



universität
wien

DISSERTATION

Titel der Dissertation

„Prolegomena zum Potenzial sphärischer Displays
für die Visualisierung globaler Phänomene“

Verfasser

Mag. rer. nat. Florian Hruby

angestrebter akademischer Grad

Doktor der Naturwissenschaften (Dr.rer.nat.)

Wien, im Juni 2011

Studienkennzahl lt. Studienblatt: A 091 455

Dissertationsgebiet lt. Studienblatt: Kartographie und Geoinformation

Betreuerin / Betreuer: Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. Wolfgang Kainz

Allen zum Dank,
die zum Gelingen dieser Arbeit beigetragen haben.

Inhaltsverzeichnis

Inhalt	i
Abbildungsverzeichnis	vii
Tabellenverzeichnis	xi
Kurzfassung/Abstract	x
TEIL A: Wissenschaftstheoretische Grundlagen	1
0 Aufbau, Wege und Zielsetzungen	2
0.1 Vorbemerkungen zum Versuch einer zusammenfassenden Einleitung	2
0.2 Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Arbeit	3
0.3 Erdglobus vs. Erdkarte	4
0.4 Sphärische vs. ebene Displays	5
0.5 Weg und Ziel	6
0.6 Nachbemerkungen zum Versuch einer zusammenfassenden Einleitung	6
1 Paradigma und Paradigmenwechsel in der Kartographie	8
1.1 Rezent postulierte Paradigmenwechsel in der Kartographie.....	8
1.1.1 Paradigmenwechsel nach Müller et al.	8
1.1.2 Paradigmenwechsel nach Taylor.....	9
1.1.3 Paradigmenwechsel nach Brodersen.....	9
1.2 Paradigma und Paradigmenwechsel nach Kuhn.....	10
1.2.1 Normale Wissenschaft und normalwissenschaftliche Probleme.....	10
1.2.2 Außerordentliche Wissenschaft und wissenschaftliche Revolutionen.....	11
1.3 Kritik rezent postulierter Paradigmen in der Kartographie im Lichte eines Kuhn'schen Begriffsverständnisses	12
1.3.1 Kritik zur Verwendung des Paradigmenbegriffes von Müller et al.	12
1.3.2 Kritik zur Verwendung des Paradigmenbegriffes von Taylor.....	14
1.3.3 Kritik zur Verwendung des Paradigmenbegriffes von Brodersen.....	14
1.4 Die Kartographie in der Krise: Innen- und Außenperspektive.....	15
1.4.1 Zum Begriff »Krise«	15
1.4.2 Innenperspektive.....	16
1.4.3 Außenperspektive.....	17
1.5 Die Karte als des Pudels Kern.....	17
1.5.1 Karte.....	18
1.5.2 Map.....	19
1.5.3 »Karte« vs. »map«.....	21
1.6 Wider den Paradigmenzwang.....	22
1.6.1 Vorparadigmatische Wissenschaft.....	22
1.6.2 Wissenschaftliche Schulen im Bereich der Kartographie.....	23
1.6.3 Kartographie im multi- und interdisziplinären Diskurs	24
1.6.4 Explizite und implizite Kartographie.....	25

2 Die Semiotik als allgemeines Prinzip der Kartographie.....	26
2.1 Kartographische Teilprinzipien.....	26
2.1.1 Explizite Teilprinzipien.....	26
2.1.2 Implizite Teilprinzipien.....	27
2.2 Semiotik.....	27
2.2.1 Wissenschaftsgeschichtliche Anfänge der Semiotik (im Vergleich zur Kartographie).....	28
2.2.2 Triadische Modelle.....	29
2.2.3 Dyadische Modelle.....	30
2.2.4 Triadische vs. dyadische Modelle.....	31
2.3 Die Semiotik von Charles Sanders Peirce.....	31
2.3.1 Zeichen	32
2.3.2 Interpretant und Semioseprozess.....	32
2.3.3 Universalkategorien.....	34
2.3.4 Pro Peirce.....	35
2.4 Semiotische Prinzipien der Kartographie.....	36
2.4.1 Philosophische (und erkenntnistheoretische) Prinzipien der Semiotik.....	36
2.4.2 Semiotische Prinzipien aller Darstellungsformen.....	36
2.4.3 Semiotische Prinzipien der Kartographie.....	36
2.4.4 Einordnung traditioneller kartographischer Prinzipien in die Peirce'sche Zeichenstruktur.....	37
2.4.5 Kartographische Schulen unter semiotischen Prinzipien	37
3 Semiotischer Imperativ.....	38
3.1 Trichotomische Zeichenklassifikation nach Peirce.....	38
3.1.1 Erste Zeichentrichotomie: Qualizeichen – Sinzeichen – Legizeichen	39
3.1.2 Zweite Zeichentrichotomie: Ikon – Index – Symbol.....	39
3.1.3 Kartographische Beispiele zur zweiten Zeichentrichotomie.....	41
3.1.4 Dritte Zeichentrichotomie: Rhema – Dicent – Argument.....	42
3.2 Zeichentypologie.....	43
3.3 Der Semiotische Imperativ.....	44
3.3.1 Darstellen-Sollen in der kartographischen Fachliteratur.....	45
3.3.2 Ikonizität.....	46
3.3.3 Ein semiotischer Imperativ kartographischer Darstellung.....	47
3.3.4 Ikonische Relationen in einer kategorisierten Wirklichkeit.....	47
3.3.5 Ikonizität als konstituierendes Element von Indexikalität und Symbolizität.....	48
3.3.6 Kartographische Darstellungsmöglichkeiten.....	49
4 Zusammenfassung von Teil A.....	51
TEIL B: Globus und (Erd-)Karte als Zeichen.....	52
5 Anwendung des semiotischen Imperativs: Globus vs. Erdkarte.....	53
5.1 Klassifikationsentwurf kartographischer Darstellungen.....	53
5.1.1 Verkleinerungsverhältnis.....	54
5.1.2 Generalisierung.....	54
5.1.3 Perspektive.....	54

5.2 Kritik an traditionellen Klassifikationskonzepten kartographischer Darstellung.....	55
5.2.1 Begriffsverständnis und Stellenwert der Karte.....	55
5.2.2 Erdkarte vs. Globus.....	57
5.2.3 Der semiotische Imperativ am Scheideweg.....	59
6 Erdglobus/Erdkarte – Begriffsdiskussion am Korrelat des Repräsentamens und Objektbezug.....	61
6.1 Analoge Globen.....	61
6.1.1 Begriffsbestimmung.....	61
6.1.2 Begriffsdiskussion.....	62
6.2 Nicht-analoge Globen.....	64
6.2.1 Begriffsbestimmung 1 – Hyperglobus.....	64
6.2.2 Begriffsbestimmung 2 – digitaler/virtueller Globus.....	66
6.2.3 Begriffsdiskussion 1.....	67
6.2.4 Begriffsdiskussion 2.....	68
6.2.5 Begriffsreformulierungen.....	69
6.3 Analoge und digitale Erdkarten.....	71
6.4 Semiotischer Kommentar zur Begriffsbestimmung von Globus und Erdkarte.....	72
6.5 Qualizeichen am Korrelat des Repräsentamens von Globus und Karte.....	73
6.5.1 Analoge vs. Nicht-analoge globale Modelle.....	73
6.5.2 Nicht-analoge Globen vs. Nicht-analoge Erdkarten.....	74
7 Interpretantenbezug des Erdglobus – Globenwürdigkeit.....	75
7.1 Globenwürdigkeit in der kartographischen Fachdiskussion.....	75
7.1.1 Globenwürdigkeit analoger Globen nach Aurada (1978).....	75
7.1.2 Globenwürdigkeit analoger Globen nach Jensch (1966).....	76
7.1.3 Globenwürdigkeit nicht-analoger Globen nach Riedl (2000).....	79
7.1.4 Globenwürdigkeit vs. (Nicht-)Globenwürdigkeit.....	79
7.2 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit	80
7.2.1 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit – These 1: Bindung an die Gestalt des Himmelskörpers.....	80
7.2.2 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit – These 2: Globale Daten verfügbar.....	81
7.2.3 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit – These 3: Kleinmaßstäbige Aussagekraft.....	82
7.2.4 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit – These 4: sinnvolle Kombination mit anderen Sachverhalten	82
7.3 Kritik an den traditionellen Thesen zur Globenwürdigkeit	83
7.3.1 Unscharfe Thesenformulierung.....	83
7.3.2 Ungenaue Definition des Globusbegriffes.....	84
7.3.3 Fehlende empirische Bestätigung.....	84
7.3.4 Einseitigkeit des intendierten Verwendungszweckes von Globus und Erdkarte.....	84
7.3.5 Einseitig holistischer Zugang	85
8 Interpretantenbezug der Erdkarte.....	86
8.1 Kurzchronologie populärer Abbildungen der Erdoberfläche und prominenter Kritikpunkte....	86
8.2 Evaluierung der „Wäscheleinedebatte“ aus Sicht des spatial-cognition-research.....	87
8.3 Erdkarten als offene Forschungsfrage.....	90

9 Von der Globenwürdigkeit zur Globusimmanenz	92
9.1 Zum kartographischen Kommunikationsprozess in Abhängigkeit des Maßstabs.....	92
9.1.1 Semiose in großmaßstäbigen Darstellungen.....	92
9.1.2 Semiose in kleinmaßstäbigen Darstellungen.....	93
9.2 Zum kartographischen Kommunikationsprozess bei Erdglobus und Erdkarte.....	95
9.2.1 Zur möglichen Erkenntnis auf Erdkarten.....	96
9.2.2 Zur möglichen Erkenntnis auf Erdgloben.....	97
9.3 Von der Globenwürdigkeit zu globus-immanenten Sachverhalten.....	100
10 Zusammenfassung von Teil B.....	101
TEIL C: Globus und (Erd-)Karte als Zeichen.....	103
11 Modelle mentaler Repräsentation.....	104
11.1 Zur „Imagery – Debatte“: Form und Funktion mentaler Repräsentationen.....	104
11.1.1 Mentale Vorstellungen als Abbildungen.....	105
11.1.2 Mentale Vorstellungen als Propositionen.....	106
11.1.3 Zum aktuelle Stand der „Imagery-Debatte“	107
11.2 Struktur und Inhalt mentaler Repräsentation.....	108
11.2.1 Nicht-hierarchische Modelle	108
11.2.2 Hierarchische Modelle	108
11.2.3 Nicht-hierarchische vs. hierarchische Theorien.....	109
11.3 Partiiell hierarchische Theorien.....	110
11.3.1 Hierarchieeffekte.....	110
11.3.2 Barriereneffekte.....	111
11.4 Barriereneffekte in Hierarchien.....	112
11.4.1 Barriereneffekte auf die Repräsentation von Punktpositionen.....	113
11.4.2 Barriereneffekte auf die Repräsentation von Relationen zwischen Punkten.....	114
11.5 Übertragungsmöglichkeiten eines Testdesigns von der Ebene auf die Sphäre.....	115
12 Studie zum Aufbau mentaler Repräsentationen auf sphärischen und ebenen Displays – Testdesign	116
12.1 Der Ordered-Tree-Algorithmus nach Reitman & Rueter.....	117
12.1.1 Ordered Tree Algorithmus.....	118
12.1.2 Kennwerte zur Beschreibung eines Ordered Tree.....	118
12.1.3 Hierarchie- und Barriereeffekte innerhalb eines Ordered Tree.....	120
12.2 Sphärisches vs. ebenes Display: Testmaterialien.....	120
12.2.1 Testdaten.....	120
12.2.2 Exkurs zum Projektionsverfahren des verwendeten sphärischen Displays.....	122
12.3 Sphärisches vs. ebenes Display: Design der Memorisierungsaufgabe.....	123
12.3.1 Testteilnehmer/innen.....	123
12.3.2 Testablauf 1: Memorisierung der Objekte am Globus.....	123
12.3.3 Testablauf 2: Memorisierung der Objekte in der ebenen Darstellungen.....	125

12.4 Sphärisches vs. ebenes Display: Abfrageprotokolle und Distanzschätzungen.....	126
12.4.1 Abfassung der Abfrageprotokolle.....	127
12.4.2 Abfassung der Distanzschätzungen.....	127
13 Datenauswertung.....	128
13.1 Lernerfolg und Lerndauer.....	128
13.1.1 Lerndauer.....	128
13.1.2 Lernerfolg.....	129
13.2 Ordered Trees.....	129
13.2.1 Ordered Trees aus den Repräsentationen der sphärisch dargestellten Verteilung.....	129
13.2.2 Ordered Trees aus den Repräsentationen der verebnet dargestellten Verteilung.....	131
13.2.3 Ordered Trees – Sphäre vs. Verebnung: Quantitative Betrachtung	132
13.2.4 Ordered Trees – Sphäre vs. Verebnung: Qualitative Betrachtung	133
13.3 Distanzschätzungen.....	134
13.3.1 Distanzschätzungen zu den Objekten der sphärisch dargestellten Verteilung	134
13.3.2 Distanzschätzungen zu den Objekten der eben dargestellten Verteilung.....	135
13.3.3 Distanzschätzungen – Sphäre vs. Verebnung.....	136
13.4 Globus vs. Karte – ein Zwischenresümee	137
14 Dateninterpretation.....	138
14.1 Zur Möglichkeit der Memorierung einer Ebene anstelle einer Verebnung.....	138
14.2 Schätzwertdifferenzen der einzelnen Objektpaare.....	139
14.3 Clusterung der einzelnen Objektpaare.....	141
14.4 Lernstrategien.....	144
14.4.1 Lernstrategien zur sphärischen Darstellung.....	145
14.4.2 Lernstrategien zur verebneten Darstellung.....	146
15 Zusammenfassung und Ausblick.....	148
15.1 Manifeste Resultate (Zusammenfassung)	148
15.1.1 ... zur Wissenschaftsgeschichte der Kartographie.....	149
15.1.2 ... zur Kartosemiotik.....	150
15.1.3 ... zum Begriff des Globus.....	151
15.1.4 ... zur Globenwürdigkeit bzw. Globusimmanenz.....	152
15.1.5 ... zum Verständnis der Relation von Erdglobus und Erdkarte.....	153
15.2 Latente Resultate (Ausblick)	153
15.2.1 ... zu Bedeutung und Funktion der Erdkarte.....	154
15.2.2 ... zur Übertragbarkeit der Resultate auf nicht-abstrakte Verteilungen.....	154
15.2.3 ... zur Gegenüberstellung direkter und indirekter Erfahrbarkeit des sphärischen Erdkörpers.....	155
15.2.4 ... zur Übertragbarkeit der Resultate auf Nicht-Geographiestudierende.....	155
15.2.5 ... zur Bestimmung psychologischer Grenzbereiche in der Memorierung von Kartenrändern.....	156
15.2.6 ... zur Nachhaltigkeit des memorierten Wissens.....	157
15.2.7 ... zur Typologisierung kartographischer Ausdrucksformen.....	158

15.2.8 ... zum Vergleich materieller und virtueller Hypergloben und zum Potenzial von Earthbrowsern.....	159
15.2.9 ... zur Bedeutung unterschiedlicher Lernreihenfolgen und Lernstrategien.....	159
15.2.10 ... zur Bedeutung unterschiedlicher Stichprobenumfänge und Testabläufe.....	160
15.3 Schlussbemerkung zum Nutzen eines integrierten Forschungsprogrammes	160
16 Literatur	163
Appendices.....	A
Appendix A: Koordinaten der Punkte der getesteten Verteilungen samt ihren Test- und Realtoponymen.....	A1
Appendix B: Vorlagereihenfolge der Objektpaare, deren Distanz im Rahmen der Lernkontrollen zu schätzen waren.....	A2
Curriculum vitae.....	CV

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Paradigmenwechsel in der Kartographie.....	8
Abbildung 2: Geo-Kommunikation (und ihre Meta-Disziplinen) als paradigmatische Wissenschaft zur Vermittlung zwischen Daten und Nutzer/innen mit dem Ziel einer das Handeln der Zielgruppe beeinflussenden Visualisierung.....	9
Abbildung 3: Beispiel einer nicht-linearen, sich beschleunigenden Evolution der Medien.....	13
Abbildung 4: Aristotelisch-diskreter Kategorisierungsversuch des Konzepts »map«.....	20
Abbildung 5: Wittgensteinisch-prototypischer Kagegorisierungsversuch des Konzepts »map«.....	20
Abbildung 6: Triadisches Zeichenmodell in heutiger Terminologie.....	29
Abbildung 7: Dyadisches Zeichen nach Saussure.....	30
Abbildung 8: Terminologie und Modellierung des Zeichens nach Peirce.....	32
Abbildung 9: Beispiel eines Objekts kartographischer Repräsentamen	33
Abbildung 10: Die drei Zeichentrichotomien nach Peirce.....	38
Abbildung 11: Ableitung von 10 Zeichentypen als Degenerationsformen drittheitlicher Erfahrung...43	
Abbildung 12: Die 10 Peirce'schen Zeichentypen hinsichtlich ihrer kategorialen Aspekte	44
Abbildung 13: Kartographische Darstellungsmöglichkeiten unter den Bedingungen von Raum, Zeit und Wahrnehmungsform(en).....	50
Abbildung 14: Klassifikation kartographischer Darstellungen entsprechend den kartographischen Teilprinzipien.....	53
Abbildung 15: Übersichtsskizze zu den Teilen des menschlichen Auges	56
Abbildung 16: Szene aus der Webmapping-Anwendung Worldkit.....	58
Abbildung 17: Typologie analoger und nicht-analoger Globen.....	65
Abbildung 18: Kartographische Semiose in großmaßstäbigen Darstellungen.....	93
Abbildung 19: Planeten des Sonnensystems.....	94
Abbildung 20: Kartographische Semiose in kleinmaßstäbigen Darstellungen.....	95
Abbildung 21: Kartographische Semiose mittels Erdkarten.....	97
Abbildung 22: Kartographische Semiose mittels Erdgloben.....	99
Abbildung 23: Globus und Karte im kartographischen Semioseprozess als Zeichen erster und zweiter Ordnung.....	100
Abbildung 24: Testdesign von Kosslyn et al. (1978) zur Überprüfung des abbildenden Charakters mentaler Repräsentationen.....	105
Abbildung 25: Beispiel hierarchischer Strukturierung mentaler Repräsentationen und daraus erklärbarer Fehlschätzungen.....	109
Abbildung 26: Versuchsanordnung zur Feststellung von Barriereneffekten in mentalen Verteilungsrepräsentationen.....	111
Abbildung 27: Abfrageergebnisse zur Memorisierungsgenaukeit von Punktpositionen auf einem kreisförmigen Display.....	113
Abbildung 28: Von McNamara et al. (1989) verwendetes Testdesign zur Untersuchung hierarchischer Strukturen in mentalen Repräsentationen.....	116

Abbildung 29: Abfrageprotokolle zum Ordered Tree Algorithmus für drei fiktive Proband/innen...	117
Abbildung 30: Abfrageprotokolle und daraus abgeleitete Dendrogramme für drei fiktive Proband/innen.....	118
Abbildung 31: Kardinalität, PRO und Höhe berechnet am Beispiel dreier fiktiver Dendrogramme .	119
Abbildung 32: Ortspositionen/-namen bzw. Füllerpositionen der Basiskarte des Testlayouts	121
Abbildung 33: Testlayout - Basiskarte Globus.....	121
Abbildung 34: Vermittelnde Azimutalabbildung der Testverteilung	122
Abbildung 35: Testinterface.....	123
Abbildung 36: Abfragereihenfolgen der Lernkontrolltests.....	124
Abbildung 37: Testlayout für die verebnete Darstellung	126
Abbildung 38: Lernzeiten der Testpunktverteilung auf der Sphäre und in verebneter Form (Box-Whisker-Plot: min. - max.).....	128
Abbildung 39: Stamm-Blatt-Diagramm zu PRO und Höhe der zur sphärischen Darstellung erhaltenen Dendrogramme.....	130
Abbildung 40: Beispiel eines zur Sphäre gewonnenen Ordered Tree.....	130
Abbildung 41: Stamm-Blatt-Diagramm zu PRO und Höhe der zur verebneten Darstellung erhaltenen Dendrogramme.....	131
Abbildung 42: Beispiel eines zur Verebnung gewonnenen Ordered Tree.....	131
Abbildung 43: PRO, Höhe, Tiefe, Clustergröße der zu Sphäre und Verebnung erstellten Ordered Trees.....	132
Abbildung 44: Korrelationen zwischen Schätzwerten und tatsächlichen Distanzen auf der Sphäre (Box-Whisker-Plot: min. - max.).....	135
Abbildung 45: Korrelationen zwischen Schätzwerten und tatsächlichen Distanzen in der Ebene (Box-Whisker-Plot: min. - max.).....	135
Abbildung 46: Korrelationen zwischen Schätzwerten und wahren Distanzen auf der Sphäre und in verebneter Form (Box-Whisker-Plot: min. - max.).....	136
Abbildung 47: Übersichtsskizze aller Objektpaare, deren Distanzen im Zuge der Untersuchung zu schätzen waren.....	140
Abbildung 48: Lernstrategien zur sphärischen Darstellung.....	146
Abbildung 49: Lernstrategien zur verebneten Darstellung.....	147
Abbildung 50: Skizzierung möglicher Adaptionen der Testverteilung zur Eruiierung möglicher psychological border effects.....	157

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Lernerfolgsraten (im Sinne einer richtigen Punktbenennung) auf Sphäre und Ebene.....	129
Tabelle 2: Zur verebneten Darstellung erhaltene Abfrageprotokolle einer Testperson	133
Tabelle 3: Testpaare, deren Distanzen auf Sphäre und Verebnung signifikant unterschiedlich geschätzt wurden.....	139
Tabelle 4: Clusteranalyse Globus.....	142
Tabelle 5: Clusteranalyse Karte.....	142
Tabelle 6: Durchschnittliche Schätzwerte (mean) und Standardabweichungen (SD) zwischen geschätzten und tatsächlichen Distanzen für von jeweils N Proband/innen intra- vs. inter- geclustert abgespeicherte Objekte der verebneten Darstellung.....	143

Kurzfassung

Vorliegende Arbeit entwickelt sich vor dem Hintergrund der Frage nach den besonderen Qualitäten des Globus für die Ziele der Kartographie – eine Frage, die sich insofern aufdrängt, als der Globus nicht mehr jenes schwierig zu verwendende und transportierende sowie in der Herstellung teure und unflexible Modell eines Himmelskörpers ist, als den ihn die Lehrbuchkartographie nach wie vor bewertet.

Es wird zunächst versucht, über eine Reinterpretation ihrer Fachgeschichte zu zeigen, dass sich die Kartographie in einer Phase vorparadigmatischer Wissenschaft befindet und daher eine Formulierung einer alternativen theoretischen Grundlage für diese Arbeit ebenso gerechtfertigt wie notwendig ist. Diese Basistheorie ist die Semiotik von Charles Sanders Peirce, welche jedoch nicht nur deskriptiv eingeführt, sondern auch präskriptiv in Form eines semiotischen Imperatives formuliert und das zentrale epistemologische Prinzip dieses Textes bilden wird.

Das heuristische Potenzial dieser Maxime zeigt sich nun nicht nur dadurch, dass ihre Anwendung auf die Prinzipien traditioneller Kartographie eine Gegenüberstellung von Erdglobus und Erdkarte zwingend macht, sondern auch in der Möglichkeit, beide Modelle in gleichwertiger Weise zu definieren und (in Bezug auf Begriffsschöpfungen wie z.B. »digitaler Globus« oder »Hyperglobus«) zu präzisieren. Schließlich bietet eine semiotische Lesart auch Hinweise darauf, warum es der einschlägigen Forschung bislang nicht gelungen ist, die besonderen Qualitäten beider Modelle herauszuarbeiten, was unserer Meinung daran liegt, dass jede Gegenüberstellung unter den exklusiven Vorzeichen eines *entweder-oder* versucht wurde, wogegen eine zeichentheoretische Betrachtung auf ein inklusives *sowohl – als auch* im Rahmen eines gemeinsamen Semioseprozesses hinausläuft, was eine Kritik des traditionellen Konzeptes der Globenwürdigkeit zugunsten einer semiotisch begründeten Globusimmanenz bedeutet.

Ebengenannte Mängel der einschlägigen Erdkarten- und Globenforschung führen nun zu einer Bruchstelle dieser Arbeit gerade in dem Moment, in dem die eingangs genannte Fragestellung aus der Herleitung einer semiotischen Grundlagentheorie hinreichend konstruiert scheint. Fehlende Kenntnisse zur Funktionen globaler Darstellungen entziehen einer Gegenüberstellung von Globus und Erdkarte nämlich jenes Vorwissen, an dem ein empirischer Vergleich fortsetzen könnte und machen es im Gegenteil erforderlich, diese Voraussetzungen durch eigene Grundlagenforschung erst zu schaffen. Zu diesem Zwecke wird die Ausgangsfrage daher auf ein abstrakteres Niveau verschoben, wo es nun nicht mehr um Repräsentationen der Erdoberfläche, sondern um räumliche Objektverteilungen auf sphärischen und ebenen Displays geht.

Eine solche Abstraktion bietet zugleich eine Anschlussstelle an die Raumkognitionsforschung, wo man sich seit längerem mit jenen mentalen Repräsentationen beschäftigt, in denen räumliches Wissen abgespeichert wird. Einer Adaptierung dieser Testdesigns für ein sphärisches Display sowie einem empirischen Vergleich der von Sphäre und *Verebnung* abgeleiteten mentalen Strukturen widmet sich daher ein letzter Teil des Textes. Die Ergebnisse dieser Tests weisen darauf hin, dass Verteilungen auf der Sphäre langsamer, aber genauer gelernt werden, wobei besonders die Randbereich der verebneten Darstellung zur Ausbildung von *psychological border effects* und damit zu ungenaueren Informationsabspeicherungen und -abfragen führen.

Die Arbeit bietet also neben den zugrundeliegenden theoretischen und methodischen Vorarbeiten auch konkrete Testwerte, die als Referenzen für nachfolgende Untersuchungen von Nutzen sein sollten. Im Sinne von Prolegomena wird somit ein mögliches Forschungsprogramm für ein besseres Verständnis der (auch gegenseitigen) Bedeutung von Globen und Erdkarten als Wissensvermittler vorgezeichnet.

Abstract

The present text has been developed based on the background question of how globes can serve the purposes of cartography. Since globes are no longer those “expensive to make, difficult to reproduce, cumbersome to handle, awkward to store, and difficult to measure and draw on” (Robinson et al., 1995) models of celestial bodies cartographic textbooks still refer to, this question seems to be of topical relevance.

To begin with, by reinterpreting the history of cartographic science we will show that current academic cartography is still in a pre-paradigmatic state. Thus, lacking a central paradigm to base this project on, an alternative theoretical foundation will be formulated. The semiotics of Charles S. Peirce can serve as the introducing theory of a descriptive sign model and can be formulated in a rather prescriptive manner in terms of a semiotic imperative as well. This semiotic imperative shall be the main epistemological principle of this text.

The heuristic potential of this semiotic maxim crystallises in multiple ways: Firstly, it denies the pragmatic approach to globes that cartographic textbooks usually take. Instead, the issue “globe vs. map” figures prominently on the cartosemiotic research agenda favouring globes over maps due to their higher iconicity. Secondly, terms like “globe” or “map” can be defined more clearly by means of semiotic modelling - also regarding neologisms like “digital globe” or “hyperglobe”. Finally, a semiotic reading provides indication of why relevant cartographic research, until now, was not successful in explaining the special qualities of globes and maps. Namely, conservative research understands the relation between globes and maps in terms of an exclusive *either/or* whereas a sign-theoretic approach supports an inclusive logic of *both/and*. The traditional concept of a *Globenwürdigkeit* can therefore be rejected in favour of an integrating *globe-immanence*.

Although the semiotics we advance help us to derive the initial question from a general basic theory, the aforementioned deficiencies of relevant research on earth-maps and globes will bring our considerations to a point of rupture: To ignore the (also cognitive) function of representations of global realities results in the absence of previous knowledge, which would have been requisite to build an empirical comparison between maps and globes. Lacking such prior insights it becomes necessary to lay these missing foundations by proper basic research. For this purpose, the initial question will be asked on a more abstract level, focussing no longer on models of the Earth's surface but rather on spatial object distributions on spherical (3D) and plane (2D) computer displays.

This step of abstraction also allows us to link our own research with the research of spatial cognition, where the investigation of mental representations of spatial knowledge has been on the agenda for many years. Spatial cognition research, therefore, offers various test designs that can be adapted for a spherical display. This allows us to compare the mental structures derived from object distributions on a sphere with the accordant object distributions projected (in terms of a map) onto a plane. Doing this adaptation and comparison will be the aim of the final part of this work. The results obtained indicate that object distributions are memorized less quickly but more exactly when learnt on a spherical display; distributions projected from a sphere onto a plane complicate memorizing especially on the map's margins where psychological border effects can be observed within the mental structures and distance estimation qualities of probands.

Thus, this work's contribution is threefold. First, the underlying theoretical and methodical groundwork is presented. Second, the concrete empirical findings that can serve as reference data for subsequent works are exposed. Third, a comprehensive research agenda towards a better understanding of earth-maps *and* globes as cartographic communication devices is outlined.

Teil A

Wissenschaftstheoretische

Grundlagen

Es ist unmöglich, zweimal in denselben Fluß hineinzusteigen.
[Der Fluß] zerstreut und bringt wieder zusammen [...]
und geht heran und geht fort.

Heraklit¹

0 Aufbau, Wege und Zielsetzungen

0.1 Vorbemerkungen zum Versuch einer zusammenfassenden Einleitung

Einleitungen über Aufbau und Zielsetzungen einer wissenschaftlichen Abschlussarbeit neigen im Allgemeinen einem Makel zu, den sie mit Fachlehrbüchern gemeinsam haben: sie sind Konstrukte. Denn so wie Lehrbücher retrospektiv ein historisch gewachsenes Wissensgebäude suggerieren, dessen Räume sich kontinuierlich und „kumulativ“ (Kuhn, 1976) mit Erkenntnis füllen und den Eindruck erwecken, die betreffende Disziplin näherte sich stetig der – romantisch gesprochen – Wahrheit an, so konstruieren auch Einleitungstexte das Bild kontinuierlicher Entwicklung einer Forschungsfrage, welche zu Beginn der Arbeit aus den Kenntnissen einer Fachdisziplin kritisch abgeleitet und begründet, sodann den Eingriffen eines anerkannten Methodikums unterzogen und schließlich (meist) erfolgreich beantwortet wird. Dabei laufen zwei wesentliche Momente des Forschungsprozesses Gefahr, ausgeblendet zu werden: erstens die Möglichkeit des Scheiterns und zweitens das Auftreten von Bruchstellen.

Dieser Makel, einen Denkprozess nachträglich geglättet oder zumindest umgedeutet zu haben, haftet, so steht zu befürchten, auch diesem Einleitungstext an – er lässt sich nämlich kaum vermeiden: Denn während sich im Fortgang der Arbeit Wissen erweitert, Verständnis verändert und Begriffe geklärt werden, kurzum: während sich die Einstellungen des Autors zu seinem Projekt verändern, verändert sich fortlaufend auch die Zielsetzung der Arbeit, wobei es immer nur eingeschränkt möglich ist, sich in einen früheren Wissensstand zurückzusetzen. Systemtheoretisch ließe sich dieses Problem wohl treffend über die Unterscheidung in Beobachter/innen erster und zweiter Ordnung beschreiben. Wir verzichten jedoch an dieser einleitenden Stelle auf einen Exkurs in die Systemtheorie und beschränken uns stattdessen mit Heraklit auf eine bildhaftere Darstellung, nach welcher es nicht möglich ist, zweimal in denselben Fluss zu steigen. Auch ein klassisches Beispiel der Wissenschaftsgeschichte mag hierher passen, demnach Kopernikus, sobald vom heliozentrischen Weltbild überzeugt, nicht mehr an das geozentrische Weltbild glauben konnte, auch wenn er selbst unter der Gültigkeit des Letzteren ausgebildet und sozialisiert worden war. Den Leser/innen dieser Arbeit werden hier, soviel sei vorweggenommen, keine derlei bahnbrechenden Einsichten vorgelegt werden. Es sei dennoch in den folgenden Absätzen versucht, auf das eben beschriebene erkenntnistheoretische Problem hinzudeuten und den Aufbau dieses Textes zwischen der Frage (1): „Warum ging es dem Autor am Beginn des Projektes?“, und der Frage (2): „Worum geht es dem Autor in dieser (abgeschlossenen) Arbeit?“ aufzuspannen und zusammenzufassen, zumal vorliegende Arbeit letztendlich nichts anderes als die sichtbare Form dieser Transformation zwischen den Fragen 1 und 2 ist.

1 Zitiert nach Mansfeld (1995); DK 22 B 91

0.2 Wissenschaftstheoretische Grundlagen der Arbeit

Am Beginn der Arbeit stand die Frage, was die besonderen Vorteile eines Globus in der Vermittlung von Erkenntnissen globaler Sachverhalte seien; dabei waren von Anfang an Vorteile in Relation zur Erdkarte als dem derzeit prominentesten Alternativmodell der Kartographie gemeint.

Von diesem Ausgangspunkt wird im Text jedoch nun nicht – wie es den Gepflogenheiten hypothesen-geleiteter Forschung eigentlich entspräche – versucht, Null- und Alternativhypothese zu formulieren und im weiteren Verlauf der Arbeit einer Entscheidung zwischen diesen beiden zuzuarbeiten. Stattdessen wird die ebengenannte Fragestellung zunächst auf eine Metaebene verschoben, wo nicht mehr der Inhalt der Frage, sondern die Frage selbst thematisiert wird, das heißt: Warum wurde diese Frage von der Kartographie bisher nicht beantwortet oder gestellt? Wie definiert sich eine Kartographie, die diese Frage bislang nicht beantwortet oder gestellt hat? Ist diese Fragestellung überhaupt eine kartographisch relevante beziehungsweise wie müssen die theoretischen Grundlagen einer Kartographie beschaffen sein, im Rahmen derer diese Frage sinnvoll gestellt oder beantwortet werden kann und muss?

Im Sinne dieser Fragen beginnt die Arbeit in Kapitel 1 mit einer Gegenüberstellung jüngerer Texte der Kartographie, in denen kartographische Paradigmen und Paradigmenwechsel argumentiert werden. Trotz (und zum Teil auch wegen) der festzustellenden Paradigmenvielfalt endet diese Analyse mit der vermutlich überraschenden Konklusion, dass die Kartographie nicht über viele, sondern vielmehr über gar kein Paradigma verfügt – zumindest wenn wir diesen Begriff im Sinne Kuhn's (1976) und damit in seiner am ausführlichsten begründeten Form verwenden. Im Gegenzug lässt sich das festgestellte Bemühen von Kartograph/innen um die Artikulation einer Paradigmas als Ausdruck einer (wiederum in Kuhn'schem Sinne) Krise des Faches deuten und gibt zugleich Hinweise auf die Ursachen einer solchen.

Bietet also die gegenwärtige Kartographie kein Paradigma, dem wir uns verpflichten könnten oder müssten, um sicherzustellen, dass der oben formulierten Ausgangsfrage und den möglichen Ergebnissen dieser Arbeit letztendlich das Prädikat »kartographisch« zugesprochen werden kann, so macht sich der Text bei seinen nächsten Schritten in Kapitel 2 und 3 auf die Suche nach einer allgemeinen wissenschaftstheoretischen Basis für die Kartographie und nach einem Universalprinzip, welches den aktuellen Teilprinzipien des Faches zu Grunde gelegt werden kann. Eine solche Basis bietet unserer Meinung nach die Semiotik, aus welcher am Ende von Kapitel 3 ein semiotischer Imperativ als allgemeines Prinzip der Kartographie abgeleitet wird.

In Bezug auf die eben vorgebrachte Fragenreihe behauptet Teil A also, dass die Ausgangsfrage der Arbeit (u.a.) deshalb noch nicht beantwortet wurde, weil der Kartographie ein Paradigma fehlt, das sie auf eine entsprechende Beantwortung verpflichten würde. Mangels eines solchen Paradigmas wird über eine Reformulierung und Integration bestehender kartographischer Teilprinzipien im Rahmen einer allgemeinen Semiotik versucht, die theoretischen Bedingungen zu definieren, unter denen die Ausführungen dieses Textes also Gültigkeit und Relevanz für die Kartographie haben können.

0.3 Erdglobus vs. Erdkarte

Teil B beginnt mit einer Ableitung der Ausgangsfrage und zeigt konkret, dass die in Teil A formulierten theoretischen Grundlagen geeignet scheinen, zwingend und sinnvoll nach den besonderen Vorteilen von Globen zu fragen. Hierfür wird zunächst eine Typologie kartographischer Ausdrucksformen vorgeschlagen, welche von entsprechenden Gliederungen der gegenwärtigen Lehrbuchkartographie verschieden ist und eine Gegenüberstellung von Erdglobus und Erdkarte insofern notwendig macht, als sie im kleinstmaßstäbigen Bereich dem erstgenannten zugunsten letzterer den Vorzug gibt, was dem etablierten Fachverständnis diesbezüglich stark zuwider läuft und daher nach Erklärung verlangt.

Ist ein Vergleich von Erdglobus und Erdkarte somit auf der Forschungsagenda verortet, geht es in Kapitel 6 darum, beide Begriffe auf einer gemeinsamen theoretischen Basis zu klären, so dass also gleichermaßen genau definierte Ausdrücke in den angestrebten Vergleich eingehen. Eine solche terminologische Einschränkung ist vor allem im Falle des Globus angebracht, welcher in seiner digitalen Ausprägung mit dem Aufkommen von Geobrowsern zu einem ebenso populären wie begrifflich unscharfen Konzept geworden ist.

Terminologisch geklärt gehen nun die Kapitel 7 und 8 reihum daran, einschlägige Untersuchungen zur besonderen Qualität des Globus beziehungsweise der Erdkarte aufzuarbeiten. Interessant ist hierbei zunächst – nicht nur aufgrund seines Namens – das Konzept einer Globenwürdigkeit, worunter seit den 1960er Jahren der am Globus erzielbare Erkenntnisgewinn gegenüber einer verebneten Darstellung diskutiert wird. Trotz dieser Tradition und einer Reihe von Thesen zur Globenwürdigkeit, die sich aus der entsprechenden Literatur herauslösen lassen, zeigt sich die zugrunde liegende Argumentation letztendlich in einem Maße unbefriedigend, das die Globenwürdigkeit als Grundlage der geplanten Gegenüberstellung mit der Erdkarte ungeeignet erscheinen lässt.

Im Gegenzug weist jedoch auch die Forschung zur Eignung der Erdkarte markante Schwächen auf: Einerseits richtet sich diese – ganz im Sinne der karten-lastigen Lehrbuchkartographie – nämlich weniger auf die Vorteile der verebneten Darstellung im Vergleich zur sphärischen, sondern erschöpft sich in Diskussionen um die Vorzüge einzelner Kartenprojektionen zueinander. Andererseits werden angesprochene Diskussionen zwar beherzt, aber letztlich ohne die Unterstützung empirisch gewonnener Daten geführt – ein gravierendes Manko für eine Kartographie, die sich über das bei ihren Nutzer/innen erreichte Verständnis definiert.

Zwar zeigt Abschnitt 9, wie das Verhältnis von Erdglobus und Erdkarte semiotisch reformuliert, und an die Stelle der Globenwürdigkeit die Idee einer Globusimmanenz gesetzt werden kann, um die Abhängigkeiten zwischen beiden Modellen im Rahmen eines gemeinsamen Semioseprozesses zu beschreiben. Gleichzeitig wird jedoch auch deutlich, dass eine Ausbestimmung des kartographischen Vermittlungsprozesses zwischen Realität und Nutzer/innen über einen rein semiotisch-analytischen Zugang nicht möglich ist, sondern einer empirisch geführten Gegenüberstellung bedarf. Eine solche Gegenüberstellung kann angesichts der in Teil B behaupteten Defizite der einschlägigen Forschung zum Globus und zur Erdkarte an bestehendes Grundlagenwissen der Kartographie nur sehr eingeschränkt anknüpfen, weshalb für Teil C eine vergleichende Untersuchung sphärischer und ebener Displays vorgeschlagen wird.

Teil B beginnt also mit einer Einordnung der ursprünglichen Fragestellung in die in Teil A entwickelte Theoriengrundlage und versucht diese Problematik mit bisher geleisteten Arbeiten der Fachgemeinschaft abzugleichen, führt jedoch auf diesem Wege zu einer schrittweisen Dekonstruktion der Ausgangsfrage, welche in letzter Konsequenz auf ein abstrakteres Niveau verschoben wird, wo nicht mehr die Darstellung einer geographischen Verteilung untersucht wird, sondern das grundsätzliche Lernverhalten räumlicher Verteilungen in Abhängigkeit davon, ob diese auf einem sphärischen Display oder in einer entsprechenden Verebnung repräsentiert werden.

