeitung eine allgemein bessere ist und schon gar nicht, daß bei identischem Untersuchungsmaterial aber unterschiedlicher Aufgabenstellung ähnliche Ergebnisse auftreten werden. Auch in bezug auf längerfristige Gedächtnisleistungen bleiben viele Fragen unbeantwortet.

Einen kurzen Einblick in die Probleme bei der methodischen Vorgangsweise zur definitorischen Analyse der einzelnen Abschnitte von Augenbewegungsverläufen gewährt der Artikel von CASTNER, H.W. und D.W. LYWOOD (1978). Man stellt dabei fest, daß die Identifikation und Abgrenzung von Fixationen und dazugehörigen Fixationsregionen in einer betrachteten Vorlage nicht nach universell gültigen Kriterien erfolgt, sondern durchaus flexibel gehandhabt werden kann. Dies hat zwangsläufig Auswirkungen auf die jeweiligen Endresultate einer Augenbewegungsstudie und kann zu interpretatorischen Fehlschlüssen führen. Zudem sollte man bedenken, daß nicht jeder Inhalt eines Fixationsortes zwangsläufig einer weiteren kognitiven Verarbeitung unterzogen wird.

Aber einmal abgesehen von diesen, auch bei vielen anderen Erhebungsmethoden anzutreffenden methodischen Problemen und Interpretationsschwierigkeiten, sind auch sehr grundsätzliche Fragen zur Aussagekraft und Wertigkeit der Ergebnisse aus Augenbewegungsstudien für Kartenwahrnehmungsprozesse noch zu beantworten.

5.2 Kritische Beurteilung der Augenbewegungsstudien aus konzepttheoretischer Perspektive der kartographischen Perzeptionsforschung am Institut für Kartographie

Die bisherigen Ergebnisse von Augenbewegungsstudien zu kartographischen oder zumindest ihnen sehr verwandten Untersuchungsobjekten sind zum überwiegenden Teil sehr allgemeiner Natur und bieten wenige konkrete Hilfestellungen für die kartographische Entwurfspraxis an (M. GEISTLINGER, 1977; N.W. DOBSON, 1977; T. ARNDT, 1989, A. WENNER, 1989a; E. VANECEK, 1990, u.a.). Zur Demonstration dieses Faktums möchte der Verfasser einige typische Ergebnisse aus einer Augenbewegungsstudie zitieren. Beispielsweise komprimiert A. WENNER-HUBER in einem Beitrag (1989b, S. 100) die Essenz ihrer Untersuchungsergebnisse zur okulomotorischen Wahrnehmung unterschiedlich gestalteter Planungskarten auf folgende, auszugsweise zitierte Gestaltungsvorschläge:

- "Die graphische Dichte sollte möglichst gering sein, um dem Betrachter den Dekodierungsvorgang zu erleichtern.
- Die Kontraste zur Umgebung sowie scharfe und regelmäßige Begrenzungen der Signaturen beeinflussen positiv das Erfassen der Karten und erleichtern das Behalten von Informationen.
- Die Punktsignaturen müssen gegenüber dem farbigen Hintergrund hervorgehoben werden. Die Flächenfarben sollen in hellen Farben, die Punktsignaturen und wichtige Informationselemente in kräftigen Farben gehalten sein.
- Die Ergebnisse des Fragebogens zeigen außerdem, daß besonders Piktogramme als Punktsignaturen geeignet sind. Sie weisen eine scharfe und regelmäßige Abgrenzung zur Umgebung und eine Formähnlichkeit zwischen Objekt und Symbol auf. Damit kann sowohl die Erinnerungs- als auch die Assoziationsleistung erhöht werden."

Vom letzten Punkt abgesehen sind ihre Aussagen sehr allgemein und beinhalten eigentlich keine definitiv problemorientierten, in die Entwurfspraxis umsetzbaren Gestaltungsrichtlinien. Interessanterweise resultiert ausgerechnet ihre letztgenannte Empfehlung aus Fragebogenergebnissen.

Der allgemeine Charakter dieser und ähnlicher Untersuchungsergebnisse ist insofern nicht besonders verwunderlich, da für einen spezifischen Kartenwahrnehmungsprozeß eines Kartenbenutzers nicht die typischen Untersuchungskriterien von Augenbewegungsstudien ausschlag-

gebend sind. Aus der Perspektive des gegenwärtigen Untersuchungsansatzes zu einer benutzerorientierten Kartengestaltung stehen nämlich die früher genannten Kriterien, wie **Korrektheit**, **Genauigkeit** und **Verständlichkeit**, im Vordergrund. Die wesentliche Hürde für das Informationsverständnis des Kartenbenutzers scheint sich in der Aufnahme und Verarbeitung kartographischer Darstellungsvarianten von komplexen Informationsquantitäten und -qualitäten zu befinden. Das heißt, daß für den Benutzer erhebliche Schwierigkeiten speziell dann zu erwarten sind, wenn die von ihm angestrebte Informationsgenauigkeit und -korrektheit durch die Kartenkomplexität erschwert zugänglich wird. Mit dem Einsatz der Augenbewegungsmessungen in der kartographischen Wahrnehmungsforschung werden aber oftmals auch die Meßkriterien dieser Methode übernommen, und diese konzentrieren sich jedoch meistens auf Aspekte, wie **Auffälligkeit**, **Schnelligkeit** und **Einprägsamkeit**. Solche Kriterien sind bei relativ einfachen Informationsdarstellungen, wie sie z.B. für werbe- und verkehrspsychologische Fragestellungen verwendet werden, durchaus zweckmäßig und bewähren sich auch zu deren benutzergerechten Gestaltung. Allerdings steht in diesen Fällen nicht so sehr ein detail- und komplexitätsorientierter Wahrnehmungsprozeß mit einem systematischen analytisch zu vollziehenden Erkenntnisprozeß im Interessensmittelpunkt, sondern vielmehr ein rasches blickmäßiges Erfassen und Einprägen von relativ einfachen Informationsstrukturen. Deren Wirkungsweise wird letztendlich dahingehend untersucht, inwieweit sie die Aufmerksamkeit des Betrachters schon allein aufgrund bestimmter Merkmalsausprägungen auf sich zu lenken imstande sind. Da solche Informationsdarstellungen meistens nur innerhalb einer kurzen Zeitspanne wahrgenommen und verarbeitet werden können, z.B. als Werbespot oder während eines zügigen Verkehrsgeschehens, müssen bestimmte Botschaften möglichst rasch, eindeutig und effizient übermittelt werden. Hinzu kommt noch, daß sie sich in einer Konkurrenzsituation gegen andere Informationsangebote behaupten müssen, also gewissermaßen eine aufmerksamkeitsprovozierende, konkurrenzverdrängende Signalwirkung auf den Rezipienten ausüben sollen. Gelingt es den Botschaften nicht ins Aufmerksamkeitszentrum vorzustoßen, so soll das Signal zumindest noch stark genug sein, um abseits vom bewußten Geschehen wenigstens submentale Erregungsprozesse beim Rezipienten auszulösen. Dadurch soll für spätere Wiederholungen der Reizdarbietung eine leichtere Zugangsbasis des Signals ins Aufmerksamkeitszentrum des Rezipienten geschaffen werden.

Für die Situation einer Kartenbenutzung muß jedoch die Aufmerksamkeit eines Benutzers erst gar nicht provoziert werden, sie liegt im Normalfall beim Benutzer als operative Ausgangsbasis eigentlich bereits vor. Allerdings sind die meisten Ergebnisse von Augenbewegungsstudien auf dieser funktionellen Ebene des reizmerkmalabhängigen "Auf-sich-Ziehens" der Benutzeraufmerksamkeit anzusiedeln. Diese Tatsache ist in dem mit der Untersuchungstechnik inkludierten Untersuchungsziel, nämlich mit welchen Mitteln die blickmäßige Aufmerksamkeit des Betrachters erregt werden kann, begründet. Dementsprechend verwundert nicht, daß sie auf einer sehr allgemein gültigen Aussageebene über grundsätzliche Reizmerkmale bleiben. Sehr wenig bis nichts ist hingegen über die Aufrechterhaltung der Aufmerksamkeit während des Kartenlesens zu finden. An sich bedarf es dazu komplexerer Bedingungen, deren spezifische Ausformung und Bedeutsamkeit aber vorzugsweise über kognitive Ansätze zu untersuchen wären.

Ebenso wenig typisch für eine Kartenbenutzung sind gegeneinander konkurrierende Informationsangebote, von denen der Betrachter ganz bestimmte, von vornherein eindeutig (oftmals zweideutig) festgelegte Inhalte aufnehmen soll. Welche Informationsangebote ein

Betrachter in einer Karte bearbeiten soll, entscheidet sich nämlich erst im Zuge einer Vorgabe seiner individuellen Aufgabenstellungen bzw. im weiteren Verlauf der Kartenbenutzung durch deren situative Anpassung an die Eigenheiten des verfügbaren Informationsmaterials.

Außerdem muß darauf hingewiesen werden, daß Karten selten einfache bzw. grob strukturierte, sondern in der Regel eher diffizile und komplexere Informationsangebote darstellen und daher die Bearbeitungskapazitäten des Betrachters verhältnismäßig intensiv beanspruchen.

Definiert man wie im gegenwärtigen Konzeptansatz den durchschnittlichen Kartenbenutzer als Zielgruppe der Untersuchungsergebnisse und den alltäglichen situativen Orientierungsbedarf als häufigste und daher relevanteste Umgangsform mit der Karte, so kommt dem Zeitfaktor selbst während einer Kartenbenutzung in der Regel eine untergeordnete Bedeutung zu. Ein Benutzer unterliegt während einer konventionellen Kartenbenutzung äußerst selten einem derart massiven Zeitdruck, bei dem Sekundenbruchteile bzw. wenige Sekunden zu entscheidenden Kriterien für einen erfolgreichen Erkenntnisvollzug während eines Karteleseprozesses werden. Vermutlich dürften die vom Benutzer eingesetzten Bearbeitungsstrategien eher von seinen situativ und individuell ausgeformten Informationsbedürfnissen nach verständnisfördernden Karteninformationen steuernd beeinflußt werden als von aufgabenunabhängigen und somit allgemeinen Signalreizen ähnlich wirkenden Darstellungsvarianten der Informationen. Der Zeitfaktor wird vom Benutzer höchstens dann als bedeutsam erlebt, wenn beim Kartestudium der Eindruck entsteht, ungebührlich viel Zeit für einen relativ bescheidenen Informationsbedarf investieren zu müssen. Für diesen Fall sind jedoch erheblich größere Zeiträume relevant, als jene durch effizientere Augenbewegungen "eingesparten" Sekundenbruchteile bzw. Sekunden. Ein derart "mikroskopischer" Untersuchungsansatz zur Effizienzsteigerung des Kartenleseprozesses wäre höchstens für Fragestellungen zweckmäßig, die dem **Zeitfaktor als Leistungskriterium eines Wahrnehmungs- und Reaktionsprozesses eine herausragende Bedeutung** zuweisen. In unserem Fall bezieht sich die Effizienzsteigerung jedoch wie schon mehrmals betont vorrangig auf Korrektheit, Genauigkeit, Verständlichkeit und ähnliche Beurteilungskriterien des Kartenlesens (siehe Abbildung 7, S. 57). Die zeitliche Komponente stellt auf der phänomenologischen Objektebene der visuellen Kartenwahrnehmung im Verhältnis zu den anderen Kriterien nur eine relativ untergeordnete Meßdimension dar.

Damit wird nicht bestritten, daß in der Kartenwahrnehmung Zeitmessungen an sich durchaus evaluative Erhebungsvariablen sein können. Es ist aber zu hinterfragen, ob für den allgemeinen Kartengebrauch eine in Zeiteinheiten von Blickbewegungen gemessene Zeitersparnis für den Benutzer tatsächlich subjektiv merkbare Vorteile bringen. Hingegen sind Zeitverzögerungen z.B. auf der Beurteilungs- oder Verständnisebene sehr wohl subjektiv erlebbar. Hierbei stehen Zeitverzögerungen zur Diskussion, die fallweise sogar Minuten betragen können. Vom Benutzer bewußt nachvollziehbare Kriterien zur Kartenbeurteilung sind z.B. ein höherer Bearbeitungsaufwand zur korrekten Informationsaufnahme (Dekodierung) und ihre Weiterverarbeitung zu bedarfsgerechten Erkenntnisprozessen. Da solche Bearbeitungsschritte für den Benutzer durch eine benutzerfreundliche Kartengestaltung erleichtert werden sollen, können wünschenswerterweise korrekte Entscheidungen auch rascher getroffen werden. Unter anderem würde sich dadurch auch die aufzuwendende Gesamtzeit zur Bewältigung spezifischer Aufgabenstellungen merklich reduzieren. Damit wird allerdings die physiologisch-reflektorische Erfassung der Reiz-Reaktions-Ebene der Augenbewegungsstudien verlassen und man befindet sich bereits auf komplexeren Ebenen kognitiver Verarbeitungsprozesse während des Kartenlesens.

Die zum Teil erheblichen Schwankungsbreiten von Fixationszeiten und -häufigkeiten bei verschiedenen Wahrnehmungsobjekten deuten außerdem darauf hin, daß auch Augenbewegungen beträchtlichen Beeinflussungsmomenten unterworfen sind und keineswegs jene erhofften direkten und allgemein gültigen Meßvariablen zur Kartenwahrnehmung darstellen. Sie unterliegen vielmehr ebenso wie andere Erhebungsvariablen:

- der jeweils geforderten Aufgabenstellung (Suchen, Vergleichen, Beurteilen, ...),
- dem vorgegebenen Aufgabenmaterial (hinsichtlich Menge, Komplexität, ...),
- den individuellen Fähigkeiten (Erfahrung, Übung, Flexibilität, Konzentration, ...) und
- den jeweiligen Erhebungsmethoden.

Damit soll gesagt werden, Augenbewegungsparameter sind als Erhebungsvariablen in der kartographischen Perzeption höchstens als ebenso gut oder schlecht einzustufen wie andere Meßvariablen. Die postulierten Auswirkungen kognitiver Ebenen einer Informationsverarbeitung auf Augenbewegungen würde der Verfasser vorläufig eher als Ausdruck einer Hoffnung, denn als fundiertes Wissen werten. Wenn dieses Postulat in irgendeiner Weise zutrifft, dann am ehesten noch in einer Weise, wie sie auch bei anderen Variablen erwartet werden kann. Deterministische Kausalitäten zwischen Kognitionen und Augenbewegungen sind in der Kartenwahrnehmung lediglich in Ausnahmefällen zu erwarten.

Für die Skepsis des Verfassers sprechen nicht zuletzt einige in den Beiträgen von A. WENNER (1989a) und T. ARNDT (1989) erwähnte, aber unkommentiert gebliebene Teilergebnisse aus deren Untersuchungen. Nur am Rande sei noch bemerkt, daß bei diesen und manchen anderen Versuchsarrangements von Augenbewegungsstudien Mängel in der Hypothesenbildung, der Versuchsplanung und der Interpretation einiger Versuchsergebnisse festzustellen sind. Deren genaue Erörterung würde jedoch infolge der Komplexität der Sachverhalte ungerechtfertigt viel Platz in diesem Bericht einnehmen und wird gegebenenfalls an anderer Stelle erfolgen.

5.3 Rahmenbedingungen für Augenbewegungsstudien und ihre wissenschaftlichen Beiträge zur kartographischen Perzeptionsforschung am Institut für Kartographie

Welche funktionelle Rolle Augenbewegungen während einer Kartenbenutzung bzw. während des Umgangs mit kartographischen Darstellungen übernehmen, soll die folgende kurze phänomenologische Beschreibungssequenz grundsätzlicher Augenbewegungscharakteristika beim Kartenlesen verdeutlichen:

Jeder durchschnittliche Kartenbenutzer wird zunächst primär versuchen, sich einen globalen Überblick über das Dargebotene zu verschaffen. Dies ist speziell in Situationen der Fall, in denen im vorhinein keine spezifischen Aufgabenstellungen zur Kartenbearbeitung definiert wurden. Während dieser Phase dürfte eine Karte vorzugsweise nach Kriterien der Auffälligkeit, der Interessantheit, der Bekanntheit, Ungewöhnlichkeit u.ä. betrachtet werden. Erst bei konkreten Zielvorgaben, initiiert durch den Betrachter oder eine zweite Person, wird ein an spezifischen Details orientiertes selektives Stadium des Blickverhaltens einsetzen. Dieses ist durch ein im Rahmen bestimmter Augenbewegungsformen (Mikro- und Makrobewegungen) stattfindendes, auf die jeweilige Aufgabenstellung und das Informationsangebot sehr flexibel abstimmbares Ablaufgeschehen in der Wahrnehmung gekennzeichnet.

Typische und somit verallgemeinerbare Augenbewegungen sind vorwiegend im ersten Stadium der Kartenwahrnehmung beobachtbar. Diese sind auf allgemeine Objektcharakteristika

rückführbar und liefern dementsprechend Hinweise über die jeweiligen Beiträge einzelner Gestaltungsfaktoren zur Phase der Überblicksgewinnung. Augenbewegungsstudien können daher bei einem entsprechend darauf abgestimmten Versuchsdesign einen guten Einblick in dieses globale Wahrnehmungsstadium der Kartenbenutzung gewähren. Diesbezügliche Untersuchungsergebnisse bleiben, wie ein Studium der Literatur zeigt, jedoch zwangsläufig auf allgemeinen Niveau und ermöglichen in der Regel nur grundsätzliche Aussagen über die generellen kartographischen Gestaltungsfaktoren, wie Farbe, Größe, Form, Dichte, etc. in einer Karte.

Im zweiten Stadium hingegen tritt in Abhängigkeit von der jeweiligen Aufgabenstellung und spezifischen Kartenkomplexität der Gesamteindruck von einer Karte in den Hintergrund und unsere Wahrnehmungsflexibilität für einen aufgabenentsprechende Bearbeitungsprozess in den Vordergrund unseres Blickverhaltens. Während dieses selektiv-analysierenden bzw. selektiv-synthetisierenden Wahrnehmungsprozesses dürfen nur möglichst wenige deterministische Vorgaben das informationssuchende Blickverhalten unserer Wahrnehmung einschränken. Ansonsten bestünde bereits a priori in unserer Wahrnehmungsorganisation eine systemimmanente, quasi wahrnehmungsautonome Fehlerquelle. Daher liefern Augenbewegungsstudien zu dieser Wahrnehmungsphase nur wenig konkrete bzw. charakteristische Ergebnisse zur Kartenwahrnehmung. Zwangsläufig werden diese von den einzelnen Autoren auf das allgemeine Niveau einer globalen Wahrnehmungsstufe rückgeführt, welches wiederum nur Aussagen über allgemeine Objektmerkmale, wie Farbe, Form, Größe, etc. und deren grundsätzliche Relevanz für Sequenzfolgen von Augenbewegungen zuläßt.

So bedeutsam derartige wissenschaftliche Erkenntnisse über die Augenbewegungen an sich sind, so bescheiden ist allerdings ihre Aussagekraft für die gegenwärtigen Bestrebungen kartographische Darstellungsformen und ihre Funktionalitäten in erkenntnisbestrebten Kartenwahrnehmungsprozessen zu untersuchen. Dieser nicht nur bei Augenbewegungsstudien anzutreffende Umstand verdichtet sich in einem Satz bei E. VANECEK (1980, S. 129): "Der Schwerpunkt dieses Bandes liegt auf den wahrnehmungspsychologischen Aspekten dieses Materials; es liegt daher in der Natur der Sache, daß sehr viel von Psychologie und wenig von Kartographie die Rede ist."

Die Untersuchungsergebnisse der zitierten Augenbewegungsstudien sprechen insofern für die Plausibilität dieser Beschreibungssequenz als:

- keine charakteristischen Fixationsverläufe während des Betrachtens von Karten nachgewiesen werden konnten;
- nur vereinzelte, in den meisten Fällen jedoch keine signifikanten, Unterschiede in den Fixationsparameter bei unterschiedlichen Kartenvorlagen bestehen;
- keine durchgehende Bevorzugung bestimmter Suchstrategien aus den Augenbewegungsfolgen geschlossen werden konnte;
- sich bei ein- und demselben Darbietungsobjekt mit einer Veränderung der Aufgabenstellung erwiesenermaßen die Fixationscharakteristika verändern (A.L. YARBUS, 1967, S. 192);
- einzelne Fixationsparameter und ihre interpretative Aussagekraft sich in Abhängigkeit von der jeweiligen Versuchssituation verändern und daher zu teilweise widersprüchlichen Untersuchungsergebnissen führen;
- von den Versuchsergebnissen abgeleitete Schlußfolgerungen fast ausschließlich auf sehr allgemeinen Niveau bleiben und nur geringe konkrete Hilfestellungen für die Kartenentwurfpraxis bieten.

Die Wahl bestimmter Erhebungsmethoden (und der damit erfaßten Variablen) zur Untersuchung symptomatischer Auswirkungen von Bearbeitungsstrategien einer Vp in spezifischen Versuchsarrangements sollte daher auf das jeweilige Untersuchungsziel, die dazu existierenden Fragestellungen und die dafür erforderliche Versuchsplanung abgestimmt werden, und nicht primär aufgrund einer bestimmten Methodengläubigkeit getroffen werden. Man gerät ansonsten in Gefahr Ergebnisse zu produzieren, die aus der Sicht der Kartographen mehr Verwirrung stiften, als einen zweckdienlichen Beitrag leisten. Weiters sollte man bedenken, daß derartige Studien durch den Umstand, daß Vpn nur einzeln getestet werden können, mit einem unverhältnismäßig großen Sach- und Zeitaufwand in Relation zum Stellenwert ihrer Ergebnisse für kartographische Zwecke behaftet sind.

Unbestritten bleibt, daß die Messung von Augenbewegungen für bestimmte Untersuchungsziele durchaus eine geeignete Erhebungsmethode darstellt, z.B. in bezug auf bestimmte instruierte Suchstrategien oder als diagnostische Möglichkeit zur Indikation von "guten und schlechten" Kartenbenutzern. Im gegenwärtigen Umsetzungsstadium des Konzeptansatzes wären sie allerdings angesichts der

- zu untersuchenden Fragestellungen,
- der geforderten Versuchsergebnisse,
- der angestrebten Stichprobengrößen und dem
- in Relation dazu stehenden beträchtlichen Mehraufwand für versuchstechnische Messungen der Augenbewegungen **eindeutig fehl am Platz**.

Abschließend möchte der Verfasser nochmals jene Prämissen kurz zusammenfassen, deren wissenschaftliche Gültigkeit zunächst überprüft werden müßte um sicherzustellen, daß Studien zur Kartenwahrnehmung mittels Augenbewegungsmessungen aussagekräftige und nutzbringend verwertbare Ergebnisse liefern:

- Der Kartenbenutzer bedient sich der Karteninformationen lediglich auf dem Informationsniveau von Signalreizen.
- Unterschiedliche Entwurfsqualitäten kartographischer Darstellungen drücken sich vor allem durch signifikante Unterschiede bzw. korrelative Maße von Zeitvariablen der Augenbewegungen aus.
- Augenbewegungen ermöglichen interpretativ eindeutige Rückschlüsse auf dahinterstehende kognitive Prozesse.
- Der Augenbewegungsverlauf während einer Kartenwahrnehmung kann durch entsprechende Darstellungsoptimierungen essentiell beschleunigt werden.
- Eine Beschleunigung von Blickmustern bzw. Such-, Identifikations- und Vergleichsprozessen hat direkt oder indirekt positive Effekte für die Kartenbenutzung und daraus resultierende Erkenntnisprozesse.

6 SKIZZENHAFTER ENTWURF DES KARTOGRAPHISCH-PERZEPTIVEN FORSCHUNGSKONZEPTE AM INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE UND SEINER UNTERSUCHUNGSZIELE

Der gegenwärtige Konzeptansatz versucht berechtigten Kritikpunkten zu entsprechen, übertriebene Erwartungshaltungen zu relativieren sowie die erforderlichen Grundlagen für eine systematische Vorgangsweise bei der Festlegung aktueller und zukünftiger Untersuchungsziele und der entsprechenden Auswahl von Untersuchungsmethoden bzw. Untersuchungsstrategien

zu schaffen. Auf dieser Basis eröffnen sich Perspektiven zur Bestimmung des jeweiligen Stellenwertes von Untersuchungsergebnissen und zu deren Eingliederung in zukünftige Forschungsvorhaben. Gleichzeitig bietet sie die Möglichkeit zu beurteilen, inwiefern die Untersuchungsergebnisse und daraus resultierende wissenschaftliche Erkenntnisse

- bestehende Thesen empirisch bestätigen,
- bestehende Wissenslücken schließen,
- Irrtümer korrigieren,
- neue Erkenntnisse darstellen,
- praktische Nutzenanwendungen erlauben,
- gegenwärtige Beschreibungs- und Erklärungsmodelle bestätigen,
- Modelladaptionen erforderlich machen und nicht zuletzt
- den betriebenen Forschungsaufwand rechtfertigen.

6.1 Zielvorstellungen des Forschungskonzeptes

Aus dem Studium bisheriger Forschungsbemühungen lassen sich folgende, allgemein formulierte Forschungsziele für die Konzepterstellung ableiten:

1. Eine vorzugsweise benutzerorientierte empirische Evaluierung elementarer kartographischer Darstellungsmittel und -methoden hinsichtlich ihrer wahrnehmungsmäßigen Auffaßbarkeit und aufgabenspezifischen Manipulierbarkeit an der Karte-Benutzer-Schnittstelle (psychophysische Erforschung kartographischer Wahrnehmungsgrundlagen, IST-SOLL-KANN-Vergleich);
2. Überprüfung bestehender modelltheoretischer Ansätze zum prozessualen Geschehen an der Karte-Benutzer-Schnittstelle;
3. Entwicklung von kartographisch-psychologischen Entscheidungsmodellen an der Karte-Benutzer-Schnittstelle.

Diese Zielvorstellungen sind prinzipiell nicht voneinander trennbar. Zu deren Verwirklichung bedarf es jedoch zumindest ihrer methodischen Unterscheidung und einer systematisch hierarchisierten Vorgangsweise bei den Untersuchungen (konkrete Versuchsdesigns und deren Einbettung in ein generelles Untersuchungskonzept). Von diesen rahmenbildenden allgemeinen Forschungszielen ausgehend, möchte der Autor die generellen grundsätzlichen Untersuchungsziele des kartographisch-perzeptiven Konzeptansatzes folgendermaßen definieren:

Kartenzeichen sollen vom Benutzer problemlos

- wahrgenommen,
- beurteilt und
- in zugeordnete Karteninhalte übergeführt werden können.

Karteninhalte sollen vom Benutzer problemlos

- rekonstruiert,
- beurteilt und
- in übergeordnete Kartenaussagen integriert werden können.

Kartenaussagen sollen vom Benutzer problemlos

- konstruiert,
- erweitert und verknüpft und
- in übergeordnete Entscheidungsprozesse integriert werden können.

Die unvermeidliche Verquickung dieser hierarchisierten Untersuchungsziele läßt sich als Frage inhaltlich etwa so formulieren:

Wie sollen kartographische Darstellungen (Kartenzeichen) gestaltet werden, damit vom Kartenautor und Kartographen intendierte Bedeutungen (Karteneinhalte) möglichst effizient in subjektiv entscheidungsrelevante Erkenntnisse (Kartenaussagen) münden können?

Diese angestrebten SOLL-Forderungen an Kartendarstellungen werden relativiert bezüglich aktuell realisierter IST-Zustände und potentiell realisierbarer KANN-Bedingungen. Darunter versteht man die empirische Erfassung des vom Benutzer - anhand eines kartographischen Untersuchungsmaterials - realisierten Aufgabenzieles, welches im Verhältnis zu dem vom Kartographen angestrebten Aufgabenziel zu bewerten ist. Aus der Sicht des Kartenautors und des Kartographen kann der Benutzer unter Zuhilfenahme einer Karte bestimmte Aufgaben unzureichend, hinreichend oder, die Erwartungen übertreffend, sogar vortrefflich lösen. Dabei werden vom Benutzer tatsächlich realisierte Lösungen als IST-Zustand, vom Kartographen angestrebte Lösungen als SOLL-Zustand und potentielle Lösungskapazitäten des Benutzers als KANN-Zustand bezeichnet.

Bei jedem Untersuchungsziel stehen somit kartographische Darstellungsressourcen den benutzerseitigen Bearbeitungsressourcen während des Kartenlesens gegenüber. Je nach Darstellungsvariante und situativem Erkenntnisbedarf vollzieht der Benutzer bestimmte Bearbeitungsschritte. Sein Ziel ist es, Informationen bzw. Beurteilungskriterien für anstehende Entscheidungsschritte, die möglicherweise in einen übergeordneten Handlungsrahmen eingebettet sind, zu erwerben. Das vordringlichste Interesse gilt gegenwärtig dem kartographischen Produkt mit seinen ihm zugrundeliegenden Darstellungsmitteln und Entwurfs- bzw. Verknüpfungsregeln. Ihre Auswirkungen auf das Wahrnehmungs- und Interpretationsgeschehen beim Benutzer sollen anhand empirisch zugänglicher und praxisrelevanter Kriterien bewertet und anschließend schrittweise in weiterführende Untersuchungsziele integriert werden.

6.2 Das kartographisch-perzeptive Strukturkonzept als Forschungsansatz

Man kann davon ausgehen, daß ein Kartenleseprozeß sich in seinen Gesetzmäßigkeiten grundsätzlich vom kartographischen Entwurfsprozeß zur Kartengestaltung unterscheidet. Damit ist gemeint, daß die sequentielle Abfolge der Transformationsschritte in der kartographischen Entwurfspraxis bei der Überführung des Rohdatenmaterials in ein kartographisch aufbereitetes Informationsangebot, z.B. in Form einer Karte, vom Kartenbenutzer nicht in analoger Weise zurückverfolgt wird. Eine Karte bietet zwar beabsichtigterweise neben anderen Möglichkeiten auch jene eines Erschließens bestimmter Vorstufen kartographisch transformierter Daten, allerdings wird der Zugang zu dieser Informationsebene beim Benutzer anderen Gesetzmäßigkeiten als jenen bei der Kartengenerierung folgen. Trotz unterschiedlicher Ausgangsbasen und Gesetzmäßigkeiten von Kartenentwurfsprozeß und Kartenleseprozeß ist ihnen das Bemühen um eine Verständlichkeit kartographisch aufbereiteter Informationen gemeinsam. Der Kartograph bemüht sich um verständliche Informationsdarstellungen und der Kartenbenutzer in seinem bedarfsgeleiteten Bestreben um richtiges Interpretieren und Verstehen dieses Informationsangebotes.

Ein Kartenleseprozeß wird zwar von den jeweilig angebotenen kartographischen Richtlinien zur Kartenbearbeitung (z.B. Legende) und den implizit gewählten Darstellungsmodalitäten

beeinflußt, ursächlich aber vom Benutzer selbst initiiert und lediglich unter Zuhilfenahme dieser beiden Komponenten, dem eigenen situativen Erkenntnisbedarf mehr oder weniger entsprechend, gesteuert. Je nach Komplexitätsgrad eines Erkenntnisbedarfs sind somit unterschiedlich aufwendige Bearbeitungsschritte vom Benutzer durchzuführen, deren Korrektheit und Effizienz sowohl den benutzerseitig verfügbaren Bearbeitungsressourcen als auch der kriterienentsprechenden Ausführung eines Kartenproduktes unterliegen. So sollen kartographische Darstellungen bestimmte Bedeutungsinhalte im Sinne des Kartenautors und Kartographen transportieren, um den Interpretationsvorgang des Benutzers in bestimmte Bahnen zu lenken. Dieser angestrebte Determinismus wird jedoch, wie schon in vorangegangenen Kapiteln gezeigt, durch Eigengesetzlichkeiten bzw. situativ entstehende Eigendynamiken des Kartenleseprozesses oftmals durchbrochen. Schon auf rein objektorientierter visueller Wahrnehmungsebene können kartographische Darstellungen falsch eingeschätzt werden und in weiterer Folge Fehlinterpretationen von Karteninhalten bzw. inkorrekte Kartenaussagen provozieren. Graphische Darstellungen, die in Rahmenbedingungen eingebettet und präsentiert werden, welche einer praxisnahen Kartenlesesituation entsprechen bzw. ihr in bestimmter Hinsicht gerecht werden, möchte der Verfasser allgemein als **Kartenzeichen** benennen. Unter Rahmenbedingungen sind nicht ausschließlich visuelle Aspekte im Sinne eines Kartenhintergrundes zu verstehen. Schon die vermittelte Vorstellung, graphische Darstellungen als Kartenzeichen aufzufassen bzw. sie als zusammenhängend mit einer kartographischen Funktion aufzufassen und darauf beruhende Aufgabenstellungen vom Benutzer zu fordern, schaffen eine derartige Rahmenbedingung. Dies trifft dann zu, wenn diese Aufgabenstellungen ausreichende Analogien zu Bearbeitungsprozessen bei Aufgabenstellungen während eines realitätsnahen Kartengebrauchs von Kartenbenutzern aufweisen.