0.4 Sphärische vs. ebene Displays

Eine Zusammenschau grundlegender Modelle, über welche die Raumkognitionsforschung zu verstehen sucht, wie räumliches Wissen mental abgespeichert wird, eröffnet den abschließenden Teil C der Arbeit (Kapitel 11). Konklusion dieser Blütenlese ist, dass trotz teilweise bis heute andauernder Kontroversen von einer Einstimmigkeit darüber ausgegangen werden kann, dass mentale Raumwissensstrukturen dem Einfluss von Hierarchie- und Barriereneffekten unterliegen, welche zu systematischen Fehlern im mental gespeicherten Wissen führen.

Diese Effekte beziehungsweise Fehler bieten nun gemeinsam mit den für ihre Untersuchung verwendeten Testdesigns einen für die Zwecke dieses Textes geeigneten Anknüpfungspunkt, da hier bereits ein in verschiedenen Raumkontexten (konstruierte Karten mit oder ohne Sichtbarrieren, Objekte in städtischen Räumen, etc.) erprobtes Verfahren vorliegt, welches jedoch unseres Wissens bislang weder auf sphärisch dargestellte Verteilungen noch auf Verebnungen im Sinne von Karten angewandt wurde. Diesen Übergangsschritt will nun diese Arbeit in ihrem dritten Teil versuchen.

Kapitel 12 stellt das zugehörige Testdesign vor, welches einerseits versucht, über Anwendung eines Ordered-Tree-Algorithmus einen allgemeinen Überblick über die Eigenschaften der jeweils angelegten mentalen Strukturen zu bekommen und andererseits konkret fragt, wie gut Distanzen auf Sphäre und Verebnung geschätzt werden beziehungsweise wo Schätzwertdifferenzen zwischen beiden Modellen Signifikanz haben.

Die erzielten Ergebnisse werden in den Kapiteln 13 und 14 in zwei Teilen vorgestellt. Zunächst können in einem ersten Auswerteschritt generelle Aussagen über die Testergebnisse gemacht werden, wonach die getestete Verteilung auf der Sphäre zwar langsamer, jedoch hinsichtlich der Distanzschätzungen genauer gelernt wird. In einem zweiten Analyseschritt werden diese Aussagen auf ihre grundsätzliche Gültigkeit geprüft um sodann eine differenziertere Betrachtung der ebengenannten Resultate vorzunehmen. Eine solche deutet daraufhin, dass schlechtere Schätzleistungen vor allem in jenen Bereichen der verebneten Darstellung auftreten, in denen die Entfernungen über Relationen geschätzt werden, die über die Ränder beziehungsweise Randbereiche der Verebnung herzustellen sind. Eine Betrachtung der entsprechenden mentalen Speicherstrukturen legt darüber hinaus nahe, dass solche Relationen nicht bereits beim Erlernen der Verteilung, sondern erst beim Lösen einer Distanzschätzung hergestellt werden. Die im Zuge jeder Verebnung sphärischer Oberflächeninformation auftretenden Ränder scheinen also in den mental gespeicherten Wissensstrukturen als „psychological borders“ wirksam zu werden. Entsprechend werden auch Hierarchie- und Barriereneffekte besonders in den Randbereichen akut.

0.5 Weg und Ziel

Die eben angesprochenen empirischen Befunde markieren eigentlich das Argumentationsende des dritten und letzten Teiles der Arbeit. Blickt man mit diesen Ergebnissen zurück auf die oben angeführte Ausgangsfrage dieses Projektes, so scheint im Laufe des Textes ein zunehmender Abstand zur ursprünglich intendierten Problemstellung entstanden zu sein. Der Autor ist sich dieser scheinbaren Kluft wohl bewusst, weshalb in einem Anschlusskapitel 15 im Rahmen einer Auflistung manifester und latenter Resultate versucht wird, einerseits nochmals auf die Notwendigkeit dieser Differenz hinzuweisen, und andererseits konkrete Möglichkeiten zur Überwindung derselben vorzuschlagen und auf diesem Wege eine Rückbindung an die Ausgangsfrage zu erreichen.

Fragen wir nun am Ende dieser Einleitung erneut, doch in veränderter Zeitform: „Worum geht es in dieser Arbeit?“, so können wir die eingangs formulierte Zielsetzung eigentlich wiederholen: Es geht um die Frage, ob dem Globus besondere Qualitäten in der Vermittlung globaler Sachverhalte zugesprochen werden können. Es geht jedoch in dieser Arbeit auch darum, warum diese Frage bislang nicht beantwortet wurde (Teil B). Es geht weiters um die Schaffung theoretischer (Teil A) und empirisch-methodischer (Teil C) Grundlagen, auf denen aufbauend diese Frage erhellt werden kann. Und es geht schließlich auch darum, zu erklären, warum die Ausgangsfrage nur ansatzweise aufbereitet werden konnte. In diesem Sinne ist auch der Titel dieses Textes zu verstehen, der von Prolegomena spricht, und in diesem Sinne scheint der Titel auch eine genaue Auskunft darüber zu geben, worum es dem Text, dem er vorangestellt ist, zu tun ist, nämlich um Vorüberlegungen zum Potenzial sphärischer Displays für die Visualisierung globaler Phänomene.

Von dieser Aussage abgesehen liegt entlang des eben skizzierten Argumentationspfades der Arbeit jedoch eine Reihe weitere Ergebnisse, welche Ausgangsfrage und Titel nicht unmittelbar vermuten lassen: Dazu gehören eine alternative Lesart der Wissenschaftsgeschichte akademisch institutionalisierter Kartographie, des weiteren die Formulierung einer semiotisch begründeten Darstellungsmaxime als heuristischem Prinzip, eine Präzisierung der Definition des Globusbegriffes sowie der Versuch einer Zurückweisung des Konzeptes einer Globenwürdigkeit im herkömmlichen Sinn. Gemeinsam mit den genannten Testergebnissen weisen sie darauf hin, dass ein rein zielfokussiertes und hypothesen-geleitetes Forschen nicht der Königsweg wissenschaftlicher Arbeitsweise sein muss, sondern bereits der sprichwörtliche Weg zum Ziel ein epistemologisches Prinzip sein kann.

0.6 Nachbemerken zum Versuch einer zusammenfassenden Einleitung

Überblickt man nun die vollständige Arbeit entlang der eben skizzierten Abfolge ihrer drei Hauptteile so entsteht vor dem Auge des Autors das Bild einer argumentationslogisch gewachsenen Form, deren Begründungsschritte sich schlüssig aneinander fügen, sodass die eingangs erwähnten Schwierigkeiten eines wissenschaftlichen Schaffensprozesses nur mehr schwache Schatten werfen. Alle Hindernisse und Momente des Zweifels auf diesem Argumentationsweg haben ihr Gewicht schon allein dadurch verloren, dass sie nun immer nur mehr als bereits gelöste Probleme oder zumindest in Gesellschaft von konkreten Vorschlägen möglicher Lösungswege auftauchen.

Es sei daher zum Abschluss dieses Einleitungstextes noch einmal darauf hingewiesen, dass es sich bei obigen Hinweisen zu Aufbau und Zielsetzung der Arbeit in mancher Hinsicht um ein Konstrukt handeln könnte, welches bei der rückblickenden Betrachtung eines über mehrere Jahre gewachsenen Textes nur allzu leicht entstehen kann; die Unmöglichkeit, zweimal in den gleichen Fluss zu steigen, trifft hier Autor und Leser/innen gleichermaßen. Sollten also beim Versuch dieser Zusammenfassung Schlüssel- und Bruchstellen bereits verdeckt worden sein, so bleibt es eine Herausforderung der Leser/innen, diese Bruchstellen aufzufinden sowie jene Stellen am Argumentationsweg, an denen man sich vielleicht auch anders hätte entscheiden können.

1 Paradigma und Paradigmenwechsel in der Kartographie

1.1 Rezent postulierte Paradigmenwechsel in der Kartographie

Seit Thomas Kuhn (1976) den Umsturz einer vorherrschenden Meinung innerhalb einer Wissenschaft auf den Namen »Paradigmenwechsel« taufte, reflektiert sich auch die Kartographie im Lichte dieses Begriffes und hält Ausschau nach bereits vollzogenen oder sich eben erst abzeichnenden Paradigmenwechsel. Da der vorliegende Text nicht die Absicht verfolgt, die Geschichte der Kartographie wissenschaftstheoretisch aufzuarbeiten, seien nachfolgend beispielhaft einige jüngere Arbeiten zusammengefasst, die jeweils unterschiedliche kartographische Paradigmen konstatieren:

1.1.1 Paradigmenwechsel nach Müller et al.

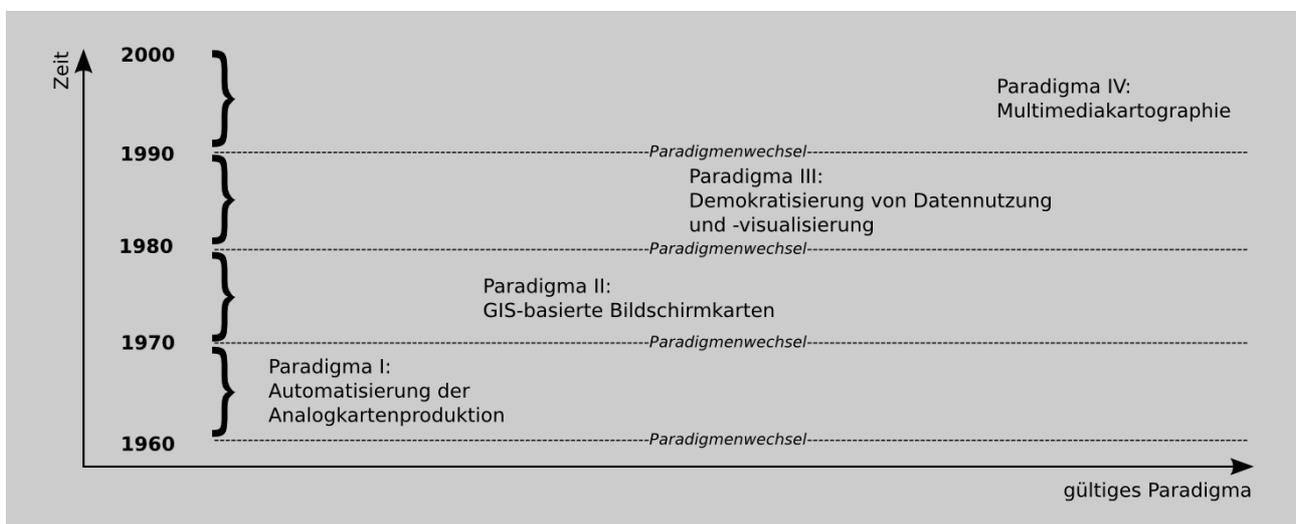


Abbildung 1: Paradigmenwechsel in der Kartographie; bearbeitet nach Müller et al. (2001)

Müller et al. (2001) orten in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhundert vier Paradigmenwechsel für die Kartographie (vgl. Abb. 1): Ein erster Paradigmenwechsel fand nach Meinung dieser Autoren Ende der 1950er Jahre mit der Automatisierung der Papierkartenproduktion statt, welche eine höhere Aktualität der Karten bei gleichzeitig geringeren Produktionskosten zur Folge hatte. Der nächste Paradigmenwechsel wird im Einsatz digitaler Technologien für die Kartenpräsentation am Bildschirm gesehen, die eine flexible, auf geographischen Informationssystemen (GIS) basierende Visualisierung von Analyseergebnissen erlauben. Diese Möglichkeiten führen mit der Marktreife von Personalcomputer und entsprechender Software zu einer „Demokratisierung der Kartographie“, welche die Domäne der Kartenproduktion aus einem exklusiv öffentlich-kollektiven Kompetenzbereich herauslöst und einer privat-individuellen Datennutzung und -visualisierung öffnet, wobei auch die Grenzen zwischen Produktion und Nutzung von Karten aufgehoben werden. Diese „Demokratisierung“ markiert einen dritten Paradigmenwechsel, der in den 1990er Jahren durch das Internet als Kommunikationsmedium kartographischer Produkte verstärkt wird. Zugleich bieten multimediale, interaktive Formen der Repräsentation der Kartographie neuartige Potenziale, sodass in der Synthese von Internet und Multimediatechnologie ein vierter Paradigmenwechsel argumentiert wird.

1.1.2 Paradigmenwechsel nach Taylor

Taylor präsentiert sein Konzept einer Cybercartography bereits 1997, spricht aber erst in späteren Publikationen (z.B. 2003, 2005) von einem entsprechenden Paradigma. Den Bedarf dieses neuen Paradigmas und einer zugehörigen Begriffsschöpfung argumentiert Taylor mit den sich bietenden technologischen Möglichkeiten des Informationszeitalters, denen die traditionelle, normativ-formalistische Kartographie nicht gerecht wird, wogegen es eines holistischen Zugangs bedarf, welcher realisiert werden kann durch „the organization, presentation, analysis and communication of spatially referenced information on a wide variety of topics of interest and use to society in an interactive, dynamic, multimedia, multisensory and multidisciplinary format“ (Taylor, 2003), womit auch eine Definition von Cybercartography gegeben ist.

1.1.3 Paradigmenwechsel nach Brodersen

Brodersen (2007), der sich in seiner Argumentation als einziger der genannten Autoren explizit auf Kuhn bezieht, argumentiert einen sich abzeichnenden bzw. notwendigen Paradigmenwechsel in der Kartographie auf Grund von Problemen, die mit den traditionellen Methoden des Faches nicht mehr zu bewältigen seien. Diese Schwierigkeiten resultieren einerseits aus der veränderten Bedeutung und Funktion der Karte, die vor dem Hintergrund von GIS “no longer can be seen as ‘the information’, but far more as the ‘the expression of the information’.”

Damit einhergehend erwächst aber auch eine Reihe neuer beruflicher Fertigkeiten, die einerseits in der traditionellen Kartographie nicht immer rasch genug (an)erkannt, andererseits von solchen privat-kommerziellen Geoinformationsanbietern (weiter)entwickelt beziehungsweise (zum Teil sehr erfolgreich) angeboten werden, die nicht dieser traditionellen Kartographie und ihren Vertretern angehören. Für Brodersen bedeutet dies in Bezug auf die Kartographie: “Those skills that were sufficient up till recently cannot solve tomorrow’s tasks! Per definition, this is a paradigm shift.” Als Konsequenz des festgestellten Paradigmenwechsels fordert Brodersen ein umfassende Neufundierung der Theorie des Faches, deren Basis ein an den Nutzer/innen ausgerichteter, kommunikationswissenschaftlicher Ansatz unter Berücksichtigung anderer Geisteswissenschaften wie Phänomenologie oder Semiotik sein sollte.



Abbildung 2: Geo-Kommunikation (und ihre Meta-Disziplinen) als paradigmatische Wissenschaft zur Vermittlung zwischen Daten und Nutzer/innen mit dem Ziel einer das Handeln der Zielgruppe beeinflussenden Visualisierung; Abbildung von Lars Brodersen und Esben Norby Clemens mit Genehmigung des Autors übernommen aus Brodersen (2007)

Diesem neuen Paradigma der Geokommunikation gliedert Brodersen (2007) die traditionelle Kartographie folgendermaßen ein:

“The relation between geo-communication and cartography is thereafter so, that cartography is ‘reduced’ to be a discipline that created the ‘expressed information in graphics’. Cartography and maps are only one possible way of expressing geo-information in a modern society.”

1.2 Paradigma und Paradigmenwechsel nach Kuhn

Geht man nun daran, die eben präsentierten Entwürfe zu vergleichen, so kann zunächst festgestellt werden, dass die Begriffe „Paradigma“ und „Paradigmenwechsel“ zur ungefähr gleichen Zeit, jedoch nicht auf die gleichen Entwicklungen angewandt werden, was die Vermutung nahelegt, dass sich nicht alle der genannten Autoren mit derselben Argumentationskraft auf den Gebrauch des Terminus „Paradigmenwechsel“ stützen. Ein solch heterogener Begriffsgebrauch wäre wissenschaftsdiskursiv nur durch entsprechende alternative Bedeutungsdefinitionen zu rechtfertigen, die jedoch in den beiden erstgenannten Publikationen nicht gegeben werden. Für eine Prüfung des geäußerten Verdachtes der Kontradiktion zwischen den zitierten Artikeln bietet sich daher eine Bezugnahme auf das bereits zitierte Werk von Kuhn an, in welchem der Ausdruck „Paradigmenwechsel“ in den wissenschaftlichen und wissenschaftstheoretischen Diskurs mit dem Versuch einer fundierten Begründung eingeführt wurde. Da der unter 1.1.3 genannte Text von Brodersen zudem explizit auf dem Kuhn'schen Begriffsverständnis aufbaut, kann durch die nachfolgende Referenz auf Kuhn eine allgemeine Vergleichs- und Bewertungsgrundlage der angeführten Artikel hergestellt werden.

1.2.1 Normale Wissenschaft und normalwissenschaftliche Probleme

Um sich dem Begriff des Paradigmas in seiner ursprünglich von Kuhn intendierten Bedeutung zu nähern, kann eine Einbettung in das Kuhn'sche Phasenmodell zur Entwicklung der Wissenschaften hilfreich sein: Vor beziehungsweise an den Beginn jeder (möglichen) Wissenschaft setzt Kuhn eine Periode, in welcher verschiedene Schulen in Wettstreit um das Wesen der betreffenden Disziplin stehen, die in diesem Stadium noch keine allgemeine und einheitliche Anerkennung genießt (1976). Erweist sich eine dieser Schulen erfolgreicher in der Lösung von Problemen, die einer Gruppe von Fachleuten relevant erscheinen, so wird sie zum ersten Paradigma einer Wissenschaft, die damit in eine als *normale Wissenschaft* bezeichnete Phase eintritt, worunter eine auf weithin akzeptierten, in Lehrbüchern systematisch aufbereiteten, wissenschaftlichen Leistungen begründete Forschung verstanden wird:

„Dabei ist der Erfolg dieses Paradigmas am Anfang weitgehend eine Verheißung von Erfolg, die in ausgesuchten und noch unvollständigen Beispielen liegt. Die normale Wissenschaft besteht in der Verwirklichung jener Verheißung, einer Verwirklichung, die durch Erweiterung der Kenntnis der vom Paradigma als besonders aufschlussreich dargestellten Fakten, durch Verbesserung des Zusammenspiels dieser Fakten mit den Voraussagen des Paradigmas sowie durch eine weitere Artikulation des Paradigmas selbst herbeigeführt wird.“ (Kuhn, 1976)

In concreto lässt sich der Begriff des Paradigmas im Sinne Kuhns als wissenschaftliche Leistung(en) beschreiben, die einerseits von einer Gruppe von Fachleuten als Musterlösung anerkannt wird, und die andererseits hinweist auf eine Vielzahl noch ungelöster Fragen, die ausgehend von dieser Musterlösung, d.h. nach den im Paradigma implizierten Regeln, zu beantworten sind.

Diesbezüglich unterscheidet Kuhn drei Klassen von Problemen, die sich in der normalen, auf einem Paradigma begründeten Wissenschaft stellen:

„Diese drei Klassen von Problemen – Bestimmung bedeutsamer Tatsachen, gegenseitige Anpassung von Fakten und Theorie, Artikulation der Theorie – machen, so glaube ich, die gesamte Literatur der normalen Wissenschaft aus, sowohl der empirischen wie auch der theoretischen.“ (1976)

Die erste Klasse von Problemen bildet demnach die Anwendung der Theorie auf paradigmatisch relevante Fakten, welche in immer größerem Ausmaß und immer genauer erfasst und gesammelt werden. Als entsprechendes Beispiel nennt Kuhn die Erstellung von Ephemeriden, die auf Basis der (gravitations)theoretischen Grundlagen der Astronomie berechnet werden können. Eine zweite Klasse normalwissenschaftlicher Probleme widmet sich der Verbesserung der Vergleichbarkeit bzw. Übereinstimmung zwischen Paradigmatheorie und Natur. Diese zweite Gruppe von Rätseln führt oft zu Innovationen im Bereich des wissenschaftlichen Instrumentariums, wofür ein Kuhn'sches Beispiel die Entwicklung leistungsfähiger Teleskope zur Beobachtung der von Kopernikus vorausgesagten jährlichen Paralaxe zitiert. Die dritte Problemklasse der Normalwissenschaft arbeitet schließlich an einer möglichst deutlichen Artikulation der Paradigmatheorie, was eine Beseitigung bestehender Unklarheiten, auch unter Zuhilfenahme von Neuformulierungen, mit einschließt. Hierzu verweist Kuhn als Beispiel auf die Bemühungen von Mathematikern des 18. und 19. Jahrhunderts, die Newtonsche Mechanik logischer und ästhetischer auszudrücken. Bemerkenswert an diesem Konzept normaler Wissenschaft ist, dass diese entsprechend der genannten drei Klassen von Problemen in keiner Weise nach neuen Phänomenen oder Theorien sucht, sondern danach trachtet, bekannte Phänomene mit paradigmatischen Theorien umfassend zu bestätigen und zu harmonisieren.

1.2.2 *Außerordentliche Wissenschaft und wissenschaftliche Revolutionen*

In diesem Streben nach größtmöglicher Genauigkeit eines Paradigmas liegt jedoch auch der Keim für dessen mögliche spätere Verwerfung, da es gegenüber Anomalien immer empfindlicher wird. Beispielsweise können die unter einem Paradigma zu dessen Verfeinerung entwickelten Spezialinstrumente und Technologien nicht nur zu erwarteten Daten, sondern auch zu unerwarteten Fakten führen, deren Erkenntnis ohne diese Geräte gar nicht möglich gewesen wäre. Solche Anomalien können – wenn sie sich der angenommenen und angestrebten Übereinstimmung zwischen Paradigmatheorie und Natur andauernd widersetzen – die normalwissenschaftliche Arbeit in eine Krise führen, die zugleich den Übergang zur dritten Phase Kuhn'scher Wissenschaftsentwicklung, der *außerordentlichen Wissenschaft*, markiert. Bei dieser andauernden Auseinandersetzung mit einer akuten Anomalie werden sich die unternommenen Lösungsversuche zunächst möglichst an die Forschungsregeln des betroffenen Paradigmas halten. Tragen diese paradigmatischen Versuche jedoch nicht die erhofften Früchte, so werden sich nachfolgende Ansätze zunehmend verschiedener, auch gegensätzlicher Artikulationen des Paradigmas bedienen.

Für den Ausgang solcher Krisen sieht Kuhn (1976) drei mögliche Szenarien, deren erstes durch einen letztendlichen Lösungserfolg der normalen Wissenschaft im Rahmen des gültigen Paradigmas gekennzeichnet ist. Manchmal hingegen verschließt sich eine Beseitigung des Problems überhaupt allen unternommenen Versuchen, so dass dieses von der Forscher/innengemeinschaft unter den Gegebenheiten eines gegenwärtigen Wissensstandes als vorläufig unlösbar deklariert wird. Das dritte Szenario schließlich zeigt einen neuen Paradigmakandidaten sowie die Auseinandersetzung um dessen Anerkennung. Dieser Übergang von einem alten zu einem neuen Paradigma vollzieht sich in Kuhn'scher Terminologie als *wissenschaftliche Revolution*.

Die Anwendung des Begriffes der Revolution auf die Wissenschaftsentwicklung rechtfertigt Kuhn auf zweifache Weise: Erstens ist die wissenschaftliche wie auch die politische Revolution das Ergebnis wachsender Unzufriedenheit, die sich im Falle einer Wissenschaft auf das gültige Paradigma bezieht. Zweitens zielen politische Revolutionen auf eine Aufhebung oder Umformung bestehender Institutionen ab, wobei die zu diesem Zweck eingesetzten Mittel den Gesetzen eben jener kritisierten Institutionen widersprechen, so dass deren Fortbestand mit dem erfolgreichen Ausgang einer Revolution unvereinbar ist. Ebenso – auch logisch – unvereinbar ist für Kuhn die gleichzeitige Akzeptanz und Befolgung von altem und neuem, revolutionärem Paradigma.

„Wenn aber neue Theorien aufgeboten werden, um Anomalien in der Beziehung einer existierenden Theorie zur Natur aufzulösen, dann muss die erfolgreiche neue Theorie Voraussagen ermöglichen, die sich von den aus ihrer Vorgängerin abgeleiteten unterscheiden. Dieser Unterschied wäre nicht möglich, wenn die beiden Theorien logisch vereinbar wären.“ (1976)

Eine Konsequenz dieser Inkommensurabilität ist die Verneinung eines kumulativen Erkenntnis- und Entwicklungsprozesses einer Wissenschaft. Stattdessen bringt ein neues Paradigma neue Definitionen, Problemstellungen und Lösungsmethoden mit sich, während Fragestellungen des früheren Paradigmas an andere Disziplinen delegiert werden oder gar jegliche wissenschaftliche Relevanz verlieren können.

1.3 Kritik rezent postulierter Paradigmen in der Kartographie im Lichte eines Kuhn'schen Begriffsverständnisses

Mit den Auskünften dieses Exkurses zu Kuhns wissenschaftstheoretischem Konzept können nun die am Ende von Abschnitt 1.1 nur vage geäußerten Bedenken bezüglich der heterogenen Verwendung des Begriffes „Paradigma“ in der Kartographie konkreter formuliert und schärfer argumentiert werden. Dies soll zunächst in Form von Einzelkritiken der in 1.1 genannten Paradigmenwechsel erfolgen, um im Anschluss daran eine synthetische Interpretationen zu wagen, die vielleicht bei der Suche nach einer möglichen theoretischen Grundlage dieser Arbeit, oder gar einem Paradigma hilfreich sein kann.

1.3.1 Kritik zur Verwendung des Paradigmenbegriffes von Müller et al.

Das Verständnis der Termini Paradigma und Paradigmenwechsel von Müller et al. (2001) ist – trotz fehlender Hinweise der Autoren – offensichtlich ein anders als das von Kuhn entworfene. Diese Deutlichkeit der Differenz zeigt ein Rückblick auf Abbildung 1, wo für die zweite Hälfte des 20. Jahrhunderts in dezennischen Intervallen neue Paradigmen eingezeichnet sind. Ein solche Geschwindigkeit ist mit dem Kuhn'schen Phasenmodell unvereinbar, da die von Kuhn unterschiedenen Perioden, allen voran jene der normalen Wissenschaft, deutlich längere Zeitspannen beanspruchen. Entsprechend nimmt es nicht Wunder, dass Müller et al. die in solchen Phasen normaler Wissenschaft leitenden kartographischen Paradigmen und Theorien nicht ausführen, während sie alle reklamierten Paradigmenwechsel über technologische Entwicklungen definieren, auf die sich daher die hier versuchte Kritik beschränken soll.

Hierzu ist zunächst zu hinterfragen, inwiefern mit solchen technologischen Innovationen auch eine Veränderung eines gültigen Paradigmas einhergehen muss. So ist beispielsweise aus dem ersten Paradigmenwechsel nach Müller et al. (i.e.: die Automatisierung der Papierkartenproduktion) weder eine dadurch notwendig gewordene, noch wissenschaftsgeschichtlich auch beobachtete Veränderung der leitenden Theorie des Faches abzuleiten. Ferner ist bezüglich solcher technologischen Neuerungen auch zu bestimmen, ob sie normalwissenschaftlicher Kartographie entsprungen sind, oder ob es sich nicht vielmehr um Entwicklungen handelt, die auch von anderen Wissenschaftsbereichen rezipiert wurden, so dass hier nicht – sofern es sich überhaupt um Paradigmenwechsel handelte – unreflektiert auf speziell kartographische Paradigmenwechsel geschlossen werden kann.

Darüber hinaus scheint es zweifelhaft, ob die Zeitpunkte der für Müller et al. maßgeblichen (fach-) wissenschaftlichen Veränderungen mit einer linearen Funktion treffend abgebildet werden. Zieht man beispielsweise Vergleiche zu Analysen der Medienevolution (e.g.: Hömberg & Burkart, 2007; Merten, 1994), so ergeben deren Befunde trotz im Detail divergierender Angaben ein Bild, dass die Schlussfolgerung einer sich beschleunigenden, also nicht-linearen (Abb. 3) und somit im Widerspruch zum Müller'schen Linearitätsmodell stehenden Entwicklung von Kommunikationsmedien und -technologien nahe legt. (Die grundsätzliche Problematik, Ereignisse der Wissenschaftsgeschichte auf konkrete Zeitpunkte zu fixieren (vgl. e.g.: Latour, 2002), betrifft zwar auch die zitierten Evolutionsmodelle der Medien, sollte aber die an dieser Stelle wesentliche Aussage, nämlich die Kritik einer linearen, dekadischen Paradigmenwandlung, nicht in Frage stellen):

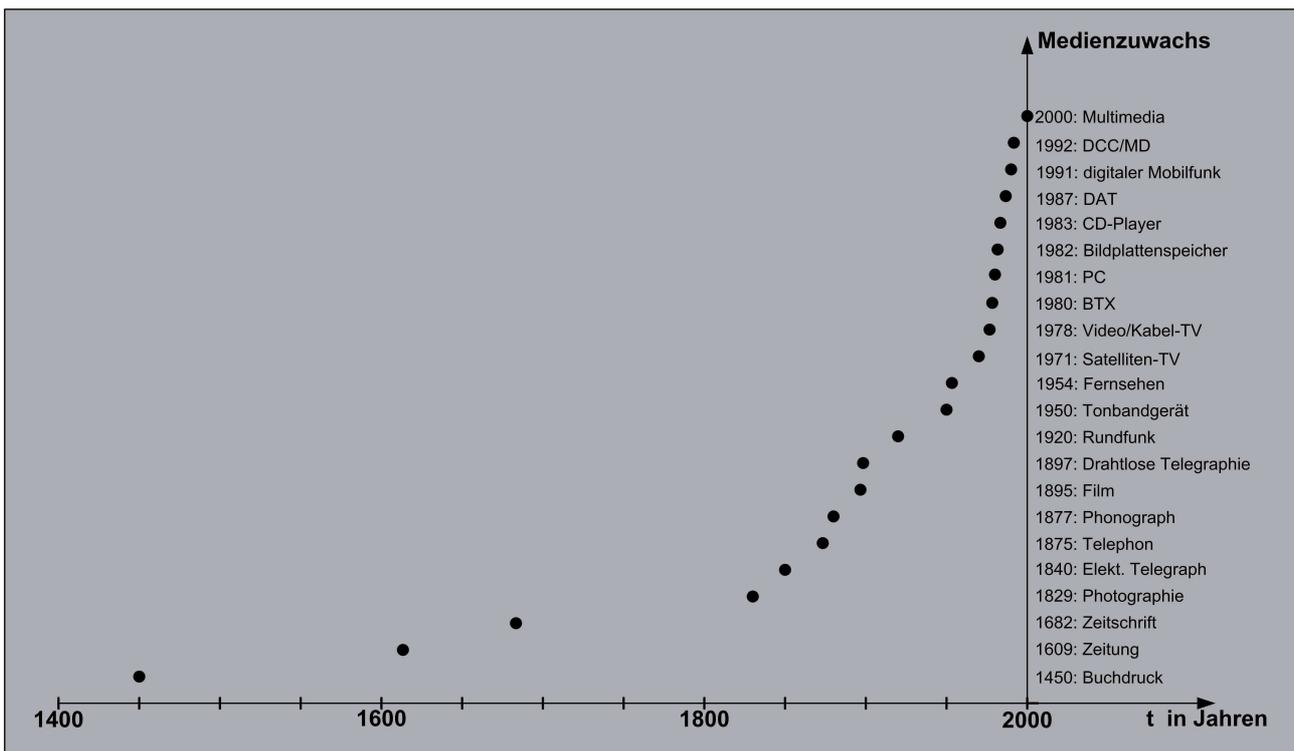


Abbildung 3: Beispiel einer nicht-linearen, sich beschleunigenden Evolution der Medien; bearbeitet nach Hömberg & Burkart (2007)

Schließlich ist die Verwendung des Begriffes Paradigmenwechsel durch Müller et al. auch dahingehend irreführend, als die von ihnen nachgezeichnete Entwicklung der Kartographie zwischen 1950 und 2000 durchaus kumulative Züge trägt, so dass sich die einem Wechsel jeweils vorausgehenden und nachfolgenden Paradigmen der Kartographie logisch nicht widersprechen. Dieses Kennzeichen kumulativer Wissenschaft widerspricht der Kuhn'schen Konzeption wissenschaftlicher Revolutionen und wechselnder Paradigmen entsprechend 1.2 jedoch wortwörtlich.

1.3.2 Kritik zur Verwendung des Paradigmenbegriffes von Taylor

Ebenso wie die Begriffsverwendung von Müller et al. (2001) muss die Beanspruchung eines neuen Paradigmas der Cybercartography durch Taylor (1997, 2003, 2005) als zweifelhaft erscheinen. Dies fällt zunächst durch den eigenen Wortgebrauch Taylors für die Erklärung seines Paradigmas auf, welches er mit der traditionellen Kartographie folgendermaßen in Relation setzt:

“The author sees the paradigm of Cybercartography not as a sudden and dramatic shift from past ideas and practice, but as an evolutionary and integrative process which incorporates important elements from the past, redefine others, and introduces new ideas and approaches to both cartographic practice and theory” (2005).

Der hier deutlich hervorgehobene Aspekt eines kumulativen Fortschritts des Faches ist mit der originalen Begriffsdefinition durch Kuhn unvereinbar. Jedoch lassen auch die von Taylor vorgebrachten Merkmale einer Cybercartography Zweifel am wissenschaftlich revolutionären Charakter dieses Konzepts aufkommen. Weder Interaktivität (vgl. Peterson, 1995), Dynamik (vgl. Dransch, 1997), Einsatz multipler Medien (vgl. Cartwright et al., 2006) noch Inter- und Multidisziplinarität (vgl. MacEachren, 2004) sind der Prä-Cyber-Kartographie unbekannt und werden teilweise sogar in den notwendigerweise konservativen Lehrbüchern berücksichtigt (vgl. Hake et al., 2002). Innovationscharakter ist der Cybercartography vor allem hinsichtlich ihrer Berücksichtigung unterschiedlicher Wahrnehmungsformen beizumessen, jedoch kann auch dieses Ziel bereits aus traditionsreichen Lehrbuchdefinitionen logisch abgeleitet werden, wenn man beispielsweise mit Hake et al. (2002) das Ziel der Kartographie darin sieht, den Benutzer/innen eine möglichst richtige Wahrnehmung der Wirklichkeit zu gestatten; eine solche Wahrnehmung wird entsprechend dem menschlichen Perzeptionsvermögen meist multisensueller Natur sein, insofern auch der multisensuelle Charakter einer Cybercartography kein ausreichendes Kriterium ist, um diese als neues Paradigma der Kartographie zu proklamieren.

Abschließend sind der Cybercartography auch dahingehend Schranken zu setzen, dass ein Paradigma im Sinne Kuhns durch eine Gruppe von Fachleuten weder argumentiert noch gefordert werden kann, sondern bereits eine allgemein anerkannte Theorie darstellt, über die eine gesamte Wissenschaftsdisziplin sich selbst und die für sie relevanten Fragestellungen definiert. Nimmt man hierfür jedoch die Tagungsbeiträge der jüngsten Konferenzen der *International Cartographic Association* als exemplarischen Maßstab, so ist aus den Titeln und Inhalten der dort präsentierten Vorträge eine solche einstimmige Resonanz zur Cybercartography seitens der Fachgemeinschaft durchaus nicht herauszuhören.

1.3.3 Kritik zur Verwendung des Paradigmenbegriffes von Brodersen

Mag die Kritik der Beanspruchung des Begriffes »Paradigma« mangels alternativer Bedeutungsdefinitionen, sowie auf Grund fehlender Kenntnis – soweit dies aus Wortgebrauch und Literaturverweisen gefolgert werden kann – der Kuhn'schen Konzeption dieses Terminus seitens der jeweiligen Autoren in den vorangegangenen Unterkapiteln nach den Ausführung von Abschnitt 1.2 bereits erwartet worden sein, so kann Brodersen (2007) eine solche Unkenntnis nicht zum Vorwurf gemacht werden.

Bereits der Einleitungssatz des hier diskutierten Artikels macht diese inhaltliche Nähe zu Kuhn (1976) deutlich:

“A paradigm shift can be initiated when a system (e.g. a domain) is facing certain difficulties not any longer being able to solve problems that seem ordinary. [...] A paradigm shift is often dealing with a complete and necessary re-definition of e.g. the philosophical foundation of the system (of a certain domain), as well as with a major upgrade and readjustment of procedures, tools etc.” (Brodersen, 2007)

Einen so verstandenen Paradigmenwechsel erachtet Brodersen für die Kartographie aus den in Abschnitt 1.1.3 genannten Gründen als grundsätzlich notwendig. Allerdings bleibt seine entsprechende Argumentation missverständlich, da er keine klare Grenze zwischen jenen Perioden einer Wissenschaft zu ziehen scheint, die Kuhn als Krise und Paradigmenwechsel deutlich unterscheidet: Wenn Brodersen nämlich aus dem momentanen Unvermögen der traditionellen Kartographie, zukünftig relevante Probleme zu lösen, per definitionem auf einen Paradigmenwechsel schließt (“Per definition, this is a paradigm shift.” (2007)), so ist dieser Folgerung aus Kuhn'scher Perspektive insofern zu widersprechen, als mit dem von Brodersen beschriebenen Zustand der Kartographie vielmehr eine Krise bezeichnet ist, für deren möglichen Ausgang ein Paradigmenwechsel nur ein potenzielles Szenario bietet (vgl. 1.2.2).

Doch auch, wenn man das von Brodersen präsentierte Alternativmodell einer Geokommunikation nach der eben geäußerten Kritik als neues Paradigma in Frage stellt, und es stattdessen als einen möglichen Paradigmakandidaten für eine Disziplin, die sich in einer Krise befindet, reinterpretiert, bleiben Zweifel an der Brodersen'schen Lesart des Kuhn'schen Konzeptes. Diese Bedenken versammeln sich in der Frage, wie neu, d.h. wie wissenschafts-revolutionär der geokommunikative Ansatz von Brodersen tatsächlich ist? Vergleicht man nämlich beispielsweise die in Abbildung 2 dargestellten Stützpfeiler einer solchen Geokommunikation mit den Überschriften und Inhalten von Kapitel 1.2 (namens: Wissenschaftliche Grundlagen der Kartographie) des deutschsprachigen Lehrbuchs der Kartographie von Hake et al. (2002), so findet man die Basistheorien der Brodersen'schen Geokommunikation bereits nahezu allesamt namentlich genannt. Ähnlich dem Falle der von Taylor (vgl. 1.3.2) vertretenen Cybercartography bleibt daher auch der innovative Charakter dieses geokommunikativen Ansatzes, welcher eine Voraussetzung für die Durchsetzung eines neuen Paradigmas ist, zweifelhaft.

1.4 Die Kartographie in der Krise: Innen- und Außenperspektive

Die in Abschnitt 1.3 unternommene Kritik am Gebrauch des Terminus Paradigma in der Kartographie ergab eine nuancierte, aber dennoch ausnahmslose Differenz zum ursprünglichen Konzept von Thomas Kuhn (1976). Dass eine solche Infragestellung nicht Selbstzweck ist, soll in diesem, sowie im darauf folgenden Abschnitt 1.5 dargelegt werden.

1.4.1 Zum Begriff »Krise«

Verlassen wir zunächst die auf den Begriff des Paradigma fokussierte Ebene des bisherigen Diskurses, auf welcher zum vorläufigen Abschluss die Feststellung genügen mag, dass einerseits der Wortgebrauch durch die zitierten Autoren im Sinne der von Kuhn gegebenen Bedeutungsdefinition unzutreffend ist, während andererseits auch keine alternativen Bedeutungsdefinitionen angeboten werden.

Mit dieser Feststellung wird nun vor allem betont, was die genannten Fachleuten nicht artikulieren *konnten*, nämlich die kohärente Übertragung eines elaborierten wissenschaftstheoretischen Terminus auf ihren eigenen Arbeitsbereich. Darüber hinaus bleibt jedoch die Frage, was Müller et al., Taylor und Brodersen artikulieren *wollten*.

Dieser Frage soll nun nicht wiederum in Einzelanalysen, die auf die Differenzen zwischen den Beiträgen abzielen, sondern vielmehr in einem Versuch der Synthese nachgegangen werden, welche die mögliche gemeinsame – und vielleicht sogar allgemeine – Relevanz der Texte für einen Wissenschaftsbereich skizzieren soll, auf den sich alle diskutierten Autoren unter der Bezeichnung »Kartographie« beziehungsweise »Cartography« beziehen. Eine solche Suche nach Gemeinsamkeiten findet ein erstes Ergebnis, wenn man anstatt dem Argumentationsziel die Argumentationsbasis, von welcher aus dieses Ziel als ein Lohnendes bewertet wird, in den Vordergrund rückt. Diese Ausgangsbasis scheint in allen drei Artikeln eine Situation zu sein, für deren Beschreibung im Weiteren das Wort „Krise“ verwendet werden soll.

Es sei bereits an dieser Stelle angemerkt, dass die Verwendung des Ausdrucks »Krise« hier und im folgenden in einem – in Bezug auf die Wissenschaft – möglichst wertfreien Sinne erfolgen soll. Ein solches Verständnis dieses Wortes entspricht zunächst dessen Etymologie, die auf das Griechische (krinein: scheiden, entscheiden, auswählen) verweist; im Sinne einer entscheidenden Wendung gibt ein so verstandener Begriff auch den Charakter der Kuhn'schen Wissenschaftskrisen wieder. Dies ist auch deshalb zu betonen, als eine wissenschaftliche Krise für die einzelnen Wissenschaftstreibenden durchaus negativ wahrgenommen werden kann, wie Kuhn (1976) am Beispiel des Briefwechsels zwischen Heisenberg und Pauli illustriert. Entsprechend spiegelt sich eine solche subjektive, negative Wahrnehmung Einzelner auch im zugehörigen Diskurs eines Fachgebietes wieder, der nicht immer von Sachlichkeit geprägt und oft auf dem Verteidigen beziehungsweise Attackieren traditioneller Standpunkte aufgebaut ist.

1.4.2 Innenperspektive

Eine Situation einer Krise im eben erläuterten, d.h. etymologischen und Kuhn'schen Sinne findet sich unter den zitierten Autoren am deutlichsten bei Brodersen (2007) artikuliert, welcher die Kompetenz gegenwärtiger Kartographie, die an sie herangetragenem Anforderungen zu erfüllen, in Frage stellt (vgl. 1.1.3). In diesem Sinne äußert sich auch Taylor, dass:

“ [...] mapping as a process and the map, both as a concept and a product, could become increasingly important to the information era but that this would require a change in the thinking of cartographers and an increased awareness of the opportunities with which the discipline and profession was presented.” (2005)

Bei Müller et al. (2001) ist zwar eine solche krisenbewusste Argumentation in keiner vergleichbaren Deutlichkeit herauszuhören, doch impliziert auch das von ihnen genannte jüngste Paradigma einer multimedialen, interaktiven Kartographie die Notwendigkeit der Anpassung und Veränderung der vertretenen Fachdisziplin. Im Gegensatz zu Brodersen und Taylor betonen Müller et al. also weniger die Krise, sondern vielmehr deren erfolgreiche Bewältigung durch die Annahme eines – ihrer Meinung nach – neuen Paradigmas. Auch bezüglich der auslösenden Faktoren dieser Krise ist zwischen den Autoren eine grundsätzliche Übereinstimmung dahingehend festzustellen, als sich die jeweils angeführten Gründe letztlich auf Entwicklungen im digital-technologischen Bereich zurückführen lassen, auf deren Einsatzmöglichkeiten die Kartographie reagieren muss.

Das Bewusstsein eines wachsenden Ungenügens der eigenen Fachtradition im Angesicht moderner Technologie findet sich jedoch nicht nur bei den hier genannten Wissenschaftlern in Verbindung mit bereits erfolgten oder noch notwendigen Paradigmenwechseln, sondern wird auch von anderen Autoren/innen in unüberhörbarer Deutlichkeit direkt angesprochen. Als prägnantes Beispiel sei Koch (2004) zitiert, der das Verhältnis von Theorie und Methode in der heutigen Kartographie folgendermaßen beschreibt:

„Zweifellos ist die Technologie der Theorie deutlich voraus. [...] Technisch machbar ist auf dem Gebiet der kartographischen Informationsverarbeitung heute fast alles, doch die theoretische Untersetzung, auf der ja die methodische und verfahrensmäßig-technische Problemlösung aufbauen sollte, fehlt oft noch, ist lückenhaft oder kann zumindest nicht immer befriedigen.“

1.4.3 Außenperspektive

Die Bemühungen der genannten Autoren, neue Paradigmen für die Kartographie prospektiv zu postulieren bzw. respektiv zu konstatieren, lassen sich als direkt artikulierte Hinweise betroffener Fachleute auf Krisen verstehen, welche – wenngleich mit unterschiedlichem Vokabular – auch von anderen Autoren deutlich angesprochen werden. Diesen fachinternen Diagnosen gegenüber bietet die Kuhn'sche Wissenschaftstheorie allgemeine, fachexterne bzw. transdisziplinäre Kriterien und Kennzeichen wissenschaftlicher Krisen an, die also auch als Indizien für oder gegen die eben unterstellte Krise der Kartographie dienen können. Zusätzlich zu der in Abschnitt 1.2 versuchten Beschreibung lassen sich Krisen als Phasen der Unbestimmtheit und Unsicherheit innerhalb eines Faches charakterisieren, gekennzeichnet durch „tiefgehende Diskussionen über gültige Methoden, Probleme und Lösungsgrundsätze“ (1976). Wenn sich also die Kartographie auch im Kuhn'schen Sinne in einer Krise befindet, sollten zumindest einige der genannten Merkmale innerhalb der Literatur des Faches auszumachen sein.

Beginnt man ein solche Prüfung auf Krisenkriterien bei den aktuellen Lösungsgrundsätzen der Kartographie, so sei aus einer zwangsläufig unvollständigen Blütenlese kartographischer Lehrbücher (e.g.: Hake et al., 2002; Raisz, 1962; Robinson et al., 1995), Fachmonographien (e.g.: MacEachren, 2004) und Fachzeitschriften (e.g.: Kartographische Nachrichten, seit 1951) und dem darin verwendeten Vokabular folgende Hypothese abgeleitet: Das für die Kommunikationszwecke der Kartographie geeignetste Medium ist die *Karte*. Die hierbei erfolgte Berücksichtigung englischsprachiger Literatur beziehungsweise die implizierte Gleichsetzung der Begriffe *Karte* und *map* stimmt mit analogen und digitalen Übersetzungshilfen und Fachlexika (e.g.: Bollmann & Koch, 2005) überein. Auf den ersten Blick sind also keine Unsicher- und Unbestimmtheiten bezüglich des Lösungsgrundsatzes, die Karte als ideales Medium kartographischer Zwecke vorzusetzen, festzustellen. Ein zweiter Blick soll jedoch im folgenden zeigen, dass es gerade dieser zentrale Terminus ist, der die Behauptung einer Krise mit Kuhn'schen Argumenten untermauert.

1.5 Die Karte als des Pudels Kern

Um die angesprochene problematische Bedeutung des Begriffs »Karte« für die Kartographie und deren vermutete Krise zu verdeutlichen, seien zunächst entsprechende Begriffsdefinitionen aus deutsch- und englischsprachigen Publikationen zitiert, die sodann sowohl hinsichtlich ihrer Bedeutung, aber auch unter besonderer Berücksichtigung der jeweiligen Sprache einander gegenüber gestellt werden sollen.

1.5.1 Karte

Um zu Beginn wiederum das deutschsprachige Lehrbuch von Hake et al. (2002) zu bemühen, lautet eine entsprechende Definition von »Karte« wie folgt:

„Jede Karte entsteht geometrisch als senkrechte Projektion (Grundrissbild) auf eine definierte Bezugsfläche (z.B. Elipsoid) und deren anschließende Abbildung in die Ebene.“

Ähnlich liest sich eine entsprechende Begriffsbestimmung im Lexikon der Kartographie und Geomatik (Bollmann & Koch, 2005):

„Eine Karte, E map, ist eine grundrissbezogene graphische Repräsentation georäumlichen Wissens auf der Basis kartographischer Abbildungsbedingungen. Der Stellenwert der Karte als zentrales Erkenntnisobjekt der Kartographie hat sich aufgrund der Veränderung ihrer Herstellung und Nutzung kontinuierlich entwickelt.“

Das es sich hierbei im Grunde um ein fachhistorisch gewachsenes Begriffsverständnis handelt, soll schließlich ein etwas älteres Zitat von Imhof (1972) belegen:

„Karten sind verkleinerte, vereinfachte Grundrisse der Erdoberfläche oder von Teilen derselben, [...]. (Der Ausdruck »Grundriss« besagt, daß es sich um konstruktiv-zeichnerische, lotrechte Parallelprojektionen auf horizontale Bildebenen handelt.)“

Scheint die terminologische Lage im Deutschen zunächst also klar, so verdunkelt sich dieses Bild etwas, wenn man die Karte als Mittel den allgemeinen Zielen und Zwecken der Kartographie gegenüberstellt. Diese Ziele lassen sich mit Hake et al. (2002) durch die Absicht beschreiben, solche „[...] kartographischen Darstellungen zu schaffen, aus denen jeder Benutzer eine richtige Wahrnehmung und danach auch eine möglichst zutreffende Vorstellung und Erkenntnis der [...] Wirklichkeit gewinnt“. Obwohl sich die Kartographie in diesem Streben nach möglichst zutreffender Erkenntnis der Realität zur Karte als bedeutendster Kommunikationsform bekennt, gibt der aktuelle Forschungsstand keinerlei Anlass zu der Annahme, dass – in Hinblick auf die angestrebten Ziele – mit der Karte bereits das ideale Medium gefunden wurde. Vielmehr gerät dieses Bekenntnis zur Karte in den letzten Jahrzehnten immer stärker unter Argumentationszwang, da die rasche technologische Entwicklung (z.B. im Bereich dreidimensionaler (3D) Visualisierung) immer mehr alternative Ausdrucksformen ermöglicht.

Als eine Folge dieses wachsenden, jedoch in den eben zitierten Lehrwerken nur bedingt reflektierten Widerspruchs zwischen Ziel und Mittel der Kartographie, kann die Aus- und Überdehnung des Begriffes »Karte« auf andere Darstellungsformen interpretiert werden, wie sie beispielsweise unter dem Namen »3D-Karte« in jüngerer Literatur zu finden ist, welcher „eine kartografische Darstellung in perspektivischer Schrägansicht mit kartografischem Inhalt.“ (Häberling, 2003) meint. Der Verdacht einer Überdehnung liegt hierbei aus mehreren Gründen nahe: Erstens widerspricht der Zusatz »3D« den eben genannte Definitionen einer Karte, so dass der Terminus »3D-Karte« als Oxymoron verstanden werden kann. Häberling (2003) selbst weist auf diesen Umstand hin:

Dabei wissen wir wohl, dass es sich bei einer 3D-Karte nicht um eine Karte im engeren Sinn handelt, sondern um eine kartenverwandte Darstellung. Denn wichtige, der Karte immanente Eigenschaften wie Massstäblichkeit, Messbarkeit oder uneingeschränkte Objektlokalisierung sind nicht erfüllt. Da aber die dargestellten Objekte dem Inhalt von Karten entsprechen, möchten wir diese Art der Visualisierung dennoch populär verständlich als »Karte« bezeichnen.

Das hier angeführte Argument einer populären Verständlichkeit sollte für den Ausbau eines tragfähigen, wissenschaftlichen Begriffsapparats der Kartographie keine ausschließliche Relevanz besitzen, zumal dadurch fachterminologische Grundsätze wie Eindeutigkeit in Frage gestellt würden (Koch, 2001). Zwar scheint es grundsätzlich legitim und in Anbetracht von Merkmalen wie Interaktivität und Dynamik von „3D-Karten“ geradezu notwendig, sich gegen eine Verwendung bestehender Termini auszusprechen und eine Neueinführung alternativer Bezeichnungen zu argumentieren, doch lehnt Häberling einerseits vorhandene Begriffe wie beispielsweise »Blockbild« ab, stützt sich jedoch andererseits mit dem Wortstamm »Karte« gerade auf einen Terminus, der eben diesem (kartographischen) Begriffssystem entstammt, in welchem z.B. Blockbild als Typ einer kartenverwandten Darstellung verankert ist (Hake et al., 2002). Auch scheint der Zusatz »3D-« zum Ausdruck »Karte« weder zutreffend noch nützlich in einer Zeit, die zunehmend dreidimensionale Repräsentationen (z.B. sphärische Displays, Hypergloben) ermöglicht. „Insofern kann die nahezu pleonastisch anmutende, aber durchaus gebräuchliche Formulierung „Echt-3D“ als erzwungene Reaktion auf Oxymora wie „3D-Karte“ verstanden werden.“ (Hruby & Miranda, 2008)

1.5.2 Map

Um nun in Analogie zu 1.5.1 zunächst das englischsprachige Lehrbuch von Robinson et al. (1995) zu zitieren, kann »map« definiert werden wie folgt:

“ [...] This graphic representation of the geographical setting is what we call a map.”

Noch früher beschreibt Raisz (1962) »map« als:

“A selective, symbolized and generalized picture on a much reduced scale of some spatial distribution of a large area, usually the earth's surface.”

Diese Begriffsbeschreibung stimmt mit derjenigen des oben zitierten deutschsprachigen Lehrbuches grundsätzlich überein und lässt sich ebenso wie diese aus einem traditionell-analogen Kartographieverständnis herleiten; sie findet sich quantitativ auch in einer von Andrews (1996) erstellten Auflistung von 321 Definitionen von »map« bestätigt. Dennoch lassen sich in jüngeren Texten eine verstärkte Reflexion und – in Anbetracht moderner, digitaler Visualisierungstechnologien – deutlichere Kritik vernehmen, wofür folgendes Zitat ein aktuelles Beispiel geben mag:

“In more recent years, cartographers and spatial scientists have realized that there is a further reality for the concept of a map as a perceptual object, or as an extended kind of virtual map, neither of which necessarily has a hard copy reality about it. Indeed, many new kinds of computer generated maps have been developed which do not meet the traditional hard copy definition of a map.” (Moellering, 2007)

Das hier artikulierte Unbehagen gegenüber dem traditionellen Begriffsverständnis findet auch in entsprechenden, alternativen Definitionsversuchen Ausdruck, die sich in grober Annäherung in zwei unterschiedliche Gruppen von Ansätzen gliedern lassen. Die eine Gruppe basiert auf einem klassischen, aristotelisch-diskreten Kategorisierungsverständnis, während sich die andere Gruppe auf ein jüngeres, wittgensteinisch-prototypisches Konzept der Kategorienbildung stützt. Beide Zugänge seien nachfolgend durch eine jeweils entsprechende terminologische Bestimmung von »map« exemplarisch vorgestellt.

Auf eine diskrete Definition bzw. Kategorisierung zielt ein Vorschlag von Moellering ab, mit dem Ziel einer „ [...] conceptual definition of the map so that it better represents the wide range of cartographic products found in the real world.“ (2007). Zentraler Bestandteil dieses Ansatzes ist die Unterscheidung zwischen realen und virtuellen Karten, woraus vier Klassen von Karten abgeleitet

werden, die sich mittels der beiden Kriterien „directly viewable“ und „hard copy“ bilden lassen (vgl. Abb. 4). Einen Vorteil dieser Einteilung sieht Moellering in deren Eignung zu einer umfassenden theoretischen Grundlage, die sowohl alle gegenwärtigen, wie auch zukünftig möglichen Produkte der Kartographie ordnen kann. Der Terminus »map« wird somit zu einem Übergriff, der alle gespeicherten und/oder visualisierten Geodaten umfasst.

		Directly viewable as a cartographic image ?	
		YES	NO
Permanent tangible reality ?	YES	<u>Real Map:</u> Conventional Sheet Map Globe Orthophoto Map Blockdiagram 3D-Model Carving	<u>Virtual Map – Type 2:</u> Traditional Field Data Anaglyph Film Animation Hologram (stored) CD/DVD
	NO	<u>Virtual Map – Type 1:</u> CRT Map Image Display Video Projection	<u>Virtual Map – Type 3:</u> Digital Memory (data) Video Animation Spatial Database

Abbildung 4: Aristotelisch-diskreter Kategorisierungsvorschlag des Konzepts »map« (bearbeitet nach Moellering, 2007)

MacEachren (2004) verweist hingegen auf empirische Untersuchungen, wonach die Kategorie »map« über keine scharfen Grenzen verfügt, sondern (von den Benutzer/innen) über mehr oder weniger typische Vertreter dieser Kategorie im Sinne der Prototypentheorie von Rosch (Kleiber, 1998; Rosch, 1978) definiert wird. MacEachren leitet daraus unter Einbeziehung des Lakoff'schen Konzepts radialer Kategorien (Lakoff, 1990) eine entsprechende Begriffsdefinition ab, die sich entlang zweier orthogonaler Achsen aufspannen lässt (Abb. 5).

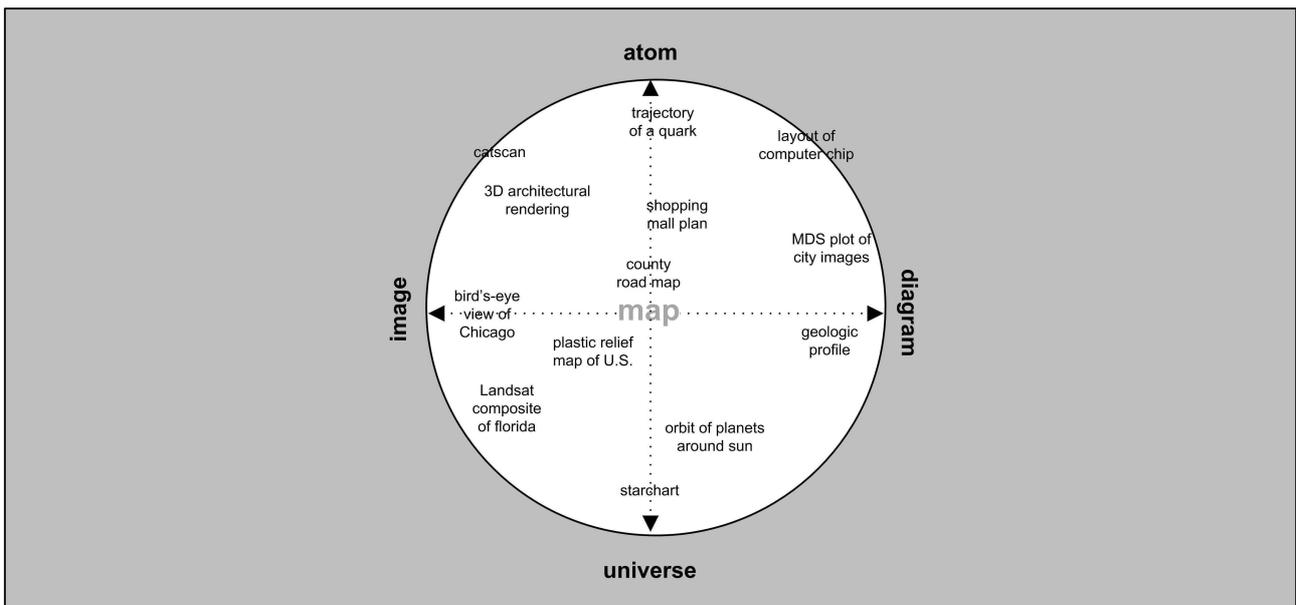


Abbildung 5: Wittgensteinisch-prototypischer Kategorisierungsvorschlag des Konzepts »map« (bearbeitet nach MacEachren, 2004)

Diese beiden Achsen berücksichtigen einerseits den Verkleinerungsfaktor, sowie andererseits den Abstraktionsgrad einer Darstellung im Vergleich zur dargestellten Realität. Im Zentrum dieser beiden Kontinua ordnet MacEachren die prototypische Karte ein, welche einen der menschlichen Erfahrung vertrauten Raumausschnitt im Vergleich zur photographischen funktionell generalisiert darstellt, ohne dabei jedoch den für Diagramme charakteristischen hohen Grad der Abstraktion zu verwenden.

Ähnlich der diskreten Konzeption von Moellering wird »map« also auch in MacEachren's Vorschlag zu einer übergeordneten Kategorie, die eine Vielzahl von Unterkategorien kartographischer Darstellungen unterschiedlicher Prototypizität miteinschließt.

1.5.3 »Karte« vs. »map«

Vergleicht man nun die beiden vorangegangenen Abschnitte 1.5.1 und 1.5.2, so kann zunächst festgestellt werden, dass die Begriffe »Karte« im deutschsprachigen Raum bzw. »map« im anglo-amerikanischen Bereich keine mit- und untereinander vollständig übereinstimmenden Bedeutungen tragen. Man könnte nun an dieser Stelle den hypothetischen Einwand erheben, dass »map« möglicherweise gar keine korrekte Übersetzung von »Karte« ist; diese Vermutung zu prüfen könnte ein lohnendes Unterfangen sein, da sich manche Fachbegriffsentwicklungen (z.B. »3D-Karte«) vielleicht als ein Konsequenz von Fehlübersetzungen nachträglich verstehen oder in Bezug auf zukünftige Begriffsneubildungen einfacher vermeiden ließe. Ein solche Prüfung liegt jedoch abseits der Ziele dieser Arbeit, für deren Absichten vielmehr ein anderer Aspekt der eben versuchten terminologischen Betrachtungen von Bedeutung ist.

Angesprochener Aspekt knüpft an den zum Abschluss von 1.4 geäußerten Verdacht einer Krise der Kartographie an, wofür als Kuhn'sche Kriterien Unsicherheit und Unbestimmtheit bezüglich gültiger Methoden und Lösungsgrundsätze genannt und das Bekenntnis zur Karte als aktuellem Lösungsgrundsatz der Kartographie postuliert wurden. Nun zeigten jedoch die oben unternommenen Betrachtungen zu den Termini »Karte« bzw. »map«, dass sich der vermutete einstimmige Lösungsgrundsatz *Karte* nur an der Begriffsoberfläche argumentieren lässt, wogegen den unterschiedlichen Begriffsdefinitionen der zitierten Autoren eben gerade diese, von Kuhn genannte Unsicherheit und Unbestimmtheit anhaftet.

Unbestimmt ist dabei einerseits das dem Terminus zugrunde liegende Kategorisierungsschema: Während Karte beispielsweise im deutschsprachigen Lehrbuch als scharf abgrenzbares Konzept präsentiert wird (Hake et al., 2002), das eine Unterscheidung verschiedener kartographischer Ausdrucksformen nach dem Prinzip des *entweder-oder* erlaubt (z.B. kann ein bestimmtes Produkt entweder Karte oder plastisches Relief sein), ist die Kategorie »map« bei MacEachren nach dem Prinzip des *sowohl-als-auch* definiert (so dass ein bestimmtes Produkt sowohl Karte/map als auch plastisches Relief sein kann).

Unbestimmt ist andererseits auch das dem Begriff »Karte« zugesprochene Kategorisierungsniveau: Während relativ jüngere (Hake et al., 2002; Robinson et al., 1995) oder ältere Quellen (z.B.: Imhof, 1972; Raisz, 1962) die Karte/map als ein mögliches – und zugleich bedeutendstes – Mittel kartographischer Visualisierung verstehen, setzen Autoren wie MacEachren oder Moellering die Karte/map als übergeordnete Kategorie, welche die unterschiedlichsten Darstellungsformen der Kartographie – vom Globus bis zum Hologramm – umfasst (vgl. Abb.4 und Abb.5)

1.6 Wider den Paradigmenzwang

Um hier dem weiteren Argumentationsverlauf zunächst eine Zusammenfassung des nunmehr Gesagten vorzuschicken, sei an dieser Stelle folgendes wiederholend hervorgehoben: Es wurde im bisherigen Text gezeigt, wie unterschiedliche Fachautoren/innen versuchen, Paradigmen und deren Wechsel in der Kartographie zu analysieren und zu postulieren. Eine Kontrastierung dieser Vorschläge mit der originären Begriffsentwicklung des Paradigmenwechsels durch Kuhn ergab jedoch, dass die genannten kartographischen Ansätze aus Kuhn'scher Perspektive nicht als Paradigmen(wechsel) angesehen werden können, und daher von uns daher stattdessen hypothetisch als Ausdruck der Unzufriedenheit und als Hinweis auf eine Krise der Kartographie interpretiert wurden. Diese Hypothese wurde sodann an den genannten Kuhn'schen Kriterien exemplarisch am Beispiel des zentralen Begriffs »Karte«/»map« geprüft, wobei sich der geäußerte Verdacht nach den Ausführungen von Abschnitt 1.5 eher erhärtet als geschwächt zeigt.

Hieran fügt sich nun eine Frage, die für den Fortgang dieser Arbeit und deren Einordnung in das Theoriengebäude der Kartographie von zentraler Bedeutung ist: Wenn einerseits alle bisher angeführten Vorschläge zu Paradigmen und Paradigmenwechsel der Kartographie zurückgewiesen wurden, und andererseits mit Kuhn'schen Mitteln eine Krise des Faches diagnostiziert wurde, die Symptom eines jeden Übertritts zu einem neuen Paradigma darstellt – welches ist nun das in eine Krise geratene Paradigma der Kartographie?

1.6.1 Vorparadigmatische Wissenschaft

Die eben formulierte Frage mag zwar dem wissenschaftlichen Selbstverständnis der in 1.1 zitierten Kartographen beziehungsweise der Lehrbuchkartographie generell entsprechen; sie impliziert jedoch gemäß den Ausführungen von 1.2 zum Kuhn'schen Phasenmodell der Entwicklung einer Wissenschaft eine Verkürzung, deren Offenlegung bereits eine mögliche Antwort auf eben diese Frage bietet:

Erinnern wir uns dazu an die in 1.2.1 angesprochene Periode am Beginn jeder (möglichen) Wissenschaft. Wie beschrieben ist diese Phase durch einen Wettstreit verschiedener Schulen geprägt, um schließlich durch den Triumph einer dieser Schulen in ein normalwissenschaftliches Stadium überzugehen. Ehe sich eine dieser Schulen zum Paradigma durchgesetzt hat, werden von den einzelnen Gruppen aus unterschiedlichen Fach- oder Fachbegriffsverständnissen unterschiedliche Forschungsprobleme abgeleitet, wobei auch Erkenntnisse konkurrierender Schulen miteinbezogen werden können. Für die gegenwärtige Kartographie von besonderem Interesse scheint Kuhn's (1976) Hinweis auf die bedeutende Rolle der Technologie in diesem vorparadigmatischen Ringen verschiedener Schulen, wodurch mitunter entscheidende Erkenntnisgewinne möglich werden; Technologie nimmt auch in der Entwicklung der Kartographie eine zentrale Rolle ein und ist für die konstatierte Krise ein wesentlicher Mitgrund (vgl. 1.4).

Diese Situation der vorparadigmatischen Wissenschaft ähnelt für Kuhn jener Zeit wissenschaftlicher Krisen, die jedem Paradigmenwechsel vorausgeht. Da nun in Abschnitt 1.5 eine Krise der Kartographie bereits festgestellt wurde, eröffnet der eben gegebene Hinweis eine weitere Lesart der zu Beginn dieses ersten Kapitels zitierten Paradigmenwechsel und zugleich eine alternative Antwort auf die oben gestellte Frage nach dem aktuellen Paradigma der Kartographie, die da lautet: Die gegenwärtige Kartographie besitzt kein Paradigma.

Da die eben gemachte Aussage selbst den im stillen Dialog mit sich selbst schreibenden Autor den lautstarken Einspruch der Fachkolleg/innenschaft lebhaft antizipieren lässt, sei unverzüglich versucht, einige mögliche Einwände gegen diese Hypothese prophylaktisch zu entschärfen: Zunächst ist zu betonen, dass das Fehlen eines Paradigmas nicht impliziert, dass die Forschungen auf dem Gebiet der Kartographie nicht den Anspruch von Wissenschaftlichkeit erheben könnten. Vielmehr ist das Fehlen eines Paradigmas ein fester Bestandteil der Wissenschaftsgeschichte jedes Faches, und ebenso, wie das Auftauchen eines Paradigmas einen fortgeschrittenen Reifegrad einer Disziplin anzeigt, ist dessen Fehlen ein meist notwendiges Kennzeichen jüngerer Wissenschaften. Bedenkt man, dass Kuhn noch Ende der 1960er Jahre Zweifel anmeldet, ob und welche Gebiete der Sozialwissenschaft überhaupt bereits ein Paradigma erworben hätten, so scheint die hier vertretene These, dass die Kartographie, deren Wurzeln als Wissenschaft für den deutschsprachigen Raum an den Beginn des 20. Jahrhunderts datiert und mit Autoren wie Eckert (1921) oder Peucker (1907) verbunden werden, keineswegs verwegen, da das Fach damit jünger als viele Naturwissenschaften und auch viele der eben angesprochenen Sozialwissenschaften ist.

1.6.2 Wissenschaftliche Schulen im Bereich der Kartographie

Wurde die Suche nach dem aktuellen Paradigma der Kartographie mit der Begründung zurückgewiesen, dass es ein solches nicht gäbe, wohl aber miteinander konkurrierende Schulen, so schließt hieran als nächste Frage konsequenterweise, welche nun diese Schulen im Bereich der Kartographie sind. Wiederum folgt dieser Frage ein negativer Bescheid: eine wissenschaftsgeschichtliche Analyse kartographischer Schulen würde den Rahmen dieser Arbeit, deren Ziele andere sind, sprengen und vielmehr selbst nach einer umfangreichen Recherche verlangen, die wohl genügend Stoff für ein eigenes Dissertationsprojekt bieten würde. Statt einer auch nur annähernd erschöpfenden Antwort soll daher im Folgenden skizzenartig versucht werden, einen möglichen Weg aufzuzeigen, auf dem eine Gliederung des kartographischen Forschungsfeldes in einzelne Schulen erreicht werden könnte. Diese grobe Wegbeschreibung mag zumindest dem vordringlichen Anliegen genügen, diese Arbeit im Arbeitsbereich der Kartographie einzuordnen, d.h. ihre Fragestellung verständlich und auch sinnvoll kritisierbar zu machen.

Einen Ausgangspunkt für die angesprochene Strukturierung bietet die Sprache. Dieser Vorschlag mag auf den ersten Blick verwundern, da sich das Englische mittlerweile als lingua franca wissenschaftlicher Kommunikation etabliert hat, doch ist kartographische Ausbildung oft noch auf nicht-englischsprachigen Lehrmaterialien und auf einem traditionsreichen nicht-englischen Fachvokabular aufgebaut, dass somit auch in aktuelle und zukünftige Forschung einfließt. Ein entsprechendes Beispiel ist die bereits angesprochene Differenz zwischen »Karte« und »map« (vgl. auch die unterschiedliche Anwendbarkeit dieser beiden Termini; engl.: »the map«; »to map«; »mapping« vs. dt.: »Karte«; »kartieren«), wobei hier nur der deutsch- und englischsprachige Bereich betrachtet wurde; für eine gründlichere Analyse müssten also sowohl mehr Schlüsselbegriffe als auch weitere Sprachen berücksichtigt werden, wie z.B. das Russische in Bezug auf die weitgehend unübersetzte (sowjet-)russische Fachtradition (vgl. Ogrissek, 1988).

Ein weiteres Unterscheidungskriterium kartographischer Schulen kann das entsprechende Selbstverständnis als Wissenschaft bieten, welches sich auch auf die verwendeten Forschungsmethoden und damit zugleich auf die verwendeten Forschungsergebnisse auswirkt.

Beispielsweise scheint für die deutschsprachige Kartographie ein formalwissenschaftlicher Zugang nach wie vor prägend (e.g.: Arnberger, 1966; Kretschmer, 1980), während in angloamerikanischer Literatur ein mittlerweile deutliches Bekenntnis zu empirischer Begründung zu vernehmen ist, das sich bereits auf eine langjährige Forschungsarbeit stützen kann (e.g.: MacEachren, 2004; Montello, 2002).

1.6.3 Kartographie im multi- und interdisziplinären Diskurs

Das am Ende von Abschnitt 1.6.2 genannte Merkmal des wissenschaftlichen Selbstverständnisses weist zudem auf ein weiteres, in den letzten Jahrzehnten ständig wachsendes Strukturierungsproblem hin: das Verhältnis von Kartographie zu Forschungsgruppen, die sich unter verschiedenen Namen (zumindest teilweise) gleichen Fragen widmen. Solche Namen können beispielsweise sein: Visual Analytics, Scientific Visualization, Information Visualization, Spatial Information Theory. In Anbetracht der Jugend dieser Fächer überrascht es kaum, dass es sich hierbei noch nicht um paradigmatische Forschung handelt, sondern um Schulen, deren Begriffs- und Methodenapparat weder widerspruchsfrei noch voneinander abgrenzbar ist; der im übernächsten Absatz gegebene Vergleich von »geographic« und »spatial« kann hierfür ein entsprechendes Beispiel bieten. An dieser Problematik ändert auch das oft multi- oder interdisziplinäre Selbstverständnis (z.B. von Visual Analytics oder Spatial Information Theory) wenig, da ein solches Eigenbild das Bestehen entsprechender Disziplinen vielmehr voraussetzt als begründet.

Folgende Definition von Visual Analytics mag die Vielzahl von Forschungsrichtungen andeuten, deren Erkenntnissen sich die Kartographie zum Teil selbst bedient (z.B.: Databases), die jedoch mitunter auch selbst alle lehrbuchgemäßen Forschungsziele der Kartographie umfassen (wie z.B. im Falle von Visual Analytics):

“Visual Analytics denotes the science of analytical reasoning facilitated by interactive visual interfaces and appropriate visualization techniques [1]. To achieve the main goal of Visual Analytics – the facilitation of deeper insights into huge datasets – it is crucial to consider both the characteristics of the data and the needs of the analyst [4, 5]. Visual Analytics is an inherently multi- disciplinary field that aims to combine the findings of various research areas as Human-Computer Interaction (HCI), Usability Engineering, Cognitive and Perceptual Science, Information Visualization, Scientific Visualization, Databases, Data Mining, Statistics, Knowledge Discovery, Data Management & Knowledge Representation, Presentation, Production, and Dissemination.” (Aigner et al., 2007)

Zur Relation von Spatial Information Theory und Kartographie kann eine von Goodchild (2001) versuchte Gegenüberstellung von »geographic information« und »spatial information« aufschlussreich sein. Goodchild versteht »geographic« als Unterkategorie bzw. Spezialisierung von »spatial«, so dass »geographic information« grundlegende Erkenntnisse einer Spatial Information Theory gewinnbringend berücksichtigen kann, aber dennoch eigener Spezifizierungen bedarf. In diesem Sinne stellt sich auch der Kartographie die Frage, wie sie sich selbst zu den genannten Forschungsrichtungen ein-, unter- oder überordnet, und die Kompatibilität von deren Fachvokabular mit dem eigenen Apparat an Termini hinterfragt und sicherstellt. Erinnerung man sich, dass die Kartographie bereits in älteren Auflagen des Lehrbuches von Hake et al (1994) das Ziel verfolgte, ihren Nutzer/innen vermittelt geeigneter kartographischer Darstellungen eine möglichst zutreffende Erkenntnis der Realität zu ermöglichen (vgl. Zitat in 1.5.1), so muss die Kartographie nun auch fragen, warum die Voraussetzungen der Erreichung dieses Zieles erst jetzt von anderen, jüngeren wissenschaftlichen Schulen als Forschungsprogramm postuliert und mit offensichtlich neuen Erkenntnissen geschaffen werden.

Weiters weist Goodchild neben seinen Ausführungen zum Verhältnis von »geographic information« und »spatial information« aber auch darauf hin, dass „the term *geospatial* is essentially identical to and redundant with *geographic*.“ (2001). Bedenkt man nun, dass dieses Zitat dem Tagungsband der *Conference on Spatial Information Theory* entstammt und als Keynote der Veranstaltung einem Themenblock *Geospatial Ontology and Ontologies I* vorangeht (Montello, 2001), der also mit eben diesem als redundant bezeichnetem Ausdruck »geospatial« benannt ist, so wird deutlich, dass auch innerhalb dieser jungen Fachkreise eine Unbestimmtheit besteht, wie sie nach Kuhn für die vorparadigmatische Phase konkurrierender Schulen typisch ist.

1.6.4 Explizite und implizite Kartographie

Um also die zu Beginn von Abschnitt 1.6.2 zugesagte Beschreibung eines Weges zur Differenzierung kartographischer Schulen zusammenzufassen, sei abschließend festgehalten: Schulen, die sich mit Fragen der Kartographie beschäftigen, können einerseits innerhalb jener Gruppe von Forscher/innen gefunden werden, die sich als Kartograph/innen dezidiert diesem Fach zuordnen, wobei die jeweils sprachspezifischen Fachtraditionen einen weiteren Anhaltspunkt zur Strukturierung kartographischer, theoretischer wie methodischer Ansätze bieten. Möglich Beispiele bieten die in Abschnitt 1.1 vorgestellten Autoren, die man demnach einer Schule der Geokommunikation (Brodersen, 2007) oder einer Schule der Cybercartography (Taylor, 1997, 2003, 2005), die selbst wiederum auf einer älteren Schule der Multimedia-Kartographie aufbaut (vgl. Müller et al., 2001), zuordnen könnte.

Andererseits sind bei einer Gliederung relevanter Schulen auch solche Arbeitsgruppen zu berücksichtigen, die sich selbst zwar nicht als Kartograph/innen verstehen, aber dennoch Fragen behandeln, die aus (traditionell) kartographischer Perspektive relevant sind. Hierunter fallen zum einen relativ ältere Disziplinen (z.B.: Informationstheorie, Kommunikationstheorie, Sprachtheorie, Semiotik), deren Bedeutung zwar von der Lehrbuchkartographie (e.g.: Hake et al., 2002) theoretisch bereits anerkannt, praktisch aber nur unsystematisch berücksichtigt wird. Zum anderen zählen hierzu relativ junge Disziplinen wie beispielsweise die angesprochenen Spatial Information Theory und Visual Analytics, oder auch der im Text noch unerwähnte Bereich der Kognitionswissenschaften.

Bei dieser vorgenommenen Grobgliederung in unterschiedliche, sich mit kartographisch relevanten Fragestellungen beschäftigenden Schulen ist es nun im Rahmen dieser Arbeit keineswegs darum zu tun, der einen oder anderen Richtung ihre Berechtigung abzusprechen oder sie einer anderen Gruppe – oder gar der Kartographie – einzuverleiben. Vielmehr mag im Gegenteil dazu die hier vorgeschlagene Gliederung in Schulen, denen vom Autor das Prädikat »kartographisch« in einem weiten Sinne zugewiesen wurde, ein wissenschaftstheoretisches Konstrukt sein, das Grenzen zieht, die praktisch nicht notwendig sind. Dennoch scheint dieses (mögliche) Konstrukt für die Zwecke dieses Einführungsteiles hilfreich, da es erlaubt beziehungsweise verlangt, ein Forschungsfeld für diese Arbeit mit jener Freiheit konzeptionell abzustecken, die sich daraus erklären lässt, dass es weder ein Paradigma noch eine begrenzte Menge wissenschaftlicher Schulen gibt, der sich ein Dissertant eines Studienzweiges »Kartographie« verpflichten müsste oder könnte.

2 Die Semiotik als allgemeines Prinzip der Kartographie

Wurde am Ende von Kapitel 1 die Freiheit betont, ein eigenes Arbeitsgebiet abstecken zu müssen, so gilt es nun, dieser ausführlich hergeleiteten Notwendigkeit Folge zu leisten, d.h. ein solches Forschungsfeld zunächst zu markieren und hernach auch für die Kartographie nutzbringend zu bestellen. Dabei wird dieser angestrebte Nutzen umso größer sein, je breiter ein solches Forschungsfeld gekennzeichnet und somit für eine Vielzahl möglicher Fragestellungen zugänglich ist. In diesem Sinn soll an den Beginn des Themas der vorliegenden Dissertation ein allgemeines Prinzip gesetzt werden, dass alle der bisher angesprochenen Schulen der Kartographie umfasst, und auch für zukünftige Forschungsrichtungen, also auch für noch unbekannte Technologien, möglichst offen ist.