Zur genaueren Betrachtung des Begriffs "Kartenzeichen" möchte sich der Verfasser einiger interessanter Querverbindungen zur Semiotik (= Zeichentheorie) bedienen. Die Semiotik versucht einen theoretischen Rahmen für Kommunikationsphänomene zu entwerfen, mit dessen Hilfe sowohl das Entstehen als auch das Verstehen von Zeichen beschrieben und erklärt werden soll. Folgt man der Auffassung von U. ECO (dt. Ausgabe, 1987), so betrachtet die Semiotik grob gesprochen alle kulturellen Phänomene als Kommunikationsprozesse. Diese Kommunikationsprozesse bedienen sich sogenannter Signifikationsssysteme. Im semiotischen Sinn wird jeder Transfer eines Signals von einer Quelle zu einem Empfänger als Kommunikation aufgefaßt. Ist der Empfänger ein Mensch, so bewirkt ein Signal, das mehr als nur Reizqualitäten aufweist, eine Interpretationsreaktion bzw. einen Signifikationsprozeß auf der Basis eines Signifikationsystems. Ein **Signifikationsystem** umfaßt sozial konventionalisierte Möglichkeiten zur Erzeugung von Zeichen-Funktionen, die nun während eines Kommunikationsprozesses laufend in Anspruch genommen werden. Jeder Kommunikationsakt setzt somit ein Signifikationsystem als notwendige Bedingung voraus. Wie lautet nun in diesem Zusammenhang die semiotische Definition von U. ECO für den Begriff "Zeichen"? Er schlägt zunächst in Anlehnung auf Ch. MORRIS (1938) vor "...alles **Zeichen** zu nennen, was aufgrund einer vorher festgelegten sozialen Konvention als etwas aufgefaßt werden kann, *das für etwas anderes steht*" (U. ECO, 1987, S. 38). Das Interpretieren und Verstehen von Zeichen wird erst durch die Existenz von Codes ermöglicht. **Codes** sind die zugrundeliegenden Regeln, nach denen diese Korrelationen hergestellt werden. Ein Code ist somit ein Signifikationsystem. Wenn nun etwas der Wahrnehmung des Empfängers Dargebotenes für etwas anderes steht, so handelt es sich um Signifikation. Dieses Korrelieren eines Elements einer Ausdrucksebene mit einem Element einer Inhaltsebene wird auch als **Zeichenfunktion** benannt.

Die beiden Begriffe "Zeichenfunktion" und "Zeichen" stehen bei U. ECO synonym für eine korrelative Einheit aus Elementen der Inhaltsebene und Ausdrucksebene. Aus dieser Perspektive sind "Zeichen das vorläufige Ergebnis von Codierungsregeln, die transitorische Korrelationen von Elementen festsetzen, wobei jedes dieser Elemente - unter vom Code bestimmten Umständen - auch in andere Korrelationen eintreten und so ein neues Zeichen bilden kann" (U. ECO, 1987, S. 77). Ergänzend übernimmt U. ECO noch eine Zusatzdefinition von Ch. MORRIS (1938), wonach etwas nur deshalb ein Zeichen ist "...weil es von einem Interpretanten als Zeichen für etwas interpretiert wird...". Womit er ausdrücken will, daß die Existenz einer Signifikation, also der durch einen Code etablierten Zeichenfunktion, erst durch die Existenz eines Empfängers gewährleistet wird. Umgekehrt ist jedoch die Existenz eines Senders nicht zwangsläufig die Garantie für eine existente Zeichenfunktion.

Wie entstehen nun Zeichen oder die Regeln eines Codes? Hier vertritt U. ECO die Auffassung, daß ein wahrgenommenes Phänomen durch einen Akt des Schlußfolgerns zu einem Zeichen werden kann. Wobei nicht zwangsläufig jeder Schlußfolgerungsakt ein Zeichen entstehen läßt. Erst wenn eine gesellschaftliche Übereinkunft in einer Gruppe existiert, etwas als Vehikel von etwas anderem anzusehen, also regelgebundene Beziehungen zwischen Elementen festzulegen, dann kann man von Zeichen sprechen. Dieser Sichtweise folgend erstreckt sich der semiotische Zeichenbegriff von der einfachen phänomenologischen Ebene der Naturerscheinungen (z.B. Rauchwolken als Zeichen für Feuer) bis zu komplexen Kommunikationsphänomenen auf höchstem kulturellen Niveau (z.B. Zeichenfunktion der Sprache). Zentrale Bezugsgröße aller semiotischen Erörterungen ist/sind der/die Empfänger von Zeichen und hier insbesondere der/die Mensch/en mit den von ihm/ihnen geschaffenen Signifikationssystemen. Damit wurde zwar noch nicht die prozessuale Ebene der Zeichenerzeugung angesprochen; diese kann aber bei der gegenwärtigen Themenstellung durchaus vernachlässigt werden.

Wesentlich ist die Tatsache, daß sämtliche kartographischen Darstellungen im semiotischen Sinn für "etwas stehen" und sie daher als zeichenhafte Ausdruckselemente angesehen werden können, die bestimmte Inhaltelemente vermitteln sollen. Die regelhafte Verknüpfung dieser beiden Ebenen erfolgt über einen kartographisch festgelegten Code, der jedem Kartenbenutzer (= Empfänger) in Form einer Legende bzw. eines Signatureschlüssels angeboten wird. Solche Codes beinhalten nicht nur kartographisch konventionalisierte Verknüpfungsregeln im Sinne eines speziellen Expertensystems, sondern berücksichtigen fallweise durchaus gebräuchliche soziale Konventionen. So wird beispielsweise eine blaue Farbe allgemein mit Wasser oder Kälte, oder eine rote Farbe mit Wärme in Verbindung gebracht. Das Bestreben derartige Konventionen in den kartographischen Verknüpfungsregeln zu berücksichtigen, ist vor allem bei "sprechenden Signaturen" bzw. "schematischen Bildsignaturen" leicht festzustellen. In diesen Fällen soll für den Kartenbenutzer bereits direkt aus der Signaturenform und ohne Inanspruchnahme der Legendenregeln eine Verknüpfung mit ganz bestimmten Inhaltelementen möglich sein. Solche bildhaften Signaturenformen stützen sich dabei in ihrer Zeichenfunktion auf allgemein anerkannte und gebräuchliche Vorstellungskonventionen bei den Benutzern zu bestimmten Inhaltelementen. Für viele Inhaltelemente bleibt jedoch ein fachspezifischer Code in Form einer Legende aufgrund des hohen Abstraktionsniveaus vieler Inhaltelemente zum Verständnis kartographischer Ausdruckselemente unerlässlich.

Vergleicht man die Zeichenfunktionen kartographischer Darstellungen mit jenen Zeichen, die Gegenstand der Semiotik sind, so besteht letztendlich nur ein Unterschied im Abstraktionsniveau der Codierungsregeln für die Verknüpfung von Ausdrucks- und Inhaltelementen und

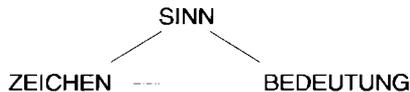
den daraus resultierenden Interpretationen der jeweilig verwendeten Zeichen. Es ist daher in Anbetracht der Funktion kartographischer Darstellungen, bestimmte Inhalte auf graphischer Ebene zu vermitteln bzw. versinnbildlicht zu repräsentieren, durchaus zulässig diese, sowohl im einzelnen als auch in ihrer Gesamtheit mit dem Begriff "Kartenzeichen" zu benennen. Ein weiterer Anlaß für diese Begriffswahl findet sich auch in der ursprünglichen Bedeutung des kartographischen Begriffs Signatur, nämlich Zeichen bzw. Bezeichnung. Sie spricht die Zeichenfunktion kartographischer Darstellungselemente an. Für den Benutzer stellt sich die Zeichenfunktion so dar, daß er bei der Interpretation dieser Zeichen weiß, daß sie etwas symbolisieren bzw. bestimmte kartographisch zugeordnete Bedeutungen stellvertretend darstellen sollen. Außerdem weiß er von der Existenz eines Codes und seiner Verknüpfungsregeln in Form einer Legende bzw. eines Signaturschlüssels, der ihm eine bestimmte Variante der Zeicheninterpretation vorschreibt.

Der Verfasser möchte zusätzlich noch darauf hinweisen, daß die von T. STOCK (1955) vorgeschlagene terminologische Unterscheidung zwischen Signatur und Symbol aus semiotischer Sicht und für den gegenwärtigen Konzeptansatz nicht erforderlich ist. T. STOCK schlägt vor, nur lage-, richtungs-, form- und maßstabsgerechte Objektdarstellungen als Signaturen zu benennen. Entspricht eine Darstellung diesen Forderungen nicht, so ist sie als Symbol einzustufen. Aus semiotischer Sicht hingegen sind Symbole neben Ikonen (Abbildungen) und Indizes (Hinweise) lediglich eine von drei möglichen Zeichenarten, die sich durch eine willkürliche, also keine naturgemäße Verknüpfung mit einem Gegenstand oder Inhalt, auszeichnen. Dieser Auffassung nach weisen eigentlich sämtliche kartographischen Darstellungen und damit Signaturen symbolhaften Charakter auf. Ihrzufolge würde sich die von E. ARNBERGER (1966, S. 222) erwähnte Schwierigkeit bei der Unterscheidung von Signaturen und Symbolen in der kartographischen Praxis eigentlich erübrigen.

Die bisherigen Ausführungen kreisen vorzugsweise um begriffstheoretische Aspekte kartographischer Darstellungen und ihrer Zeichenfunktion. Um der Komplexität eines Kartenleseprozesses gerecht zu werden, muß jedoch die Diskussion auf die spezifische Rolle der mit den Kartenzeichen verknüpften dahinterstehenden Inhaltselemente erweitert werden. In der Kartographie handelt es sich dabei um Variablen mit spezifischen Merkmalsausprägungen, deren Vorkommen in der Realität, sei es als Objekt oder Sachverhalt, möglichst "realitätsgetreu" transformiert, auf eine Zeichenebene übertragen werden soll. Dies geschieht durch die bereits erwähnte regelhafte Verknüpfung von Inhaltselementen mit Ausdruckszeichen. Mit diesem Schritt werden nicht nur graphische Darstellungen zu Kartenzeichen, sondern gleichzeitig Inhaltselemente zum **Karteninhalt** definiert. Abgesehen von der visuellen Wahrnehmung einzelner Kartenzeichen ist das Erschließen eines Karteninhalts zum Verständnis einer Karte von entscheidender Bedeutung. Natürlich können auch Karteninhalte selbst als variabeldefinierte Manifestationen mit Zeichencharakter von objektiven Sachverhalten der phänomenologischen Realität angesehen werden. Diese Transformationsebene begegnet uns jedoch in jeder "Realitäten"darstellenden Präsentationsform, seien es Bilder, Schriften oder Töne wieder. Aus der Sicht eines Konzeptes zur kartographischen Wahrnehmungsforschung muß aber die nach spezifisch kartographischen Erfordernissen graphisch visualisierte Ebene mit ihren direkt dahinterstehenden Vermittlungsabsichten zum immer wiederkehrenden Ausgangspunkt sämtlicher Überlegungen gewählt werden. Sie ist dasjenige Medium bzw. Ausdrucksmittel, das dem Benutzer verfügbar ist und mit dessen Hilfe er dahinterstehende topographische und thematische Inhalte erschließen soll.

Diese inhaltliche Rekonstruktion einer Karte ist die Grundlage, auf der die Benutzer situationsspezifische Bedeutungen von Karteninhalten erkennen und fallweise darüber hinausgehende Erkenntnisse konstruieren können. Karteninhalte stellen somit die kartographisch-syntaktische Basis dar, aus der ein Benutzer seinen Zielvorstellungen entsprechende spezifische **Kartenaussagen** generieren kann. Die kartographisch-syntaktische Basis bildet sich aus den Kausalitäten, Analogien, Gegensätzen, Hierarchien usw. von Elementen eines Karteninhalts. Ihr Erfassen und Verstehen versetzt den Benutzer in die Lage, übergreifende Zusammenhänge zu erkennen, seine Schlüsse daraus zu ziehen und aufgabenrelevante Entscheidungen zu fällen. Das Begriffsfeld des Terminus "Kartenaussage" ist insofern weit gefaßt, als es das gesamte Spektrum von Erkenntnisprozessen über das vorgegebene relationale Bedingungsgefüge von Karteninhalten und der vom Benutzer potentiell daraus ableitbaren Schlußfolgerungen abdecken soll. Der Vollzug rekonstruierender Erkenntnisakte über Karteninhalte und darüber hinausgehender konstruktiv abgeleiteter Kartenaussagen werden durch individuell ausgeprägte Fähigkeiten und Fertigkeiten eines Benutzers (sich einer kartographisch-syntaktischen Struktur zu bedienen) ermöglicht und gleichzeitig begrenzt. Welche latenten und manifesten Erkenntnisse ein Benutzer während eines Kartenleseprozesses vollzieht, ergibt sich aus den wechselseitigen Beeinflussungen von jeweils vorgegebenen und situativ entstehenden Benutzeranforderungen (aktualisierte Aufgabenstellungen), den jeweiligen Ausführungsqualitäten einer Karte (Genauigkeit und Verständlichkeit ihrer Gestaltung) und nicht zuletzt den individuell verfügbaren Bearbeitungskapazitäten des Benutzers (Vorwissen, Erfahrung, Arbeitsstrategien, ...). Auf der Ebene von Kartenaussagen wird daher in diesem Konzeptansatz vor allem den von den Bedürfnissen des Kartenbenutzers geprägten variablen Interpretationsmöglichkeiten kartographischer Informationsangebote und ihren aufgabenspezifischen Bedeutungen besondere Aufmerksamkeit zuteil.

Diese großzügige Anschauungsvariante läßt sich auch auf eine aus philosophischer Sicht übersimplifizierte Triade von G. FREGE (1892) zurückführen:



Die Äquivalenz dieses Diagramms zum gegenständlichen Konzeptansatz ergibt sich aus der Möglichkeit, Begriffszuordnungen vorzunehmen. Reduziert man nämlich den Begriff "Zeichen" auf den aktuellen Terminus "Kartenzeichen", den Begriff "Sinn" auf den jeweiligen "Karteninhalt" und die "Bedürfnisse des Benutzers" und zuletzt den Begriff "Bedeutung" auf die jeweiligen "rekonstruktiven und konstruktiven Erkenntnisse bzw. Kartenaussagen", so werden deren triadischen Beziehungen bei einem Kartenleseprozeß aus der Perspektive dieses Konzeptansatzes offensichtlich. Der durch kartographisch definierte Verknüpfungsregeln und den aktuell vorliegenden Informationsbedarf des Kartenbenutzers festgelegte Sinngehalt von Kartenzeichen verleiht diesen ihre jeweilige Bedeutung bzw. Aussagekraft für die vom Benutzer während des Kartenlesens angestrebten Erkenntnisse zur Bewältigung seiner Aufgabenstellungen. Für den Benutzer sind daher Kartenzeichen nicht a priori mit einem unveränderlichen subjektiven Bedeutungsgehalt versehen. Dieser entsteht je nach situationsspezifischen Informationsbedarfs des Benutzers und kann daher von Fall zu Fall verschieden sein. Indem er den Sinn eines kartographischen Zeichens versteht und ihn für seinen individuellen Bedarf modifiziert festlegt, entscheidet er auch darüber, welche situative Bedeutung diesem Zeichen

für ihn zukommt. Im FREGEschen Dreieck würde dies besagen, daß die Bedeutung eines Zeichens über den Sinn definiert wird und nicht umgekehrt.

Ähnliche begriffliche Beziehungsrelationen können, obwohl sie im Konzeptansatz nur indirekt berücksichtigt werden, nicht nur für den Benutzer, sondern auch auf der Seite des Kartographen hergestellt werden. Aus der Perspektive des Kartographen wird der Sinngehalt der Zeichen durch seine kartographischen Zielsetzungen und die bestehenden Verknüpfungsregeln definiert. Sie beeinflussen seine Wahl der jeweiligen Darstellungsformen in einer Karte und ihrer gegenseitigen Relationen. Der Kartograph weist den Darstellungsformen damit gleichzeitig ihren jeweiligen Bedeutungsgehalt in einem Kartenkontext zu. Bleibt nur zu hoffen, daß der Kartograph die von ihm beabsichtigten Bedeutungen auch mit den von ihm gewählten Darstellungsformen potentiell vermitteln kann.

Den kartographisch-syntaktisch umzusetzenden kartographischen Konstruktionsregeln kommt somit eine begrenzte Steuerungsfunktion für Bedeutungszuweisungen zu - sowohl beim Kartenentwurf des Kartographen als auch beim Kartenlesen des Benutzers. Während diese kartographisch-syntaktischen Konstruktionsregeln jedoch vom Kartographen aus dem von ihm zu bearbeitenden Sachbezug "kausal" abgeleitet und definitiv festgeschrieben werden, gestaltet sich der Umgang mit ihnen beim Benutzer in Abhängigkeit von seinen Intentionen fallweise sehr flexibel. Die Steuerungsfunktion der kartographisch-syntaktischen Konstruktionsregeln ist daher für den Kartenbenutzer lediglich eine bedingte. Dieses Spannungsfeld gilt es empirisch zu erfassen und an **benutzerabhängigen Bezugsgrößen** zu kalibrieren (siehe Abbildungen 5 und 6). Zu diesem Zweck sollen vom Benutzer auf jeder der drei *Strukturebenen* (Kartenzeichen-Karteninhalt-Kartenaussage) praktikierbare Bearbeitungsprozeduren analytisch-induktiv in die Planung von Untersuchungszielen und der Festlegung konkreter Versuchsdesigns miteinfließen.

Zur abschließenden Verdeutlichung dieses vorgeschlagenen Strukturkonzeptes und des Stellenwertes von Augenbewegungen wird nochmals die einleitend erwähnte Analogie des Kartenleseprozesses zum Schriftlesen aufgegriffen:

Besonders intensiv wurde mittels Augenbewegungsstudien versucht eine konstante Verarbeitungseinheit des Leseprozesses zu finden. Aus der Fülle widersprüchlicher Befunde schließen BALLSTAEDT, S.P., MANDL, H., SCHNOTZ, W. und S.O. TERGAN (1981, S. 43) "...daß es eine konstante Einheit wohl nicht gibt." Auch ein geübter Leser wird bei unvertrauten Wörtern Buchstabe für Buchstabe lesen, also analytisch vorgehen müssen. Anzahl, Dauer und Inhalte von Fixationen verändern sich somit in Abhängigkeit von der Lesbarkeit bzw. Verständlichkeit des Textes und der Geübtheit des Lesers.

Wenn man nun die einzelnen Buchstaben des Alphabets mit Kartenzeichen gleichstellt, so ermöglicht das Beherrschen des Alphabets einen Schrifttext zumindest sprachlich wiederzugeben. Verfügt nun der Leser über ein ausreichendes Vokabular, beherrscht er also die Verknüpfungsregeln von Inhalt und Zeichen, so kann er den Textinhalt nun auch auf der Verständnisebene nachvollziehen. Auf dieser Ebene kann er bereits Textaussagen bzw. inhaltliche Zusammenhänge rekonstruieren. Er hat damit die Stufe der Textaussage erreicht, die allerdings noch ein weiteres Potential in sich birgt. Der Leser kann nämlich auch versuchen "zwischen den Zeilen" zu lesen, den Text aus einer bestimmten Perspektive für seine Bedürfnisse zu interpretieren, mehrere Textinhalte zu kombinieren und aus ihnen übergeordnete Erkenntnisqualitäten ableiten, usw. ... Bei derartigen Lesepraktiken stehen somit eigene Bedürfnisse im Vordergrund, die den Umgang mit Textinhalten maßgeblich beeinflussen. Der Umgang mit dem Text und seine kognitive Verarbeitung beim Leser wird nicht mehr allein durch

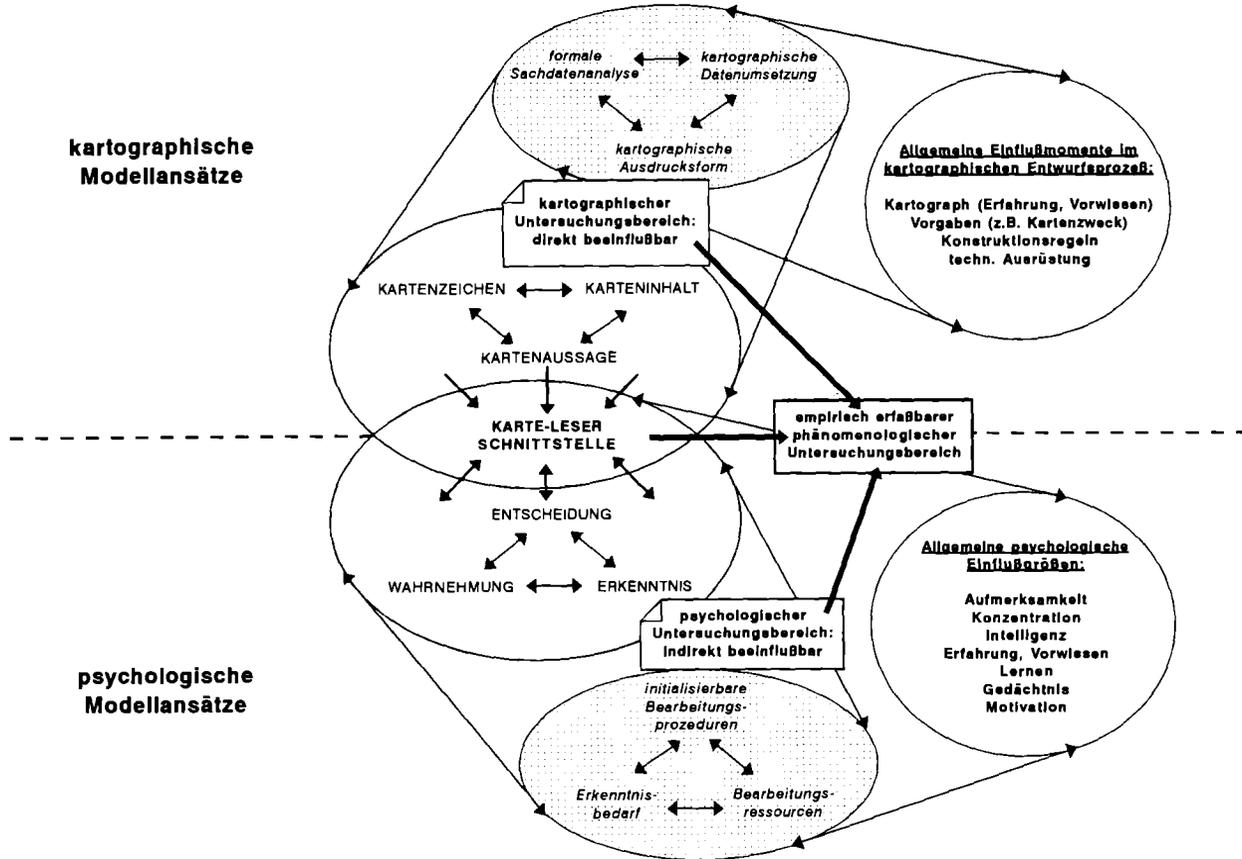


Abbildung 5: Schematisiertes kartographisch-psychologisches Basiskonzept zur "Kartographischen Perzeption"

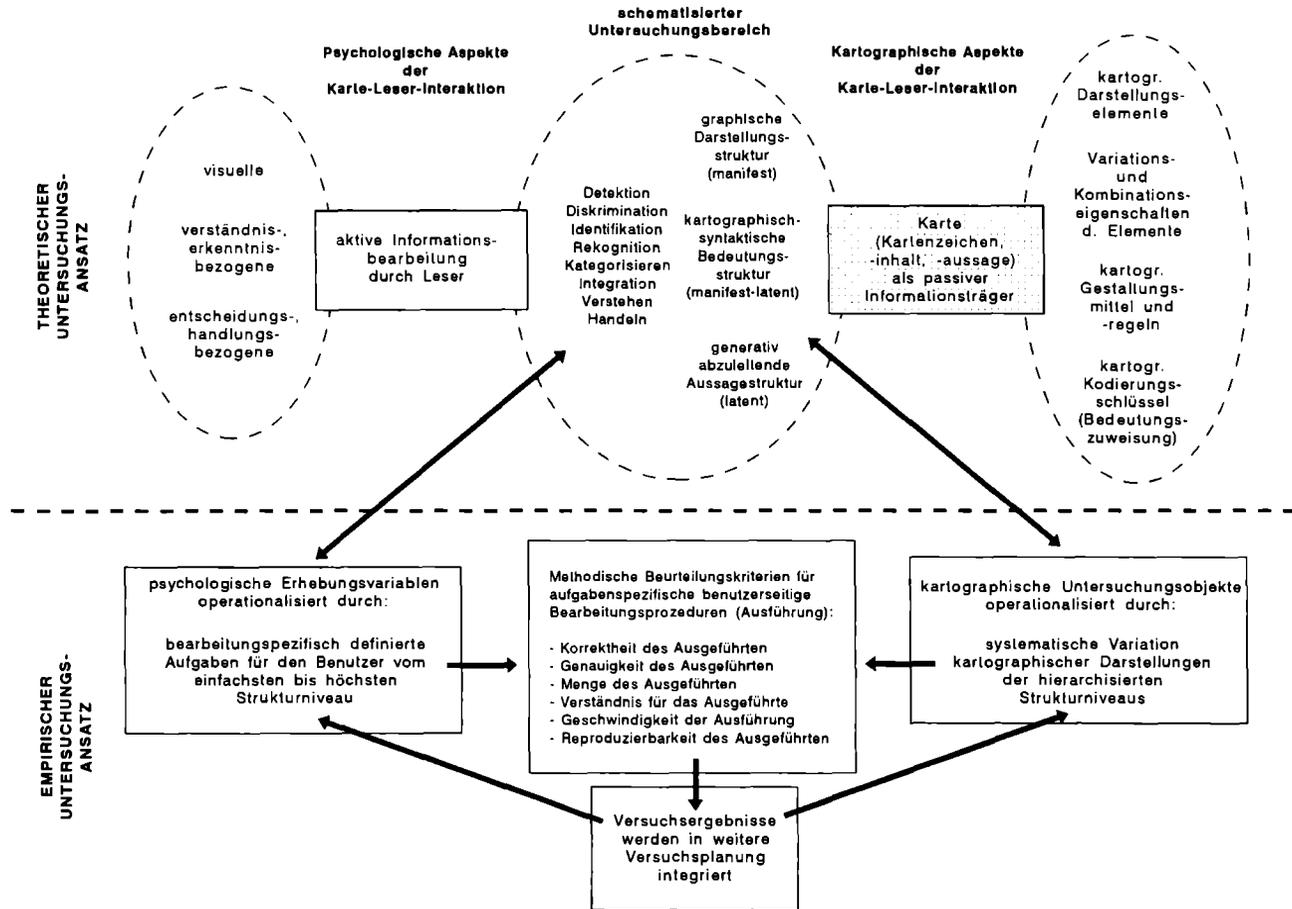


Abbildung 6: Konzeptansatz zum phänomenologischen Untersuchungsbereich

den vom Autor entworfenen Textinhalt beeinflusst, sondern zusätzlich von der subjektiven Leserperspektive mitbestimmt. Die dabei stattfindende visuelle Analyse segmentiert einen Text während des Lesevorganges zwar in Einheiten, die aber an sich so variabel sind, daß sie weder mit Einzelbuchstaben noch mit ganzen Wörtern zusammenfallen.

Den bewußt noch eher allgemein verständlich gehaltenen Konzeptansatz am Institut für Kartographie möchte der Autor im nachfolgenden Kapitel explizit als generellen Untersuchungsansatz ausformulieren, um daraus im nächsten Schritt eine exemplarische Versuchsanordnung mit ihren konkreten Untersuchungszielen abzuleiten.

6.3 Genereller Untersuchungsansatz des Forschungskonzeptes

Zur Bestimmung der gesuchten benutzerabhängigen Bezugsgrößen bilden gegenwärtig in Karten häufig eingesetzte kartographische Darstellungen und die dazugehörigen grundlegenden Gestaltungsvarianten (Größe, Form, Farbe, ...) mit ihren zweckgebundenen praxisnahen Funktionalitäten, für die vom Benutzer auf sie entsprechend abgestimmten Bearbeitungsprozeduren, den Untersuchungsschwerpunkt (siehe Abbildung 7).

Entsprechend der individuellen Bedürfnis- bzw. Motivationslage, also je nachdem welche Informationen der Benutzer für welchen individuellen Zweck in Anspruch nimmt, werden differenzierte Bearbeitungsprozeduren vollzogen. Dabei können bereits geringfügig voneinander abweichende subjektive Aufgabencharakteristika, trotz Inanspruchnahme ein- und derselben Karte, unterschiedliche Ergebnisse hervorrufen. Die variabel ausgeprägte perzeptorische Funktionalität kartographischer Darstellungen ist somit nicht nur spezifischen Gestaltungsfaktoren (z.B. Größe, Form, Farbe, Hintergrund, ...), sondern auch Eigengesetzlichkeiten der an ihnen vollzogenen Bearbeitungsprozeduren (z.B. Suchen, Unterscheiden, Vergleichen, ...) unterworfen. Letztere sind kennzeichnend für die aufgabenspezifisch flexible Adaptabilität unserer Wahrnehmungen und Kognitionen. Sie können sich je nach subjektivem Bedarf und angebotener Information auf ein einzelnes Element (z.B. ein Merkmal eines Kartenzeichens), auf eine Elementgruppe (z.B. mehrere Merkmale eines Kartenzeichens) oder auf alle Kartenzeichen (z.B. gesamte Karte) der angesprochenen Strukturebenen richten.

Um von derartigen Beeinflussungsmomenten bereinigte Bezugsgrößen untersuchen zu können, muß - abgesehen von allgemeinen methodischen Standards - folgenden zusätzlichen Forderungen in den jeweiligen Untersuchungsdesigns- bzw. konkreten Versuchsplanungen entsprochen werden:

- Durch die Versuchsanordnung initiierte bzw. aktivierte Bearbeitungs- und Entscheidungsprozeduren sollten von vornherein festgelegt sein und sich an den Gebrauchspraxen durchschnittlicher Kartenbenutzer orientieren.
- In verschiedenen aufeinanderfolgenden Untersuchungsstadien verwendete kartographische Darstellungen sollten entlang bestimmter Kriterien möglichst miteinander vergleichbar bleiben.
- Versuchsinstruktionen sollten für jeden Benutzer unmißverständlich die geforderten Aufgabenziele (instruierte situative Bedürfnislage) und die dazu erforderlichen instrumentalisierten Bearbeitungsschritte definieren.
- Verwendete Karteninhalte sollten für die Vpn einer Stichprobe einen möglichst identen bzw. vergleichbaren kartographisch-syntaktischen Kontext aufweisen.
- Die Vpn einer Stichprobe sollten möglichst untereinander vergleichbare Bearbeitungsprozeduren in den Versuchen vollziehen müssen.