2.1 Kartographische Teilprinzipien

2.1.1 Explizite Teilprinzipien

Explizite Prinzipien der Kartographie finden sich in verschiedenen Lehrwerken zitiert, so dass hier nur stellvertretend auf zwei Texte aus der deutsch- bzw. aus der englischsprachigen Fachliteratur verwiesen werden soll:

Raisz nennt in seinem 1962 erschienenen Werk *Principles of Cartography* zu Beginn von Kapitel 3 *The Principles of Map Making* im Untertitel die folgenden Grundsätze: *Scale, Selection, Symbolization, Generalisation*. Setzt man diese Attribute in ein gegenseitiges Abhängigkeitsverhältnis, so lassen sich die entsprechenden Abhängigkeiten auf das Prinzip der Verkleinerung zurückführen, welches die kognitive Notwendigkeit aller anderen genannten Merkmale bedingt, und daher als deren grundsätzliches angesehen werden kann.

Betrachten wir jedoch die Abhängigkeiten zwischen den von Raisz vorgeschlagenen Prinzipien weiter, so ist mit Hake et al. festzustellen, dass ein Verkleinerungsverhältnis zwar der hierarchisch betrachtete erste Grundsatz sein mag, dem jedoch als „wichtigstes Merkmal aller in den verschiedenen Fachdisziplinen benutzten Modelle“ (2002) die Generalisierung folgt. Erst die Generalisierung macht eine Darstellung räumlicher Wirklichkeit zu einer (potenziell) kartographischen Leistung, wogegen beispielsweise die Erzeugung eines Orthophotos als Aufgabe der Photogrammetrie unterschieden werden kann.

Hinsichtlich der genannten Prinzipien kann zwischen den beiden zitierten, zeitlich deutlich auseinander liegenden Texten eine weitgehende Übereinstimmung festgestellt werden, wenn man darauf hinweist, dass die von Raisz im Englischen unterschiedenen Aufgaben von *Selection, Symbolization* und *Generalisation* bei Hake et al. im Deutschen als „elementare Vorgänge der kartographischen Generalisierung“ (2002) begrifflich zusammengezogen werden. Ebenso lassen sich diese Prinzipien aus der kartographischen Praxis ableiten.

Als allgemeine Prinzipien ungeeignet scheinen hingegen namensgleiche, jedoch konkretere Anweisungen, wie sie zum Beispiel von Arnberger als „vier Gestaltungsprinzipien“ ausgegeben werden (1966), deren Spezifität wir jedoch im weiteren Verlauf dieses zweiten Kapitels noch grundsätzlichere Darstellungsmöglichkeiten gegenüberstellen werden.

2.1.2 Implizite Teilprinzipien

Angesprochene explizite Prinzipien der Kartographie implizieren jedoch zwei weitere Aspekte, die nicht immer in den allgemein-theoretischen Arbeiten des Faches angesprochen und auch von der praktischen Kartographie oft nicht konsequent berücksichtigt werden.

Einerseits ist hierbei eine Realität angesprochen, die von der Kartographie als existent, potentiell objektiv und erkennbar vorausgesetzt wird und die Grundlage jeder kartographischen Darstellung bildet. Dass diese Voraussetzung auch von verschiedenen philosophischen Schulen gestützt, von anderen aber ebenso in Frage gestellt wird (seit einigen Jahrtausenden zum Beispiel im Rahmen der Diskussion um das Universalienproblem), sei an dieser Stelle zwar der Vollständigkeit wegen angeführt, doch sollen die entsprechenden Diskussionen hier nicht weiter verfolgt werden; zwar bekannte sich der Autor bereits zu einer breiten Absteckung des Forschungsfeldes dieser Arbeit, doch soll und kann selbige trotz angestrebter Breite kein philosophischer Text sein. Vielmehr mag an dieser Stelle der Hinweis genügen, dass auch die Voraussetzung einer Realität bereits ein implizites Prinzip der Kartographie darstellt, worauf später noch zurückzukommen sein wird.

Wurde nun eine Wirklichkeit als Prinzip und deren Darstellung als Ziel der Kartographie festgesetzt, so ist zu ergänzen, dass eine solche Darstellung kein Selbstzweck, sondern ein Vermittlungsversuch der Realität an die Nutzer/innen dieser Darstellung ist, der – so sich die Kartographie als Wissenschaft versteht – nicht in beliebiger Weise unternommen wird, sondern nach dem bereits mehrfach genannten Ideal strebt, eine möglichst zutreffende Erkenntnis einer Realität zu ermöglichen (Hake et al., 2002).

Dieser Prozess der Kommunikation zwischen Wirklichkeit und Nutzer/innen kann jedoch kaum hinreichend als ein unidirektionaler Vorgang im Sinne früher Informationsmodelle verstanden werden (e.g.: Shannon & Weaver, 1949). Vielmehr treten die Nutzer/innen immer bereits mit eigenen Erfahrungen bezüglich der vermittelten Realität (bzw. Aspekten derselben) einer entsprechenden Darstellung der Kartographie entgegen, so dass die individuelle Erfahrung unvermeidlich die jeweilige Lesart einer Darstellung durch die Nutzer/innen beeinflusst und somit auch die Qualität des angestrebten Vermittlungsvorganges mitbestimmt. Vorerst zusammenfassend sei hierzu festgehalten, dass auch das Selbstverständnis der Kartographie als idealistische Vermittlerin in einem reflexiven Kommunikationsprozess ein Prinzip des Faches ist.

2.2 Semiotik

Wurde in Abschnitt 2.1 auf der Suche nach einem allgemeinem Prinzip der Kartographie zwischen *expliziten* Grundsätzen, welche unmittelbar die Darstellung betreffen, und *impliziten* Grundsätzen, welche die *Voraussetzungen* und *Nachwirkungen* einer solchen Darstellung berücksichtigen, unterschieden, so können diese Teilprinzipien auf höherer Ebene zusammengefasst werden. Ein erster Vorteil einer solchen Zusammenführung ist die Vermeidung der Trennung in verschiedene Teilprinzipien, die letztlich für die in Kapitel 1 diagnostizierte Krise mitverantwortlich zu machen ist: Beispielsweise sollte eine Konzeption kartographischer Darstellungen ohne eine fundamentale Berücksichtigung der Nutzer/innen auf Grundlage eines solchen inklusiven Prinzips nicht mehr möglich sein.

Ein derart inklusives Prinzip, welches alle Korrelate des in 2.1 skizzierten Vermittlungsprozesses zwischen Wirklichkeit und Nutzer/innen berücksichtigt, bietet die Semiotik. Die Begründung für diese – im Moment vielleicht unvermittelt aufgestellt erscheinende – Behauptung soll im Folgenden in Form einer positiven Rechtfertigung erfolgen, so dass also nicht die relativen Vorzüge der Semiotik gegenüber anderen möglichen Prinzipien argumentiert, sondern die absolute Eignung einer semiotischen Theorie in Bezug auf die hier geforderte umfassende Gültigkeit eines allgemeinen Prinzips dargestellt werden soll. Entsprechende Vorüberlegungen hierzu wurden vom Autor bereits an anderer Stelle öffentlich gemacht (Hruby, 2006), so dass im Folgenden nicht alle, aber doch die wesentlichen Argumentationsschritte zusammengefasst bzw. gegebenenfalls auch präzisiert und ergänzt werden sollen.

2.2.1 Wissenschaftsgeschichtliche Anfänge der Semiotik (im Vergleich zur Kartographie)

Verfolgt man die Entwicklung der Semiotik wissenschaftsgeschichtlich, so lassen sich in chronologischer Hinsicht Parallelen zur Kartographie feststellen: Obwohl in beiden Disziplinen fachrelevante Fragestellungen bereits in der Antike behandelt wurden, ist eine Formierung zu eigenständigen Wissenschaften in beiden Fällen erst am Ende des 19. Jahrhunderts bzw. am Beginn des 20. Jahrhunderts zu beobachten. Während sich Max Eckert (1868-1938) und Karl Peucker (1859-1940) im deutschsprachigen Raum um eine fachspezifische Etablierung der Kartographie im Bereich der Geographie bemühten (Eckert, 1921; Peucker, 1907), war die Semiotik von Beginn an eine inter- und multidisziplinär wirksam werdende Forschungsrichtung, die ungefähr zeitgleich, jedoch voneinander unabhängig einerseits von Charles Sanders Peirce (1839-1914) in den USA in der Philosophie, andererseits von Ferdinand de Saussure (1857-1913) in Europa in der Linguistik begründet wurde.

Die wissenschaftliche und wissenschaftsgeschichtliche Bedeutung von Eckert und Peucker für die Kartographie sei an dieser Stelle offen gelassen (nicht zuletzt deshalb, weil sie in der Tat in vieler Hinsicht offen, d.h. unerforscht ist, etwa die Einstellung Eckerts zum Nationalsozialismus und damit auch die Rolle der Kartographie in dieser Zeit (vgl. Pápay, 2006), doch scheinen vor allem die Ausführungen Eckerts argumentativ unbefriedigend, da sie wesentlicher empirischer, aber auch analytischer Begründungen entbehren. Peuckers Farbplastik bleibt zwar ebenfalls umstritten (e.g.: Imhof, 1965), wirkt aber in „heutigen konventionellen Höhenfarbskalen“ (Hake et al., 2002) fort. Da jedoch das juristische Prinzip des *in dubio pro reo* auf den Wissenschaftsdiskurs nicht sinnvoll anwendbar scheint, ist Peuckers farbplastischem Effekt gegenüber letztendlich mit MacEachren (2004) einzuwenden: „It is uncertain, however, whether any standard layer tinting used on maps actually produces the effect (because there seem to have been no empirical cartographic tests).“ Demgegenüber sind die Auswirkungen der Arbeiten von Saussure und Peirce auf die Semiotik sowie auf eine Vielzahl anderer Fächer (vgl. beispielweise den Einfluss von Peirce auf Pragmatismus und Logik oder die Bedeutung von Saussure für den Strukturalismus) unübersehbar und werden in Publikationen regelmäßig diskutiert und weiterentwickelt.

Trotz der unterschiedlichen Größe des jeweiligen Wirkungskreises von Kartographie und Semiotik lässt sich als weitere Parallele zwischen beiden Fächern das Fehlen eines Paradigmas bzw. die Arbeit in unterschiedlichen, konkurrierenden Schulen feststellen. Wurde auf eine mögliche Strukturierung in solche Schulen sowie auf deren Schwierigkeiten im Bereich der Kartographie bereits eingegangen (vgl. 1.6.2), so ist eine entsprechende Gliederung für die Semiotik, zumindest auf einer grundlegenden Ebene, einfacher möglich.

Da sich angesprochene Gliederung auf den für die Semiotik fundamentalen Begriff des Zeichens bezieht, kann an dieser Stelle auch eine Definition dieses Faches nachgereicht werden, die für das Verständnis dieses Terminus für die weitere Arbeit genügen soll: mit Volli (2002) lässt sich Semiotik beschreiben als „[...] das Forschungsgebiet, das sich mit den Zeichen, dem Sinn und der Kommunikation befaßt [...]“. Eben dieser zentrale Zeichenbegriff ist es, aus dem im folgenden Abschnitt eine Unterteilung in zwei wesentliche Zeichenmodelle und in die entsprechenden semiotischen Schulen abgeleitet, sowie deren unterschiedliche Bedeutung für die Kartographie begründet werden kann.

2.2.2 Triadische Modelle

Beginnen wir diesen Abschnitt zunächst mit einem Hinweis auf eine terminologische Feinheit, die im kartographischen Diskurs häufig nicht wahrgenommen wird, sobald man zum Beispiel Kartenzeichen definiert als:

„ [...] spezielles, künstliches Zeichen für Erscheinungen und Sachverhalte des Georaums, zusammenfassend als Geobjekte bezeichnet, in Karten und anderen kartographischen Darstellungsformen. Die Gesamtheit der Kartenzeichen bildet das kartographische Zeichensystem und für die jeweilige kartographische Darstellungsform die graphische Struktur des Kartenbildes. Die Kartenzeichen werden in der Zeichenerklärung (vgl. Legende) mit dem zugehörigen Begriff identifiziert bzw. verbal erläutert.“ (Bollmann & Koch, 2005)

Ein solches Zeichenverständnis spiegelt die bereits dargestellte Differenz zwischen expliziten und impliziten Teilprinzipien des Faches wieder, da hier der sinnlich wahrnehmbare Aspekt eines Zeichens aus seinem Zusammenhang mit der bezeichneten Realität, aber auch mit den angesprochenen Nutzer/innen gelöst wird. Dementgegen bietet die Semiotik ein komplexeres Begriffsverständnis, welches das Zeichen als zusammengesetzte Einheit definiert, die aus mehreren Korrelaten besteht, von denen dasjenige, was die Kartographie gemeinhin »kartographisches Zeichen« nennt, nur ein Teil eines Zeichens ist, welcher in heutiger semiotischer Terminologie als »Zeichenträger« angesprochen werden kann. Je nach Anzahl der Zeichenkorrelate, die neben diesem Zeichenträger unterschieden werden, lassen sich dyadische und triadische, seltener auch tetradische Modelle eines Zeichens argumentieren (Nöth, 2000), wobei die bedeutendsten semiotischen Theorien auf den beiden erstgenannten Varianten basieren und im Weiteren vorgestellt werden sollen.

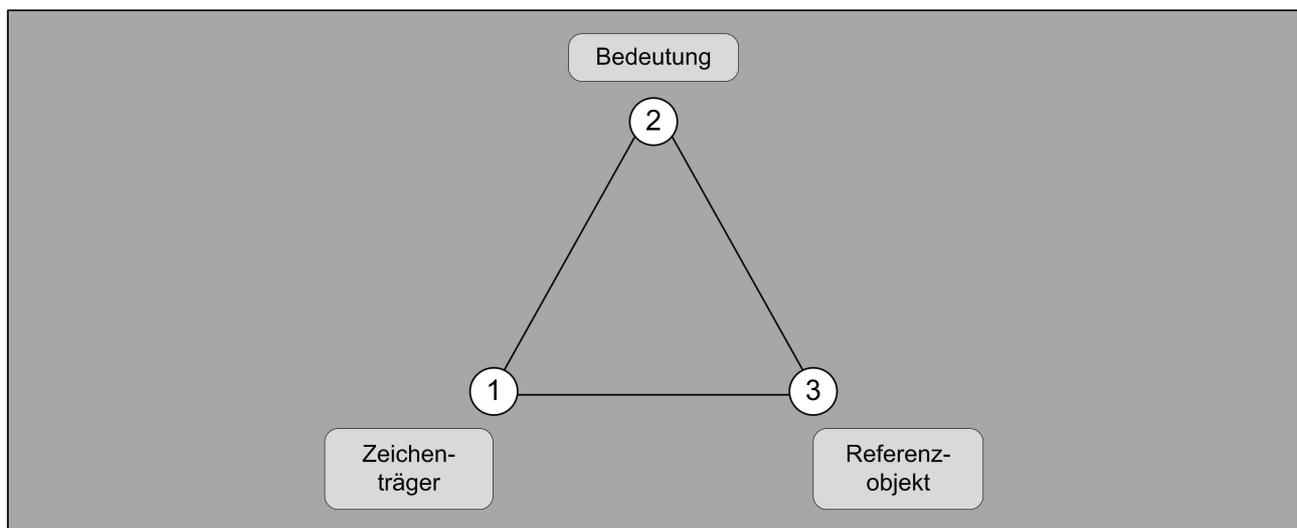


Abbildung 6: Triadisches Zeichenmodell in heutiger Terminologie; bearbeitet nach Nöth (2000)

Da triadische Modelle von Zeichen die meisten dyadischen Entwürfe implizieren bzw. erweitern, seien sie der Ausgangspunkt der nachfolgenden Betrachtung. Zeichenmodelle mit drei Korrelaten ergeben sich, wenn zum Zeichenträger das Referenzobjekt und die Bedeutung als weitere Korrelate hinzutreten, wobei jeweils einer dieser Komponenten die Vermittlung zwischen den beiden übrigen zukommt. Entsprechend lassen sich triadische Zeichen modellhaft abbilden, wobei sich die Darstellung in einem semiotischen Dreieck spätestens seit Ogden & Richards (1923) etabliert hat und unter Verwendung gegenwärtiger semiotischer Terminologie (Nöth, 2000) entsprechend Abbildung 6 zitieren werden kann.

Gemäß Abbildung 6 lassen sich verschiedene triadische Zeichenmodelle in Abhängigkeit desjenigen Korrelats, dem die ebengenannte vermittelnde Funktion zugewiesen wird, unterscheiden (vgl. 2.3.1). Weiters lassen sich solche Triaden abgrenzen, die auf mehrere Dyaden zurückgeführt werden können, wofür die Zeichentheorie von Morris (1981) ein prominentes Beispiel bietet (Nagl, 1992); in der deutschsprachigen Kartographie stellen triadische Zeichenkonzepte wohl das am meisten beachtete semiotische System dar (z.B.: Bollmann & Koch, 2005; Freitag, 1992; Hake et al., 2002).

2.2.3 Dyadische Modelle

Dyadische Zeichenmodelle lassen sich aus den Achsen des in Abbildung 6 gezeigten semiotischen Dreiecks ableiten, wobei in der Literatur vor allem zwei der drei möglichen Relationen beachtet werden, deren eine sich auf die Funktion der Bezeichnung und deren andere sich auf die Bedeutungsfunktion beschränkt.

Erstgenanntes Zeichenverständnis entspricht im semiotischen Dreieck der Achse Zeichenträger-Referenzobjekt, so dass hierbei die Funktion des Zeichenträgers, auf ein Referenzobjekt zu verweisen, im Vordergrund der Überlegungen steht. Vertreter dyadischer Zeichenmodelle aus Zeichenträger und Referenzobjekt sind für das 20. Jahrhundert zum Beispiel Ludwig Wittgenstein oder Nelson Goodman.

Zweitgenannte Auffassung geht vom Zeichen als Einheit von Zeichenträger und Bedeutung aus, fokussiert also auf eine Relation, welche im semiotischen Dreieck durch die Achse Zeichenträger-Bedeutung wiedergegeben wird. Ein einflussreiches Beispiel dyadischer Modelle aus Zeichenträger und Bedeutung ist das Zeichenverständnis von Saussure (2001), welches sich an einem originalen Exempel des lateinischen Wortes »arbor« (dt. »Baum«) entsprechend Abbildung 7 illustrieren lässt, wo die Bedeutung von »arbor« schriftlich (»Baum«) sowie bildlich als Vorstellungsinhalt eingezeichnet ist. Weitere Vertreter dyadischer, bedeutungsfunktionalistischer Zeichenmodelle des 20. Jahrhunderts sind beispielsweise Hjelmslev oder Jakobson, die sich der Semiotik ebenso wie Saussure besonders aus sprachwissenschaftlicher Perspektive zuwandten.

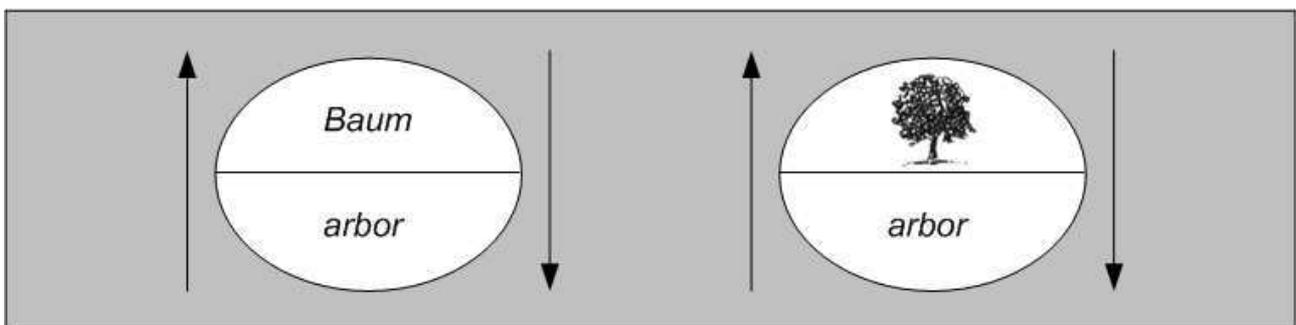


Abbildung 7: Dyadisches Zeichen nach Saussure: Zeichenträger (*arbor*) und Bedeutung (*Baum*); bearbeitet nach Saussure (2001)

2.2.4 Triadische vs. dyadische Modelle

An die eben versuchte Präsentation zweier wesentlicher semiotischer Zeichenmodelle schließt die Frage, welches dieser beiden Strukturierungsprinzipien für die Kartographie von größerer Eignung ist. Eine Antwort hierauf wurde bereits in Abschnitt 2.1 vorbereitet, wo neben expliziten Teilprinzipien auch zwei Gruppen impliziter Grundsätze analysiert wurden. Vergleicht man nun diese drei Teilbereiche kartographischer Prinzipien mit den drei Korrelaten des semiotischen Dreiecks, so zeigt sich eine weitgehende Übereinstimmung. Konkret entspricht die jeweilige kartographische Darstellung bzw. ein Teil derselben dem semiotischen Zeichenträger, mittels dem die Kartographie zwischen Wirklichkeit (semiotisch: Referenzobjekt) und Nutzer/innen (semiotisch: Bedeutung) vermitteln möchte.

Im gleichen Ausmaß, in dem ein triadisches Zeichenmodell den kartographischen Kommunikationsprozess vollständig abzubilden vermag, stellt jeder dyadische Ansatz notwendigerweise eine Verkürzung dar, da für die Kartographie in ihrem wissenschaftlichen Selbstverständnis weder der Verzicht auf den Wirklichkeitsbezug der von ihr erzeugten Zeichenträger, noch die Außerachtlassung der Wirkung dieser Zeichenträger auf die Nutzer/innen sinnvoll ist. Die Formulierung eines inklusiven Prinzips der Kartographie auf semiotischer Basis kann somit auf triadische Zeichenentwürfe eingeschränkt werden, wobei diese Abgrenzung im folgenden Abschnitt auf eine konkrete semiotische Theorie hin präzisiert werden soll.

2.3 Die Semiotik von Charles Sanders Peirce

Gemäß Abschnitt 2.2.2 unterscheiden sich die verschiedenen triadischen Zeichenmodelle, auf die der Diskurs nunmehr eingeschränkt wurde, im Verständnis desjenigen Zeichenkorrelats, welches die Vermittlung zwischen den beiden anderen Bestandteilen eines Zeichens leistet. Aus kartographischer Perspektive lässt sich hierzu vorab feststellen, dass für die Bedürfnisse des Faches vor allem solche Modelle in Frage kommen, die diese Vermittlungsfunktion dem Zeichenträger zuweisen, da es gerade dieses Korrelat ist, an dem sich die Fülle kartographischer Gestaltungsmöglichkeiten öffnet, lassen sich doch sämtliche Darstellungen der Kartographie semiotisch als Zeichenträger ansprechen. Unter dieser Vorannahme sind es vor allem das Zeichenmodell bzw. die semiotische Theorie von Charles S. Peirce, die sich für die Formulierung eines allgemeinen Prinzips der Kartographie anbieten, wobei diese Aussage im Folgenden tiefer begründet werden soll.

Ein fruchtbarer Ausgangspunkt für eine Kurzdarstellung der Semiotik von Peirce als allgemeine Grundlage der Kartographie ist das Peirce'sche Grundverständnis von Semiotik und Zeichen. Semiotik ist für Peirce nämlich in erster Linie nicht eine Lehre von den Zeichen, sondern vielmehr eine Lehre von jenem Prozess der Semiose, durch den ein Zeichen auf seine Interpret/innen einen kognitiven Effekt ausübt: “[...] what I call semiotic, that is, the doctrine of the essential nature and fundamental varieties of semiosis.” (Peirce, 1998a). Das Peirce'sche Zeichen ist also nicht nur als einmaliger Vorgang der Vermittlung zwischen Wirklichkeit und Nutzer/innen, sondern als Element eines vielfachen Interpretationsprozesses zu verstehen, in dem Zeichen immer bereits andere Zeichen voraussetzen und selbst wiederum Zeichen hervorbringen (Nagl, 1992; vgl. auch 2.3.2).

2.3.1 Zeichen

Ehe weiter in das Peirce'sche Zeichensystem vorgedrungen werden kann, scheint ein Hinweis auf die besondere Terminologie dieser Semiotik hilfreich, wofür folgendes Zitat herangezogen sei, welches zugleich eine mögliche Definition des Begriffes Zeichen nach Peirce bietet:

"A sign, or representamen, is something which stands to somebody for something in some respect or capacity. It addresses somebody, that is, creates in the mind of that person an equivalent sign, or perhaps a more developed sign. That sign which it creates I call the interpretant of the first sign. The sign stands for something, its object. It stands for that object, not in all respects, but in reference to a sort of idea, which I have sometimes called the ground of the representamen." (1932)

In Bezug auf Abbildung 6 korrespondiert also dem Zeichenträger das Repräsentamen, der Bedeutung der Interpretant und dem Referenzobjekt das Objekt eines Zeichens. Im weiteren Verlauf dieser Arbeit soll ausschließlich diese Peirce'sche Terminologie verwendet werden, sofern das entsprechende Zeichenverständnis von Peirce den geäußerten Überlegungen zu Grunde liegt. Abbildung 8 zeigt diese begrifflichen Unterschiede sowie das von Peirce selbst alternativ zum semiotischen Dreieck (in Abb. 8 links) vorgeschlagene Zeichenmodell einer genuinen Triade (in Abb. 8 rechts), das jede Reduktion auf drei Dyaden ausschließt (Peirce, 1998b)

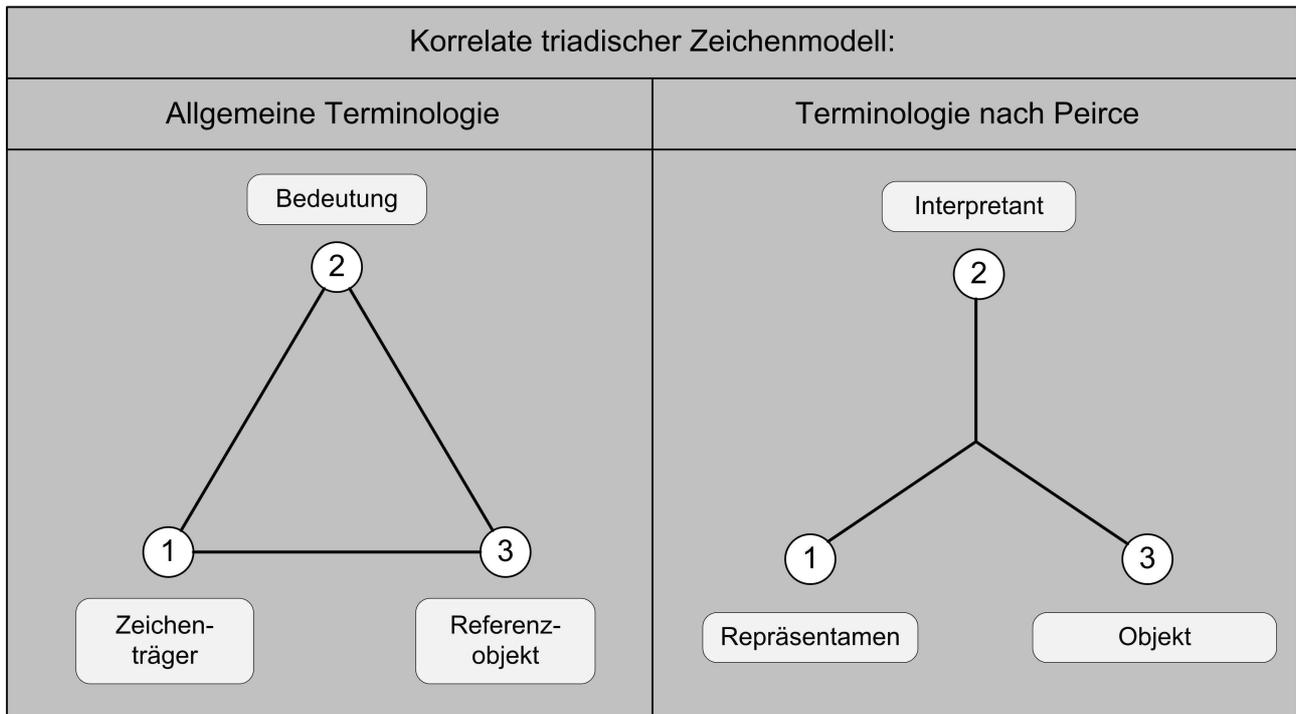


Abbildung 8: Terminologie und Modellierung des Zeichens nach Peirce; bearbeitet nach Nöth (2000) und Peirce (1998b).

2.3.2 Interpretant und Semioseprozess

Innerhalb dieses triadischen Peirce'schen Zeichens ist der Interpretant das komplexeste Korrelat (Nagl, 1992), welches von Peirce selbst dreifach differenziert wird in unmittelbaren, dynamischen und finalen oder normalen (Drittheit) Interpretanten:

„It is likewise requisite to distinguish the Immediate Interpretant, i.e., the Interpretant represented or signified in the Sign, from the Dynamic Interpretant, or effect actually produced on the mind by the Sign; and both of these from the Normal Interpretant or effect that would be produced on the mind by the Sign after sufficient development of thought.“ (Peirce, 1998c)

Während der unmittelbare Interpretant die vorgesehene Wirkung eines Zeichens darstellt, entspricht der dynamische Interpretant der tatsächlich im Bewusstsein eines/r Interpret/in erzielten Wirkung (Volli, 2002), die allerdings von der vorgesehenen Wirkung abweichen kann. In jedem Falle ist es jedoch das Korrelat des Interpretanten, an dem sich der angesprochene Semioseprozess entwickelt bzw. fortsetzt, indem der Interpretant seinerseits zum Repräsentamen eines nächsten Zeichens wird. Ein kartographisches Beispiel möge einen so zustande kommenden Semioseprozess plakativ verdeutlichen:

(1) Sei † Repräsentamen eines kartographischen Zeichens einer Wanderkarte im Maßstab 1 : 50000 an einer koordinativ durch (x/y) beschreibbaren Stelle.

(2) Stehe † weiters für ein Objekt, das aussieht, wie rechts in Abbildung 9 dargestellt.

(3) Sei ferner der unmittelbare Interpretant, d.h. die vorgesehene Wirkung der verantwortlichen Kartograph/innen: „An der (x/y) entsprechenden Stelle der Realität befindet sich ein Marterl.“

(4) Diese Intention sei zudem durch eine zugehörige Bedeutungszuweisung innerhalb der Legende dieser Karte schriftlich kenntlich gemacht.



Abbildung 9: Beispiel eines Objekts kartographischer Repräsentamen

Unter diesen Voraussetzungen greift nun eine norddeutsche Wandererin zu eben dieser Karte, um einen Ausflug zu planen, wobei sie auf das eben entwickelte Repräsentamen † trifft. Mit Hilfe der Kartenlegende erfährt sie, dass das Repräsentamen † für ein Objekt der Kategorie »Marterl« stehen soll, so dass die Wandererin nun einen folgenden dynamischen Interpretanten (=Interpretant A) formulieren könnte: „An der (x/y) entsprechenden Stelle der Realität befindet sich ein Marterl.“ Zunächst (wenn auch nur bei naiver Betrachtung) scheinen also unmittelbarer und dynamischer Interpretant zusammenzufallen. Allerdings stellt genannte Wandererin bei ihrem Blick in die Kartenlegende zugleich fest, dass ihr der Ausdruck »Marterl« unbekannt ist, was wir beispielsweise dadurch erklären können, dass der Begriff im norddeutschen Sprachraum nicht gebraucht wird (Duden, 2011).

Die Wandererin wendet sich daraufhin hilfeschend an ein Lexikon, wo sie eine Erklärung für den unbekanntem Begriff findet. Bei dieser Recherche ist jedoch das Wort »Marterl«, welches Interpretant A von † gewesen ist, selbst zu einem Repräsentamen geworden, das nunmehr zwischen dem Objekt aus Abbildung 9 und der Begriffserklärung (z.B. Text und Bilder) im Lexikon vermittelt, welche somit den Interpretanten dieses zweiten Zeichens bildet (=Interpretant B). Das im Lexikon gezeigte Bild erinnert die Wandererin an einen Kindheitsausflug, so dass nun das Bild zum Repräsentamen eines nächsten Zeichens wurde, dessen Interpretant, d.h. dessen Wirkung die hervorgerufene Erinnerung ist (=Interpretant C). Obwohl dieser durch † hervorgerufene Semioseprozess beliebig fortgesetzt werden, brechen wir ihn an dieser Stelle ab, da schon diese kurze, wenngleich inhaltlich relativ banale Sequenz genügen mag, um die Bedeutung des Interpretanten für den Peirce'schen Prozess der Semiose zu illustrieren.

Das Ende des hier beispielhaft angedeuteten Semioseprozesses bildet der finale (normale) Interpretant als ein Interpretationsideal im Sinne eines Konsenses durch eine „wohlbegründete Deutungshypothese“ (Volli, 2002), welcher allerdings praktisch nur annähernd hergestellt werden kann, wie etwa in den Definitionen eines Lexikons (Nöth, 2000). Dieses Interpretationsideal ist auch für die Kartographie von Interesse, da mit dem Grad der Übereinstimmung zwischen intendierter und tatsächlich erreichter Wirkung einer kartographischen Darstellung deren Qualität steht oder fällt.

2.3.3 *Universalkategorien*

Der in 2.2.1 vorgestellten Dreiteilung des Zeichens liegt die Peirce'sche Phänomenologie mit ihren drei mathematisch abgeleiteten Universalkategorien zugrunde, auf welchen Peirce seine Semiotik errichtet und mittels derer jede Wirklichkeit beschrieben werden kann (Nöth, 2000; Zink, 2004).

„Dasjenige, was allen Gegenständen gemeinsam ist, nennen wir universal. Und die von allen Gegenständen aussagbaren Typen von Prädikaten, die nicht wieder auf andere universale Prädikate zurückführbar sind, werden seit Aristoteles Kategorien genannt.“ (Pape, 1989)

Diese Universalkategorien der Erstheit (Firstness), Zweitheit (Secondness) und Drittheit (Thirdness) lassen sich mit De Waal folgendermaßen skizzieren:

“Anything that can possibly be thought of brings with it the idea of some thing. This introduces the category of a first, that is to say, of something that is entirely independent of any reference to anything else.

Anything that can be thought of, however, can also be distinguished from something else, albeit only by negation. This introduces the category of being a second, or 'secondness'. Secondness is that mode of being in virtue of which it has an impact on something else to which it is second, but without regard of anything else.

The relation of a first to a second, however, brings with it the notion of mediation; that is, of setting two objects in relation to one another. This introduces the third category, which is the mode of being that derives its identity from it relating two object to one another.” (De Waal, 2001)

Beispiele für Erstheit sind ein noch unreflektiertes Gefühl oder eine bloße, bislang nicht realisierte Möglichkeit, etwas, „an das wir denken, das wir erfahren oder über das wir etwas erkennen. Dieses Etwas ist das Objekt der geistigen Aktivität, [...]“ (Pape, 2004); oder metaphorisch gesprochen: „Possibility, the mode of being Firstness, is the embryo of being.“ (Peirce, 1998d)

Nach dem logischen Prinzip des *omnis determinatio est negatio* bedarf jedes Erste jedoch eines Zweiten, von dem es abzugrenzen ist, um überhaupt erkannt werden zu können. Durch diese notwendige Differenzierung eines Ersten gegenüber einem Zweiten bestimmt Peirce die Kategorie der Zweitheit. Es ist im Gegensatz zur bloßen Möglichkeit die Kategorie der Existenz (Pape, 1989) und der Relation (Nöth, 2000).

Diese In-Beziehung-Setzung eines Ersten zu einem Zweiten in Form einer Denkleistung, beschreibt Peirce durch die Kategorie der Drittheit (De Waal, 2001). Es ist die Kategorie der Repräsentation, der Vermittlung und der Gesetzmäßigkeit, welche die Realität als höchste Seinweise eines Phänomens beschreibt (Pape, 1989).

Über diese drei universalen Kategorien werden die drei Korrelate eines Zeichens bestimmt (vgl. 2.3.1), so dass jedes Zeichen als Ganzes der Kategorie der Drittheit angehört, die jedoch nicht nur die Makro-, sondern auch die Mikrostruktur eines Zeichens bestimmt, worauf in Kapitel 3 näher eingegangen werden soll. Zuvor erlauben uns jedoch die eben umrissenen Peirce'schen Universalkategorien, das zu Beginn dieses Kapitels verheißene semiotische Prinzip der Kartographie auszuformulieren. Eine Zusammenfassung der Vorteile der hier vorgestellten Semiotik von Peirce soll dieser Formulierung vorausgehen.

2.3.4 Pro Peirce

Aus der im Verlauf dieses Kapitels in geraffter Form vorgestellten Semiotik von Peirce bzw. deren wissenschaftstheoretischer Basis der Universalkategorien lassen sich nun in concreto folgende Argumente für die zu Beginn von 2.3 gezogene Schlussfolgerung, d.h. für eine Präferenz der Semiotik von Peirce vorbringen:

Erstens erlaubt die triadische Struktur des Peirce'schen Zeichens eine genaue Modellierung des kartographischen Selbstverständnisses, das heißt der idealen Vermittlung von Wirklichkeit an die jeweiligen Nutzer/innen. Überträgt man die Peirce'sche Terminologie entsprechend auf die Kartographie, so ist das Repräsentamen eine konkrete kartographische Darstellung bzw. ein einzelnes Element daraus, das für eine Entität oder eine Gruppe von Entitäten als dem zugehörigen *Objekt* steht, und bei den Nutzer/innen vielfältige bedeutungstragende Wirkungen entfaltet.

In Ergänzung zu eben Gesagtem ist auf den doppelten Objektbegriff der Kartographie hinzuweisen, wo Objekte zwar individuell erfasst, aber meist nur kategorisiert, das heißt nicht-individuell dargestellt werden. Diese Kategorisierung muss jedoch in einer Weise erfolgen, die den Nutzer/innen gegebenenfalls eine orientierungs- beziehungsweise erkenntnistiftende Vereinzelung der dargestellten Objektkategorie erlaubt. Da im kartographischen Kommunikationsprozess auf keine der beiden Objektebenen verzichtet werden kann, kommt der Kartographie auch in diesem Punkt das Peirce'sche Zeichenverständnis entgegen, welches sowohl für materielle als auch für imaginär konstruierte, und sowohl für einzelne als auch für klassifizierte Objekte offen ist (Nöth, 2000).

Zweitens ist es gerade das für eine kartographische Gestaltung offene Repräsentamen, das im Modell von Peirce zwischen Interpretant und Objekt vermittelt, während diese Vermittlung bei anderen triadischen Modellen über das Korrelat der Bedeutung hergestellt wird (Nöth, 2000).

Drittens findet dieses, der Kartographie entsprechende triadische Zeichenverständnis nur in der Peirce'schen Theorie eine vertiefte Begründung (Nöth, 2000); ebenso der Versuch einer umfassenden Zeichenklassifikation (Eco, 1977).

Viertens ist es ein besonderer Vorzug der Peirce'schen Semiotik, gegenüber dem Zeichen(träger)-medium offen zu sein, wodurch sie auch für eine multimediale und multisensuelle Kartographie geeignet ist (Morris, 1981).

Fünftens erlaubt die Peirce'sche Zeichentheorie durch die Berücksichtigung kommunikativer und kognitiver Zeichenfunktionen (Dressler, 1989) eine Verknüpfung (im Sinne einer Brückentheorie) mit bzw. eine Abgrenzung gegenüber anderen Theorien und Wissenschaftsdisziplinen, was angesichts der am Ende von Kapitel 1 angesprochenen Kompetenzenproblematik zwischen der Kartographie und einer Reihe jüngerer Fächer von Relevanz ist.

Sechstens – und in Ergänzung zu vorigem Absatz – ist die Peirce'sche Semiotik in eine umfassende Gliederung der Wissenschaften eingebettet (Peirce, 1998e), die nicht nur interdisziplinäre Anschlussstellen bereitstellt, sondern auch ein wissenschaftstheoretisches Potential birgt, das für die Selbstbestimmung der Kartographie von Bedeutung sein kann.

2.4 Semiotische Prinzipien der Kartographie

2.4.1 Philosophische (und erkenntnistheoretische) Prinzipien der Semiotik

Kartographie sucht, wie jede Wissenschaft, nach Wissen. Diese kartographische Suche nach Wissen ist – systemtheoretisch gesprochen – ein Unternehmen zweiter Ordnung, da die Kartographie nach Wissen über Wissen strebt, oder genauer: über die ideale Vermittlung und Hervorbringung raumbezogenen Wissens. Ein solches Ideal kann jedoch nur erreicht werden, wenn überhaupt bekannt ist, was wir wissen können beziehungsweise welche grundsätzlichen Qualitäten die Erfahrbarkeit der Realität für uns haben kann. Diese Grundstrukturen der Erfahrbarkeit wird durch die in 2.3.3 vorgestellten Kategorien wiedergegeben (Nagl, 1992), die somit auch als Grundstrukturen kartographischen Forschens und kartographischer Wissensvermittlung gesetzt werden können. Dadurch ist die Peirce'sche Philosophie also im Stande, sowohl die Semiotik, als auch alle Einzelwissenschaften, das heißt auch die Kartographie, zu begründen (Pape, 1989).