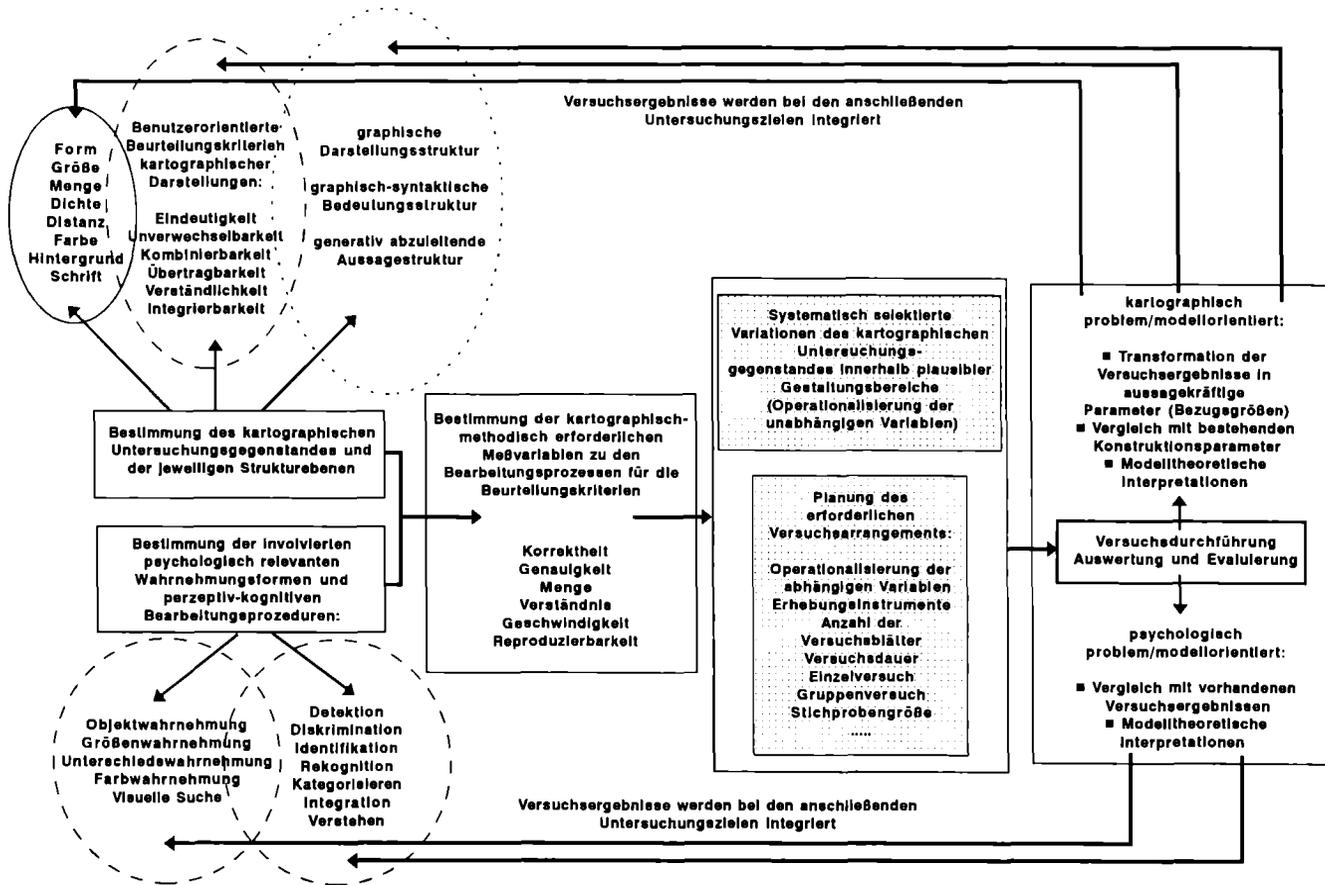


Abbildung 7: Konzeptionelles Untersuchungsdesign zur Versuchsplanung und -umsetzung

Diese methodischen Richtlinien besagen, daß die geforderte Praxisorientierung nicht nur bei den Untersuchungsergebnissen, sondern auch bei den im Kartenlesen involvierten Bearbeitungsprozeduren anzustreben ist. Letztere müssen naturgemäß auf die jeweiligen kartographischen Objekte gerichtet sein. Den gestellten Forderungen kann daher bei der Erhebung grundlegender Bezugsgrößen vorerst nur dadurch entsprochen werden, daß ein potentiell variabler Bedeutungsgehalt einer kartographischen Darstellung (durch variierenden Karteninhalt und situative Bedarfslage einer Vpn) möglichst gering gehalten wird bzw. nur in kontrollierter Form in die Untersuchungsplanung einfließt. Von den Vpn an kartographisch gängigen Darstellungen (unabhängige Variablen) zu vollziehende Arbeits- und Entscheidungsprozesse sind mittels praxisrelevanter Aufgabenstellungen implizit zu initialisieren und als phänomenologisch adäquate Meßvariablen (abhängige Variablen) zu erfassen. Zum Untersuchungsobjekt gewählte kartographische Darstellungen werden beispielsweise systematischer Variation (Versuchskonfigurationen) unterworfen. Diese Variation orientiert sich zunächst an kartographisch plausiblen Richtgrößen. Darüber hinausgehend berücksichtigt sie jedoch auch die Grenzbereiche kartographischer Darstellungen und involvierter Bearbeitungsprozesse eines Benutzers.

Bei der Auswertung von Versuchsergebnissen werden kriterienabhängig definierte Richtwerte berechnet und zu kartographischen Bezugsgrößen transformiert. In gewisser Weise können diese als *perzeptive Parameter* eingestuft werden. Ihre kartographische Aussagekraft bleibt zunächst allerdings noch auf psychophysische Funktionalitäten zwischen Benutzer und systematisierte Variationsformen von Kartenzeichen beschränkt. Zur Überprüfung ihrer tatsächlichen kartographischen Nutzbarkeit werden die gemäß den perzeptiven Parametern konstruierten, graphischen Darstellungen in potentiell aussagehaltige Kartenumgebungen integriert. Wiederum auf praxisnahe Aufgabenstellungen abgestimmte Erhebungsvariablen sollen die Funktionalität dieser Darstellungsvariante im Rahmen kartographisch-syntaktischer Karteninhalte für den Benutzer erfassen und mit der Funktionalität konventioneller Darstellungsvarianten vergleichbar machen.

Diese Untersuchungen über kartographische Kodierungsvarianten (Verknüpfung von perzeptiv günstigen Kartenzeichen mit Bedeutungen) würden zuverlässige, in die kartographische Praxis reichende Hinweise über optimale, ausreichende oder mangelhafte Ausnutzung kartographischer Darstellungs- und benutzerseitiger Bearbeitungsressourcen in realitätsnahen Varianten einer Karte-Leser-Schnittstelle verfügbar machen.

Ein weiterer beabsichtigter Schritt in der präsentierten Chronologie des kartographisch orientierten Untersuchungsansatzes ist unter anderem die Verknüpfung empirisch abgesicherter Erkenntnisse über Entwurfsvarianten eines Karteninhalts mit bestimmten Bearbeitungsstrategien, um die Effizienz von generativ abzuleitenden Kartenaussagen, z.B. hinsichtlich ihrer Eindeutigkeit, zu beurteilen. Durch die Vorgabe praxisgerechter Kartenentwürfe und variabler Aufgabenstellungen könnte etwa die erkenntnisbezogene Verständlichkeit von Karteninhalten und die mit ihre Hilfe variabel generierbaren Kartenaussagen auf komplexer Ebene überprüft werden. Darunter wäre zu verstehen, daß nur ganz bestimmte, vom Benutzer generierte Kartenaussagen zur Lösung bestimmter Aufgabenstellungen führen können.

Eine konkrete Aufgabenstellung wäre beispielsweise anhand der Abbildung 3 (S. 17) festzustellen, welches Geschlecht im Jahre 1990 den größeren Bevölkerungsanteil in den einzelnen Bundesländern stellte. Um diese Frage zu beantworten, muß ein Betrachter zunächst die jeweilige Bevölkerungssignatur eines Bundeslandes selektieren und für das jeweilige Bundes-

land das Verhältnis der komplementären Kreissektoren der männlichen und weiblichen Bevölkerung einschätzen. Diese Aufgabenstellung läßt sich noch etwas komplizieren, indem z.B. festgestellt werden soll, in welchen Bundesländern die Bevölkerungszahl gleich geblieben, zugenommen oder abgenommen hat. Zur Beantwortung dieser Frage muß der Betrachter diesmal für jedes Bundesland das jeweilige Größenverhältnis der Kreissignaturen für Sterbefälle und Geburten einschätzen. Eine weitere Steigerung der Aufgabenschwierigkeit erfolgt, wenn der Betrachter zusätzlich feststellen soll, ob 1990 die österreichische Bevölkerung insgesamt gleichgeblieben, zugenommen oder abgenommen hat. Hierzu muß er sich auch der Signaturenmaßstäbe bedienen, um die Größenordnungen der Signaturenunterschiede in den einzelnen Bundesländern genauer einschätzen zu können. Diese Größenunterschiede der einzelnen Bundesländer müßte er dann wiederum miteinander vergleichen, um sämtliche Differenzen zwischen Sterbefällen und Geburten gegenseitig aufrechnen zu können. Er zieht sozusagen eine positive, negative oder ausgeglichene Bevölkerungsbilanz über alle neun Bundesländer. Die Variation der Aufgabenstellungen ließe sich nahezu beliebig fortsetzen, allerdings wird bereits jetzt klar, daß der Betrachter trotz unverändertem Informationsangebot entsprechend den unterschiedlichen Aufgabenstellungen sehr differenzierte Folgen von Bearbeitungsprozeduren aktiviert. Es gilt nun zu überprüfen, in welchem Ausmaß bestimmte kartographische Darstellungsvarianten die Genauigkeit, Korrektheit, usw. bestimmter grundlegender Bearbeitungsprozeduren zur Bewältigung einer kartographisch-inhaltlichen Aufgabenstellung fördern oder verschlechtern.

Den bisherigen Ausführungen entsprechend müssen daher im ersten Schritt zur Erfassung und Bestimmung grundlegender Bezugsgrößen (= perzeptive Parameter) zunächst vorwiegend Methoden der Psychophysik zur Anwendung kommen. Sie werden in erster Linie grundlagenorientierte empirische Richtwerte zu einzelnen Wahrnehmungsleistungen bei graphischen Darstellungen liefern und gleichzeitig die Grenzbereiche benutzerseitiger Verarbeitungskapazitäten für eine kartographische Datenvisualisierung ausloten. Ausgehend von der Tatsache, daß eine Informationsgenerierung aus dem Informationsangebot eines Informationsträgers (hier: Karte) durch einen Benutzer anhand bestimmter Objektmerkmale (Farben, Formen, Größen, ...) an sich und deren Verhältnisse bzw. Relationen zueinander stattfindet, muß sich der Untersuchungsschwerpunkt im Anfangsstadium zunächst auf die grundlegenden psychophysischen Funktionalitäten des Vergleichens, Unterscheidens, Zuordnens und Gewichtens kartographischer Darstellungselemente durch den Benutzer konzentrieren. Die Erkenntnisse aus diesen psychophysischen Versuchsreihen werden im weiteren Projektverlauf die integrative Ausgangsbasis eines Untersuchungsansatzes für übergeordnete, kontextabhängige Wahrnehmungsprozesse während des Kartenlesens bzw. -interpretierens bilden.

6.4 Exemplarischer Versuchsaufbau zur Untersuchung der Größenunterschiedswahrnehmung (Größendiskrimination) der Kartenbenutzer bei geometrischen Signaturenflächen

Für die Einstiegsphase der kartographisch-perzeptiven Untersuchungsreihe wurde die **Diskriminierbarkeit von Größenunterschieden bei gängigen vollflächigen geometrischen Signaturen** als vorläufiger Untersuchungsschwerpunkt gewählt. Kartenzeichen mit flächenmäßiger Größenabstufung sind ein wesentliches Element von Mengendarstellungen in thematischen Karten (statistische Zahlen, wie z.B. Einwohnerzahlen, Produktionsmengen, u.ä.), wobei die Lokalisierung dieser Daten in der Karte gleichzeitig lagemäßige Bezugsrelationen anbietet.

Bevor der Verfasser allerdings auf diesen Untersuchungsgegenstand näher eingeht, möchte er sich zunächst mit einer grundsätzlichen Frage kurz befassen.

Es liegt nahe zu fragen, warum ausgerechnet die Diskrimination von Signaturengrößen zum Untersuchungsschwerpunkt gewählt wurde. Signaturengrößen könnten doch auch mit einem technischen Hilfsmittel, wie Meßzirkel oder -leiste, vom Benutzer ziemlich genau gemessen und beurteilt werden. Wozu also die Diskriminierbarkeit von Größenunterschieden untersuchen? Die drei Begründungen für den gewählten Untersuchungsschwerpunkt sind:

1. Diese Untersuchungsreihe bemüht sich um Ergebnisse von durchschnittlichen Kartenbenutzern bei herkömmlichen Formen einer Beanspruchung konventioneller Karten. In diesen Fällen findet eine Inanspruchnahme diverser technischer Hilfsmittel während des Kartenlesens mangels ihrer Verfügbarkeit eher selten bis gar nicht statt.
2. Augenscheinliche Objektbeurteilungen des Benutzers sollen zumindest über einige Anteile der insgesamt angebotenen Karteninformationen für seinen Bedarf hinreichend korrekt und genau ausfallen.
3. Das Abmessen einzelner Signaturengrößen erfordert erheblich mehr Zeit als wenn deren Größenunterschiede bereits augenscheinlich beurteilt und gewichtet werden können. Da beispielsweise in Abbildung 3 (S. 17) bei der Bestimmung der einzelnen Signaturengrößen noch keine Diskriminationsschwellenwerte berücksichtigt wurden, wird man mit einigen von ihnen bei augenscheinlichen Größenvergleichen bereits gewisse Schwierigkeiten haben die Größenverhältnisse korrekt zu beurteilen.

Außerdem sollte man bedenken, daß Größendiskriminationen relativ einfache Bearbeitungsprozesse im Verhältnis zum Gesamtkomplex eines Kartenleseprozesses darstellen. Eine verbesserte Diskriminierbarkeit von Größensignaturen stellt beim Benutzer zumindest eine verbesserte Ausgangsbasis für weiterführende komplexere Bearbeitungsprozesse bereit. Zudem kann diese grundsätzliche Effizienzsteigerung kartographisch betrachtet mit relativ bescheidenen Mitteln verwirklicht werden. Es liegt daher durchaus im Interesse des kartographisch-perzeptiven Konzeptansatzes, sich zunächst der Größendiskrimination als einen Teilbereich der Grundlagenforschung zur Kartenwahrnehmung anzunehmen. Die übrigen Problembereiche zur Signaturengestaltung, wie die Bestimmung eines kartengerechten Signaturenmaßstabs, die Wahl adäquater Minimal- und Maximalgrößen von Signaturen, die Frage nach günstigen Varianten von Merkmalskombinationen bei Signaturen, usw. bleiben vorläufig ausgeklammert.

Bei Aufrechterhaltung eines nach konventionellen mathematischen Berechnungsgrundlagen hergestellten streng proportionalen Verhältnisses zwischen Wertebereich der Daten und Signaturenflächen gibt es die Möglichkeit kontinuierliche (gleitende) oder gestufte Signaturenmaßstäbe einzusetzen (siehe Abbildung 8). Eine entsprechend zu den auftretenden Werten und dem Kartenmaßstab gewählte Größenabstufung (Flächeninhalt) geometrischer Signaturen soll dem Benutzer die Zuordnung eines Einzelwertes oder einer Wertgruppe zu der jeweiligen Signaturengröße ermöglichen.

Korrekte Zuordnungen setzen jedoch für den Benutzer eindeutig wahrnehmbare Größenunterschiede zwischen den Signaturen voraus. Wie groß die Größenunterschiede von Signaturengrößen mindestens gesetzt werden müssen, um für den "durchschnittlichen"

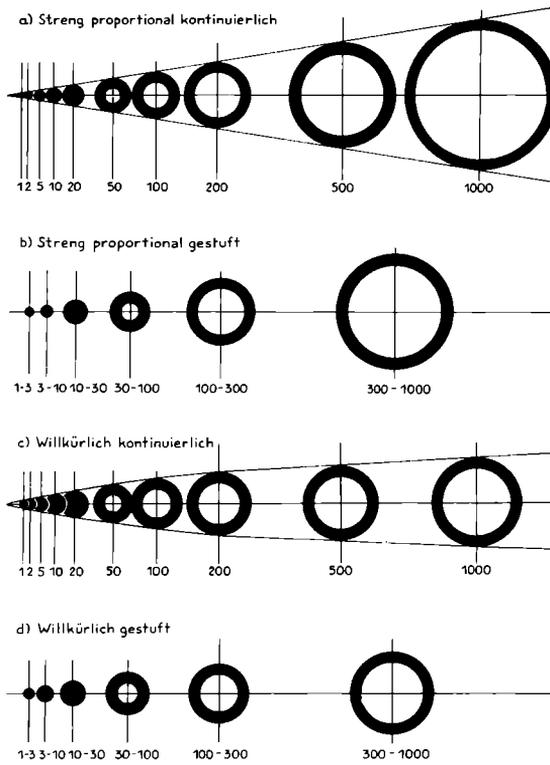


Abbildung 8: Beispiele von Signaturenmaßstäben (aus: ARNBERGER, E.: Handbuch der thematischen Kartographie. 1966, S. 300)

Kartenbenutzer eindeutig wahrnehmbar und damit korrekt beurteilbar zu bleiben, wurde bis jetzt nicht empirisch abgesichert. In der Literatur finden sich nur vereinzelt Arbeiten, die sich direkt mit diesem Untersuchungsthema befassen. J. CHLUPAC (1982) versuchte mittels Paarvergleichen die Diskriminationsschwellenwerte für verschiedene geometrische Grundformen zu bestimmen. Das paarweise Vergleichen zweier Signaturengrößen stellt jedoch nur einen Teilbereich von Diskriminationsprozessen bei Größenvergleichen des Kartenbenutzer in der Kartenlesepraxis dar. Seine Ergebnisse können daher höchstens als Orientierungshilfe für die Versuchsplanung angesehen werden. In der Arbeit von H.J. MEIHÖFER (1969) wurde die Diskriminierbarkeit verschiedener Kreissignaturengrößen eines gleitenden Signaturenmaßstabs (zur Einzelwertdarstellung) einem gestuften Signaturenmaßstabs (zur Gruppenwertdarstellung) gegenübergestellt. Letzterer erwies sich bei ihm als günstigere, sprich leichter diskriminierbare Abstufungsvariante zur größenmäßigen Darstellung von Wertreihen. Allerdings berechnete er keine Diskriminationswerte zu den vorgegebenen Differenzen zwischen den Kreisgrößen. Seine Versuchsordnung forderte von den Vpn lediglich eine zahlenmäßige Rangreihung mehrerer gleichzeitig dargebotener Kreisgrößen und berücksichtigte somit die Möglichkeit multipler Größenvergleiche zur Größenbeurteilung.