2.4.2 Semiotische Prinzipien aller Darstellungsformen

Aufbauend auf den drei Universalkategorien, welche die Strukturen des Erfahrbaren begründen, bietet die Semiotik eine Theorie, wie dieses prinzipiell Erfahrbare darstellbar ist. Eine solche Semiotik umfasst also alle jetzt oder zukünftig möglichen Darstellungsformen und ist somit geeignet, dem in Kapitel 1 festgestellten Mangel theoretischer Nachhaltigkeit der Kartographie abzuwehren bzw. vorzubeugen. Welche Zeichenklassifikation aus diesem semiotischen Prinzip abgeleitet werden kann, um zunächst alle möglichen Zeichen zu klassifizieren und aus dem Möglichen das Zweckmäßige zu destillieren, soll in Kapitel 3 ausgeführt werden.

2.4.3 Semiotische Prinzipien der Kartographie

Aufbauend auf den eben angesprochenen philosophischen Prinzipien der Semiotik, die somit auch zu Prinzipien einer semiotisch fundierten Kartographie werden, lassen sich im Sinne eines zusammenfassenden Abschlusses von Kapitel 2 die hier argumentierten semiotischen Prinzipien der Kartographie in Form folgender Definition des Faches deutlich machen:

Ausgehend von der Grundannahme, dass Realität erkennbar ist, sucht die Kartographie nach Darstellungsformen im Sinne von Zeichen, mit denen dieses potentiell Erkennbare in ein tatsächlich Erkanntes transferiert werden kann. Werden die Grundstrukturen alles Erfahr- und Erkennbaren durch die drei Peirce'schen Universalkategorien beschrieben, so ergibt eine Übertragung dieser Strukturen auf die mögliche Darstellbarkeit alles Erfahrbaren eine triadische Zeichenstruktur, innerhalb der ein Repräsentamen die Vermittlung zwischen Objekt und Interpretant leistet. Diese Triade umfasst also alle drei der in 2.1 genannten Teilprinzipien der Kartographie in einer Form, die nicht weiter reduziert werden kann, wodurch ein genuines (Basis-)Prinzip formuliert wird.

Im Rahmen dieser grundsätzlich möglichen Darstellungsformen sucht die Kartographie wiederum nach jenen Darstellungsformen, die geeignet sind, solche kartographische Repräsentamen zu gestalten, welche eine ideale Vermittlung zwischen Objekt und Interpretant erlauben. Hierfür ist dem Selbstverständnis des Faches gemäß die visuelle Wahrnehmungsform der fachrelevanteste Kommunikationskanal, der jedoch für eine Hinzunahme aller anderen Wahrnehmungsformen offen sein muss, um einen idealen Erkenntnisfaktor zu erreichen. Wie diese umfassende Berücksichtigung aller Wahrnehmungsformen inter- und/oder disziplinär zu realisieren ist, scheint gegenwärtig unbeantwortet. Die hier vorgestellten semiotischen Prinzipien stehen jedoch der Beantwortung dieser Frage offen.

2.4.4 Einordnung traditioneller kartographischer Prinzipien in die Peirce'sche Zeichenstruktur

Angesichts der eben versuchten Formulierung semiotischer Prinzipien stellt sich die Frage nach dem Verhältnis dieser alternativen Grundsätze zu jenen traditionellen kartographischen Prinzipien (vgl. Abschnitt 2.1). Dieses Verhältnis kann an dieser Stelle grob als Einschließlichkeit beschrieben werden, da alle bisherigen Grundsätze im Peirce'schen Zeichenmodell (notwendigerweise) vorhanden sind. Jedoch ist festzustellen, dass bei den entsprechenden Definitionen (z.B.: Maßstab/Scale: „the proportion between land and its map“ (Raisz, 1962) vor allem die Beziehung zwischen Objekt und Repräsentamen betont wird, welche auch alle Abbildungs- und Projektionsverfahren einschließt. Hingegen finden sich die Relationen Repräsentamen – Interpretant und Interpretant – Objekt in den traditionellen Prinzipien hintangestellt. Die Zugrundelegung semiotischer Prinzipien bedeutet also für die Kartographie eine konsequente Erweiterung ihrer theoretischen Basis, auf deren Fundament die Ziele des Faches, potentiell Erkennbares darstellbar zu machen, durch eine umfassende Berücksichtigung aller am Zeichenprozess beteiligten Korrelate argumentiert werden können.

2.4.5 Kartographische Schulen unter semiotischen Prinzipien

Schließlich sei auch noch an die zu Beginn von Kapitel 2 artikulierte Absicht erinnert, ein solches Prinzip zu formulieren, dass auch für alle unterschiedlichen wissenschaftlichen Schulen der Kartographie offen ist. Dies ist zwar bereits aus grundsätzlichen Gründen gewährleistet, da die hier vorgeschlagene Semiotik eine Lehre alles Darstellbaren ist und somit auch alle konkreten Darstellungen einzelner Schulen umfassen muss; trotzdem sei eine Schule stellvertretend als plakatives Beispiele angeführt, um die umfassende Eignung der Semiotik explizit zu machen:

Dieses Beispiel betrifft das oben als Cybercartography vorgestellte Konzept von Taylor, welches sich zu einer interaktiven, dynamischen, multimedialen, multisensuellen und multidisziplinären Vermittlung raumbezogener Information bekennt. Möchte eine cyber-kartographische Schule jedoch beispielsweise auditive oder olfaktorische Kommunikationskanäle implementieren, so sind die Prinzipien der traditionellen Kartographie, z.B. maßstäbliche Skalierung oder Generalisierung auf die entsprechenden Wahrnehmungsformen nicht ohne weiteres anwendbar. Demgegenüber sind die hier vorgeschlagenen semiotischen Prinzipien für alle Formen menschlicher Wahrnehmung offen.

3 Semiotischer Imperativ

Nachdem in Kapitel 2 versucht wurde, semiotische Prinzipien der Kartographie aus ontologisch-theoretischer Perspektive herzuleiten, soll nun konkreter gezeigt werden, welche Möglichkeiten sich aus diesen Prinzipien für die Kartographie ergeben, zwischen Wirklichkeit und Nutzer/innen zu vermitteln. Dieses Vermittlungspotenzial kann zunächst durch eine Präsentation der Peirce'schen Zeichentypologie beschrieben werden, aus welcher ersichtlich werden soll, wie Kartographie Realität darstellen kann. An die derart strukturierten Weisen des Darstellens-Könnens muss sich der Kartographie ferner, so sie nach Wissen strebt, die Frage anschließen, wie diese bloßen Darstellungsmöglichkeiten zu methoden- und praxisleitenden semiotischen Darstellungsempfehlungen geschärft werden können. Um diese Frage nach dem Darstellen-Sollen zu beantworten, wird im zweiten Teil dieses Kapitels ein semiotischer Imperativ zu formulieren versucht werden.

3.1 Trichotomische Zeichenklassifikation nach Peirce

Da allem Erfahren-, wie auch allem Darstellbaren die drei genannten Kategorien zu Grunde liegen, müssen auch alle Zeichenarten mittels dieser Universalkategorien rekonstruierbar sein (Pape, 2004). Dementsprechend kann in der weiteren Auseinandersetzung von den drei Universalkategorien bzw. von den drei Zeichenkorrelaten ausgegangen werden. Auf diesen beiden Triaden errichtet Peirce eine Zeichengliederung, innerhalb der durch Zuordnung der einzelnen Zeichenkorrelate zu den drei universalen Kategorien wiederum folgende drei Trichotomien unterschieden werden können:

„Signs are divisible by three trichotomies: first, according as the sign in itself is a mere quality, is an actual existent, or is a general law; secondly, according as the relation of the sign to its Object consists in the sign's having some character in itself, or in some existential relation to that Object, or in its relation to an Interpretant; thirdly, according as its Interpretant represents it as a sign of possibility, or as a sign of fact, or a sign of reason.“ (Peirce, 1998f)

Peirce leitet seine Zeichentypologie also aus einer wiederholten Applikation der drei Universalkategorien – Erst-, Zweit- und Drittheit – her, die zunächst auf das Zeichen als komplexe Struktur angewandt wird, die aus den drei Korrelaten – Repräsentamen, Objekt und Interpretant – besteht. Auf diese drei Zeichenpole werden wiederum die Kategorien aufgebracht, so dass an jedem dieser Korrelate drei Unterscheidungen vorgenommen werden (vgl Abb. 10):

KATEGORIALER ASPEKT	KORRELATE DES ZEICHENS		
	Repräsentamen	Objekt	Interpretant
1. Möglichkeit	Qualizeichen	Ikön	Rheme (in etwa: Begriff)
2. Existenz	Sinzeichen (Token)	Index	Dikent (in etwa: Aussage)
3. Gesetz	Legizeichen (Typ)	Symbol	Argument

Abbildung 10: Die drei Zeichentrichotomien nach Peirce. Bearbeitet nach Pape (2004)

3.1.1 Erste Zeichentrichotomie: Qualizeichen – Sinzeichen – Legizeichen

Die erste Trichotomie betrachtet entsprechend der Kategorie der Erstheit das Zeichen an sich, d.h. das Repräsentamen, welches mit Peirce in Qualizeichen (Erstheit), Sinzeichen (Zweitheit) und Legizeichen (Dritttheit) unterschieden werden kann.

„Ein Qualizeichen ist eine Qualität, die ein Zeichen ist.“ (Peirce, 1983), beziehungsweise das, was – im Sinne der Erstheit – von einem Repräsentamen sinnlich erfahrbar sein könnte (Nagl, 1992). Qualizeichen sind also immer nur *potenzielle* Aspekte eines Repräsentamens und können als bloße Möglichkeiten noch nicht zeichenhaft wirksam werden. Ein für die Kartographie nahe liegendes Beispiel für Qualizeichen sind die visuellen statischen Variablen von Bertin (1974) Größe, Helligkeit, Muster, Farbe, Richtung, Form, Dimensionen der kartographischen Ausdrucksform –, die ein kartographisches Repräsentamen haben könnte.

Werden die bloßen Möglichkeiten eines Qualizeichens konkret realisiert, spricht Peirce von einem Sinzeichen: „Ein Sinzeichen (wobei die Silbe »sin« in der Bedeutung von »nur einmal vorkommend« aufgefaßt wird, ...) ist ein aktuell existierendes Ding oder Ereignis, das ein Zeichen ist.“ (1983). Ein gegebenes Repräsentamen, beispielsweise † in einer Karte, wäre also ein Sinzeichen, welches unter Anderen die Qualitäten Farbe (schwarz) und Form (kreuzförmig) umsetzt. Es realisieren sich also jeweils mehrere Qualizeichen in einem Sinzeichen.

In Gegensatz zum singulären Sinzeichen ist das Legizeichen ein allgemeiner Typ im Sinne einer vorschrift- oder gesetzlichen Übereinkunft (verdeutlicht durch die Vorsilbe »legi«): „Ein Legizeichen ist ein Gesetz, das ein Zeichen ist. Ein solches Gesetz ist normalerweise von Menschen aufgestellt. Jedes konventionelle Zeichen ist ein Legizeichen (aber nicht umgekehrt).“ (Peirce, 1983). Zur Realisierung bedarf das Legizeichen – wie schon zuvor das Qualizeichen – eines Sinzeichens, durch dessen konkrete Anwendung ein Legizeichen etwas bezeichnen kann. Um das gewählte Beispiel fortzusetzen, wäre also die im Zeichenschlüssel eines Kartenwerkes graphisch vermerkte Vorschrift, jedes Objekt der Objektkategorie »Marterl« durch † im betroffenen Kartenblatt wiederzugeben, ein Legizeichen, welches die verantwortlichen Kartograph/innen an den entsprechenden Stellen jedes Kartenblattes durch Sinzeichen einzuzeichnen hätten.

Peirce ersetzt diese erste Trichotomie in späten Schriften terminologisch durch die Begriffe Tone, Token und Type (1998c). Vor allem die Unterscheidung zwischen Type (Legizeichen) und Token (Sinzeichen) wird z.B. in Linguistik oder Philosophie bis heute gebraucht (De Waal, 2001); so erlaubt beispielsweise die Berechnung der sogenannten type-token-Relation die Beurteilung des Wortschatzreichtums eines Textes (Glück, 2000).

3.1.2 Zweite Zeichentrichotomie: Ikon – Index – Symbol

Die zweite Trichotomie betrachtet entsprechend der Kategorie der Zweitheit das Zeichen hinsichtlich seiner Beziehung zwischen Repräsentamen und Objekt. Es ist dies die vielleicht berühmteste, für Peirce (1932) selbst jedenfalls die grundlegendste Dreiteilung der Zeichen. Diese drei möglichen Modi des Objektbezugs eines Repräsentamens nennt Peirce: Ikonizität, Indexikalität und Symbolizität.

“An *Icon* is a sign which refers to the Object that it denotes merely by virtue of characters of its own and which it possesses, just the same, whether any such Object actually exists or not.” (Peirce, 1998f).

In allgemein semiotischer Terminologie wird von einem Ikon als einem Zeichen gesprochen, dessen Repräsentamen das Objekt auf Grund einer Ähnlichkeit mit diesem repräsentiert (Nöth, 2000). Diese Ähnlichkeit wird zwar hauptsächlich, nicht aber ausschließlich in der Beziehung zwischen Zeichenträger und Referenzobjekt, sondern immer auch mittels gesellschaftlicher Konventionen hergestellt. Auf diesen Aspekt weist auch Peirce mit der Einschränkung hin, dass: „ [...] a sign may be iconic, that is, may represent its object mainly by its similarity, [...]“ (1998d).

Nach dem Prinzip der drei Universalkategorien differenziert Peirce ikonische Zeichen in drei weitere Subklassen: wird ein Objekt aufgrund qualitativer Ähnlichkeit (z.B. in Form und Farbe) repräsentiert, spricht Peirce von bildlicher Ikonizität; liegt hingegen eine Ähnlichkeit zwischen Relationen innerhalb des Repräsentamens und Relationen innerhalb des Objektes vor, so ist diese Ikonizität diagrammatischer Natur (in der Kartographie wird diagrammatische Ikonizität zum Beispiel besonders anschaulich in Karto-/Topogrammen für Verkehrsnetzwerke genutzt (vgl. Hake et al., 2002) (vgl. auch die englische Entsprechung »diagram«); besteht Ähnlichkeit zwischen zwei (eigentlicher und uneneigentlicher) Bedeutungsebenen eines Zeichens, so wertet Peirce dies als metaphorische Ikonizität.

Da das dem Ikonizitätsbegriff zugrundeliegende Verhältnis der Ähnlichkeit kaum objektivierbar ist (man denke nur an die oft sehr heterogenen physiognomischen Ähnlichkeitsurteile innerhalb von Familienstammbäumen, die über viele Kinder verhängt werden), bleibt Ikonizität stets subjektiv relativ. Diese Unschärfe des Ikonizitätsbegriffes gibt immer wieder Anlass, dieses Konzept und seine Eignung in Frage zu stellen, wofür die Lektüre von Eco (2002) ein Beispiel geben kann. Auf diese Problematik soll in den Abschnitten 3.3.4 und 3.3.5 konkreter eingegangen werden.

“An *Index* is a sign which refers to the Object that it denotes by virtue of being really affected by that Object.” (Peirce, 1998f).

Ein Index ist also ein Zeichen, dessen Repräsentamen von seinem Objekt faktisch beeinflusst wird und somit in kausaler Abhängigkeit zu diesem steht. Fußspuren im Sand sind demnach Zeichen indexikalischer Natur, ebenso – um ein von Peirce häufig gebrauchtes Beispiel zu nennen – ein funktionstüchtiger Wetterhahn, dessen Position von der jeweiligen Windrichtung unmittelbar abhängig ist.

“A *Symbol* is a sign which refers to the Object that it denotes by virtue of a law, usually an association of general ideas, which operates to cause the Symbol to be interpreted as referring to that Object” (Peirce, 1998f).

Im Gegensatz zum objektbestimmten Index ist das Symbol ein Zeichen, dessen Repräsentamen das Objekt aufgrund von Gesetzmäßigkeiten oder Gewohnheiten bezeichnet. Symbolische Zeichen enthalten für Volli (2002) die wichtigsten Relationen zwischen Repräsentamen und Objekt, da sie weder durch (ikonische) Ähnlichkeits- noch durch (indexikalische) Kausalitätsbeziehungen vorbestimmt, sondern für ein weites Bedeutungsspektrum offen sind, das auch den Ausdruck abstrakter Begriffe wie beispielsweise Liebe, Zeit oder logische Verneinungen erlaubt, weshalb sich besonders die Sprachen menschlicher Gesellschaften symbolischer Zeichen bedienen.

3.1.3 Kartographische Beispiele zur zweiten Zeichentrichotomie

Da die in 3.1.2 vorgestellte Dreiteilung der Zeichen nicht nur für Peirce die grundlegendste, sondern zugleich auch die von Semiotik und Kartographie meist beachtete (vgl. MacEachren, 2004) Trichotomie ist, seien einige Beispiele kartographischer Natur ergänzt, um die genannten Modi der Beziehung zwischen Repräsentamen und Objekt fachproblematisch zu konkretisieren (siehe hierzu auch Nöth, 1998, 2000; Schmauks, 1998).

Da in der Kartographie grundsätzlich alle drei Zeichenaspekte der zweiten Trichotomie zum Einsatz kommen, wenden wir uns entsprechend der kategorischen Hierarchie zunächst der erstheitlichen Ikonizität zu: Aus traditionell kartographischer, d.h. *kartengraphischer* Perspektive kann zunächst der gesamte Karteninhalt als graphisches und semantisches Gefüge im Sinne eines ikonischen Repräsentamen interpretiert werden, wie zum Beispiel ein Vergleich zwischen Orthophoto und Karte hinsichtlich Gewässer- oder Verkehrsnetz deutlich werden lässt. Eine Einsicht dieser Ähnlichkeit zwischen Karte und Realität setzt jedoch einen Betrachtungsstandpunkt voraus, der im Allgemeinen nicht der Erfahrung der Nutzer/innen entspricht und das Verständnis der Karte als Projektion auf eine definierte Bezugsfläche erfordert. Insofern sind der (zweidimensionalen) Karte im Vergleich zur dargestellten Realität bereits aus konstruktiven Gründen Ikonizitätsgrenzen gesetzt, welche per definitionem nicht überschritten werden können. Im Gegenzug ergeben sich hier Ikonizitätsvorteile für dreidimensionale Darstellungen, welche im Rahmen der Entwicklung digitaler Rechen- und Visualisierungstechniken in immer flexiblerem Ausmaß zur Verfügung stehen und der Realität hinsichtlich der räumlichen Dimensionalität prinzipiell ähnlicher, d.h. in Relation zur Karte potenziell ikonischer sind.

Wechselt man nun die Betrachtungsebene von der Analyse der gesamten Darstellungen auf einzelne Elemente derselben, so können für unterschiedliche kartographische Signaturen wiederum ikonische Qualitäten konstatiert werden: So kann beispielsweise eine Signatur † in bildhaft ikonischer Beziehung zu einem »Marterl« stehen, wenn dieses eine entsprechende geometrische Form besitzt. In diesem Falle wäre eine Signatur † auch als diagrammatisch ikonisch anzusprechen, insofern sich die Beziehung zweier überkreuzter Balken auch im Referenzobjekt findet, was wiederum bei einem Wegkreuz der Fall wäre. Schließlich kann † auch als metaphorisches Ikon für ein »Marterl« stehen, wenn von den Nutzer/innen eine Verbindung zur religiösen Funktion/ Motivation des bezeichneten Objekts und zu der dahinter stehenden Religion aufgebaut wird, wofür die Beziehung zwischen Kreuz und Christentum bereits zugrunde liegen muss. Am Beispiel von † können also auch die verschiedenen kategorischen Aspekte ikonischer Zeichen, d.h. bildhafter, diagrammatischer und metaphorischer Ikonizität deutlich gemacht werden.

Trotz der eben angedeuteten Vielzahl ikonischer Relationen in kartographischen Darstellungen ist für Nöth (1998) eine Karte in erster Linie ein indexikalisches Zeichen. Nöth begründet diese Ansicht vor allem mit den Gesetzmäßigkeiten der jeweiligen Projektion, über welche die Realität kartographisch abgebildet wird, sowie mit der orientierenden Funktion jeder Darstellung der Kartographie. MacEachren (2004) spricht in diesem Zusammenhang auch von räumlicher Indexikalität, welche immer auch mit zeitlicher Indexikalität korreliert, da jedes kartographische Produkt einen oder mehrere Zeitpunkte repräsentiert.

Schließlich lässt sich in jeder kartographischen Darstellung auch eine Vielzahl symbolischer Zeichenaspekte ausmachen, deren vielleicht offensichtlichste durch das Namengut repräsentiert werden, welches auf Schriftzeichen, also auf den Bedeutungskonventionen einer Sprachgemeinschaft beruht.

Jedoch tragen auch andere Elemente einer Darstellung, wie beispielsweise kartographische Signaturen, symbolische Eigenschaften, weshalb die entsprechenden qualitativen und quantitativen Bezeichnungsrelationen im Allgemeinen in einer Legende festgehalten werden. Auch der meist rechteckige Kartenfeldrahmen und die Nordung einer Darstellungen sind Kinder von Konventionen und damit symbolischer Natur.

3.1.4 Dritte Zeichentrichotomie: Rhema – Dikent – Argument

Die dritte Trichotomie betrachtet gemäß der Kategorie der Drittheit das Zeichen hinsichtlich seiner Beziehung zwischen Repräsentamen und Interpretant und seiner Möglichkeiten, die Interpret/innen eines Zeichens zu beeinflussen. Kategorisch unterscheidet Peirce wiederum dreifach in Rhema, Dikent und Argument und ergänzt: „This corresponds to the old division Term, Proposition, & Argument, modified so as to be applicable to signs generally.“ (1977). Durch eine Übertragung dieser klassischen logischen Einteilung werden der Peirce'schen Semiotik somit auch Möglichkeiten logisch schlussfolgernder Forschung eröffnet (Nöth, 2000).

„A Rheme is a Sign which, for its Interpretant, is a sign of qualitative possibility, that is, is understood as representing such and such a kind of possible Object.“ (Peirce, 1998f). Ein Rhema (griech. τὸ ῥῆμα, »Wort«) ist als Möglichkeit weder wahr noch falsch und verweist nicht auf ein bestimmtes Objekt, sondern vermittelt vielmehr die Idee einer Objektkategorie (Pape, 2004). Der Begriff »Marterl« als Element eines bestimmten Sprachkorpus kann ebenso ein Beispiel für ein Rhema sein, wie † als Element eines Korpus kartographischer Repräsentamen, welche in einer Darstellung vorkommen *können*.

„A Dikent Sign is a sign, which, for its Interpretant, is a Sign of actual existence.“ (Peirce, 1998f). Die bloßen Möglichkeiten eines Rhemas finden sich beim Dikent bereits auf ein konkretes Objekt eingeschränkt, so dass ein solches Zeichen in seiner Objektrelation also bereits bestimmt, in seinem Bezug zum Interpretanten jedoch noch offen ist (Nöth, 2000).

„Das Dikent ist eine ideale, rein wahrheitsdefinitive Aussage und vermittelt eine entscheidbare Information über ein existierendes Objekt. Sprachliche Aussagen sind nur dann als Dikents beschreibbar, wenn sie wahrheitsfähig sind und eine klar informative Bedeutung haben, also einen Sachverhalt ausdrücken.“ (Pape, 2004)

In Sinne dieses Zitats hat auch jede kartographische Darstellung Qualitäten eines Dikents, da sie entscheidbare Informationen über existierende Objekte vermittelt. Peirce's Paradebeispiel eines Dikent ist eine logische Aussage (Proposition), die sich aus verschiedenen Rhemata zusammensetzt. Kartographisch übersetzt wäre beispielsweise die Aussage: „An der koordinativ durch x/y beschreibbaren Stelle befindet sich ein Marterl“ ein Dikent, welches das Subjekt „Marterl“ mit dem Prädikat „befindet sich an der koordinativ beschreibbaren Stelle x/y“ in einer Weise verbindet, welche eine Überprüfung des Wahrheitsgehaltes dieser Aussage erlaubt.

“An Argument is a Sign which, for its Interpretant, is a sign of law.”, “[...] namely the law that the passage from all such premisses to such conclusions tend to the truth” (Peirce, 1998f). Setzt man das für ein Dikent gebrachte Beispiel fort, so stellt ein Argument – entsprechend der Kategorie der Drittheit – Beziehungen zwischen logischen Aussagen her, indem aus Prämissen eine Konklusion abgeleitet wird. Diese (logisch) regelbasierte Argumentation erlaubt für Peirce eine endliche Annäherung an die Wahrheit, womit auch für die Kartographie ein Ziel formuliert ist.

3.2 Zeichentypologie

Aus der in Abschnitt 3.1 vorgestellten Klassifikation leitet Peirce eine allumfassende Zeichentypologie ab, bei der ein jeder dieser Typen von Zeichen durch eine Kombination eines der drei Aspekte aller drei Zeichenkorrelate gebildet wird (Pape, 2004). Während sich mathematisch $3 \times 3 \times 3 = 27$ Kombinationen ableiten lassen (Abb. 10), gilt es zunächst zu klären, warum von diesen 27 Möglichkeiten nur zehn Kombinationen kategorial sinnvoll sind.

Ausgangspunkt der Peirce'schen Zeichentypologie ist der drittheitliche Charakter jeder Erfahrung:

„Die Drittheit ist das umfassendste, am stärksten vereinheitlichende Formelement aller Phänomene, so daß alle zu anderen Kategorien gehörigen Begriffe stets konkreter sind. Entsprechend gilt auch für den Aufbau der Semiotik durch eine Klassifikation von Zeichenklassen: Alle begrifflichen Bestimmungen von Zeichenklassen lassen sich kategorial als konkretisierende Bestimmungen der ursprünglichen Drittheit der Erfahrung erklären.“ (Pape, 1989)

Von dieser drittheitlichen Erfahrung lassen sich alle *möglichen* Zeichentypen durch Degeneration bilden, wobei hier Degeneration als Gegenbegriff zu Genuität zu verstehen ist, welche ein wesentliches Merkmal der Peirce'schen Zeichentriade bildet, da diese nicht auf einzelne Dyaden rückführbar ist und somit mehr leistet als die Summe ihrer Korrelate (vgl. Abschnitt 2.3). Eine solche Degeneration bedeutet also eine Modifikation der ursprünglichen Drittheit jeder Erfahrung durch das Hinzutreten nicht-drittheitlicher, d.h. erst- und zweiteitlicher Eigenschaften; diese Konkretisierung muss genau zehn Zeichentypen unterscheiden (Pape, 1989; Peirce, 1998f); (vgl. Abb. 11):

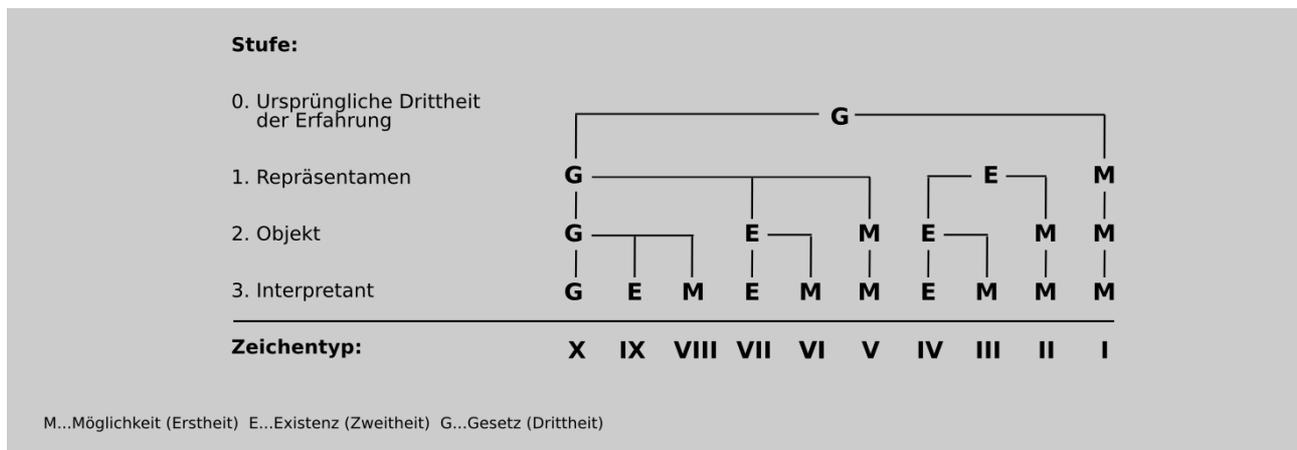


Abbildung 11: Ableitung von zehn Zeichentypen als Degenerationsformen drittheitlicher Erfahrung; bearbeitet nach Pape (1989)

Möchte man aus Abbildung 11 einen konkreten Zeichentyp, das heißt die jeweilige Kombination der drei kategorialen Aspekte ablesen, so ist hierfür stets von der ersten Degenerationsstufe (Repräsentamen) auszugehen, wobei die jeweilige Bestimmung für alle nachfolgenden Degenerationsstufen maßgeblich ist. Entsprechend einer solchen Unterscheidung können die einzelnen Zeichentypen auch in dreiteiliger Weise benannt werden, was in Abbildung 12 unter Ergänzung Peirce'scher Beispiele gezeigt sei. Dabei werden die bestimmenden Zeichenaspekte in fettgedruckter Schrift gezeigt, während sich redundante Eigenschaften in Klammerung finden (z.B. gilt für das drittheitliche Argument (Symbolisches Legizeichen) (=X in Abb. 11 und 12): “[...] its Object must be general; that is, the Argument must be a Symbol. As a Symbol it must, further, be a Legisign. Its Replica is a Dicent Sinsign.” (Peirce, 1998f)

Nummer des Zeichentyps (vgl. Abb. 11)	Kategoriale Aspekte: 3. 2. 1.	Zeichentyp	Beispiel
I	M M M	Rhematisch Ikonisches Qualizeichen	Rot-Empfindung
II	M M E	Rhematisch Ikonisches Sinzeichen	Einzelnes Diagramm (Replika von V)
III	M E E	Rhematisch Indexikalisches Sinzeichen	Spontaner Aufschrei (Replika von VI)
IV	E E E	Dikentisch Indexikalisches Sinzeichen	Einzelne Wetterfahne (Replika von VII)
V	M M G	Rhematisch Ikonisches Legizeichen	Diagramm (als Typ)
VI	M E G	Rhematisch Indexikalisches Legizeichen	Demonstrativpronomen (als Typ)
VII	E E G	Dikentisch Indexikalisches Legizeichen	Üblicher Marktschrei eines Händlers (als Typ)
VIII	M G G	Rhematisches Symbol Legizeichen	Begriff, Gattungsname
IX	E G G	Dikentisches Symbol Legizeichen	Proposition
X	G G G	Argument Symbolisches Legizeichen	Schlussfolgerung/Syllogismus

M...Möglichkeit (Erstheit) E...Existenz (Zweitheit) G...Gesetz (Drittheit)

Abbildung 12: Die zehn Peirce'schen Zeichentypen hinsichtlich ihrer kategorialen Aspekte beispielhaft erläutert; bearbeitet nach Nöth (2000), Pape (1989) und Peirce (1998f)

Im Vergleich zu der in Abschnitt 3.1 vorgestellten Zeichenklassifikation stellt die eben als Zeichentypologie eingeführte Gliederung also eine Präzisierung hinsichtlich der kategorialen Aspekte jedes Zeichenkorrelates dar – entsprechend zeigen der erste Buchstabe von Spalte zwei in Abbildung 12 den kategorialen Aspekt des Interpretanten (3. Zeichenkorrelat), der zweite Buchstabe den kategorialen Aspekt des Objekts (2. Zeichenkorrelat) und der dritte Buchstabe den kategorialen Aspekt des Repräsentamens (1. Zeichenkorrelat).

3.3 Der Semiotische Imperativ

In den vorangegangenen Abschnitten wurde mit der wissenschaftstheoretisch fundierten, semiotischen Formulierung kartographischer Prinzipien alles Erkennbaren und einer darauf aufbauenden Strukturierung aller Formen möglicher Darstellbarkeit versucht, eine umfassende theoretische Grundlage zu schaffen, die allen aktuellen wissenschaftlichen Schulen der Kartographie vorausgesetzt werden und daher auch den fachwissenschaftlichen Wert dieser Arbeit begründen kann.

Um diesen theoretischen Wert auch in der kartographischen Praxis nutzbar zu machen, gilt es nun – nicht zuletzt im Lichte des in Kapitel 1 angesprochenen Missverhältnisses zwischen Theorie und Praxis – die erwähnten Formen *möglicher* Darstellbarkeit auf jene Formen fachfragenspezifisch sinnvoller Darstellbarkeit einzuschränken. Diese Präzisierung mag auch der Schärfung des Profils einer kartographischen Wissenschaft und deren Abgrenz- und Anknüpfbarkeit zu anderen Disziplinen zu Gute kommen. Wurde also in Kapitel 2 versucht, ein semiotisches Prinzip einzuführen, welches alle Möglichkeiten des *Erfahren-* und *Darstellen-Könnens* umfasst, so ist aus diesem allgemeinen semiotischen Prinzip ein semiotischer Imperativ für die Umsetzung der Ziele der Kartographie abzuleiten, welcher Regeln des praktischen *Darstellen-Sollens* bietet.

3.3.1 Darstellen-Sollen in der kartographischen Fachliteratur

Im Gegensatz zu der in den vorangegangenen Kapiteln im Vordergrund gestandenen Frage nach wissenschaftstheoretischen Grundlagen des Erfahren- und Darstellen-Könnens, kann für eine Diskussion des *Darstellen-Sollens* durchaus von bestehenden fachtheoretischen Lösungsvorschlägen ausgegangen werden, welche bereits in jedem Definitionsversuch des Faches Kartographie explizit genannt oder implizit vorausgesetzt werden. Beginnen wir daher diesen Abschnitt mit einer Blütenlese einiger Versuche kartographischer Selbstbestimmung:

- „Kartographie ist die Lehre von der Logik, Methodik und Technik der Konstruktion, Herstellung und Ausdeutung von Karten und anderen kartographischen Ausdrucksformen, die geeignet sind, eine räumlich richtige Darstellung von der Wirklichkeit zu erwecken.“ (Arnberger, 1966)
- „Cartography: The art and science of making maps, charts, globes;“. „The scope of cartography [...] is to show some kind of geographic space relationship.“ (Raisz, 1962)
- Ein im anglo-amerikanischen und – in entsprechender Übersetzung – auch im hispano-amerikanischen Raum verwendetes Lehrbuch von Robinson et al. (1995) beschreibt den Aufgabenbereich der Kartographie folgendermaßen:
 - „ 1. Collecting and selecting the data for mapping
 - 2. Manipulating and generalizing the data, designing and constructing the map
 - 3. Reading or viewing the map
 - 4. Responding to or interpreting the information “
- Das deutschsprachige Lehrbuch zur Kartographie von Hake et al. (2002) grenzt seinen gleich lautenden Titel ab wie folgt:

„Die Kartographie ist ein Fachgebiet, das sich befasst mit dem Sammeln, Verarbeiten, Speichern und Auswerten raumbezogener Information sowie in besonderer Weise mit deren Veranschaulichung durch kartographische Darstellungen.“,

deren zentrale Aufgabe darin besteht,

„ [...] solche kartographische Darstellungen zu schaffen, aus denen jeder Benutzer eine richtige Wahrnehmung und danach auch eine möglichst zutreffende Vorstellung und Erkenntnis der [...] Wirklichkeit gewinnt.“

Ein solche Liste von Definitionsvorschlägen ließe sich ausgedehnt fortsetzen; auch der in den beiden erstzitierten Bestimmungen erwähnte künstlerische Aspekt der Kartographie lässt sich tiefer diskutieren, doch sei diesbezüglich an dieser Stelle lediglich auf die Arbeiten der 2007 eingerichteten *Working Group on Art and Cartography* der *International Cartographic Association* verwiesen. Bezüglich der hier interessierenden Frage nach dem *Darstellen-Sollen* können wir uns jedoch auf die explizite Antwort des letztgenannten Zitats von Hake et al. stützen, dass also Kartographie Realität dergestalt darstellen soll, dass ihren Nutzer/innen eine möglichst zutreffende Erkenntnis dieser Realität vermittelt werden kann. Diese Absicht liegt auch allen anderen Beschreibungen, welche Kartographie als Wissenschaft verstehen, zu Grunde: “If we accept the premise that maps can „work“ (i.e., that they are a useful way of obtaining spatial information), we have an obligation to facilitate their use as information sources.” (MacEachren, 2004)

Setzt man nun das eben skizzierte Einverständnis über ein kartographisches *Darstellen-Sollen* als fachwissenschaftlichen Konsens voraus, so kann hieran einerseits die Frage angeknüpft werden, warum in dieser gemeinsamen Basis durchaus unterschiedliche kartographische Schulen beziehungsweise gar eine vom Autor vermutete Krise (vgl. Kapitel 1) wurzeln können. Wendet man diese Frage von einer kartographischen Introspektive in eine, von der Kartographie bereits vorauszusetzende wissenschafts-theoretische Perspektive allgemeiner Erfahr- und Darstellbarkeit, so können wir – andererseits – zunächst auch versuchen, dieses kartographische *Darstellen-Sollen* im Sinne der bisherigen Argumentationslinie in semiotische Termini zu übersetzen.

Eine entsprechende Translation könnte zunächst lauten: Die Kartographie ist ein Fachgebiet, dessen zentrale Aufgabe darin besteht, solche Repräsentamen zu schaffen, die zwischen Objekten und Interpretanten in einer Weise vermitteln, die den Nutzer/innen eine möglichst zutreffende Vorstellung und Erkenntnis dieser Objekte ermöglicht. Welche der möglichen Relationen zwischen kartographischer Darstellung (Repräsentamen) und Wirklichkeit (Objekt) ist nun aber für die Umsetzung kartographischen *Darstellen-Sollens* besonders geeignet?

3.3.2 Ikonizität

Für eine Beantwortung der eben gestellten Frage stehen gemäß den obigen Ausführungen (vgl. 3.1.2) Ikonizität, Indexikalität und Symbolizität als die drei Modi des Objektbezugs eines Repräsentamens zur Verfügung. Vergleicht man die semiotischen Eigenschaften dieser drei Beziehungsmuster, so scheint sich in erster Linie die Ikonizität als besonders geeignete Beziehungsform zwischen Darstellung und Wirklichkeit anzubieten: „It will be observed that the icon is very perfect in respect to signification, bringing its interpreter face to face with the very character signified.“ (Peirce, 1998g) Diese Möglichkeit, die Nutzer/innen Auge in Auge mit der bezeichneten Eigenschaft zu bringen, gibt den Wunsch der Kartographie nach einer möglichst zutreffenden Vorstellung der Realität sehr bildlich wieder. Etwas prosaischer begnügt sich Volli (2002) damit, auf die einfachere Verständlichkeit und Anschaulichkeit ikonischer Zeichen gegenüber indexikalischen und symbolischen hinzuweisen.

Wir können jedoch die eben vorgeschlagene Antwort, wonach besonders ikonische Zeichen den Anforderungen kartographischen *Darstellen-Sollens* gerecht werden, nicht nur aus einer semiotischen Theorie abzuleiten versuchen, sondern umgekehrt auch praktisch-empirische Untersuchungen analysieren und die entsprechenden Ergebnisse wiederum in Begriffe der Peirce'schen Semiotik übersetzen, um eine Bestätigung oder Widerlegung dieser Schlussfolgerung zu erhalten.

Wenden wir uns hierfür zunächst an die Kognitionsforschung als einem *genus proximum* der Kartographie, so unterstützen deren Erkenntnisse die Annahme einer vorzüglichen Bedeutung ikonischer Zeichen, da Objektbildern eine bessere Speicherbarkeit und Wiedergabe als den entsprechenden (symbolischen) Bezeichnungen attestiert werden kann. Diese Leistungen wachsen zudem mit zunehmender Bildhaftigkeit (Schwarz, 2008), das heißt mit zunehmender Ikonizität.