Aus anderen, bereits zitierten Arbeiten wird ersichtlich, daß Einflußfaktoren, wie z.B. das generelle Größenniveau der Bandbreite von Signaturenabstufungen, der jeweilige Wertbezug zwischen Signaturenfläche und darzustellendem Objektwert, die Beziehungen zwischen Kartensignaturen und Legendensignaturen, der Kartenhintergrund von Signaturen, äußere Rahmenbedingungen (Beleuchtung und Lesedistanz), usw. eine maßgebliche Rolle bei der Wahrnehmung von Größenunterschieden spielen. Mindestens ebenso wichtig sind eindeutig benutzerabhängige Variablen:

- Farbtüchtigkeit,
- Diskriminationsfähigkeiten bzw. allgemeine Unterscheidungsfähigkeit (z.B. Über-, Unterschätzen von Signaturengrößen),
- unterschiedlicher Bedeutungsgehalt einer Karte durch situative Zielvorstellungen des Benutzers,
- kognitive Fähigkeiten (Gedächtnisleistung, Urteilsvermögen, Konzentrationsvermögen, Belastbarkeit, u.ä.),
- Motivationslage.

Die Diskriminierbarkeit verschiedener Flächengrößen im Sinne einer gesteigerten Lesbarkeit wird somit nicht allein durch deren Größenunterschied bestimmt, sondern unterliegt - wie auch in vielen anderen Fällen - situativ vorherrschenden Bedingungen, deren Variabilität dementsprechend vielfältige Beeinflussungsmomente der Größenakzentuierung bedingt.

Um die angestrebten grundlegenden Ausgangsparameter der Größenunterschiedswahrnehmung bei geometrischen Signaturen möglichst ohne die unüberschaubare Vielzahl intervenierender Einflußfaktoren zu erfassen, werden nur einige möglichst kontrolliert in der Versuchsplanung (Abbildung 9) berücksichtigt. Weiters sollen die Ergebnisse einen gewissen Repräsentativitätsgrad für die Altersgruppe von ca. 18–40 Jahren bei durchschnittlichen Kartenbenutzer aufweisen, um eine breite Ausgangsbasis für weiterführende Untersuchungsvorhaben zu schaffen. Auf das Wesentlichste konzentriert, dient die erste Untersuchungsphase vor allem zur:

1. repräsentativen Bestimmung relativer und absoluter Größenunterschiedsschwellen (Diskriminationsschwellenwerte) bei gängigen vollflächigen geometrischen Signaturen (Dreieck, Kreis, Quadrat) unter kontrollierter Berücksichtigung der Einflußfaktoren Größenkategorie der Signaturen, Anordnungsdichte der Signaturen und Position der Bezugsgröße (= Legendensignatur);
2. repräsentativen Bestimmung der Diskriminationsfähigkeit von Kartenbenutzern bei systematischer Abstufung des Größenunterschiedes, d.h. wie groß muß ein Größenunterschied gesetzt werden, um z.B. eindeutige und sichere Diskrimination beim Kartenbenutzer voraussetzen zu können (d.h. genügend hohe Prozentanteile korrekter Diskriminationsurteile);
3. Erfassung der Beeinflussung der Diskriminationsfähigkeit (von Größenunterschieden) durch interindividuell unterschiedlich ausgeprägte Sehschärfeleistungen bei einer Lesedistanz von ca. 30 cm (= Nahvisusbereich).

Der Forderung nach praxisnahen Versuchsaufgaben wurde versucht zu entsprechen, indem die Vpn mehrere verschiedene Signaturengrößen in ihrem Größenverhältnis zu einer Legendensignatur (Standardgröße) beurteilen mußten. Um eventuell vorhandene unterschiedliche Bedeutungsebenen von Größenschätzurteilen für die Vpn zu vermeiden (dies wäre z.B.

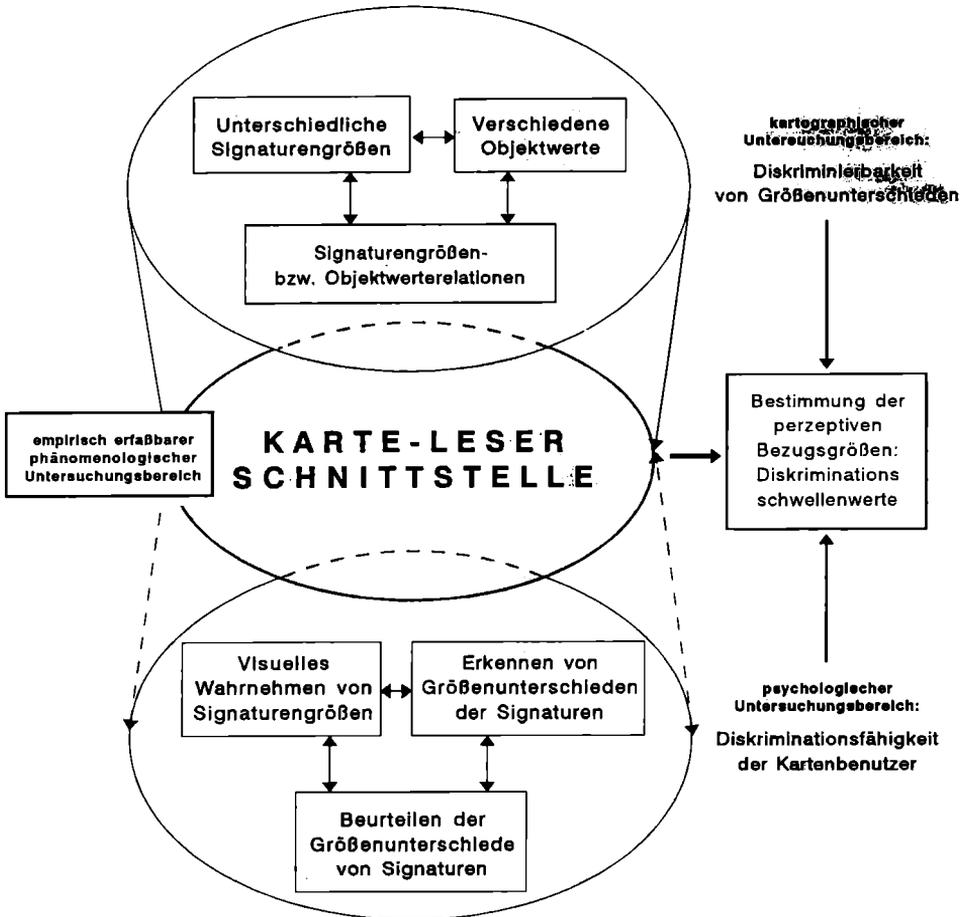


Abbildung 9: Allgemeines Versuchsdesign zur Bestimmung der Diskriminationsschwellenwerte

bei einer Angabe von Verhältniszahlen über eine Größenrelation möglich), wurden nur "größer - gleich groß - kleiner" - Urteile gefordert. Begleitend zu den eigentlichen Testblättern wurden bei jeder Vp zusätzliche versuchsspezifische Fragestellungen untersucht:

- 1) subjektive Sicherheit über die Korrektheit von Größenbeurteilungen;
- 2) subjektive Beurteilung der Bearbeitungsschwierigkeit eines Testblattes;
- 3) Erhebungen über Vorwissen, versuchsbedingte Befindlichkeitsveränderungen, motivationsabhängige Leistungsaspekte, Übungs-, Ermüdungseffekte der Vpn.

Die entsprechend darauf abgestimmte Versuchsanordnung wurde in einer Vorversuchsphase zunächst an zwei Stichproben (Gruppenversuch mit 25 Vpn und audiovisuell aufgezeichnete Einzelversuche mit 44 Vpn) mit einer selektiven Auswahl von 27 der insgesamt 81 Testblätter (= systematische Variation unterschiedlicher Anordnungs-konfigurationen der Signaturen) erprobt. Dabei gewonnene Erkenntnisse wurden in der Hauptversuchsphase mit insgesamt 162 Vpn berücksichtigt. Im Juni 1993 konnte die Testphase abgeschlossen werden. Die Auswertungsphase der Versuchsdaten umfaßt drei Schwerpunkte:

- Bestimmung von Schwellenwerten der Größendiskrimination (Grenzbereiche korrekter Größenunterscheidungen);
- Bestimmung einer repräsentativen Diskriminationsskala. Sie soll Auskunft geben, mit welcher Sicherheit bestimmte Größenabstufungen vom durchschnittlichen Kartenbenutzer (sehr zuverlässig bis sehr unzuverlässig diskriminierbare Größenunterschiede) zu erwarten sind.
- Ergebnisse zu den in den Versuchen begleitend erhobenen Versuchsvariablen (Fragebögen) und den kontrollierten Versuchsbedingungen (Übungseffekte, Ermüdungseffekte, ...).

Es würde allerdings den gegebenen Rahmen überschreiten, an dieser Stelle den konkreten Testaufbau, die Testdurchführung und einzelne Testergebnisse ausführlicher abzuhandeln. Der Autor möchte daher in diesem Zusammenhang auf zukünftige Untersuchungsberichte zu dieser Versuchsreihe verweisen. Abbildung 9 veranschaulicht daher lediglich das der Untersuchung von Diskriminationsschwellenwerten zugrundegelegte konzeptbezogene Versuchsdesign.

6.5 Weiterführende Untersuchungsziele in der Versuchsreihe zur Größendiskrimination

Die von Störeinflüssen weitestgehend bereinigten und statistisch abgesicherten Diskriminationswerte sollen das Grundgerüst zur weiteren Bearbeitung der Signaturenproblematik bieten. In Abhängigkeit von diesen Ergebnissen bieten sich gleich mehrere weiterführende kurz- bis mittelfristige Untersuchungsziele an:

- Durchführung einer Evaluationsstudie zur Überprüfung der berechneten Diskriminationsschwellenwerte bei praxisnahen kartographischen Umfeldbedingungen unter besonderer Berücksichtigung bestimmter Faktorenkonfigurationen (z.B. unterschiedliche Komplexität des Kartenhintergrundes, unterschiedliche Signaturenordnungen und Legendenpositionen, Anzahl der Legendensignaturen, Größe des Kartenausschnittes, ...).

Zu diesem Zweck würden als Versuchsmaterial den Diskriminationswerten entsprechend abgestufte Signaturengrößen in ein kartenähnliches Umfeld eingebettet werden. Als zusätzliche Vergleichsbedingung könnte man nach einer konventionellen kartographischen Methodenvariante abgestufte Signaturengrößen testen. Die Ergebnisse dieser Versuchsreihe würden somit einerseits zur Überprüfung der Ergebnisse aus den Diskriminationsversuchen und andererseits zum bewertenden Vergleichen der perzeptiv angepaßten Diskriminationsschwellen von Signaturengrößen als Konstruktionsparameter mit einer kartographisch konventionellen Vorgangsweise bei Größenabstufungen dienen. Sollten die Versuchsergebnisse die Diskriminationsschwellen als zuverlässige Parameter ausweisen, also die Diskriminierbarkeit von Größenunterschieden in den Versuchsergebnissen der Vergleichsstudie erwartungsgemäß eintreten, so könnten im nächsten Schritt

- Beeinflussungen der Diskriminationsleistungen durch Farbeneinsatz (z.B. Signaturenfarben oder Hintergrundfarben),

- Vergleiche zwischen schwellenwertorientierter und kartographisch konventioneller Größenabstufung von Signaturen und deren Zuordnung zu unterschiedlich wertskalierten Legendensignaturen oder
- ähnliche Fragestellungen zu anderen vollflächigen geometrischen Signaturen (Linien, Flächen, Piktogramme,...) untersucht werden.

Die generelle Zielvorstellung ist, gängige kartographische Konstruktionsregeln der Signaturengestaltung zu evaluieren, Konfliktpotentiale aufzuzeigen und natürlich, falls möglich, praxisrelevante kartographische Korrekturmöglichkeiten zu erarbeiten.

An diese exemplarisch vorgestellte Versuchsreihe könnten eingehendere Analysen interpretatorischer bzw. kognitiver Prozesse bei kartographischen Diskriminationsaufgaben mit bestimmten Bedeutungsinhalten anknüpfen. Dabei kämen Kartenkonfigurationen, deren kartographische Umsetzung anhand der experimentellen Ergebnisse unserer ersten Versuchsreihe erfolgt, zum Einsatz. Bei einer derartigen Versuchsreihe wären wiederum auf die Praxis eines Kartenleseprozesses abgestimmte Aufgabenziele vorzugeben. Im Unterschied zur aktuellen Versuchsreihe würde dabei beabsichtigt, die einzelnen Bearbeitungsschritte und Erkenntnisschritte eines Benutzers durch entsprechende Instruktionen erfaßbar und analytisch zugänglich zu machen.

6.6 Utilitaristische und allgemeine wissenschaftliche Aspekte des Konzeptes und seiner Untersuchungsergebnisse

Abgesehen von rein kartographischen Aspekten bietet das Modell- und Untersuchungskonzept auch Optionen für eine Einbindung von Untersuchungsergebnissen in modelltheoretische Ansätze wissenschaftlicher Nachbardisziplinen. Hierbei können psychologische Beschreibungs- bzw. Erklärungstheorien den Rahmenbezug bilden (Gedächtnistheorie, Kognitionstheorie, Signalentdeckungstheorie, Intelligenztheorie, Lerntheorie, usw.; siehe Abbildung 5, S. 54), wodurch direkte Querverbindungen zu diesen thematisch benachbarten Forschungsbereichen herstellbar sind. Fragestellungen z.B. aus der Wahrnehmungsforschung, Psychophysik, Lern- oder Leseforschung sind - wie bereits in einigen Einzelstudien geschehen - weitgehend problemlos auf kartographische Untersuchungsobjekte übertragbar. Die in der Einleitung erwähnte Instrumentalisierung von kartographischen Darstellungen verspricht auch für diese Forschungsbereiche bereichernde wissenschaftliche Erkenntnisse. Von besonderem Interesse sind hierbei lerndidaktische Fragestellungen bezüglich geeigneter Lehrmethoden für den Erwerb der Fähigkeit des Kartenlesens, auf den Benutzer abgestimmte Bearbeitungsstrategien für einen zielführenden Kartengebrauch, die Ursachen für häufig auftretende Fehler und Verständnisprobleme im Kartenleseprozeß.