Fachspezifische Quellen seitens der Kartographie bestätigen diese Ergebnisse: Eine solche empirische Quelle findet sich beispielsweise bei Häberling (2003), welcher die Wirkung topographischer »3D-Karten« mit Hilfe von Expert/innengesprächen untersucht, aus deren Ergebnissen sich eine Favorisierung bildhafter (sprechender) – das heißt in Peirce'scher Terminologie: ikonischer – Repräsentamen besonders für punkthafte Kartenobjekte ableiten lässt. Ähnliches gilt jedoch auch für flächenhafte Kartenobjekte: „Fotorealistische Oberflächenstrukturen werden grundsätzlich als günstig eingestuft. Allerdings müssen sie als naturnah erkannt werden. Ansonsten werden sie eher als störend beurteilt.“ (Häberling, 2003)

Am anderen Ende des NutzerInnenspektrums wendet sich Papadopoulou (2009) an neunjährige Schüler/innen, denen eine Serie von Signaturen aus Wetterkarten vorgelegt wird, welche von diesen Kindern hinsichtlich der Bedeutung eines jeden Repräsentamens interpretiert werden sollen. Die entsprechenden Ergebnisse zeigen, dass die Proband/innen eine korrekte (d.h. intendierte) Beziehung zwischen Repräsentamen und Objekt vor allem auf Grund von Ähnlichkeiten herzustellen vermögen, dass also wiederum ikonische Zeichen am richtigsten verstanden werden. In gleichem Sinne legen auch Untersuchungen von Signaturen in Tourismuskarten nahe, dass ikonische Repräsentamen besonders korrekt identifiziert werden (Forrest & Castner, 1985).

3.3.3 Ein semiotischer Imperativ kartographischer Darstellung

Kehren wir nun zu der am Ende von Abschnitt 3.3.1 gestellten Frage kartographischen *Darstellen-Sollens*, das heißt nach der optimalen Relation zwischen kartographischer Darstellung und Wirklichkeit zurück, so kann mit den eben gebrachten empirischen Befunden eine Beantwortung in Form des folgenden semiotischen Imperativs versucht werden:

Ein kartographisches Repräsentamen soll als Korrelat eines ikonischen Zeichens, d.h. so gestaltet werden, dass es zu dem Objekt, auf welches es sich bezieht, in einer Relation möglichst großer Ähnlichkeit steht.

Eben formulierter Imperativ dürfte sich – nicht zuletzt auf Grund der prägnanten Kürze seiner Abfassung – wohl rasch zahlreichen Einwänden gegenübergestellt sehen, von denen wir daher einige in den nachfolgenden Abschnitten prophylaktisch zurückzuweisen oder durch präzisierende Interpretationen vorwegzunehmen versuchen wollen.

3.3.4 Ikonische Relationen in einer kategorisierten Wirklichkeit

Zunächst könnte man aus einer oberflächlichen Betrachtung des in den Kapiteln 2 und 3 hergeleiteten und in 3.3.3 ausformulierten semiotischen Imperatives den Schluss ziehen, dass ein solcher zwangsläufig in einen kartographischen Photorealismus münden müsse. Dass diese Konsequenz jedoch keine logische (und auch keine erstrebenswerte) darstellt, ergibt sich aus dem Umstand, dass sich Wirklichkeit der Wahrnehmung nur strukturiert in Form von Kategorien erschließt:

„Categorization is a content area of major importance because the world consists of a virtually infinite number of discriminably different stimuli. Since no organism can cope with infinite diversity, one of the most basic functions of all organisms is the cutting up of the environment into classifications by which non-identical stimuli can be treated as equivalent.“ (Rosch, 1977)

Kartographie muss also jeweils ein Ähnlichkeitsverhältnis zu unterschiedlich kategorisierbaren Wirklichkeiten herstellen, und dabei zugleich jene Kategorisierungserfahrungen berücksichtigen, welche die Nutzer/innen ihrerseits bereits schon erworben haben, und in den Gebrauch und in die Interpretation kartographischer Repräsentamen mitbringen. Unter verschiedenen Modellen der Kategorienbildung (vgl. Taylor, 2003) kommt der Kartographie besonders ein wittgensteinisch-prototypisches Kategorisierungsverständnis zu Gute, welches in den sprachphilosophischen Untersuchungen von Wittgenstein (2001) artikuliert und später vor allem von Rosch (1978) zur

Prototypentheorie als einflussreichem Erklärungsmodell erweitert wurde. Dieses Kategorisierungsmodell eignet sich für kartographische Zwecke, da es viele Konzepte der Realität (z.B. »Stuhl«, »Farbe«, »Vogel«) zu beschreiben vermag, denen psychologische Tests durchaus unscharfe Strukturen attestieren, die durch andere, „klassische Modelle“ der Kategorienbildung nicht adäquat erklärbar sind (Schwarz, 2008). Auch ermöglicht der empirische Ansatz dieses prototypischen Modells der Kartographie gemäß ihrem Selbstverständnis Nutzen beziehungsweise Nutzer/innen in die Kategorienbildung miteinzubeziehen. Schließlich enthält die Prototypenkonzeption nach Rosch (1977, 1978) mit dem probabilistischen Prinzip der *cue validity* bereits eine methodische Basis, auf welcher eine umfassende Verbindung zur kartographischen Praxis und Anleitungen für eine prototypisch-semiotischen Gestaltung kartographischer Repräsentamen hergestellt werden können.

Da dieses Thema prototypischer Kategorienbildung und deren praktische Anwendung auf kartographische Fragestellungen vom Autor bereits an anderer Stelle ausführlicher dargelegt wurde, verzichten wir hier auf eine eingehendere Behandlung – welche zudem nicht unmittelbar am Weg dieser Arbeit zu liegen kommt – und begnügen uns mit einem Verweis auf die entsprechenden Texte (Hruby, 2006, 2009a).

3.3.5 Ikonizität als konstituierendes Element von Indexikalität und Symbolizität

Weiters könnte dem vorgeschlagenen semiotischen Imperativ unterstellt werden, eine ausschließliche Darstellung durch ikonische Zeichen für die Kartographie zu fordern, welche den beiden anderen Beziehungsmodi zwischen Repräsentamen und Objekt ihre Berechtigung abspricht. Dies ist jedoch durchaus nicht gemeint.

Für eine entsprechende Erklärung können wir uns zunächst auf die Peirce'schen Universalkategorien stützen, bezüglich welcher das Ikon in seinem kategorialen Aspekt der Erstheit zuzuordnen ist (vgl. Abb. 10). Entsprechend selbiger Abbildung 10 gehört ein Index der Kategorie der Zweitheit an, die ein Erstes unmittelbar mit einem Zweiten verbindet (vgl. 2.3.3), so dass der zweitheitliche Index ein erstheitliches Ikon immer schon voraussetzt. Ebenso setzt das drittheitliche Symbol Ikonizität voraus, womit auch bei dieser Zeichenklasse ikonische Eigenschaften involviert sind:

“An *Index* [...] is a Representamen whose Representative character consists in its being an individual second. If the Secondness is an existential relation, the Index is *genuine*. If the Secondness is a reference, the Index is *degenerate*. A genuine Index and its Object must be existent individuals (whether things or facts), and its immediate Interpretant must be of the same character. But since every individual must have characters, it follows that a genuine Index may contain a Firstness, and so an Icon as a constituent part of it. Any individual is a degenerate Index of its own characters. Examples of Indices are the hand of a clock, and the veering of a weathercock. [...]

[...] . A Symbol is a law, [...] . But a law necessarily governs, or "is embodied in" individuals, and prescribes some of their qualities. Consequently, a constituent of a Symbol may be an Index, and a constituent may be an Icon.”

Was also mit der vorgebrachten Formulierung eines semiotischen Imperativs gemeint ist, betrifft die eben angesprochene Abhängigkeit zwischen Ikon, Index und Symbol. Dieser Abhängigkeit kann nur ein auf Ikonizität begründeter Ansatz gerecht werden, da auf derselben indexikalische und symbolische Zeichen aufgebaut werden können, wogegen eine umgekehrte Vorgangsweise vom Symbol zum Ikon auf der hier vertretenen wissenschaftstheoretischen Grundlage der Peirce'schen Philosophie nicht möglich ist.

Erst wenn die ikonischen Eigenschaften eines Zeichens geklärt sind, wenn also bekannt ist, welche die prototypischen Merkmale der darzustellenden Wirklichkeit (bzw. der entsprechenden Objektkategorien) sind und welche die konkreten Möglichkeiten eines kartographischen Produktes sind, Wirklichkeit darzustellen (z.B. durch Animation oder 3D-Modellierung), kann eine Gestaltung ikonischer Repräsentamen seitens der Kartographie erfolgen. Und erst dann ist es gerechtfertigt, sich aus konkreten publikationstechnischen Gründen (z.B. ein kleiner Maßstab und dessen Generalsierungsanforderungen) gegen eine genuin ikonische Darstellung zu entscheiden, um beispielsweise einzelne Kartensignaturen als symbolische Repräsentamen zu entwerfen. Durch eine Außerachtlassung des semiotischen Imperativs scheint daher das Ziel der Kartographie, ihren Nutzer/innen eine möglichst zutreffende Erkenntnis der Realität zu ermöglichen, in Frage gestellt, da die wissenschaftstheoretisch wichtige Unterscheidung zwischen „in beliebiger Weise zutreffend“ und „möglichst zutreffend“ unterlaufen werden kann.

Ein mögliches, wenn auch keineswegs dramatisches Beispiel für eine solche Ungenauigkeit bieten die Signaturen der Österreichischen Karte 1 : 50000 für die Kontrastkategorien »Baum« vs. »Busch« sowie »Wegkreuz/Marterl« vs. »Bildstock«; überprüft man die prototypischen Eigenschaften der Objekte dieser vier Repräsentamen empirisch, so lassen sich ikonische Merkmale nur teilweise und unregelmäßig wiederfinden, so dass in diesem Fall keine möglichst zutreffende Darstellung reklamiert werden kann (vgl. Hruby, 2006, 2010).

3.3.6 *Kartographische Darstellungsmöglichkeiten*

Die in Abschnitt 3.3.5 angesprochenen universal-kategorischen Abhängigkeiten lassen sich auch aus der Sicht kartographischer Darstellungsmöglichkeiten unter den Bedingungen von Raum, Zeit und Wahrnehmungsformen rekonstruieren. Betrachten wir hierzu das in Abbildung 13 gezeigte Modell, so kann darin die darzustellende Realität als prinzipiell poly-temporal, poly-sensuell und räumlich dreidimensional (3D) erfahrbar eingetragen werden, womit auch ein Ikonizitätsmaximum kartographischer Gestaltung markiert wird.

Von diesem Ikonizitätsmaximum können alle möglichen Darstellungsformen der Kartographie degenerativ abgeleitet werden, wofür die analoge Karte ein prominentes Beispiel abzugeben vermag, welches wir in Abbildung 13 genau am gegenüberliegenden Pol einordnen können. Besieht man sich beispielsweise die Achse räumlicher Dimensionalität, so kann entlang derselben aus einer 3D-Darstellung der Realität jedwede 2D-Perspektive, sei es eine gesamte Karte oder nur eine einzelne Signatur derselben, abgeleitet werden. Ähnlich lässt sich hinsichtlich des Zeitbezuges einer Darstellung argumentieren, da wiederum aus einer poly-temporalen Gestaltung im Sinne einer temporalen Animation (Dransch, 1997) jeder mono-temporale Zustand geschnitten oder berechnet werden kann. Und gleiches gilt schließlich auch für die Wiedergabe der Wahrnehmungsformen, mittels derer Realität erfahren wird.

Der semiotische Imperativ entspricht also einer Maximalforderung an die Kartographie, ihr gesamtes Darstellungspotential auszuschöpfen beziehungsweise zumindest theoretisch ausschöpfen zu können. Ist die Kartographie in der Lage, alle Faktoren, im Rahmen derer die Realität erfahrbar ist, durch möglichst ikonische Zeichen darzustellen, so können diese entsprechend den jeweils konkreten Publikationsbedingungen eines Produktes berücksichtigt werden.

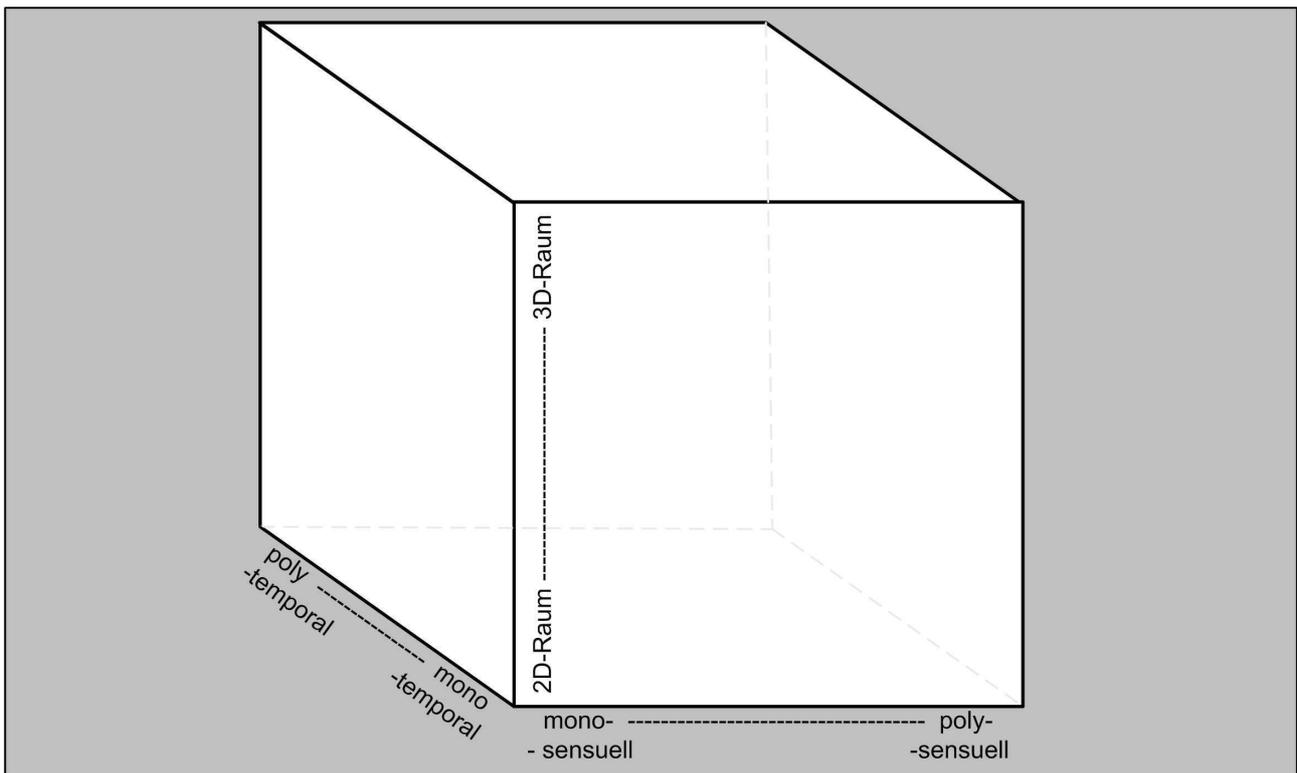


Abbildung 13: Kartographische Darstellungsmöglichkeiten unter den Bedingungen von Raum, Zeit und Wahrnehmungsform(en)

So kann sichergestellt werden, dass die Kartographie überhaupt erst die Möglichkeit hat, ihrem eigenen Anspruch einer möglichst zutreffenden Vermittlung von Realität gerecht zu werden, indem sie dieses Ziel eines *möglichsten Zutreffens* konkretisiert, um sich also nicht einem fachtheoretisch unerreichbaren Vorhaben zu verschreiben. Die hier vorgestellte Semiotik beziehungsweise ein daraus destillierter Imperativ bieten auf Grundlage des bisher Gesagten m. M. eine allgemeine theoretische Basis, diese begründeten Möglichkeiten auch umzusetzen, ohne dabei in das aktuelle Missverhältnis zwischen Theorie und Praxis zu geraten.

4 Zusammenfassung von Teil A

In diesem ersten Teil zu den wissenschaftstheoretischen Grundlagen der Kartographie wurde versucht, aus einer Kontrastierung rezent postulierter kartographischer Paradigmenwechsel (mit dem originären Konzept des Paradigmabegriffes von Thomas Kuhn) Hinweise auf eine Krise der Kartographie abzuleiten, welche wesentlich mit den rasch aufeinanderfolgenden Entwicklungen im digital-technologischen Bereich begründbar scheint, die zu einem eklatanten Missverhältnis zwischen Praxis und Theorie der Kartographie geführt haben. Eine solche Krisensituation lässt sich sowohl aus einer fachinternen (kartographischen), als auch aus einer fachexternen (wissenschaftstheoretischen) Perspektive argumentieren, und am Beispiel des Schlüsselbegriffes »Karte«/»map« illustrieren.

Da die konstatierte Krise auf Grund der Heterogenität rezent postulierter Paradigmen jedoch schwer als möglicher Auslösefaktor der Ersetzung *eines* bestehenden Paradigmas durch *ein* neueres Paradigma verstanden werden kann, wurde als alternativer Erklärungsansatz versucht, die Kartographie als vorparadigmatische Wissenschaft zu charakterisieren, die durch den Wettstreit verschiedener wissenschaftlicher Schulen gekennzeichnet ist. Unbestimmtheiten im Fachvokabular sowie ein großes, technologie-mitbestimmtes Erkenntnispotential können mit Kuhn unter anderem als Gründe angeführt werden gegen den Zwang, die Kartographie als noch relativ junge Wissenschaft in das Korsett eines bestimmten Paradigmas, welches immer sowohl formt, als auch einschränkt, zu kleiden.

Ausgehend von der Feststellung, dass die Kartographie über kein Paradigma verfügt, dem sich Kartograph/innen verpflichten müssten, um auch als Kartograph/innen anerkannt zu werden, wurde es zunächst unternommen, aus der Fachliteratur explizit und implizit formulierte Teilprinzipien herauszulösen, die den verschiedenen kartographischen Schulen gemeinsam sind. Um diese Teilprinzipien zu einer tragfähigen Argumentationsbasis für den weiteren Verlauf dieser Arbeit zu verschmelzen, führten wir die Semiotik als inklusives Prinzip der Kartographie ein.

Mit Hilfe der Semiotik als wissenschaftstheoretischer Basis eines Faches, das sich mit der Darstellbarkeit von Wissen über Realität beschäftigt, und somit auch die grundsätzliche Erfahrbarkeit von Realität in Betracht ziehen muss, wurde entsprechend versucht, Darstellbarkeit aus Erfahrbarkeit abzuleiten, und die Möglichkeiten alles Darstellbaren in einer umfassenden Typologie der Zeichen zu strukturieren, die der Kartographie zur Verfügung stehen, Wirklichkeit ihren Nutzer/innen zu vermitteln.

Unter Berücksichtigung fachinterner (kartographischer) als auch fachexterner (semiotischer, kognitionswissenschaftlicher, ...) Argumente wurde schließlich aus dieser umfassenden Zeichentypologie ein semiotischer Imperativ kartographischer Gestaltung abgeleitet, dem zu Folge die Kartographie nach Schaffung möglichst ikonischer Repräsentamen streben soll, um ihrem Ziel einer möglichst zutreffenden Vermittlung der Wirklichkeit nahe kommen zu können.

Im folgenden, zweiten Teil dieser Arbeit wollen wir nun sehen, welche Fragestellungen sich aus einer Anwendung des vorgestellten semiotischen Prinzips für die Kartographie ergeben.

Teil B

Globus und (Erd-)Karte

als Zeichen

5 Anwendung des semiotischen Imperativs: Globus vs. Erdkarte

5.1 Klassifikationsentwurf kartographischer Darstellungen

Ausgehend von den in Teil A unterschiedenen impliziten und expliziten Teilprinzipien der Kartographie, die sich in einer triadischen Semiotik als allgemeinem Prinzip verknüpfen lassen, können wir uns einer konkreten Fragestellung für diese Arbeit entlang der Achsen des semiotischen Dreiecks nähern, welches jede mögliche Darstellbarkeit alles Erfahrbaren gemäß den drei Peirce'schen Universalkategorien beschreibt (vgl.2.3.3). Setzen wir dafür zunächst die am Beginn von Kapitel zwei genannten expliziten Teilprinzipien der Kartographie (Verkleinerungsverhältnis, Generalisierung) in das Dreiecksmodell ein, so können wir aus deren Anwendung auf die darzustellende Realität unter Berücksichtigung des semiotischen Imperativs eine Klassifikation kartographischer Darstellungen erreichen, die eine begründete Fokussierung auf eine konkrete Darstellungsform ermöglichen soll:

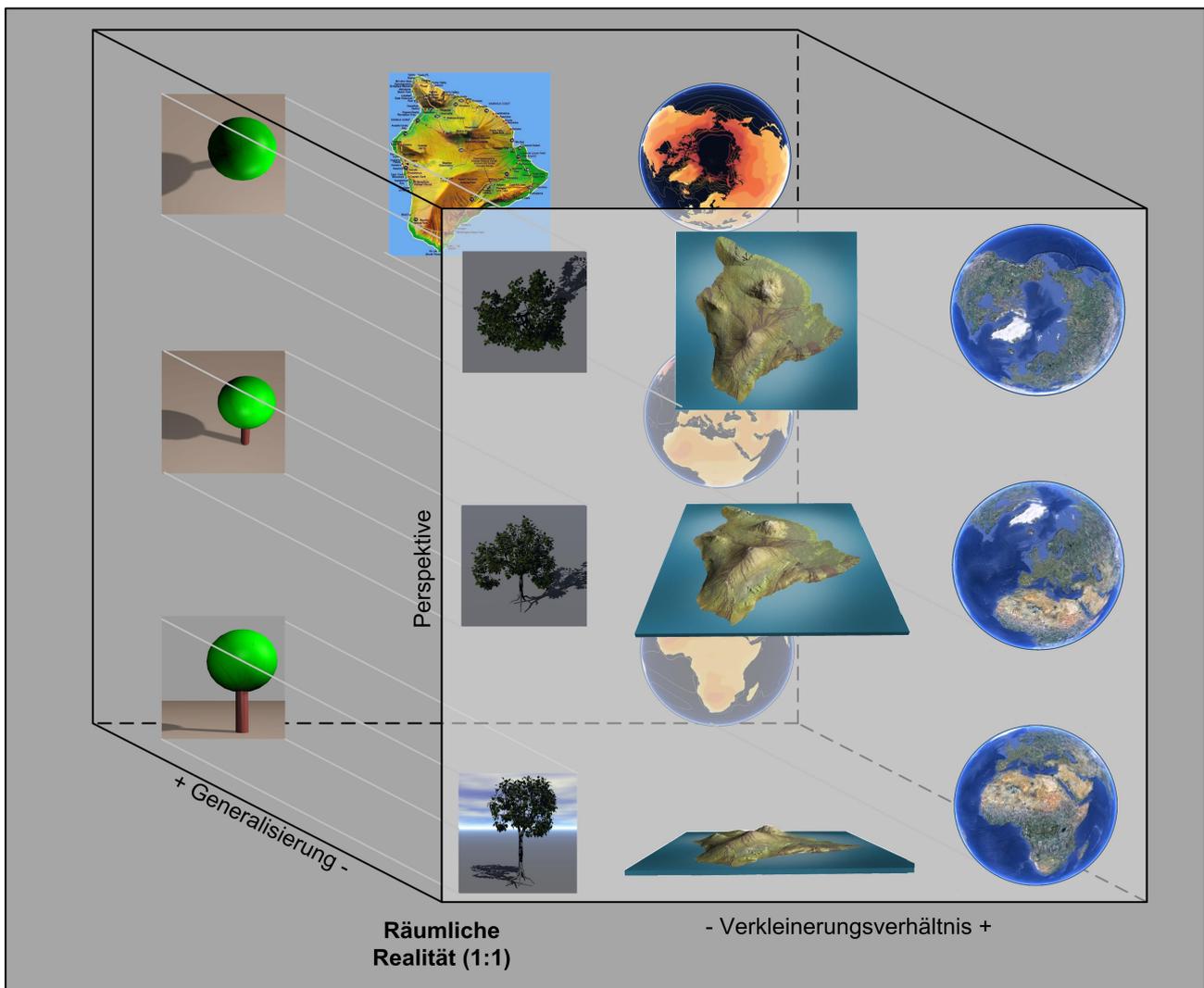


Abbildung 14: Klassifikation kartographischer Darstellungen entsprechend den kartographischen Teilprinzipien von Verkleinerungsverhältnis (vgl. 5.1.1) und Generalisierung (vgl. 5.1.2), sowie der Perspektive (vgl. 5.1.3) als impliziter Wahrnehmungsbedingung

5.1.1 Verkleinerungsverhältnis

Abbildung 14 beschränkt sich in ihren Illustrationen auf drei Maßstabsbereiche, welche das Verkleinerungsspektrum der Kartographie sowohl abgrenzen als auch repräsentieren sollen: Ausgehend von einer alltäglichen Erfahrung räumlicher Realität (Erfahrungsmaßstab 1:1) können wir zunächst solche Objektkategorien unterscheiden, die sich nahe der Basisebene eines Objektes beschreiben lassen bzw. dieser Basisebene angehören, zum Beispiel die in Abbildung 14 gezeigte Objektkategorie »Baum«.

In kartographischen Visualisierungen ist dieses geringe Verkleinerungsverhältnis zwischen Realität und Zeichenträger besonders dort von Interesse, wo es gilt – vor allem im topometrischen und topographischen Maßstabsbereich (größer als ca. 1 : 200000) – ausgewählte Objektkategorien (z.B. »Baum«) durch lokale Signaturen (Positionssignaturen) zu repräsentieren. Verkleinert man die darzustellende Realität weiter, so gelangt man bis in den chorographischen Maßstabsbereich (1 : 200000 bis 1 : 1 000000), der in Abbildung 14 auf der Verkleinerungsachse durch eine Darstellung von Hawaii (Mitte) stellvertretend sei. Der Bereich geographischer Maßstäbe (ab 1 : 1000000) kann schließlich für einen irdischen Darstellungsraum durch globale Visualisierungen abgegrenzt werden (Bollmann & Koch, 2005).

5.1.2 Generalisierung

Entlang der Generalisierungsachse können die in 5.1.1 ausgewählten Maßstabsbereiche in unterschiedlichem Grade den „elementaren Vorgängen der kartographischen Generalisierung“ (Hake et al., 2002) unterzogen werden. Wiederum zeigt Abbildung 14 nur zwei Möglichkeiten aus einem breiten Generalisierungsspektrum: zum einen die photorealistische Visualisierung als weitgehend ungeneralisierte Lösung; zum anderen einen Kategorisierungsvorschlag, der dem üblichen Repertoire kartographischer Gestaltung als Signatur (z.B. für »Baum«), politische Karte (beispielsweise von Hawaii) oder politischer Globus² zugeordnet werden kann.

5.1.3 Perspektive

Neben den in Abschnitt 2.1 vorgestellten expliziten Teilprinzipien der Kartographie wurde in Abbildung 14 mit der Berücksichtigung der Perspektive ein weiteres Darstellungskriterium vorweggenommen, dem bisher noch keine Erwähnung getan wurde, das sich jedoch als wahrnehmungstechnische Notwendigkeit menschlicher Perzeption als *conditio sine qua non* des semiotischen Imperatives begründen lässt, da die eingeforderte Ähnlichkeit zwischen Realität und Zeichenträger von den interpretierenden Nutzer/innen immer nur aus einer Perspektive, nie jedoch in ihrer dreidimensionalen Ganzheit perzipiert werden kann (vgl. Hoffman, 1998).

2 Hier und im Folgenden finden sich die Begriffe »Globus« und »Erdglobus« alternierend und synonym gebraucht, gleichwohl bekannt ist, dass auch andere Himmelskörper durch entsprechende Modelle darstellbar sind und mit der gleichen Berechtigung als Globus (z.B. Himmelsglobus) bezeichnet werden können. Da sich die Beispiele sowie empirischen Untersuchungen dieser Arbeit aber vor allem auf Erdgloben beziehen und diese den verbreitetsten Vertreter der Kategorie »Globus« darstellen, sei uns diese begriffliche Unschärfe nachgesehen. Im Übrigen sollten alle hier zum Erdglobus gemachten Aussagen auch auf die entsprechenden Modelle anderer Himmelskörper gelten (vgl. Kapitel 6 und 7).

Die Wiedergabe von Wirklichkeit aus unterschiedlichen Perspektiven ist der traditionellen Kartographie keineswegs fremd, begründet sie doch unter anderem die Unterscheidung zwischen Karten und kartenverwandten Ausdrucksformen (vgl. Hake et al., 2002). Ebenso finden sich auch innerhalb einer Karte, vor allem im topographischen Maßstabbereich, neben der grundrisslichen Darstellung auch Elemente, die einen Aufrissentwurf suggerieren, wie beispielsweise in der Österreichischen Karte 1 : 50000 für »Bildstock« oder »Baum« (vgl. Hruby, 2010).

5.2 Kritik an traditionellen Klassifikationskonzepten kartographischer Darstellung

Die in Abbildung 14 gezeigte Gliederung kartographischer Darstellungen steht in Widerspruch zu traditionellen Klassifikationskonzepten der Kartographie (e.g.: Hake et al., 2002; Robinson et al., 1995), und dies, obwohl sie von Prinzipien ausgeht, die von eben dieser traditionellen Kartographie erarbeitet wurden. Einige wesentliche Divergenzen seien daher im Folgenden thematisiert:

5.2.1 Begriffsverständnis und Stellenwert der Karte

Besieht man sich als stellvertretende Referenzen Autoren wie Arnberger (1966), Hake et al. (2002), Imhof (1972), Raisz (1962) oder Robinson et. al. (1995), so lässt sich angeprochender Widerspruch zunächst am Modell der Karte illustrieren, welches von den genannten Personen unter den technologischen Vorzeichen ihrer Zeit als weiteres, wenn auch unausdrückliches Prinzip ihres Fachverständnisses vorausgesetzt wird. Ein solch zentraler Stellenwert kann der Karte in Abbildung 14 nicht beigemessen werden. Vielmehr ist sie hier als *ein* mögliches Visualisierungsergebnis zu vertreten, welches durch eine entsprechende Kombination der Faktoren Verkleinerungsverhältnis, Generalisierung und (Darstellung von Realität aus senkrechter) Perspektive zu Stande kommt.

Mit dieser Bestimmung geht zugleich auch ein verändertes, breiteres bzw. unspezifischeres Verständnis der Darstellungsform Karte einher, für dessen Erklärung wir als anschauliches Beispiel aktuelle Systeme von Geobrowsern zu Hilfe ziehen können (vgl. Goodchild, 2008; Tütüneken, 2008). Diese Applikationen nehmen ihren Ausgang – im Sinne eines virtuellen Hyperglobus (Riedl, 2000) – bei einem 3D-Modell der Erde, dem zunächst ein Satellitenbildoverlay aufgebracht wird, so dass man hierbei, aufgrund des daraus resultierenden Verkleinerungsverhältnisses unter Außerachtlassung des Erdreliefs, von einer ikonischen Darstellung sprechen kann. Diese Ansicht des gesamten virtuellen Globus am Bildschirm ist bei Erdbrowsern oft die Ausgangseinstellung und entspricht den in Abbildung 14 auf der Verkleinerungsachse rechts eingetragenen Objekten. Wird die Ansicht dieses 3D-Modells vergrößert, so dass die Vorstellung einer Annäherung an die Erde entsteht, so meinen sich die Nutzer/innen alsbald einer Karte gegenüber (für entsprechende empirische Daten siehe Hruby et al. (2009)), wobei sich dieser Eindruck bei fortschreitender Vergrößerung zunehmend mit der tatsächlichen Ähnlichkeit deckt, die im großmaßstäbigen Bereich zwischen der in die Ebene projizierten Karte und dem 3D-Modell des virtuellen Hyperglobus besteht.

Wesentliches Konstruktionsmerkmal einer Karte ist also nicht mehr ihre Herstellung als Senkrechtprojektion „[...] auf eine horizontal gedachte Bezugsfläche [...]“ (Hake et al., 2002), sondern vielmehr bereits die bloße Senkrechtperspektive auf eine räumliche Wirklichkeit in einem Maßstabbereich, der keine Darstellung der Realität in Form eines Globus erlaubt. Mag eine solche Abgrenzung der Visualisierungsachse durch Globen (Abb. 14) mit kartographischem Vokabular noch vereinbar sein, so scheint mit größer werdendem Maßstab zudem auch die Schwierigkeit zu wachsen, Karten

beziehungsweise kartographische Darstellungen im Allgemeinen definitiv zu unterscheiden. Erfasst nach Bollmann & Koch (2005) der „topometrische Maßstabsbereich [...] die größten Maßstäbe von 1 : 500 bis 1 : 5 000.“, so ist diese Grenzziehung beispielsweise dann zu hinterfragen, wenn 3D-Visualisierungssysteme wie etwa das *Cave Automatic Virtual Environment (CAVE)* in deutlich geringeren Verkleinerungsverhältnissen versuchen, Nutzer/innen eine zutreffende Erkenntnis der Realität zu vermitteln, das heißt den selbstgesteckten Zielen der Kartographie auf diesem Wege zuzuarbeiten.

Schließlich können solche Überlegungen auch jene Maßstabsgrenze überschreiten, an welcher verkleinerte Modelle der Wirklichkeit in Vergrößerungen übergehen. Betrachten wir beispielsweise die in Abbildung 15 gezeigte vergrößerte Darstellung des menschlichen Auges, so können wir auch hier die genannten kartographischen Teilprinzipien von Generalisierung und (in diesem Falle negativer) Verkleinerung sowie graphische Variablen (z.B. Farbe) wiederfinden. Und selbst wenn es sich letztlich als unzuweckmäßig erweisen mag, auch hier von kartographischen Produkten zu sprechen, so bleibt doch die Frage, ob die für Vergrößerungen verwendeten Visualisierungsmethoden jenen kartographischen Techniken verkleinerten Darstellens in manchen Aspekten korrespondieren bzw. auf diese sinnvoll übertragen werden können; gleiches gilt vice versa und betrifft beispielsweise die Schnittstelle zwischen Kartographie und Visual Analytics (vgl. Kapitel 1).

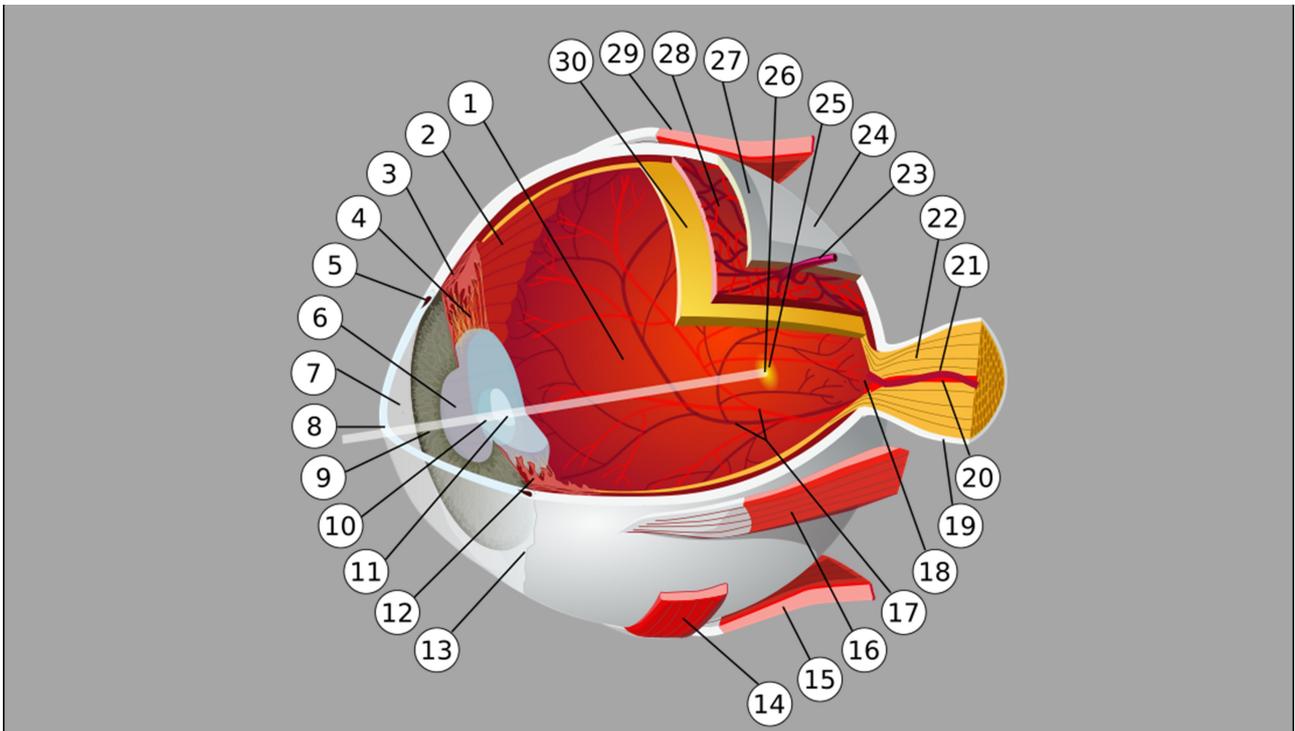


Abbildung 15: Übersichtsskizze zu den Teilen des menschlichen Auges; unter der GNU-Lizenz für freie Dokumentation veröffentlicht auf: http://en.wikipedia.org/wiki/Human_eye

Wurde soeben für die Karte eine Senkrechtperspektive auf eine dreidimensionale Realität anstatt auf eine zweidimensionale horizontale Bezugsfläche als wesentliches Konstruktionsmerkmal angegeben, so soll dieser offensichtliche Widerspruch zu früheren und aktuellen Definitionen nicht unkommentiert belassen und möglichen Einwänden Rechnung getragen werden.

Ein solcher Einwand dürfte besonders den Verlust von jenen Treueigenschaften einer Karte betreffen, die sich gerade durch eine Abbildung der Wirklichkeit in die Horizontale ergeben und Voraussetzung sind für die Messung verschiedener Größen, der sich die Kartometrie widmet (Bollmann & Koch, 2005). Da jedoch gleichzeitige Längen-, Flächen- und Winkeltreue in keiner Karte umgesetzt werden können, sind dem kartometrischen Arbeiten schon aus abbildungs-technischen

Gründen Grenzen gesetzt, so dass „ die Qualität der Messergebnisse [...] insbesondere bei kleinmaßstäbigen Karten, begrenzt [...]“ (Bollmann & Koch, 2005) ist. Andererseits sind großmaßstäbigen Karten durchaus Maße mit Genauigkeiten von Dezimetern bis Metern zu entnehmen, da bei diesen Verkleinerungsverhältnissen die abgebildeten Räume der 3D-Realität eines sphärischen Erdkörpers bereits mit geringen Abbildungsverzerrungen auf einer horizontalen Bezugsebene wiedergegeben werden können. In diesem Sinne stellt Monmonier zur Unvereinbarkeit der Umsetzung aller drei Treueigenschaften fest:

“Although all these types of distortion are present, for the very small part of the Earth represented at a large scale on a desk-size sheet of paper, scale variation is a minor consideration compared to the map maker's ability to measure precise location on the Earth and position symbols precisely on the map.” (Monmonier, 1993)

Entsprechend lässt sich daher auch in umgekehrter Argumentationsrichtung anführen, dass eine Senkrechtperspektive auf eine dreidimensionale Wirklichkeit bei großen Maßstäben nur zu geringen Veränderungen der resultierenden Visualisierung im Vergleich zu einer traditionell konzipierten Karte führt, weshalb die praktischen Auswirkungen einer solchen Redefinition des Begriffs »Karte« in diesem Falle gering bleiben.

Das wesentlichere Argument gegen den eben skizzierten Einwand veränderter Treueigenschaften stützt sich jedoch weniger auf die praktischen Ähnlichkeiten im großmaßstäbigen bzw. auf die ohnehin begrenzten kartometrischen Möglichkeiten im kleinmaßstäbigen Bereich, sondern vielmehr auf die veränderten Möglichkeiten der kartometrischen Analyse. Diese Möglichkeiten stehen ebenso wie die Darstellungen, auf welche sie angewendet werden, unter dem unmittelbaren Einfluss des Wandels von analoger zu digitaler Datenverarbeitung und -visualisierung. Entsprechend weisen Bollmann & Koch auf die zunehmende Bedeutung digitaler Kartometrie hin:

„Anstelle der Analogkarte auf Papier kommen Lage- und Höhenkoordinaten zum Einsatz und die bereits als historisch anzusehenden Messgeräte und -hilfsmittel sind durch wohl definierte Rechenformeln unterschiedlicher Approximationsgüte ausgetauscht. Obwohl auch die gespeicherten Koordinaten von Kartenobjekten mit Erfassungsfehlern behaftet sind, liegt der Vorteil doch in der Unabhängigkeit von Blattschnitt, Verzerrungen (Verzerrungstheorie) durch Kartennetzentwurf, Papierveränderungen usw.“ (Bollmann & Koch, 2005)

Im Sinne einer solchen digitalen Kartometrie können also auch aus Darstellungen, die eine Senkrechtperspektive auf die 3D-Realität wiedergeben, alle räumlichen Relationen zwischen Punkten dieser Realität bzw. zwischen den entsprechenden 3D-Daten durch Angabe von Anfangs- und Endkoordinate(n) errechnet werden. Da nun in einem 3D-Datenbestand der Wirklichkeit die für die Bedeutung der traditionellen Karte wesentlichen Treueigenschaften als Voraussetzung der Meßbarkeit nicht mehr maßgeblich sind, stehen (in logischer Konsequenz) auch die Bedeutung beziehungsweise das Wesen der traditionellen Karte in Frage. Und auch wenn hier auf diese Infragestellung keine definitive Antwort gegeben werden kann, so rechtfertigt sie doch den Versuch einer alternativen Klassifikation kartographischer Darstellungen, der somit nicht nur auf die in Teil A unternommene theoretische Begründung zurückgreifen kann, sondern auch auf die Entwicklungen und Veränderungen digitaler Rahmenbedingungen der Kartographie.

5.2.2 *Erdkarte vs. Globus*

Der Widerspruch zwischen der in Abbildung 14 vorgenommenen Klassifikation und dem Stellenwert der Karte in der traditionellen Kartographie kann jedoch nicht nur konstruktionstechnisch an Hand groß- und mittelmaßstäbiger Karten ausgeführt werden; eine Analyse dieser semiotisch begründeten

Gliederung macht auch deutlich, dass in diesem Konzept die Kartengattung der Erdkarte (wir verwenden hier und im weiteren Verlauf mit Bollmann & Koch (2005) den im Gegensatz zu »Weltkarte« ungebräuchlicheren, aber präziseren Begriff »Erdkarte«) unberücksichtigt erscheint beziehungsweise durch den ikonischeren Erdglobus ersetzt wird, wofür ein im Vergleich zu 5.2.1 ähnlicher, pragmatischer Argumentationsweg auf ein für die Nutzer/innen im Wesentlichen unverändertes Visualisierungsergebnis ausgeschlossen scheint.

Während die vorgeschlagene Klassifikation bzw. die vorgenommene Favorisierung des Globus aus Sicht des semiotischen Imperativs nachvollzogen werden kann, so ist der dadurch erzielte Widerspruch zur Fachtradition in zweierlei Hinsicht bemerkenswert: Einerseits wird mit der Erdkarte ein Produkt übergangen, dessen Stellenwert sich wissenschaftsgeschichtlich bis an die Anfänge einer selbstständigen Kartographie zurückverfolgen lässt (vgl. Eckert, 1921), und dem auch gegenwärtig sowohl im analog-, als auch im digitalkartographischen Bereich praktische Anwendung und Bedeutung zukommt, sei es im gedruckten Schulatlas oder in dynamischen Internetapplikationen (vgl. Abb. 16). Andererseits wird an Stelle der prominenten Erdkarte mit dem Globus ein Modell gesetzt, dass zwar ebenfalls traditionsreich ist, aber in der gegenwärtigen Lehrbuchkartographie weitgehend unbeachtet bleibt (vgl. Hake et al., 2002; Raisz, 1962; Robinson et al., 1995).

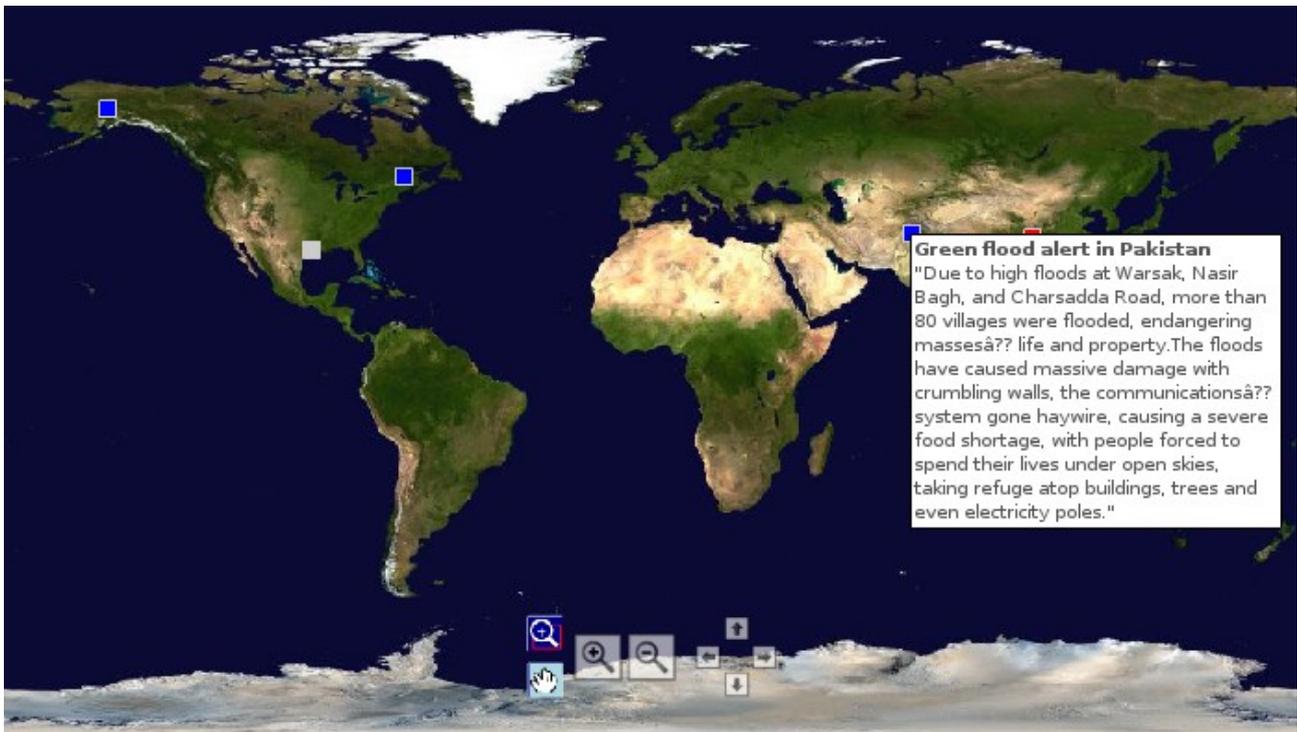


Abbildung 16: Szene aus der Webmapping-Anwendung Worldkit (<http://worldkit.org/>)

A priori lassen sich für den Widerspruch zwischen Erdkarte und Globus vor dem theoretischen Hintergrund dieser Arbeit in ungefährer Differenzierung mehrere Erklärungsszenarien ausmachen:

- Szenario 1: Die aus Sicht dieser Arbeit selbstbewussteste Vermutung wäre zunächst, dass der Globus zurecht der Erdkarte übergeordnet wird, da er auf Grund einer höheren Ikonizität im Vergleich zur darzustellenden Realität ein größeres Erklärungspotenzial aufweist. Gründe für ein damit aufgedecktes fachgeschichtliches Missverständnis könnten beispielsweise in den produktionstechnischen Bedingungen analoger Kartographie gesucht werden.

- Szenario 2: Als Gegenthese zu eben formuliertem Erklärungsvorschlag wäre zu argumentieren, dass Abbildung 14 von falschen Voraussetzungen ausgeht, dass also der semiotische Imperativ keine geeignete theoretische Basis darstellt und daher auch eine Substituierung der Erdkarte durch den Globus im kleinmaßstäbigen Bereich abzulehnen und das gegenwärtige, ungleiche Bedeutungsverhältnis zwischen diesen beiden Darstellungsformen beizubehalten ist.
- Szenario 3: Ein drittes, vermittelndes Erklärungsszenario könnte schließlich sowohl der Erdkarte, als auch dem Globus jeweils spezifische Darstellungsvorteile zuerkennen, wobei dieser Fall nach einer Spezifizierung des semiotischen Verhältnisses von Erdglobus und Erdkarte verlangen würde, um dadurch Klarheit über die Gültigkeit des semiotischen Imperatives zu bekommen.

Wie die eben versuchten Verdachtsmomente zur Relation zwischen Globus und Erdkarte gegeneinander abgewogen werden können, scheint auf Grund der nutzungsbezogenen Selbstdefinition der Kartographie nahe, das heißt in einem gegenseitigen Vergleich unter Berücksichtigung der Anwender/innen zu liegen. Einen solchen vergleichenden Nutzungsbezug können wir zunächst entlang der Relationen des semiotischen Dreiecks strukturieren, um schließlich am drittheitlichen Korrelat des Interpretanten eine Antwort abzuleiten.

5.2.3 *Der semiotische Imperativ am Scheideweg*

In Folge der in diesem Kapitel versuchten Anwendung des semiotischen Imperativs auf die Möglichkeiten kartographischer Darstellung wurde eine Konfliktsituation geschaffen, durch die diese Maxime letztendlich selbst in Frage gestellt wird, so dass wir vor der Aufgabe stehen, diesen aufgetretenen Widerspruch zu klären beziehungsweise in einem Maße aufzuhellen, das anderen und späteren Arbeiten eine zielführende Weiterentwicklung dieses Problems auf der hier vorgeschlagenen theoretischen Basis erlaubt, oder aber zu einer Verwerfung der entwickelten semiotischen (ikonizitätsmaximierenden) Gestaltungsgrundlagen führt.

Wie im vorangegangenen Abschnitt artikuliert, muss die Lösung des angetroffenen Konflikts auf einen empirischen Vergleichstest mit Nutzer/innen hinauslaufen, sofern das lehrbuchgemäße Selbstverständnis der Kartographie Geltung und der wissenschaftliche Anspruch des Faches Berechtigung haben sollen (vgl. Kapitel 1). Entsprechend kann dieser empirische Lösungsweg auch mit Hilfe des aus den Teilprinzipien der Kartographie abgeleiteten Kommunikationsprozesses in Form eines semiotischen Dreiecks begründet werden (vgl. Abschnitt 2.3), dessen Korrelate eine Berücksichtigung folgender Problemaspekte für die weitere Vorgangsweise diktieren:

Beginnen wir eine solche Strukturierung in universalkategorischer Reihung mit der ersten Zeichentrichotomie, d.h. an dem in der Peirce'schen Semiotik zentralen Korrelat des Repräsentamens, so stellt sich zunächst die Frage nach der Qualität von Globus und Erdkarte – in Peirce'scher Terminologie also nach dem jeweils Besonderen bzw. Unterschiedlichen dieser beiden Zeichenträger *an sich*. Vereinfachen wir diese Frage auf die Formulierungen „Was ist ein (Erd-)Globus?“ und „Was ist eine (Erd-)Karte?“, so gilt es also zunächst, die beiden zur Diskussion stehenden Termini zu definieren. Dies soll möglichst im Sinne bestehender Begriffsbestimmungen der Kartographie erfolgen, um diese gegebenenfalls durch eigene terminologische Determinationen zu ergänzen oder zu ersetzen: eine kritische Analyse des gegenwärtigen Fachvokabulars soll die entsprechenden Voraussetzungen schaffen.

Ohne den Ergebnissen einer solchen Analyse vorgreifen zu wollen, scheint bereits die grundsätzliche Schwierigkeit absehbar, den Zeichenträger erstheitlich zu definieren, ohne dabei seine zweitheitlichen Aspekte, d.h. seine Beziehung zum bezeichneten Objekt zu berücksichtigen, da eine solche Beziehung bei jeder kartographischen Darstellung immer bereits per definitionem mitgedacht ist. Angesichts dieser Implikation wollen wir in Kapitel 6 versuchen, die beiden Repräsentamen »Globus« und »Erdkarte« bereits unter Berücksichtigung ihres Objektbezuges begrifflich zu fassen und zu beschreiben, womit jedoch nicht nur vergangene und gegenwärtige, sondern auch zukünftige Merkmale strukturiert werden müssen. Die beiden so bestimmten Repräsentamen können danach in den Vermittlungsprozess zwischen Realität und Nutzer/innen eingesetzt werden, um die technischen Möglichkeiten zu semiotischen Notwendigkeiten zu präzisieren, die den Nutzer/innen eine möglichst zutreffende Erkenntnis der Realität erlauben.

6 Erdglobus/Erdkarte - Begriffsdiskussion am Korrelat des Repräsentamens und Objektbezug

Wie in Abschnitt 5.2.3 ausgeführt, kann die Vorbereitung eines Vergleichstests zwischen Erdkarte und Globus am Korrelat des Repräsentamens aufgesetzt werden. Dabei gehen wir im Folgenden von einer Unterscheidung zwischen analoger und nicht-analoger Visualisierung aus, die mit der diachronen Entwicklung von Globen weitgehend korreliert. Ein solche Differenzierung soll sich als hilfreich erweisen, da sich einerseits die bisher geleistete Diskussion zum Verhältnis Globus vs. Erdkarte an dieser technologischen Zäsur festmachen lässt, und andererseits das Darstellungspotenzial am Globus durch digitaltechnologische Entwicklungen vielleicht noch stärker als jenes der Karte verändert wurde, worauf in Abschnitt 6.2 noch näher einzugehen sein wird.

Weiters sei den nachfolgenden Ausführungen dieses Kapitels vorausgeschickt, dass weite Teile der Diskussion keine scharfe Trennung zwischen erstheitlichen und zweitheitlichen Zeichenaspekten ziehen werden, da dem Autor eine solch differenzierte Diskussion zugleich mit Restriktionen einherzugehen scheint, die der Argumentationskraft der beabsichtigten Begriffsbestimmungen abträglich wären. Es werden also bei den präsentierten terminologischen Festlegungen zugleich auch Beziehungen zwischen Repräsentamen und Objekt in einem Maße hergestellt, das sowohl für das Verständnis der geäußerten Kritik, als auch für entsprechende begriffliche Korrekturvorschläge nützlich erscheint. Erst am Ende des Kapitels wollen wir versuchen, diese synthetische Analyse im Lichte einer exklusiven Betrachtung von Globus bzw. Karte als Repräsentamen für die weitere Arbeit einzuschränken.

6.1 Analoge Globen

6.1.1 Begriffsbestimmung

Sprechen wir hier von analogen Globen, so ist zunächst darauf hinzuweisen, dass die dabei implizierte Abgrenzung gegenüber nicht-analogen Globen einen terminologischen Aspekt thematisiert, der zwar aus gegenwärtiger, rückblickender Perspektive verständlich, für ältere Publikationen jedoch irrelevant ist, da analoge Globen vormals die einzig möglichen Realisierungsformen dieser Darstellungskonzepte waren. Dieser Hinweis mag zwar zunächst entbehrlich erscheinen, gewinnt aber in dem Moment an Bedeutung, an dem in der Literatur zum ersten Mal die hier vorweggenommene Differenzierung artikuliert wird.

Besieht man sich unterschiedliche Begriffsdefinitionen (analoger) Globen, so ist – im Gegensatz zur Karte (vgl. Abschnitt 6.3) – eine weitgehende Übereinstimmung innerhalb kartographischer Fachliteratur anzuerkennen, was nachfolgende Auswahl von Zitaten zur terminologischen Bestimmung verdeutlichen soll. Diesen Anführungen können wir die folgenden etymologischen Hinweise vorausschicken:

„Globus: *Substantiv (maskulinum); erweiterter Standardwortschatz; fachsprachlich* (15. Jh.). Mit Bedeutungsspezialisierung zu lateinisch *globus* „Kugel, Klumpen“, zuerst bei M. Behaim. Adjektiv: *global.*“ (Kluge, 2002)

Fachspezifischer definiert Raisz (1962) im Glossar seiner *Principles of Cartography* in folgender Kürze:

“Globe - A spherical body. In cartography it refers to a small sphere representing the earth.”

Zehn Jahre später differenziert Imhof (1972) deutlicher:

„Man unterscheidet Kartengloben und Reliefgloben. Der Kartenglobus verbindet in einzigartiger Weise dreidimensionale und zweidimensionale Darstellung. Die Erde als Ganzes wird als Kugel, somit als körperliches Modell, wiedergegeben. Die Reliefoberflächen hingegen werden planar als Karte auf diese gewölbte Oberfläche aufgesetzt. Der Reliefglobus zeigt einheitlich und konsequent alles, auch die Gebirge, in dreidimensionaler, körperlicher Gestalt.“

Bis Mitte der 1990er Jahre finden wir ein entsprechendes Begriffsverständnis im Wesentlichen unverändert, in deutschsprachigen Lehrbüchern explizit (Hake et al., 1994) und in englischsprachigen (Robinson et al., 1995) Werken (letzteres wurde in entsprechender Übersetzung (Robinson et al., 1987) auch im spanischsprachigen Raum wirksam) implizit artikuliert:

„Globen sind Nachbildungen der Erde, eines anderen Weltkörpers oder der scheinbaren Himmelkugel. Sie bestehen aus Holz, Pappe, Blech, Glas oder Kunststoff und weisen meist Durchmesser von rund 25 bis 50 cm auf, was bei Erdgloben Maßstäben von 1:50 Mio. bis 1:25 Mio. entspricht.“ (Hake et al., 1994)

Während Hake et al. an der eben zitierten Begriffsbestimmung auch noch in der Folgeauflage ihres Lehrbuches (2002) unverändert festhalten, finden wir im gleichen Jahre an anderer Stelle bereits die Möglichkeit digitaler Globen in einem deutschsprachigen Lehrwerk berücksichtigt:

„Globus [...] verkleinertes, kugelförmiges Modell der Erde (Erdglobus), des Mondes (Mondglobus) oder eines anderen Himmelskörpers (z.B. Marsglobus), bei traditioneller Herstellung als materieller analoger Globus aus Kunststoff, Pappe (Pappmaché), Holz (mit Gipschaut), Metall oder Glas gefertigt, als virtueller multimedialer Globus (Hyperglobus, virtueller Globus) in digitaler Form.“ (Bollmann & Koch, 2005)

6.1.2 Begriffsdiskussion

Diese Begriffsdefinitionen lassen sich um einige Überlegungen ergänzen: Zunächst können die zitierten Beschreibungen des Globus als Modell – zum Beispiel und meistens – der Erde dahingehend präzisiert werden, dass damit nur eine Beschreibung der sphärischen Oberfläche des modellierten Körpers gemeint ist, ohne Auskünfte über seinen inneren Aufbau zu geben, insofern wir auch von einem Oberflächenmodell sprechen können. Diesbezüglich kann angemerkt werden, dass der Begriff des analogen Globus die Verbindung von Globuskörper und Globuskarte bereits in einem Ausmaß impliziert, das den meisten Autor/innen (vgl. obiges Zitat von Imhof (1972)) einen Verweis auf diese Differenz entbehrlich erscheinen lässt.

Während die von Hake et al. (2002) gewählte Bezeichnung »Weltkörper« ebenso wie die bereits kritisierte »Weltkarte« im Vergleich mit anderen Weltkonzepten keine präzise Beschreibung der modellierbaren Realität bietet, scheinen auch die in den meisten anderen Bestimmungen angesprochenen Himmelskörper hinsichtlich eines eindeutigen Verständnisses nicht unproblematisch, wofür Resolution 5A der *International Astronomical Union (IAU)* aus dem Jahr 2006 als Beispiel dienen kann:

"The IAU therefore resolves that planets and other bodies in our Solar System, except satellites, be defined into three distinct categories in the following way:

(1) A "planet" ¹ is a celestial body that (a) is in orbit around the Sun, (b) has sufficient mass for its self-gravity to overcome rigid body forces so that it assumes a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape, and (c) has cleared the neighbourhood around its orbit.

(2) A "dwarf planet" is a celestial body that (a) is in orbit around the Sun, (b) has sufficient mass for its self-gravity to overcome rigid body forces so that it assumes a hydrostatic equilibrium (nearly round) shape ², (c) has not cleared the neighbourhood around its orbit, and (d) is not a satellite.

(3) All other objects, except satellites, orbiting the Sun shall be referred to collectively as "Small Solar-System Bodies". (International Astronomical Union, 2006)

Auf dieser definitorischen Grundlage der IAU können wir zunächst feststellen, dass Planeten und Zwergplaneten für eine Modellierung mittels Globen offensichtlich geeignet sind, was durch bisher produzierte analoge Globen (v.a. Erdgloben) bestätigt und durch den Verweis auf die als Kriterium festgesetzt kugelhähnliche Form unterstrichen wird. Weniger offensichtlich scheint hingegen, ob die als Kleinkörper unterschiedene dritte Gruppe ebenfalls durch Globen darstellbar ist, beziehungsweise, ob eine entsprechende Darstellung passenderweise als Globus anzusprechen wäre. Beispielsweise vertritt Riedl (2000) hierzu folgenden Standpunkt:

„Ein Globus muss [...] nicht zwangsweise kugelförmig sein, sondern kann, wie im Fall von Asteroiden, auch erheblich davon abweichende Formen annehmen.“

Gegen eine solche Zuordnung spricht jedenfalls die Etymologie von »Globus« sowie dessen aktuelles Verständnis innerhalb eines erweiterten Standardwortschatzes (vgl. Hruby et al., 2009). Weiters ist anzuführen, dass sich in der Unterscheidung zwischen Asteroid und Meteorit ein Grenzwert von 10m argumentieren lässt (Beech & Steel, 1995), womit wir uns bereits nahe der Größenverhältnisse der schwersten Wackelsteine befinden. Es wäre also weiterzufragen, ob nun auch ein Modell eines Wackelsteines noch als Globus zu bezeichnen ist und, wenn ja, wo bei weiter abnehmender Objektgröße sinnvoll abgegrenzt werden kann. Hier befinden wir uns in einer Problemsituation, wie wir ihr schon in Abschnitt 5.2.1 beim Versuch einer maßstäblichen Bestimmung kartographischer Darstellungen begegnet sind, so dass wir in diesem Sinne erneut auf das in Abbildung 15 schematisierte Auge verweisen können. Wiederum mag es sich als unzweckmäßig erweisen, in solchen Fällen (z.B. eines 3D-Modells des menschlichen Auges) von Globen zu sprechen; wiederum gilt jedoch auch, dass die dabei von anderen Disziplinen verwendeten Visualisierungsmethoden auch für die Kartographie von aufschlussreichem Interesse sein könnten.

Für den Augenblick mag der eben skizzierte Hinweis auf mögliche Abgrenzungsproblematiken genügen, da die durch analoge Globen bisher dargestellten Objekte ausschließlich Planeten und die im Zitat am Beginn dieser Seite ausgeschlossenen astronomischen Satelliten (z.B. der Mond der Erde) sind. Für zukünftige Datensätze und Darstellungsmöglichkeiten digitaler Globen kann diese Abgrenzungsproblematik hinsichtlich Größe und Form des dargestellten Körpers jedoch an Relevanz gewinnen, ähnlich der bereits akut gewordenen Frage, ob eine ganzheitliche Wahrnehmbarkeit des modellierten Körpers als Voraussetzung für eine Bezeichnung als (nicht-analoger) Globus anzusehen ist (vgl. Abschnitt 6.2).

In Zusammenfassung der bisher unternommenen Fachdefinitionen und der entsprechenden Erzeugnisse können wir somit analoge Globen semiotisch definieren als:

Analoge Globen sind Repräsentamen eines kartographischen Zeichens, dessen Objekt Himmelskörper und astronomische Satelliten (im Sinne der IAU) sein können. Wesentliche semiotische Merkmale dieses Zeichens sind, dass die Relation zwischen Repräsentamen und Objekt durch Ikonizität bezüglich der Form, und die Relation zwischen Repräsentamen und Interpretant durch eine Wahrnehmbarkeit eben dieser Objektform durch die Nutzer/innen bestimmt sind. Wesentliches technologisches Merkmal ist der analoge Charakter, der sowohl Globuskarte, als auch Globuskörper zu eigen ist.

Alle weiter oben zitierten Eigenschaften analoger Globen wie *verkleinert* oder *kugelförmig* sind in dieser Definition implizit berücksichtigt.

6.2 Nicht-analoge Globen

Ebenso auffallend und weitgehend wie die Einstimmigkeit in der Definition analoger Globen ist das Schweigen kartographischer Fachliteratur zu deren digitalem Pendant, zumal dieses bereits auf eine rund 20-jährige Geschichte verweisen kann (Latta, 1993). Zwar weisen Bollmann und Koch (2005) in oben wiedergegebener Formulierung auf die Möglichkeit nicht-analoger Globen hin, berufen sich dabei jedoch mit Riedl (2000) auf die bislang einzige Publikation, die sich aus einer kartographisch-fachspezifischen Perspektive mit den Möglichkeiten und der Problematik des Globus auf digitaler Ebene eingehender beschäftigt und sich um eine begriffliche Strukturierung bemüht.

6.2.1 Begriffsbestimmung 1 – Hyperglobus

Um mit der Begriffsbestimmung eines nicht-analogen Globus – und damit in chronologischer Ordnung – an der eben genannten Publikation von Riedl (2000) anzusetzen, können wir zunächst feststellen, dass dieser Autor von einem analogen Globenverständnis ausgeht, wie es in Abschnitt 6.1 bereits skizziert und definiert wurde. Gleichwohl Riedl auf eine Kritik des traditionellen Globenbegriffs, wie wir sie soeben versucht haben, verzichtet, stellt er die konstatierte implizite Einheit von analogem Globuskörper und Globuskarte hinsichtlich ihrer Gültigkeit für den digital-technologischen Bereich konsequent in Frage und schlägt sowohl eine entsprechende Begriffsinnovation, als auch eine damit einhergehende Begriffspräzisierung vor:

Angesprochene Begriffsinnovation meint den von Riedl (2000) eingeführten Terminus »Hyperglobus«, womit zunächst die Möglichkeit artikuliert werden soll, globale Sachverhalte auf einem verkleinerten Modell der Erde im Sinne von Hyperlinks verknüpfen zu können, so dass der Hyperglobus (im Gegensatz zu analogen Globen) zur Plattform eines globalen Informationssystems für Hypermedien wird (Hruby et al., 2008). Diesen Oberbegriff des Hyperglobus differenziert Riedl von analogen Globen in triadischer Weise nach den möglichen Ausprägungen von Globuskörper, Globuskarte und Darstellungsraum (vgl. Abb. 17). Unter Rücksichtnahme auf die Entwicklungschronologie dieser Typen nicht-analoger Globen können wir daher mit Verweis auf Abbildung 17 zusammenfassen:

Virtuelle Hypergloben resultieren aus der Visualisierung der digitalen Globuskarte auf einem immateriellen Globuskörper im virtuellen Raum. Entsprechend dieser Definition sind virtuelle Hypergloben über derzeit übliche Computerdisplays kommunizierbar/darstellbar und bilden aus diesem Grund auch die gegenwärtig mit Abstand größte Gruppe nicht-analoger Globen. Zugleich haftet ihnen jedoch der Mangel an, die Dreidimensionalität der dargestellten Realität nicht adäquat repräsentieren zu können, da die Dreidimensionalität der zugrunde liegenden Datenmodelle immer in die zweidimensionale Bildebene abgebildet werden muss.

Taktile Hypergloben resultieren aus der Visualisierung der digitalen Globuskarte auf einem materiellen Globuskörper. Entsprechend dieser Definition sind taktile Hypergloben nur über sphärische Computerdisplays darstellbar, die eine besondere Form von („Echt“-) 3D-Visualisierungssystemen darstellen. Besieht man sich die Entwicklung von analogem Globus zum Hyperglobus, das heißt die Loslösung von Globusbild und Globuskörper, chronologisch, so lässt sich dieser technologische Übergang besonders am Beispiel taktiler Hypergloben illustrieren, wofür der *GeoSphere Globe* als Beispiel eines frühen Vertreters eines taktilen Hyperglobus herangezogen werden kann (vgl. Latta, 1993): Diesem Globus von fast 2 Metern Durchmesser wurden auf seine durchscheinende Oberfläche zunächst Satellitenbilder aufgedruckt, insofern von einem analogen Globus gesprochen werden kann. Gleichzeitig ist es jedoch möglich, diesem analogen Overlay von innen weitere digitale Inhalte latent aufzuprojizieren, was der oben gegebenen Definition eines taktilen Hyperglobus entspricht. War der *GeoSphere Globe* noch ein hybrider Versuch auf analoger Basis, so wurde dieser Ansatz von nachfolgenden Vertretern taktiler Hypergloben nicht mehr weiterverfolgt: Aktuell marktreife Vertreter dieses Globentyps verwenden interne Projektionen in Verbindung mit einem unbedruckten Globuskörper, und bedienen sich entweder eines Spiegel- (z.B. Omniglobe ®) oder Linsensystemen (z.B. Magic Planet ®) zur korrekten Aufbringung der Globuskarte auf den Globuskörper.

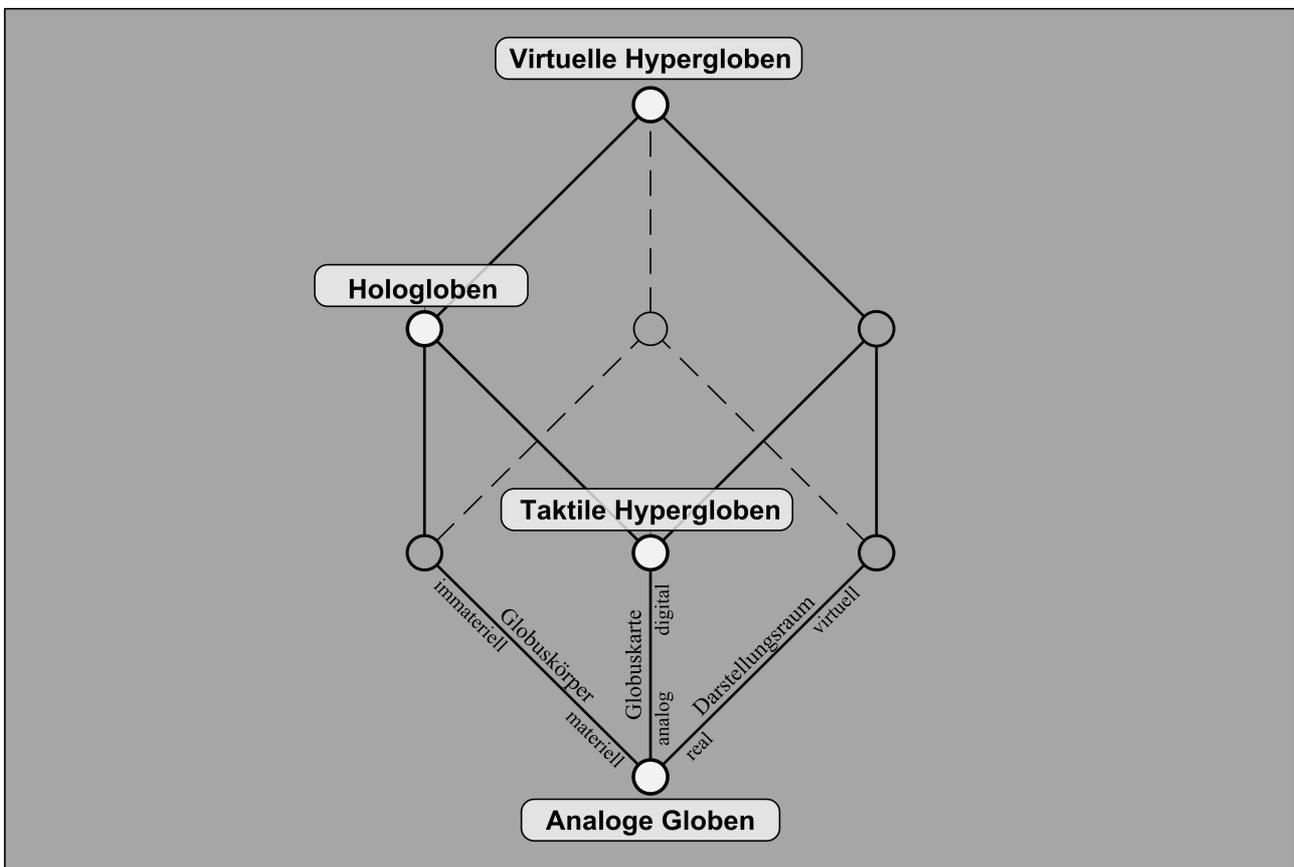


Abbildung 17: Typologie analoger und nicht-analoger Globen nach Riedl; bearbeitet nach Hruby et al. (2008)

Alternative Ansätze taktiler Hypergloben verwenden vor allem externe Projektionssysteme (z.B. Science on Sphere ®; Globe 4D ®), welche mit besonderen Herausforderungen wie beispielsweise einer eingeschränkten Zugänglichkeit (zur Vermeidung von Abschattungen durch die Körper der Nutzer/innen) beziehungsweise – in Abhängigkeit des jeweils verwendeten Systems – mit einem größeren Platzbedarf der Installation einhergehen (Hruby et al., 2008).

Hologloben – als dritte mögliche Ausprägungsform nicht-analoger Globen – resultieren schließlich aus der Visualisierung der digitalen Globuskarte auf einem immateriellen Globuskörper im realen Raum. Im Vergleich zu virtuellen und taktilen Hypergloben befinden sich Hologloben noch immer in einem Stadium früher – wenn auch voranschreitender – Entwicklung. Als prototypische Ansätze seien *Perspecta* oder *Felix-3D* genannt (Favalora, 2005; Langhans et al., 2005; Schrott & Riedl, 2005).

6.2.2 *Begriffsbestimmung 2 – digitaler/virtueller Globus*

Neben der eben vorgestellten Begriffsdefinition von Riedl (2000) finden wir vor allem in Ausführungen zum Anwendungspotenzial nicht-analoger Globen einen abweichenden terminologischen Zugang zur technologischen Möglichkeit derselben, wobei dieses Begriffsverständnis vor allem durch Anwendungen wie beispielsweise Google Earth, NASA World Wind oder Microsoft Virtual Earth getragen wird (e.g.: Butler, 2006; Schöning u. a., 2008; Wikipedia contributors, 2008).

Konkret ist hier die oft beliebig alternierende Verwendung der Adjektiva »virtuell« und »digital« gemeint, die in Form der Termini »virtueller Globus« bzw. »digitaler Globus« mit Programmen wie den eben genannten oft in einem Maße gleichgesetzt werden, dass beispielsweise in den zitierten Fachaufsätzen von Butler (2006) und Schöning et al. (2008) nicht die Anwendungen als virtuelle/digitale Globen definiert, sondern vielmehr virtuelle Globen selbst an Hand beziehungsweise über die jeweilige Applikation bestimmt werden, wobei diese Ausprägungen von Globen üblicherweise als etablierte Termini behandelt und somit ohne inhaltliche Erläuterungen eingeführt werden. Pointiert gesprochen bedeutet dies: „Nicht Google Earth ist ein digitaler/virtueller Globus, sondern ein digitaler/virtueller Globus ist Google Earth“ (Hruby, 2009b).

Vor dem Hintergrund einer solchen induktiven Begriffsbestimmung, die vom Besonderen der jeweiligen Anwendung eine terminologische Brücke zur allgemeineren Darstellungskategorie »Globus« schlägt, mag verständlich werden, warum sich Verfechter/innen eines derartigen terminologischen Verständnisses digitaler/virtueller Globen im Gegensatz zum vorher skizzierten Konzept des Hyperglobus über die traditionellen Begriffsgrenzen des analogen Globus hinweg- und den virtuellen Globus als allumfassende Visualisierungsplattform georäumlicher Sachverhalte einsetzen. Eine solche Verallgemeinerung, die den nicht-analogen Globus als Darstellungsbasis aller Maßstabbereiche versteht, wird beispielsweise deutlich, wenn Schöning et al. (2008) in einer empirische Nutzungsstudie von Google Earth zu folgendem Ergebnis kommen:

“Around half (53.4% ± 11.6%) said they used virtual globes for either looking at their own house or other individual places (e.g. a neighbor's house, their hotel from their last vacation, the city center). The second most common uses of virtual globes were navigation (16.9% ± 8.7%) and locating businesses (14.1% ± 8.1%). More esoteric responses, such as that of a roofer who said he used Google Earth to find roofs that needed repair, rounded out the respondents' uses.”

Die hier angesprochene primäre Einsatzdomäne von Google Earth im großmaßstäbigen Bereich findet sich auch durch Ausführungen anderer Fachpublikationen zum Anwendungsnutzen dieser Applikation bestätigt (e.g.: Darter et al., 2008; Löhr et al., 2006).

6.2.3 Begriffsdiskussion 1

Wiederum lassen sich die vorgestellten Begriffsdefinitionen sowohl für sich als auch gegeneinander kritisieren. Beginnen wir eine solche Diskussion mit dem Hyperglobus, so beschränkt sich diese auf Grund der fachwissenschafts- und produktgeschichtlichen Stringenz dieses Ansatzes (abgesehen von jenen terminologischen Überlegungen zum analogen Globus aus Abschnitt 6.1.3, die auch den Hyperglobus betreffen) vor allem auf die vorgenommene Begriffsschöpfung des Hyperglobus und seiner weiteren Differenzierung.

Die ursprüngliche Motivation Riedls (2000) zur Einführung des Präfixoids »Hyper-« wurde in Abschnitt 6.2.1 bereits dargelegt; in diesem Sinne lässt sich angesprochene terminologische Entscheidung zunächst dahingehend in Frage stellen, dass die damit ausgedrückte potenzielle Eignung der Anbringung von Hyperlinks jeder digital-kartographischen Darstellung zugesprochen werden kann, so dass konsequenterweise auch andere Begriffe wie beispielsweise *Hyperkarte* oder *Hyper-DEM* (Digital Elevation Model) in den Fachdiskurs einzuführen wären, was jedoch bislang weder von Riedl selbst, noch von anderen Autor/innen unternommen beziehungsweise zumindest gefordert wurde, insofern dem gewählten Terminus Hyperglobus seine fehlende begriffslogische Integration in den kartographischen Fachwortschatz zum Vorwurf gemacht werden kann.

Hinsichtlich der weiteren Unterscheidung der drei möglichen Typen von Hypergloben (Abb. 17) scheint vor allem die Kategorie »taktiler Hyperglobus« problematisch, wogegen »virtueller Hyperglobus« für Produkte des virtuellen Raumes eine treffende Benennung beziehungsweise »Hologlobus« für zukünftig erwartete lichtbasierte Darstellungen eine sinnvolle Arbeitsdefinition zu bieten scheinen. Wurde das Adjektiv »taktil« von Riedl ausgewählt, um die – im Gegensatz zu den anderen beiden Ausprägungen von Hypergloben – haptische Wahrnehmbarkeit des Globuskörpers auszudrücken, so lassen sich dieser terminologischen Entscheidung einige Einwände entgeghalten:

Besieht man sich zunächst die Etymologie des gewählten Terminus, so lässt sich dieser auf das Lateinische »tangere« zurückführen, das mit »berühren« übersetzbar ist (Stowasser et al, 1994). In diesem Sinne wird »taktil« heute vor allem in Bezug auf den Tastsinn beziehungsweise „das Tasten, die Berührung, den Tastsinn betreffend“ (Duden, 2001) verwendet. Überträgt man nun diese Definition auf die von Riedl als taktile Hypergloben bestimmten Objekte, so öffnet sich eine Bedeutungskluft, die nur schwer zu überbrücken ist, da die von einem solchen Globus durch Betasten zu gewinnende Erkenntnis sich bei den derzeit verfügbaren Produkten auf die kugelrunde Form desselben beschränkt. Der den bloßen Tastsinn betreffende Erkenntniswert ist in diesem Falle also nicht zwingenderweise höher als beispielsweise jener eines kugelrunden Sportgerätes.