Ein spezielles Ansinnen in diesem Zusammenhang ist die indikatorische Überprüfung schulischer Teilleistungsschwächen mit Hilfe von Karten zu erproben. Als interessante und durchaus innovative Beispiele dazu seien die Arbeiten von THORNDYKE, P.W. und C. STASZ (1980) und E. ARNBERGER (1982) genannt. Das erstgenannte Autorenpaar bemühte sich zunächst um eine experimentelle Analyse von Bearbeitungsstrategien während des Kartenleseprozesses. In einem zweiten Experiment versuchten sie dann verschiedene Lernstrategien auf ihre Effizienz für "gute" und "schlechte" Lernpersonen zu untersuchen. Eine etwas andere Zielsetzung verfolgte E. ARNBERGER mit seiner umfangreichen Untersuchung über die

Korrektheit geographischer Lage- und Entfernungsvorstellungen bei Maturanten. Ihre Ergebnisse veranlaßten ihn, bei den Vpn stark verzerrte erdräumliche Entfernungsvorstellungen zu vermuten. Angesichts der von ihm verwendeten Testfragen wagt der Verfasser allerdings zu behaupten, daß die untersuchte Realitätsnähe der Entfernungsvorstellungen der Vpn in diesem Fall sehr stark von ihrem geographischen Wissensstand abhing. Seine Testfragen gleichen nämlich eher einem Test zur schulischen Wissenskontrolle und weniger einem psychologischen Erhebungsinstrument zur Beurteilung der Vorstellungsfähigkeit von erdräumlichen Entfernungen bei Schülern. Die zu testen beabsichtigten Entfernungsvorstellungen waren eigentlich im wesentlichen Gedächtnisleistungen bzw. Ergebnisse des Rateverhaltens der Schüler.

Dessen ungeachtet ist das Untersuchungsanliegen bei E. ARNBERGER sehr interessant und bietet eine mittel- bis langfristige Zukunftsperspektive der kartographischen Perzeptionsforschung. Denkt man nämlich seinen Untersuchungsansatz konsequent weiter, so gelangt man schlußendlich zu den sogenannten "mental maps". Darunter sind von kognitiven bzw. subjektiven Vorstellungen geleitete räumliche Beziehungsrelationen von Objekten zu verstehen. So versuchte schon J.W. WATSON (1955) anstelle einer Darstellung absoluter geometrischer Raummaße die Transportkosten in der kartographischen Darstellung räumlicher Distanzverhältnisse zu berücksichtigen. Im Gegensatz zu einer Absolutraumdarstellung bemühte er sich also um eine kartographische Umsetzung von nach subjektiven Vorstellungen relativierten Distanzverhältnissen (= Relativraum). Ähnliches wird mit dem Versuch Wohnstandortspräferenzen und Standortcharakteristika von Karlsruhe durch mental mapping zu analysieren von D. HÖLLHUBER (1975) unternommen.

Untersuchungen, die sich mit den Vorstellungen über erdräumliche Weltbilder bzw. die Ausdehnungs- und Verteilungsverhältnisse der Kontinente und ihrer Länder bei Schülern, Studierenden und Lehrenden befassen, werden in einem Beitrag von H. HAUBRICH (1990) abgehandelt. Sie befassen sich mit der Beeinflussung der Genauigkeit und Korrektheit dieser Vorstellungen durch Atlasgebrauch, Reisen, Print- und Bildmedien. Einige grundsätzliche Erkenntnisse dieser Studien sind:

- mental maps der jüngeren Schüler unterliegen starken Beeinflussungen durch Massenmedien,
- es gibt große Defizite in topographischen Kenntnissen,
- weibliche Vpn erzielen schlechtere Ergebnisse und
- geographische Kenntnisse führen zu besseren Ergebnissen.
- Didaktisch wird gefordert, daß geographische Kenntnisse in einem räumlichen Bezugssystem zu präsentieren sind, um sie korrekt im Gedächtnis zu behalten.

Entlang welcher Kriterien sich unsere räumliche Vorstellungsfähigkeit entwickelt und welche kartographischen Ausdrucksformen ihr am nächsten kommen, kann aber gegenwärtig noch nicht einmal modellhaft annähernd adäquat beschrieben, geschweige denn erklärt werden. Hier tappt man, abgesehen von bescheidenen Teilerkenntnissen aus der Wahrnehmungspsychologie, eigentlich noch im dunkeln.

Befassen wir uns daher abschließend wieder mit umso naheliegenderen Forderungen, mit denen das kartographische Perzeptionskonzept gegenwärtig konfrontiert wird. Aufgrund der oftmals eingeforderten Nutzenanwendungen von Untersuchungsergebnissen bzw. von daraus abgeleiteten Erkenntnissen will der Verfasser noch einen kurzen Ausblick nicht nur bezüglich

ihrer kartographischen, sondern darüber hinausgehend auch ihrer interdisziplinären Umsetzungsmöglichkeiten geben:

- Empirisch abgesicherte, allgemeinen perzeptiven Voraussetzungen von Kartenbenutzern entsprechende kartographische Konstruktionsparameter (Normen, Regeln) sollen direkt in den konventionellen und EDV-gestützten Kartenentwurfsprozeß miteinbezogen werden.
- Neben kartographischen, technischen und wirtschaftlichen Evaluationsmöglichkeiten zur Beurteilung eines Kartenproduktes stehen damit auch Überprüfungs-kriterien aus der Perspektive des Kartenbenutzers zur Verfügung.
- Mittels mathematischer Funktionen beschreibbare Konstruktionsparameter sind auch als programmierbarer Bestandteil in der digitalen Kartenoriginalherstellung einsetzbar.
- Manche empirisch abgesicherten Kenntnisse und Praktiken anforderungsgerechter kartographischer Visualisierung von Informationen werden fallweise auch auf Gestaltungskonzepte anderer Formen der Informationsdarstellung (z.B. Beschilderungen, Piktogramme, Diagramm-, Organigrammgestaltungen, ...) übertragbar sein und dort entwurfsbezogene Hilfestellungen anbieten.
- Erkenntnisse über Entscheidungsprozesse während einer Kartenwahrnehmung und -interpretation innerhalb eines vorgegebenen Handlungsrahmens könnten auf ähnlich gelagerte Prozesse bei der Benutzung öffentlicher Orientierungssysteme (z.B. Verkehrsleiteinrichtungen) rückschließen lassen und ebenfalls Hinweise zu deren anforderungsgerechten Gestaltung liefern.

7 ZUSAMMENFASSUNG

Ausgehend von einer argumentativen Erörterung bisheriger Untersuchungsmethoden und an ihnen geübten Kritikpunkten aus kartographischer Perspektive, bemüht sich der Verfasser um einen integrativen Konzeptansatz zur wissenschaftlichen Untersuchung kartographisch-perzeptiver Fehlerquellen in benutzerseitigen Informationsaufnahme Prozessen an der Karte-Leser-Schnittstelle. Er strebt dabei zunächst vorwiegend grundlagenorientierte Versuchsergebnisse über die Karte-Leser-Schnittstelle an, die letztendlich vor allem für die konkrete kartographische Praxis verwertbar sein sollen. Der geforderten Praxisnähe der Versuchsergebnisse soll durch Versuchsanordnungen und -instruktionen entsprochen werden, die sich an konventionellen Gebrauchspraxen im Zuge einer Kartenbenutzung orientieren. Dementsprechend wird der "durchschnittliche Kartenbenutzer mit seinen Fähigkeiten und Fertigkeiten" als Zielgruppe der Untersuchungen gewählt.

Die Diskussion über die Meßmethoden in verschiedenen Untersuchungen und die jeweiligen kartographischen Aufgabenstellungen für die Vpn in den Versuchsanordnungen soll deren zentrale Bedeutsamkeit für die daraus resultierenden Beeinflussungen von Versuchsergebnissen hervorgehoben werden. Der benutzerorientierte Konzeptentwurf fordert daher eine interaktive Abstimmung der Untersuchungsmethoden und Versuchsaufgaben auf den zu untersuchenden Forschungsbereich. Daraus folgt, daß sowohl spezifische Eigenheiten des kartographischen Untersuchungsgegenstandes als auch bestimmte wahrnehmungs- und

bearbeitungsspezifische Eigengesetzlichkeiten der Kartenbenutzer bei der Festlegung von Untersuchungszielen und den anzuwendenden Untersuchungsmethoden explizit zu berücksichtigen sind.

Aus der am Institut für Kartographie vertretenen konzepttheoretischen Perspektive stuft der Autor die Karte als Informationsmedium zur graphischen Vermittlung komplexer Datenstrukturen ein. Er unterscheidet zwischen Kartenzeichen, -inhalt und -aussage als den drei prinzipiellen Kartenstrukturebenen zur Informationsdarstellung und -vermittlung. Der Benutzer bedient sich dieser Strukturebenen in Abhängigkeit von seinen jeweiligen Zielvorstellungen in der Kartenlesesituation sowohl auf rekonstruierende als auch konstruktive Weise. In diesem Zusammenhang wird die flexible Anpassungsfähigkeit des Benutzers in seinen Bearbeitungsstrategien an das jeweilige kartographische Informationsangebot zur Bewältigung seiner situativen Aufgabenstellungen nochmals hervorgehoben. Die solchermaßen spezifizierte Bedeutung kognitiver Aspekte in der Kartenbenutzung spiegelt sich in dem vorgestellten Konzeptentwurf wider.

Zugunsten einer systematischen Vorgangsweise bei der Erfassung komplexer Kartenleseprozesse und deren Fehlerquellen bedarf es nach Ansicht des Verfassers zunächst einiger grundlagenorientierter Erkenntnisse über benutzerabhängige perzeptive Bezugsgrößen. Eine dieser Bezugsgrößen ist die Diskriminierbarkeit von Größenunterschieden bei Signaturen die zur kartographischen Darstellung verschiedener Mengenwerte von Erhebungsvariablen wie etwa Bevölkerungszahlen verwendet werden. Die Diskriminationsfähigkeit der Kartenbenutzer wurde basierend auf den Grundlagen dieses Konzeptentwurfs in den Jahren 1992 und 1993 in einer eigenen Versuchsreihe untersucht. Diese wird als illustratives Beispiel einer konzeptgeleiteten Versuchsplanung und -durchführung kurz vorgestellt.

Die letzten beiden Kapitel widmet der Verfasser kurz- und längerfristigen Untersuchungszielen des Konzeptsatzes, wobei er sowohl pädagogische Fragen als auch den Bereich der "mental maps" behandelt. Über direkte kartographische Nutzenanwendungen von Untersuchungsergebnissen hinausgehend, werden abschließend die interdisziplinären Aspekte der angestrebten Untersuchungsergebnisse angeführt.

8 LITERATURVERZEICHNIS

- ANTES, J.R.: The visual effect of map design - An eye movement analysis. In: *The American Cartographer*. 1985, Vol. 12, No. 2. S. 143-155.
- ARNBERGER, E.: Die Signaturenfrage in der thematischen Kartographie. In: *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft*. Band 105, 1963. S. 202-234.
- : *Handbuch der thematischen Kartographie*. Wien, Verlag Franz Deuticke, 1966.
- : Neuere Forschungen zur Wahrnehmung von Karteninhalten. In: *Kartographische Nachrichten*. 32. Jg., 1982, Heft 4. S. 121-132.
- : Das Fehlen richtiger erdräumlicher Lage- und Entfernungsvorstellungen bei den Absolventen Allgemeinbildender Höherer Schulen. In: *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft*. Band 124, 1982. S. 184-202.
- : *Thematische Kartographie*. Das Geographische Seminar. 2. Auflage: Braunschweig: Höller und Zwick, 1987. 231 Seiten.
- ARNOLD, T.: Thematisch bearbeitete Orthophoto-Stadtpläne. Empirische Untersuchungen zur Entwicklung eines neuartigen Orientierungsmediums. In: *Wrt. Schriften zur Geographie und Kartographie*. Band 3: Beiträge zur Geographie und Kartographie = Festschrift für F. MAYER zum 60. Geburtstag. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien, 1989. S. 33-46.
- BALLSTAEDT, S.P., MANDL, H., SCHNOTZ, W. und S.O. TERGAN: *Texte verstehen, Texte gestalten*. München - Wien - Baltimore. Urban & Schwarzenberg. 1981.
- BARTLETT, F.C.: *Remembering*. 1932, Cambridge, England: Cambridge Univ. Press.
- BELLER, H.K.: Problems in visual search. In: *Internationales Jahrbuch für Kartographie*. 1972. S. 137-144.

- BERTIN, J.: Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung von Informationen. Übersetzt von W. SCHARFE. Berlin-New York, W. de Gruyter, 1982.
- : Graphische Semiologie. Diagramme-Netze-Karten. Übersetzung der 2. französischen Auflage von G. JENSCH, D. SCHADE, W. SCHARFE. Berlin-New York, W. de Gruyter, 1974.
- BJÖRCKMAN, M. und B. STRANGERT: The relationship between ratio estimates and stimulus dispersion. Reports from the Psychological Laboratory, University of Stockholm. No. 81, 1960.
- BOARD, C.: The geographer's contribution to evaluating maps as vehicles for communicating information. In: Internationales Jahrbuch für Kartographie. Band XVII, 1977. S. 48-59.
- BOLLMANN, J.: Probleme der kartographischen Kommunikation. Bedingungen und Funktionen kartographischer Zeichen-darstellung und Zeichenwahrnehmung in Kommunikationsprozessen. Quantitative Analyse syntaktischer Zeichenstrukturen. Bonn-Bad Godesberg, Kirschbaum-Verlag, 1977.
- : Untersuchung über die Auswirkung der Zeichenkomplexität in Karten auf elementare Wahrnehmungsprozesse. Dissertation. Freie Universität Berlin, 1979.
 - : Aspekte kartographischer Zeichenwahrnehmung. Eine empirische Untersuchung. Bonn-Bad Godesberg, Kirschbaum-Verlag, 1981.
- BUSWELL, G.: How people look at pictures. Chicago, 1935.
- CASPERSON, R.C.: The visual discrimination of geometric forms. In: Journal of Experimental Psychology. Vol. 40, 1950. S. 668-681.
- CASTNER, H.W. und J.R. EASTMAN: Eye movement parameters and perceived map complexity - I. In: The American Cartographer. Vol. 11, 1984. S. 107-117.
- CASTNER, H.W. und D.W. LYWOOD: Eye-movement recording - some approaches to the study of map perception. In: The Canadian Cartographer. Vol. 15, No. 2, Dez. 1978. S. 142-150.
- CHANG, K.T.: A psychophysical study of quantitative map symbols. Diss., Clark University, 1969.
- : Visual estimation of graduated circles. In: The Canadian Cartographer. Vol. 14, Dez. 1977, No. 2. S. 130-138.
 - : Circle size judgement and map design. In: The American Cartographer. Vol. 7, 1980, No. 2. S. 155-162.
- CHLUPAC, J.: Die Erkennbarkeits- und Unterschiedsschwellen verschiedener geometrischer Signaturenformen. Phil. Diss. Universität Wien, 1982.
- COX, C.W.: Anchor effects and the estimation of graduated circles and squares. In: The American Cartographer. Vol. 3, 1976, No. 1. S. 65-74.
- CRAWFORD, P.V.: The perception of graduated squares as cartographic symbols. In: The Cartographic Journal. 1973, Heft 10. S. 85-88.
- DOBSON, M.W.: Refining legend values for proportional circle maps. In: The Canadian Cartographer. Vol. 11, 1974, No. 1. S. 45-53.
- : Eye-movement parameters and map reading. In: The American Cartographer. Vol. 4, 1977, No. 1. S. 39-58.
 - : The future of perceptual cartography. In: Cartographica. Vol. 22, 1985, No. 2. S. 27-43.
- EASTERBY, R. und H. ZWAGA: Informational design. John Wiley & Sons Ltd., 1984.
- ECO, U.: Semiotik - Entwurf einer Theorie der Zeichen. Hrsg. v. H. H. Henschen. Wilhelm Fink Verlag, München, 1987. (Originalausgabe: A theory of semiotics. 1976).
- ESTES, W.K.: Interactions of signal and background variables in visual processing. In: Perception & Psychophysics. Vol. 12, 1972, No. 3. S. 278-286.
- FLANNERY, J.J.: The relative effectiveness of some common graduated point symbols in the presentation of quantitative data. In: The Canadian Cartographer, Vol. 8, 1971, No. 2. S. 96-109.
- : The graduated circle: A description, analysis and evaluation of a quantitative map symbol. Phil. Diss., University of Wisconsin, 1956.
- FRAÇZEK, I.: Cartographic studies on graduated symbol map perception. In: International Yearbook of Cartography. Band 24, 1984. S. 75-84.
- FREGE, G.: Über Sinn und Bedeutung. In: Zeitschrift für Philosophie und philosophische Kritik, 100, 1892.
- GEISTLINGER, M.: Die Augenbewegungen beim Suchen von kartographischen Signaturenzeichen. Dissertation, Universität Wien, 1977.
- GILMARTIN, P.: The interface of cognitive and psychophysical research in cartography. In: Cartographica. Vol. 18, 1981, No. 3. S. 9-20.
- GREEN, B.F. und L.K. ANDERSON: Color coding in a visual search task. In: Journal of Experimental Psychology. Vol. 51, 1956. S. 19-24.
- GROHMANN, P.: Alters- und geschlechtsspezifische Unterschiede im Einprägen und Wiedererkennen kartographischer Figurensignaturen. Forschungen zur Theoretischen Kartographie, Band 2. = Veröffentlichungen des Instituts für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Wien, 1975.
- GUELKE, L.: Perception, meaning and cartographic design. In: The Canadian Cartographer. Vol. 16, 1979, No. 1. S. 61-69.
- HAUBRICH, H.: Wahrnehmungsgeographische Aspekte schulischer Kartenarbeit - Kognitive und affektive Weltkarten. In: Wr. Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 5: Schulkartographie = Wr. Symposium 1990. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien. S. 37-51.
- HAYOS, A.: Wahrnehmungspsychologie. Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart-Berlin-Köln-Mainz, 1972.
- HOCHBERG, J.: Components of literacy: Speculations and exploratory research. In: LEVIN, H. und J.P. WILLIAMS (Eds.), Basic studies on reading. New York: Basic books, 1970. S. 74-89.

- HÖLLHUBER, D.: Die mental maps von Karlsruhe. Karlsruher Manuskripte zur Mathematischen und Theoretischen Wirtschafts- und Sozialgeographie. Heft 11, Okt. 1975. Geographisches Institut - Universität Karlsruhe, BRD.
- JÄNCKEL, R. und B. TAUCHÉ: Der Signaturenmaßstab und seine Anwendung in der thematischen Kartographie. In: Vermessungstechnik. 25. Jg., 1977, Heft 6. S. 201-204.
- JENSCH, G.: Der nichtlineare Maßstab auf angewandten Karten. In: Die Erde. Westberlin, Bd. III, 1951/52, 3-4. S. 388-397.
- KELNHOFER, F.: Themakartographische Signaturengestaltung unter Berücksichtigung perzeptiver Parameter. In: Wr. Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 4: Kartographenkongreß Wien 1989 = 38. Deutscher Kartographentag - Tagungsband. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien. S. 184-201.
- KOCH, W.G.: Experimentelle Untersuchungen zur Ermittlung von Täuschungsbeträgen bei kreisförmigen Kartenzeichen. In: Petermanns Geographische Mitteilungen. 1986, Heft 4. S. 269-279.
- : Beiträge zur experimentellen Kartographie unter besonderer Berücksichtigung von Helligkeitsskalen sowie des Einflusses von Wahrnehmungstäuschungen in thematischen Karten. Dissertation, Leipzig. 1989.
- LOUIS, H.: Über latente Aussageunsicherheiten in Karten und über Möglichkeiten ihrer Verringerung. In: Kartographische Nachrichten. Heft 2, 1965. S. 57-65.
- MACKWORTH, J.F. und I.T. KAPLAN: Visual acuity when eyes are pursuing visual movement. In: HABER, R.N.: Contemporary theory and research in visual perception. Holt, Rinehart and Winston Inc., New York, 1970.
- MACMILLAN, N.A., MOSCHETTO, C.F., BIALOSTOZKY, F.M. und L. ENGEL: Size judgement - The presence of a standard increases the exponent of the power law. In: Perception & Psychophysics. 1974, Vol. 16 (2). S. 340-346.
- MARGULA, H.: Visuelle Suchaufgaben bei Variation von Farbe, Form und Größe. Dissertation, Universität Wien. 1976.
- MEIHÖFER, H.J.: The utility of the circle as an effective cartographic symbol. In: The Canadian Cartographer. Vol. 6, No. 2, Dec. 1969. S. 105-117.
- METZGER, W.: Gesetze des Sehens. 3. Auflage: 1975, Frankfurt a.M.
- MORRIS, Ch.: Foundations of the theory of signs. International Encyclopaedia of Unified Science, 1-2, University of Chicago Press, 1938. (Dt. Ausgabe: Grundlagen der Zeichentheorie. Berlin: Ullstein, 1979.)
- MORRISON, J.L.: Towards a functional definition of the science of cartography with emphasis on map reading. In: Beiträge zur theoretischen Kartographie. Wien, 1977. S. 247-266 bzw. in: The American Cartographer. Vol. 5, 1978, No. 2. S. 97-110.
- NEISSER, U.: Visual search. In: Scientific American. Vol. 210, Juni, 1964. S. 94-102.
- : Cognitive Psychology. Meredith, Appleton Century Crofts, New York, 1967. Deutsche Übersetzung: Kognitive Psychologie. Stuttgart, Ernst Klett Verlag, 1974.
- OGRISSKE, R.: Dekodierung des Karteninhalts und Ursachen der Aufmerksamkeit bei der Kartennutzung. In: Vermessungstechnik. 30. Jg., 1982, Heft 5. S. 152-154.
- : Beiträge zur theoretischen Kartographie aus der UdSSR und aus anderen sozialistischen Ländern Europas. Forschungen zur Theoretischen Kartographie. Band 9, Hrsg. F. KELNHOFER. = Veröffentlichungen des Instituts für Kartographie. Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, Wien, 1988.
- OLSON, J.M.: Cognitive cartographic experimentation. In: The Canadian Cartographer. Vol. 16, 1979, No. 1. S. 34-44.
- PÖHLMANN, G.: Einflüsse der Darstellung thematischer Sachverhalte auf die kartographische Entwicklung. In: Kartographische Aspekte der Zukunft. Hrsg. H. Bosse. Bielefeld; 1978. S. 151-162.
- RATAJSKI, L.: The research structure of theoretical cartography. In: Internationales Jahrbuch für Kartographie. Band XIII, 1973. S. 215-228.
- ROBINSON, A.H.: The look of maps. Madison, University of Wisconsin Press, 1952.
- SALICHTCHEV, K.A.: Cartographic communication/Its place in the theory of science. In: The Canadian Cartographer. Vol. 15, 1978, No. 2. S. 93-99.
- SCHLICHTMAN, H.: Codes in map communication. In: The Canadian Cartographer. Vol. 16, 1979, No. 1. S. 81-97.
- SCHMIDT-FALKENBERG, H.: Zur Definition und Gruppierung der Geodatischen Karten. In: Allgemeine Vermessungsnachrichten. 1960, Heft 1. S. 196-201.
- : Begriff, Einteilung und Stellung der Kartographie in heutiger Sicht. In: Kartographische Nachrichten. 1964, Heft 2. S. 52-63
- SHORTRIDGE, B.G.: Map reader discrimination of lettering size? In: The American Cartographer. Vol. 6, 1979, No. 1. S. 13-20.
- : Stimulus processing models from psychology: Can we use them in cartography? In: The American Cartographer. Vol. 9, 1982, No. 2. S. 155-167.
- SHORTRIDGE, B.G. und R.B. WELCH: Are we asking the right questions? In: The American Cartographer. Vol. 7, 1980, No. 1. S. 19-23.
- SMITH, S.L.: Color coding and visual search. In: Journal of Experimental Psychology, Vol. 64, 1962. S. 434-440.
- : Color coding and visual separability in information displays. In: Journal of Applied Psychology. Vol. 47, 1963, No. 6. S. 358-364.
- STEIN, G.: Experimentelle Beiträge zur Wahrnehmbarkeit geometrischer Signaturen. Dissertation, Universität Wien. 1977.
- STOCK, T.: Fragen der thematischen Kartographie. In: Petermanns Geographische Mitteilungen. 99. Jg., 1955, Heft 4.
- TAYLOR, R.M.: Information theory and map evaluation. In: Internationales Jahrbuch für Kartographie. Band XV, 1975. S. 165-181.
- TEGTSOONIAN, M.: The judgement of size. In: American Journal of Psychology, 1965, Vol. 78. S. 392-402.

- TEGHTSOONIAN, M. und R. TEGHTSOONIAN: How repeatable are Stevens' power law exponents for individual subjects? In: Perception & Psychophysics, 1971, Vol. 10. S. 147-149.
- THORNDYKE, P.W. und C. STASZ: Individual differences in procedures für knowledge acquisition from maps. In: Cognitive Psychology, 12, 1980. S. 137-175.
- TINKER, M.A.: Bases for effective reading. Minneapolis, 1965.
- VANECEK, E.: Experimentelle Beiträge zur Wahrnehmbarkeit kartographischer Signaturen. Forschungen zur Theoretischen Kartographie, Band 6. = Veröffentlichungen des Instituts für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. Wien, 1980.
- : Eigenheiten der visuellen Wahrnehmung in der Signatureninterpretation. In: Wr. Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 5: Schulkartographie = Wr. Symposium 1990. Wien, Institut für Geographie der Universität Wien. S. 324-337.
- VOLKMAN, F.C.: Vision during voluntary saccadic eye movement. In: Journal of the Optical Society of America, 1962, 52. S. 571-578.
- WATSON, J.W.: Geography: a disciplin in distance. In: Scottish Geographical Magazine, 1955, 71. S. 1-13.
- WENNER, A.: Welche Aussagen läßt die Blickregistrierung über die Gestaltung aktueller Planungskarten zu? In: Wr. Schriften zur Geographie und Kartographie. Band 3, 1989a. S. 221-232.
- WENNER-HUBER, A.: Rechnergestützte Blickregistrierung bei der Gestaltung von Planungskarten: Anmerkungen zum Aufsatz von Hartmut Asche. In: Kartographische Nachrichten. Heft 3, 1989b. S. 99-100.
- WHITE, C.T.: Eye-movements, evoked responses and visual perception: some speculations. In: Acta Psychologica. Vol. 27, 1967. S. 337-340.
- WILLIAMS, L.G.: The effects of target specification on objects fixated during visual search. In: Acta Psychologica. 1967, 27. S. 355-360.
- WUNDT, W.: Zur Kritik tachistoskopischer Versuche. In: Philosophische Studien. 1900a, Bd. 15. S. 287-317.
- : Zur Kritik tachistoskopischer Versuche. In: Philosophische Studien. 1900 b, Bd. 16. S. 61-69.
- YARBUS, A.L.: Eye movements and vision. New York, Plenum Press, 1967.

BERICHTE UND INFORMATIONEN

Bisher erschienene Hefte

Heft Nr. 1/1977: Erik ARNBERGER: 10 Jahre "Institut für Kartographie" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 11 Seiten. Vergriffen.

Schutzgebühr: öS 22,--

Heft Nr. 2/1981: Erik ARNBERGER, Peter NOWAK und Lothar BECKEL: Satellitenkartographie. 58 Seiten mit 17 Abbildungen, XIV Farbtafeln und eine 8seitige Beilage im Mehrfarbendruck. Vergriffen.

Schutzgebühr: öS 65,--

Heft Nr. 3/1984: Franz ROHRHOFER: Gipfelpanoramen Ötztaler Alpen vom Similaun und von der Ötztaler Wildspitze (mit Erläuterungen über Aufnahmemethoden und Ausführung von gezeichneten Gipfelpanoramen). 15 Seiten mit 8 Abbildungen und 2 Panoramen.

Schutzgebühr: öS 85,--

Heft Nr. 4/1984: Erich WONKA: Räumliche Bezugseinheiten für die kartographische Darstellung statistischer Daten. (Die kartographische Darstellung der Großzählungsergebnisse 1981 auf der Basis administrativer und geometrischer Bezugseinheiten, gezeigt am Beispiel Klosterneuburgs.) 19 Seiten Text und 1 Falltafel im Mehrfarbendruck.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 5/1987: Harald TRIMMEL und Erich WONKA: Rechnergestützte Klassenbildung mit Fehlerminimierung in der thematischen Kartographie. 31 Seiten.

Schutzgebühr: öS 50,--

Heft Nr. 6/1988: Peter JORDAN: Möglichkeiten einer stärkeren Berücksichtigung slowenischer Ortsnamen in den heutigen amtlichen topographischen Karten Österreichs. 56 Seiten mit 5 Beilagen.

Schutzgebühr: öS 90,--

Heft Nr. 7/1988: Florian PARTL: Methodische Überlegungen beim Entwurf einer Flugverkehrskarte. 29 Seiten mit 1 Beilage.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 8/1989: E. BOEHM, W. BRUCKLACHER und W. PILLEWIZER: Luftbildinterpretation und Geländevergleich. Die Tätigkeit der Forschungsstaffel von 1943-1945. 46 Seiten mit 6 Abbildungen und 3 Beilagen.

Schutzgebühr: öS 80,--

Heft Nr. 9/1989: Wolfgang PILLEWIZER: 100 Jahre Vernagferner-Karte. 19 Seiten mit 2 Abbildungen und 1 Beilage.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 10/1989: Fritz KELNHOFER: 20 Jahre "Institut für Kartographie" der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 14 Seiten.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 11/1989: Christoph STEURER: Grundlagen für ein wissenschaftstheoretisches Strukturkonzept zur Kartographie als Wissenschaft unter modelltheoretischen Aspekten. 37 Seiten mit 16 Abbildungen.

Schutzgebühr: öS 65,--

Heft Nr. 12/1989: Ingrid KRETSCHMER: Die Entwicklung der Methodenlehre der thematischen Kartographie bis in die 1960er Jahre. 54 Seiten mit 17 Abbildungen.

Schutzgebühr: öS 80,--

Heft Nr. 13/1989: Manfred F. BUCHROITHNER: Zur Gewinnung und Darstellung von Landinformation in Fernerkundungsbildern. Unter Einbindung eines Beitrages von QIAN Faqiang. 13 Seiten mit 5 Abbildungen und 4 Beilagen.

Schutzgebühr: öS 50,--

Heft Nr. 14/1989: Helmut BEISSMANN: Plausibilitätsanalysen mit Hilfe eines EDV-gestützten Themakartographischen Informationssystems. 41 Seiten mit 2 Abbildungen und 2 Beilagen.

Schutzgebühr: öS 60,--

Heft Nr. 15/1989: Erich WONKA: Das Gebäuderegister als Grundlage für die Aufbereitung statistischer Daten auf der Basis von kleinräumigen territorialen Einheiten. 19 Seiten mit 14 Abbildungen.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 16/1989: Jörg ASCHENBRENNER: Die EDV-unterstützte Herstellung von Punktstreuungskarten auf der Basis kleinster Bezugsseinheiten. 24 Seiten mit 14 Abbildungen und 1 Beilage.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 17/1989: Reinhard MANG: Datenumsetzung und Informationsverlust bei Verwendung flächenproportionaler Kreissignaturen in der thematischen Kartographie. 27 Seiten mit 13 Abbildungen und 1 Beilage.

Schutzgebühr: öS 50,--

Heft Nr. 18/1989: Peter JORDAN: Semantische Probleme der internationalen Signaturenvereinheitlichung von Landnutzungskarten. 41 Seiten mit 12 Abbildungen.

Schutzgebühr: öS 60,--

Heft Nr. 19/1989: Bernhard JÜPTNER: Entwicklung und Gestaltungsmerkmale moderner Radfahrerkarten von Österreich. 17 Seiten mit 2 Abbildungen und 1 Beilage.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 20/1989: Chieh HSU: Datenbearbeitung bzw. -rekonstruktion beim Entwurf einer Themakarte über die Seidenstraße in Ostturkestan zur Zeit der Han-Dynastie (206 v.Chr.-220 n.Chr.). 24 Seiten mit 3 Abbildungen und 1 Beilage.

Schutzgebühr: öS 40,--

Heft Nr. 21/1991: Erich WONKA: Gegenüberstellung verschiedener kartographischer Darstellungsmöglichkeiten auf der Basis von Verwaltungseinheiten in Abhängigkeit vom darzustellenden statistischen Sachverhalt. 53 Seiten mit 17 Karten und 11 Tafeln.

Schutzgebühr: öS 45,--

Heft Nr. 22/1993: Erich WONKA: Computergestützte kartographische Darstellung statistischer Daten mittels Flächensignaturen auf der Basis von geometrischen Bezugseinheiten. 59 Seiten mit 34 Abbildungen.

Schutzgebühr: öS 65,--

Heft Nr. 23/1994: Manfred MAGYAR: Anwendungsorientierte Grundlagen eines theoriegeleiteten Konzeptentwurfs zur kartographischen Perzeptionsforschung am Institut für Kartographie der Österreichischen Akademie der Wissenschaften. 71 Seiten mit 9 Abbildungen.

Schutzgebühr: öS 60,--

Diese Schriftenreihe befindet sich nicht im Handel. Die Abgabe der Hefte erfolgt durch das Institut für Kartographie, A-1010 Wien, Bäckerstraße 20 (Tel. und Fax: (0222) 513 17 73).