Im Sinne der eben vorgebrachten, etymologisch motivierten Kritik ist weiters zu bedenken, dass die Bezeichnung kartographischer Darstellungen als »taktil« kein Novum, sondern zur Beschreibung von Abbildungen für sehbehinderte Menschen als taktile Karten vielmehr eine Tradition ist, die ihren Ursprung bereits deutlich vor dem Auftreten digitaler Globen nimmt (Bollmann & Koch, 2005). Entsprechend lässt sich einerseits wiederholend feststellen, dass aktuelle Vertreter von Hypergloben, die in diese Kategorie fallen, keinen der taktilen Karte entsprechenden tastbaren Informationsgewinn bieten (außer wie oben erwähnt evtl. jenen der kugelförmigen Gestalt). Andererseits können wir auf historische Ansätze verweisen, die sich bereits im 19. Jahrhundert um eine Herstellung taktiler Globen (analog zu taktilen Karten) für sehbehinderte Nutzer/innen bemühten (Kahlisch, 1998; Zögner, 2003), so dass ein Attribut »taktil« auch für die kartographische Darstellungsform des Globus im besonderen keine neue Spezifizierung darstellt, die eine solche Übertragung auf

Hypergloben rechtfertigen könnte. Zwar scheint es durchaus denkbar, dass zukünftige Generationen von Hypergloben taktil im fachtraditionellen Sinne sein können, doch ist dies weder eine notwendige, noch eine exklusive Eigenschaft dieses Typus von Hyperglobus, da einerseits zukünftig auch Hologloben taktil wahrgenommen werden könnten, und andererseits Hypergloben ohne eine solche taktile Erfahrbarkeit (z.B. durch Sehbehinderte analog zu taktilen Karten) ebenso die von Riedl (2000) selbst per definitionem festgelegten Eigenschaften dieser Kategorie digitaler Globen tragen können.

6.2.4 Begriffsdiskussion 2

Auch der unter 6.2.2 vorgestellte induktive Ansatz einer Begriffsdefinition über eine oder einige wenige Anwendungen befriedigt den Wunsch nach begrifflicher Klarheit nicht:

Problematisch scheint zunächst, dass die Beschreibung eines Globus als »digital/virtuell« den Unterschied zwischen Globuskörper und Globuskarte, das heißt die Kombinationsmöglichkeit einer digitalen Globuskarte mit einem digitalen *oder* nicht-digitalen Globuskörper außer Acht lässt beziehungsweise auf erstere Variante verkürzt, so dass dieses begriffliche Konzept für fachterminologische Zwecke unvollständig bleibt.

Ein weiterer Kritikpunkt berührt die scheinbar bereits etablierte Verwendung des Begriffes für Applikation wie zum Beispiel Google Earth, da deren Hauptanwendungsbereich im großmaßstäbigen Bereich liegt und die Bezeichnung »virtueller/digitaler Globus« somit zu einem Oberbegriff aller kartographischen Darstellungen erhoben wird, dessen Informationsgehalt ebenso allgemein ist, wie seine Unterscheidungskraft gering. Wären nämlich digitale Globen ebenso dafür prädestiniert, die Erde als Ganzes, wie auch ein Haus auf deren Oberfläche aus verschiedenen Perspektiven (evtl. gar dreidimensional) zu visualisieren, so könnte das von der Kartographie bisher erarbeitete Begriffsinstrumentarium (vom Erdglobus über Erdteil- und topographische Karten bis hin zu Stadtplänen oder 3D-Stadtmodellen) als obsolet betrachtet werden, da es sich in all diesen Fällen um digitale/virtuelle Globen verschiedener Verkleinerungsverhältnisse handelte.

Umgekehrt verlöre auch der Begriff »virtueller/digitaler Globus« einen großen Teil seines Erklärungswertes, wenn man bezüglich der genannten Beispiele von einem Stadtmodell oder einer topographischen Karte *auf einem virtuellen/digitalen Globus* spräche; denn einerseits ist die Bezugnahme auf einen sphärischen Körper für jede moderne formal-kartographische Darstellung aus projektionstechnischer Sicht selbstverständlich, während es andererseits für Nutzer/innen keinen notwendigen Unterschied in der Verwendbarkeit macht, ob ein Stadtmodell oder eine topographische Karte auf einem virtuellen/digitalen Globus oder auf einer Verebnung des Globus, das heißt auf einer digitalen Karte dargestellt wird.

Wir können diesen Kritikpunkt also unter Verweis auf das logische Prinzip des *omnis determinatio est negatio* zusammenfassen: Wird versucht, durch den Begriff des digitalen/virtuellen Globus alles zu umfassen, das heißt nichts auszugrenzen, so wird damit auch nichts verneint, so dass die Möglichkeit begrifflicher Determination zugunsten weitgehender Verallgemeinerung verloren geht. Eine solche Verallgemeinerung verspricht jedoch weder fachwissenschaftlichen oder fachterminologischen Nutzen (vgl. Koch, 2001), noch entspricht sie dem Standardwortschatz potentieller Nutzer/innen, welche beispielsweise zwischen den Konzepten Globus und Karte klar unterschieden (Hruby et al., 2009).

6.2.5 Begriffsreformulierungen

Nach den eben präsentierten Begriffsbestimmungen und -diskussionen stehen wir nun vor der Notwendigkeit, für den weiteren Verlauf dieser Arbeit eine entsprechende Einschränkung vorzunehmen, wofür im Wesentlichen drei Möglichkeiten offenstehen, nämlich entweder einem der beiden genannten terminologischen Ansätze zu folgen, oder ein alternatives Vokabular zu argumentieren. Hierbei wird unsere Grundeinstellung eine konservative sein, da ein Blick in die Populär-, aber auch in die Fachmedienlandschaft zeigt, dass es an gegenwärtigen Begriffsschöpfungen keineswegs mangelt, wobei der Innovationsgehalt der entsprechenden Begriffsinhalte oftmals geringer zu sein scheint als jener des Begriffes selbst (vgl. beispielsweise das einleitend vorgestellte Konzept der Cybercartography). Es soll also versucht werden, weniger die Schwächen, sondern vielmehr die Potenziale bestehender Termini bei der hier vorzunehmenden Auswahl in Betracht zu ziehen.

Stellen wir die beiden zunächst in Frage kommenden terminologischen Auffassungen einander gegenüber, so kann zum Hyperglobus festgestellt werden, dass dieser – im Schatten eines fragwürdigen Präfixoids – ein umfassendes Gliederungsmodell aller gegenwärtig und zukünftig möglichen Ausprägungen nicht-analoger Globen bietet, dabei jedoch auch zum analogen Globus und der entsprechenden Fachliteratur begrifflich und semantisch kompatibel ist.

Eine solche Vollständigkeit und Kompatibilität kann der aktuelle Wortgebrauch eines digitalen/virtuellen Globus (entsprechend 6.2.2) nicht bieten: weder umfasst dieses – zweifellos relativ populärere Begriffsverständnis – alle von Riedl (2000) unterschiedenen Typen nicht-analoger Globen (vgl. Abb. 17), noch stimmt es mit dem traditionellen Globusbegriff überein, sondern gibt diesen vielmehr zugunsten einer produktbezogenen Verallgemeinerung auf, die zwangsläufig mit einem Verlust der terminologischen Unterscheidungskraft gegenüber anderen kartographischen Darstellungen einhergeht. Dieses populäre Verständnis digitaler/virtueller Globus scheint also im Sinne eines Fachterminus weder vollständig noch erkenntnisfördernd, und läuft letztlich Gefahr, durch Subsummierung der Eigenschaften einiger marktführender Applikationen selbst mehr Markenname als Wissenschaftsbegriff zu sein.

Möchte man also für eine Begriffsbestimmung auf eines der beiden obenerwähnten Konzepte zurückgreifen, so scheint der Riedl'sche (2000) Vorschlag in jeder Hinsicht – mit Ausnahme des Bekanntheitsgrades – überlegen und soll daher der weiteren Diskussion zu Grunde gelegt werden (vgl. Hruby, 2009). Diese Entscheidung soll jedoch nicht getroffen worden sein, ohne die vorgebrachte Kritik des gewählten Zusatzes »Hyper-« zu reflektieren, die zunächst dadurch relativiert werden kann, dass eine solche Beschreibung keineswegs falsch, sondern allenfalls potenziell pleonastisch ist. Zudem lässt sich diese Begriffswahl zumindest rückblickend dadurch rechtfertigen, dass alternative und möglicherweise zutreffendere Bezeichnungsmöglichkeiten durch Attribute wie »virtuell/digital« mittlerweile durch die in Abschnitt 6.2.2 angesprochenen Anwendungen in einem Ausmaß inhaltsgefüllt sind, das die Möglichkeit einer semantischen Korrektur ohnedies in Frage stellen muss. Eine solche Korrektur hieße nämlich einerseits, jeden Fachtext mit einer entsprechenden Begriffsverwendung systematisch zu kritisieren, und andererseits die wissenschaftliche Gemeinschaft von dieser terminologischen Fragwürdigkeit ebenso wie von dem Nutzen der vorgeschlagenen Alternative zu überzeugen – ein Unterfangen, an dem schon zahlreiche Wissenschaftler scheiterten, wofür die bereits vorgestellten Peirce und

Kuhn zwei prominente Beispiele abgeben mögen. Während Kuhn die Verfremdung seines Paradigmenkonzeptes letztlich resignierend zur Kenntnis nahm (Baltas et al., 2000), setzte Peirce (1998h) an die Namensstelle des von ihm begründeten Pragmatismus die Bezeichnung »Pragmatizismus«, wofür er folgende Motivation anführte:

“So then, the writer, finding his bantling “pragmatism” so promoted, feels that is time to kiss his child goodbye and relinquish it to its higher destiny; while to serve the precise purpose of the original definition, he begs to announce the birth of the word “pragmaticism”, which is ugly enough to be safe from kidnappers.”

Ob auch der Begriff »Hyperglobus« hässlich genug gewählt wurde, um vor Sinn- und Zweckentfremdungen gefeit zu sein, mag die Zukunft zeigen; für die weitere Argumentation dieses Textes bietet er jedoch aus genannten Gründen ein geeignetes begriffliches Rüstzeug.

Nach dieser grundsätzlichen terminologischen Entscheidung bleibt, den gewählten Begriff des Hyperglobus hinsichtlich der in Abschnitt 6.2.3 konstatierten subtypologischen Problematik der Kategorie des taktilen Hyperglobus zu klären, da das Adjektiv »taktil« einerseits für unscharf hinsichtlich seiner Bedeutung, andererseits als vorbelegt hinsichtlich seiner fachwissenschaftsgeschichtlichen Verwendung befunden wurde.

Eine alternative Bezeichnungsmöglichkeit ergibt sich aus der Riedl'schen Typologie (2000), wie sie in Abbildung 17 gezeigt wurde, worin wir den virtuellen Hyperglobus als solchen über seine Differenz zu den beiden anderen Typen von Hypergloben, das heißt über seine Darstellung im virtuellen Raum abgegrenzt und definiert finden. Ebenso können wir die von Riedl als »taktil« bezeichnete Ausprägung eines Hyperglobus über deren materiellen Globuskörper von Hologloben und virtuellen Hypergloben unterscheiden, so dass sich die terminologische Alternative anbietet, das Adjektiv »taktil« durch »materiell« zu ersetzen, um also von »materiellen Hypergloben« anstatt von »taktilem Hypergloben« zu sprechen. Eine solche Attribuierung vermag einerseits der Besonderheit dieser Variante eines Hyperglobus Rechnung zu tragen, ohne dabei mit ebenfalls materiellen analogen Globen in Bedeutungskonflikte zu geraten, da die Verwendung des Gattungsnamens Hyperglobus auf die digitale Qualität des Globusbildes notwendig referiert. Auch ist eine solche Bezeichnung offen genug, um weitere, ergänzende Begriffsspezifikationen zu erlauben, um beispielsweise dereinst von einem taktilen materiellen Hyperglobus zu sprechen, so die Zeit dafür herangereift.

Wir können also zum Abschluss dieser Begriffsreformulierungen und in Analogie zur oben versuchten begrifflichen Bestimmung analoger Globen folgende Definition nicht-analoger Globen für den weiteren Fortgang dieser Arbeit vorschlagen:

Nicht-analoge Globen im Sinne von Hypergloben sind Repräsentamen eines kartographischen Zeichens, dessen Objekt Himmelskörper und astronomische Satelliten (im Sinne der IAU) sein können. Wesentliche semiotische Merkmale dieses Zeichens sind, dass die Relation zwischen Repräsentamen und Objekt durch Ikonizität bezüglich der Form, und die Relation zwischen Repräsentamen und Interpretant durch eine Wahrnehmbarkeit eben dieser Objektform durch die Nutzer/innen bestimmt sind. Wesentliches technologisches Merkmal ist der digitale Charakter der Globuskarte, aus deren flexibler Verbindung mit physikalisch unterschiedlich beschaffenen Globuskörpern sich drei Haupttypen von Hypergloben ergeben: materieller Hyperglobus, Hologlobus und virtueller Hyperglobus.

6.3 Analoge und digitale Erdkarten

Um nun im Sinne des angestrebten Vergleichs auch an der Darstellungsform der Erdkarte eine Begriffsdefinition vorzunehmen, wie wir sie soeben für den Globus versucht haben, lassen sich zunächst einige grundsätzliche Differenzen zwischen diesen beiden kartographischen Produktgattungen feststellen, die einer terminologischen Bestimmung vorausgeschickt werden können. Ausgangspunkt hierfür sei die Unterscheidung zwischen Inhalt und Form, da sich diese Differenzierung als Schlüsselmerkmal der obigen Ausführungen zum analogen und nicht-analogen Globus manifestiert hat.

Im Grunde scheint angesprochene Gliederung auch auf die Erdkarte übertragbar, wobei sich mit Hake et al. (2002) von Trägermaterial und Karteninhalt, und in diesem Sinne auch von analogen und nicht-analogen Karten gesprochen werden kann. Entsprechend lässt sich auch die von uns favorisierte Riedl'sche Typologie von Globen (vgl. Abb. 17) über die möglichen Ausprägungen von Zeichenträger (materiell vs. immateriell), Karteninhalt (analog vs. digital) und Darstellungsraum (real vs. virtuell) auf Karten im allgemeinen wie auch Erdkarten im besonderen anwenden, so dass wir – auch ohne die vorgestellte globenspezifische Terminologie auf die Erdkarte transferieren zu müssen – von einer begrifflichen Kompatibilität zwischen beiden hier zu untersuchenden Darstellungsformen ausgehen können.

Trotz der vermerkten typologischen Kongruenz ist jedoch zugleich festzustellen, dass der Zeichenträger einer Erdkarte – im Gegensatz zum Globuskörper – in keiner eindeutigen Relation zur dargestellten Wirklichkeit steht, sondern vielmehr Ursache wie auch Projektionsebene für eine Vielzahl möglicher Abbildungen ist. Diese Mannigfaltigkeit und die davon abhängigen unterschiedlichen Verzerrungseigenschaften des jeweiligen Produktes sind es auch, die in wiederholten Fällen zu Fachdiskussionen über die hervorragende Eignung bestimmter Abbildungen führten. Auch wenn Bollmann & Koch (2005) hierzu pragmatisch feststellen: „Für die Abbildung der Kugel auf den Zylindermantel werden dem vorgesehenen Verwendungszweck entsprechende mathematische Gesetzmäßigkeiten genutzt“, so ist die praktische Suche nach dieser, dem Verwendungszweck entsprechenden Gesetzmäßigkeit durchaus nicht immer von solch nüchterner Sachlichkeit geprägt wie eben zitierter Lexikoneintrag; in Kapitel 8 wird auf diese Problematik zurückzukommen sein. An dieser Stelle beschränken wir uns zunächst auf einen pragmatischen Zugang, der den Begriff »Erdkarte« auf eine Reihe der derzeit gebräuchlichsten Projektionen einschränkt. Eine solche Frage nach den populärsten Abbildungen wird hier nicht zum ersten Mal gestellt, weshalb eine aktuelle Antwort an Jenny et. al (2008) delegiert sei:

“To answer this question one only has to peruse the world maps in popular atlases. Chances are good that you will find only a half-dozen or so map projections in common use, including the Eckert IV, Goode Homolosine, Miller Cylindrical, Mercator, Mollweide, Robinson, and Winkel Tripel projection .”

Für die Absichten der weiteren Entwicklung dieser Arbeit mag daher folgende Definition genügen, welche mit der gegenwärtigen Lehrbuchkartographie übereinstimmt beziehungsweise auf diese aufbaut und zugleich ein Brücke zu den oben vorgenommenen Begriffsbestimmungen zum Globus schlägt:

Analoge und nicht-analoge Erdkarten sind Repräsentamen eines kartographischen Zeichens, dessen Objekt die Erde ist. Wesentliche semiotische Merkmale dieses Zeichens sind, dass die Relation zwischen Repräsentamen und Objekt durch Indexikalität bezüglich der Form bestimmt ist, welche sich durch die projektionsspezifischen mathematischen Gesetzmäßigkeiten des

Karteninhalte auf einem zweidimensionalen Trägermedium ausdrückt. Die Relation zwischen Repräsentamen und Interpretant ist durch eine Wahrnehmbarkeit der abgebildeten Objektoberfläche durch die Nutzer/innen geprägt, so dass also die abgebildete Information für die gesamte Erde wahrnehmbar ist, nicht aber deren originäre Objektform. Wesentliche technologische Merkmale aller Erdkarten ergeben sich nach den jeweiligen Eigenschaften von Zeichenträger (materiell oder immateriell), Karteninhalt (analog oder digital) und Darstellungsraum (real oder virtuell).

Die in eben vorgenommener Definition – im Vergleich zur globusbezogenen Diskussion in 6.1 und 6.2 – festzustellende Vernachlässigung der Differenz zwischen analogen und nicht-analogen Ausprägungen von Erdkarten scheint gerechtfertigt, da diese Gattung kartographischer Darstellungen in der Fachdiskussion kontinuierlicher gepflegt und auch der Übergang zwischen analogen und nicht-analogen Ausprägungen spezifischer reflektiert wurde als für den Globus. Entsprechend sind auch keine terminologischen Probleme und Verkürzungen festzustellen, wie sie der Globus erlitt beziehungsweise konnten sich derartige Entwicklungen bislang nicht durchsetzen. Vielmehr könnte die begriffliche Entwicklung dahin gehen, dass sich die traditionelle Bezeichnung Erdkarte unter Verlust der zunehmend unbedeutenderen Unterscheidung genannter technologischer Merkmale erhält, während Attribute wie »digital« aufgrund ihrer zunehmenden Selbstverständlichkeit an Bedeutung verlieren. Einen solchen Reifegrad scheinen die dem Hyperglobus zu Grunde liegenden Technologien noch nicht erreicht haben.

6.4 Semiotischer Kommentar zur Begriffsbestimmung von Globus und Erdkarte

In Ergänzung zu den eben versuchten Definitionen zu analogem und nicht-analogem Globus können wir anmerken, dass das wesentliche Merkmal des Globus in seiner Relation zur Wirklichkeit jenes der Ikonizität ist. Eine damit gemeinte Ähnlichkeit betrifft zunächst die Form des Globus, sowie in Konsequenz dazu die Relationen, die sich auf dieser Form mit Hilfe der visuellen Variablen darstellen und ablesen lassen. Dabei können am Globus die Variablen des graphischen Bildes in *ikonisch-inklusive* Weise so verwendet werden, dass alle dadurch repräsentierten räumlichen Beziehungen der dargestellten Wirklichkeit, wie beispielsweise Entfernungen, Flächeninhalte oder Richtungen, in einem gleichmäßigen und möglichst hohen Maß der Ähnlichkeit wiedergegeben werden können, dessen geometrischer Ikonizitätsgrad vor allem vom verwendeten Maßstab begrenzt wird. Verstehen wir jedoch Form als „eine intrinsische Eigenschaft eines Objekts“ (Sieber, 1996), so lässt sich davon das Konzept der Gestalt, die aus der jeweiligen Perspektive auf den Globus resultiert, unterscheiden. Diese perspektivische Gestalt wird für den Globus entsprechend der Begriffsbestimmungen dieses Kapitels eine jeweils runde sein, die jedoch (unter menschlichen Wahrnehmungsmöglichkeiten) von der Realität ebensoviel zeigt, wie sie verbirgt, nämlich immer nur eine Hemisphäre. Der Globus konstruiert für die Nutzer/innen also jeweils eine *mögliche* extraterrestrische Perspektive auf die Wirklichkeit, die dieser in Bezug auf die Form und folglich hinsichtlich Flächentreue *und* Winkeltreue *und* Längentreue entspricht.

Im Gegensatz zum Globus ist das wesentlich konstruktive Beziehungsmerkmal zwischen Erdkarte und Realität jenes der Indexikalität, das heißt der kausalen Abhängigkeit zwischen den geometrischen Eigenschaften der Erdkarte und jenen der Realität beziehungsweise deren definierter Oberfläche, wie sie in den Abbildungsgleichungen des gewählten Netzentwurfes der jeweiligen Erdkarte Ausdruck finden. Entsprechend können auf der Erdkarte die Variablen des graphischen Bildes in *ikonisch-exklusive* Weise so verwendet werden, dass alle dadurch repräsentierten

Beziehungen der dargestellten Wirklichkeit, wie beispielsweise Entfernungen, Flächeninhalte oder Richtungen nur in einem ungleichmäßigen Maß der Ähnlichkeit wiedergegeben werden können, dessen geometrischer Ikonizitätsgrad vor allem vom verwendeten Netzentwurf bestimmt wird. In weiterer Unterscheidung zum Globus ist auch die Differenzierung zwischen Form und Gestalt unanwendbar, da erstere hier keine intrinsische Eigenschaft des dargestellten Objektes, sondern des gewählten Zeichenträgers beschreibt, die sowohl pragmatisch als auch praktisch erklärt werden kann und beispielsweise die gleichzeitige, wenn auch verzerrte Visualisierung beider Hemisphären erlaubt. Somit konstruiert die Erdkarte für die Nutzer/innen jeweils eine *unmögliche* extraterrestrische Perspektive auf die Wirklichkeit, die dieser in Bezug auf die Form unähnlich ist und ihr hinsichtlich Flächentreue *oder* Winkeltreue *oder* Längentreue entspricht. Es sei angemerkt, dass mit der behaupteten Unmöglichkeit hierbei das semiotische Objekt, nicht das Repräsentamen gemeint ist.

6.5 Qualizeichen am Korrelat des Repräsentamens von Globus und Karte

Obwohl sich dieses Kapitel programmatischerweise dem Repräsentamen der hier untersuchten Zeichen widmen sollte, wurde im Zuge der versuchten Begriffsbestimmungen deutlich, dass eine solch differenzierte Diskussion zugleich mit Restriktion einhergeht, die der Argumentationskraft der vorgenommenen Definitionen abträglich wären. Es wurden also bei den präsentierten terminologischen Festlegungen auch Beziehungen zwischen Repräsentamen und den beiden übrigen Zeichenkorrelaten (v.a. mit dem Referenzobjekt) in einem Maße hergestellt, das sowohl für das Verständnis der geäußerten Kritik, als auch für entsprechende begriffliche Korrekturvorschläge nützlich erscheint.

Trotzdem wollen wir zum Abschluss dieses Kapitels einige Präzisierungen am Korrelat des Repräsentamens versuchen, die durch eine begründete Einschränkung der untersuchten Ausdrucksformen die weiteren Ausführungen erleichtern können. Eine solche Fokussierung scheint angebracht, da im Zuge dieses Abschnitts sowohl analoge als auch digitale Ausprägungen von Erdglobus und Erdkarte angesprochen worden waren, die jedoch – in Abhängigkeit der gegenseitigen Verhältnisse – nicht zwangsläufig in die weitere Analyse eingehen müssen.

6.5.1 *Analoge vs. nicht-analoge globale Modelle*

Verweisen wir zunächst auf die Ausführungen von Abschnitt 3.1.1, so wurden dort als mögliche kartographische Qualizeichen jene von Bertin (1974) unterschiedenen visuellen Variablen von Größe, Helligkeit, Muster, Farbe, Richtung, Form und den Dimensionen der kartographischen Ausdrucksform eingesetzt. Diese Potentiale, die jedes kartographische Zeichen umsetzen kann, wurden von Bertin für analoge, statische Visualisierungen entwickelt, so dass nach dem Einsetzen digitaler, animierter Darstellungstechnologien begonnen wurde, entsprechende Variablen für nicht-analoge, dynamische Produkte zu unterscheiden. Ein früherer Ansatz von DiBiase et al. (1992) gliedert hierzu in dreifacher Weise nach Dauer, Veränderungsrate und Ordnung. MacEachren (2004) ergänzt diese Triade später um drei weitere dynamische Variablen: Veränderungszeitpunkt (*display date*), Frequenz und Synchronisation.

Dieses Set statischer und dynamischer Variablen beschreibt die möglichen Variationen, denen die drei geometrischen Grundelemente von Punkt (bzw. Flecken), Linie und Fläche unterworfen werden können – ausgehend vom graphischen Primitivum des Fleckens, definiert als „[...] ein sich vom

Zeichenuntergrund abhebendes, von Form, Größe usw. unabhängiges geometrisches Element.“ (Bertin, 1982) Dementsprechend resultiert ein (nulldimensionaler) Punkt als Schnittstelle zweier Linien und eine (eindimensionale) Linie als Begrenzung zweier Flächen, wovon eine (zweidimensionale) Fläche durch einen messbaren Flächeninhalt unterschieden werden kann (Bertin, 1974). Angemerkt sei, dass, obwohl Bertin 3D-Darstellungen explizit aus seiner Gliederung ausschließt, sich die genannten Grundelemente durchaus auf 3D-Modelle anwenden lassen, „wenn man den 2D-Raum, für den sie definiert sind, in einen 3D-Raum einbettet und um das Grundelement des Körpers erweitert. Ein Körper lässt sich dann beschreiben als ein Teil des 3D-Raumes mit den messbaren Eigenschaften von Lage, Länge, (Ober-) Fläche und Volumen. Zwei solcher Körper werden durch eine Fläche voneinander abgegrenzt.“ (Hruby, 2006)

Entsprechend dieser Zweiteilung in statische und dynamische Variablen stehen digitalen Darstellungsformen also deutlich mehr Möglichkeiten zur Verfügung, zeichenhaft wirksam zu werden. Diese erweiterten Potenziale sind aus analoger Sicht exklusiver Natur, wogegen sie aus digitaler Sicht vielmehr inklusiven Charakter tragen: alle statischen Variablen können auch im nicht-analogen Bereich genutzt werden, während die dynamischen Merkmale auf analoge Produkte gar nicht, oder aber nur äußerst eingeschränkt anwendbar sind. Dieses Verhältnis der Variablen gilt auch für die daraus erzeugten Modelle, so dass der nicht-analoge Globus die Möglichkeiten des analogen in sich einschließt und spezifisch erweitert, dem ersteren also an Darstellungspotenzial überlegen ist; gleiches Argument kann auch für die Erdkarte vorgebracht werden.

Um mit den Ergebnissen der hier angestrebten Untersuchung also Aussagen für einen möglichst großen Teil kartographischer globaler Darstellungen treffen zu können, sollen sich die weiteren Ausführungen jeweils auf den digitalen Vertreter der diskutierten Modelle beziehen. Im Falle des Globus sei hierzu weiter eingeschränkt, dass wir uns unter allen möglichen Ausprägungen auf jene des materiellen Hyperglobus fokussieren werden, da dieser den virtuellen Hypergloben an Ikonizität überlegen ist und somit allfällige Erkenntnisgewinne im Vergleich zur Karte nicht durch die geringere Ikonizität der letztgenannten übergangen werden können, so dass also für die Interpretation der Ergebnisse davon ausgegangen werden kann, das gegenwärtig technisch größtmögliche Ähnlichkeitspotenzial berücksichtigt zu haben.

6.5.2 Nicht-analoge Globen vs. Nicht-analoge Erdkarten

Die eben genannten statischen und dynamischen Möglichkeiten, zeichenhaft wirksam zu werden, stehen im Grunde sowohl nicht-analogen Globen als auch nicht-analogen Erdkarten zur Verfügung; alle genannten Variablen können auf einzelne Elemente der jeweiligen Darstellung, zum Beispiel auf eine bestimmte Signatur derselben angewendet werden. Integriert man diese Einzelelemente auf verschiedenen Stufen (z.B. zu lokalen und regionalen geologischen Einheiten oder Kontinenten), so finden sich auch hierbei die gleichen visuellen Gestaltungsmöglichkeiten (z.B. in Falle einer Paläoanimation). Betrachten wir jedoch schließlich das gesamte Modell als ein Repräsentamen, so kommt vor allem hinsichtlich der Variablen der Form ein wesentlicher Unterschied im Darstellungspotenzial zwischen kugelförmigem Globus und ebener Karte zum Tragen, worauf in den folgenden Kapiteln bei der Diskussion der Relationen von Repräsentamen zu Objekt und Interpretant tiefer einzugehen sein wird.

7 Interpretantenbezug des Erdglobus – Globenwürdigkeit

Nachdem nun in Kapitel 6 Terminologien und Technologien am Korrelat des Repräsentamens unter Berücksichtigung seiner Relation zum Objekt in einem Maße definiert und strukturiert wurden, das uns zumindest innerhalb dieser Arbeit einen argumentier- und kritisierbaren Begriffsgebrauch ermöglichen soll, können wir nun – im Sinne der dritten Peirce'schen Trichotomie – daran gehen, diese eben ausbestimmten Repräsentamen »Globus« und »Erdkarte« hinsichtlich ihrer Relation zum Interpretanten, das heißt hinsichtlich der Wirkung eines Zeichens auf seine Interpret/innen zu beleuchten und zu vergleichen. Das Verständnis dieser semiotischen Relation ist sowohl für die Kartographie im Allgemeinen, als auch für diese Arbeit im Besonderen von entscheidender Bedeutung: für Erstere, da in ihr letztlich das elementare Ziel des Faches, Realität möglichst zutreffend zu vermitteln, erreicht oder verfehlt wird; für Zweitere, da die Gültigkeit des in Teil A formulierten semiotischen Imperativs am Vergleich zwischen Globus und Karte zu prüfen ist.

Da der Versuch einer solchen Gegenüberstellung, nicht grundsätzlich neu ist, können wir entsprechende Überlegungen bei einer im deutschsprachigen Raum in den 1960er und 1970er Jahren geführten Diskussion zur geeigneten Themenwahl für Darstellungen am Globus ansetzen, die von Aurada (1978) unter dem Namen »Globenwürdigkeit« zusammengefasst beziehungsweise von Riedl (2000, 2008) bezüglich nicht-analoger Globen fortgesetzt wird, und deren Kritik dieses Kapitel dienen soll.

7.1 Globenwürdigkeit in der kartographischen Fachdiskussion

7.1.1 *Globenwürdigkeit analoger Globen nach Aurada (1978)*

Folgende Kriterien können mit Aurada differenziert werden, um „die Grundsätze zu umreißen, welche eine Voraussetzung für sinnvolle Globendarstellung der Themen bilden“ (1978):

„1. Das Thema muß eine erdweite Darstellung nicht nur wünschenswert erscheinen lassen, sondern eine solche geradezu fordern.“

Aurada ergänzt diesen ersten Parameter der Globenwürdigkeit mit dem Hinweis, dass solche Objektkategorien für eine Visualisierung am Globus auszuwählen seien, deren Verständnis an die runde Erdgestalt in einem Ausmaß gebunden wäre, das den Nachteil einer solchen Darstellung am Globus gegenüber einer Erdkarte, d.h. den Verzicht auf die unmittelbare Gesamtübersicht aufwiegen könnte.

„2. Das Thema soll – abgesehen von seiner erdweiten Verbreitung – die Darstellung von engen, miteinander in unmittelbarem kausalem Zusammenhang stehenden Verknüpfungen und Verflechtungen notwendig machen.“ (1978)

Zitierter Autor ergänzt zu diesem zweiten Kriterium, dass nicht allein globale Verbreitung einer Objektkategorie für deren Globenwürdigkeit ausreiche, sondern es darüber hinaus einer gewissen Komplexität des Sachverhaltes bedürfe, deren Verständnis eine Visualisierung am Globus dienlich sei.

„3. Ganz besondere Beachtung aber verdient eine dritte Voraussetzung, [...]. Das Thema darf sich nicht auf die Landmassen der Kontinente beschränken, darf höchsten dort seine Schwerpunkte haben.“ (1978)

Wiederum fährt Aurada erklärend fort, dass ausgewählte Objektkategorien entweder auch in Meeresgebieten beobachtbar oder zumindest durch diese kausal verknüpfbar sein sollten, wofür die Darstellung der erdweiten Fauna auf einem Globus in Verbindung mit Meeresströmungen und Temperaturen und daraus zu erklärenden Fanggebieten als Beispiel gegeben wird.

Die eben genannten Parameter einer Globenwürdigkeit lassen einige Fragen offen und geben dementsprechend Anlass zu Kritik: Erstens ist festzustellen, dass Aurada selbst seine Kriterien in einem Maße von Vagheit formuliert, das ihre praktische Bedeutung und Anwendbarkeit als fragwürdig erscheinen lässt. Wir können hier zunächst rechtfertigend einwerfen, dass es diesem Autor weniger um die Vorstellung eines elaborierten Leitfadens kartographischer Praxis ging, als vielmehr um eine Diskussionsanregung auf dem Weg zu einer solchen. Beispielsweise räumt Aurada in den Ausführungen seines ersten Kriteriums einer Globenwürdigkeit ein: „Eine solche Frage ist oft gar nicht so leicht zu beantworten, die Entscheidung kann wohl nur sachkundige, thematisch begründete Überprüfung bringen.“ (1978).

Vorzuwerfen ist Aurada jedoch, dass er einer solchen, von ihm geforderten Überprüfung durch keine Ausarbeitung wissenschaftlicher Thesen entgegenkommt, sondern seine Forderungen ebenso wie seine Kritik an einer unreflektiert zunehmenden Visualisierung mittels Globen letztlich unbegründet lässt. Er führt also an, welche Voraussetzungen globenwürdige Objektkategorien erfüllen müssen, gibt jedoch keine expliziten Gründe an, warum dem so sein sollte. Zwar könnte man unserer Kritik entgegenhalten, dass als Hauptgrund (selbstverständlich und daher unausgesprochen) ein besseres Verständnis seitens der Nutzer/innen vorausgesetzt wird, doch verweist Aurada weder auf empirische Daten, noch fordert er solche ein. Wenn Aurada also stichhaltige Argumente letztlich schuldig bleibt, so bietet er doch eine Reihe bibliographischer Verweise, auf die er seine Ausführungen stützt, und die auch uns bei der Suche nach geeigneten Kategorisierungen für Darstellungen auf Globen hilfreich sein können. Konkret handelt es sich dabei um Aufsätze von Jensch (1966), Stams (1966) und Pillewizer (1970), wovon erstgenannter die – auch im Vergleich zu Aurada (1978) – größte Argumentationsschärfe zu bieten scheint und darum im Folgenden vorgestellt sei.

7.1.2 Globenwürdigkeit analoger Globen nach Jensch (1966)

„Wenn man einmal die technischen und wirtschaftlichen Vorteile der Kartendarstellung außer Betracht und nur die reine Erkenntnisabsicht gelten läßt, ist natürlich jedem erdräumlichen Sachverhalt die Darstellung auf dem Globus adäquater. Die Erde ist nun einmal ein kugelähnliches Gebilde. Tut man das aber nicht und wirft die technischen und wirtschaftlichen Vorteile mit in die Waagschale der Erwägungen, so erscheint eine Darstellung auf dem Globus mehr oder weniger sinnvoll, je nach den spezifischen Eigenschaften der erdräumlichen Sachverhalte.“ (Jensch, 1966)

Jensch beginnt seine Ausführungen mit einem grundsätzlichen und umfassenden Bekenntnis zum Globus, welcher jeder erdräumlichen Erkenntnisabsicht weiter entgegenkomme, als jede Karte. An dieser Stelle bewegt sich Jensch jedoch auf einem Aurada (1978) ähnlichen Argumentationsniveau, da er zwar auf die Ähnlichkeit des Globus zur Erdgestalt verweist, nicht jedoch auf Erkenntnisse, die dieser Ähnlichkeit einen größeren Erklärungsgehalt attestieren als einer ebenen Darstellung. Wir könnten nun zwar auf eine Parallele zum hier vertretenen semiotischen Imperativ verweisen, doch gibt Jensch selbst keinerlei Hinweise, sich auf solch semiotische oder auch andere, kognitions-wissenschaftliche Gründe zu stützen.

Die behauptete grundsätzliche Überlegenheit des Globus schränkt Jensch jedoch umgehend pragmatisch ein, da ihm aus wirtschaftlichen Gründen ein umfassender, themendeckender Einsatz von Globen ausgeschlossen zu sein scheint. Hieran knüpft er – wenngleich ohne diesen Begriff Auradas (1978) explizit zu gebrauchen – die Frage einer Globenwürdigkeit, die jeweils mittels der darzustellenden Thematik zu argumentieren sei. Bezüglich solcher Sachverhalte merkt Jensch an: „Es gibt solche, die die kartenbedingten Verzerrungen ohne großen Schaden vertragen – und es gibt andere, deren Wesenmerkmale dabei bis zur Unkenntlichkeit verstümmelt werden.“ (1966)

Unabhängig der gewählten Darstellungsform ist für Jensch bei jeder kartographischen Visualisierung entscheidend, nicht nur die behandelte Thematik in ihrer räumlichen und zeitlichen Lage zu differenzieren, sondern darüber hinaus auch deren zu Grunde liegenden Zusammenhänge erkennbar zu machen, „denn in ihnen liegt letztlich der Schlüssel zum Verständnis des Ganzen.“ (1966)

Betrachtet man solche Zusammenhänge in ihren globalen Ausmaßen, so sind dabei unterschiedliche Relationen in unterschiedlicher Stärke zu bemerken. Als theoretisches Beispiel nennt Jensch die erdoberflächennahen geologischen Einheiten, die im Grunde ohne kurzfristige Konsequenzen auf den übrigen Zustand der Erdkrustengeologie austauschbar wären, beispielsweise „ein paläozoischer Gneis durch einen triassischen Sandstein“ (1966). Als Gegenbeispiel bringt selbiger Autor das Klima, wo eine entsprechende Vertauschung einzelner klimatischer Zonen nicht ohne sofortige globale Konsequenzen möglich sei, so dass im Falle dieser Thematik intensivere funktionale Zusammenhänge hinsichtlich der globalen Verbreitung zu berücksichtigen seien. Grund für die verschiedenen Intensitäten in den globalen Relationen der gewählten Beispielthemen seien, so Jensch, die ungleichen Dynamiken der Trägermedien beider Prozesse, das heißt die relativ starre Erdkruste im Gegensatz zu den sich rasch ändernden, komplexen Zuständen der Erdatmosphäre.

Folglich stellt das Klima eine Thematik dar, deren Erkenntnis die Darstellung des Sachverhaltes gemeinsam mit seinen funktionalen Verbindungen erforderlich macht, woran Jensch die Frage schließt, ob die ebene Repräsentation einer Karte eine solche Veranschaulichung leisten kann. Dabei zieht er seine weitere Argumentationslinie zurück zu jenen physikalischen Gesetzen, vor denen sich das Klima vollzieht in einer Erdatmosphäre, die ihre Form und ihren Bezug zum sphärischen Erdkörper bereits im Namen trägt:

„Und das ist entscheidend! Nur unter solchen Bedingungen besitzt die entstandene Kausalkette zwischen Ursache und Wirkung Gültigkeit – und nur unter solchen Bedingungen sind fehlerlose Schlüsse entlang der Kausalkette in beiden Richtungen möglich, lässt sich also der klimatische Effekt aus den atmosphärischen Vorgängen ableiten und lassen sich umgekehrt die erdräumlichen Funktionsbeziehungen erschließen. Nur so also wird das Ganze greifbar.“ (1966)

In dem Maße, in dem das Klima nach einer Darstellung auf dem Globus verlangt, bewertet Jensch die Karte für diesen Darstellungszweck als ungeeignet, da die durch eine verebnete Visualisierung veränderten räumlichen Bedingungen die skizzierte Kausalkette sprengen und gleichwertige Schlussfolgerungen verunmöglichen würden. Diese eben zusammenfassend dargestellte Argumentation versucht Jensch mit zwei Beispielen zu untermauern, welche die Möglichkeiten bzw. Folgen einer verebneten Darstellungen des Erdklimas illustrieren. Dabei wendet er im Grunde die nach wie vor aktuelle Problematik der Kartennetzentwürfe, wie wir sie beispielsweise in Lehrbüchern erläutert finden (Hake et al., 2002; Robinson et al., 1995), auf das von ihm gewählte Thema und im Sinne seiner Begründungsstrategie an:

Erstens eignet per definitionem jeder ebenen Darstellung beziehungsweise Karte ein Randbereich, so dass in der Realität Aneinandergrenzendes auf der Karte mitunter diametral entfernt zu liegen kommt. Hinzu tritt zweitens, und für Jensch schwerwiegender, dass atmosphärische Strömungen divergenter und konvergenter Form, je nach den Eigenschaften der gewählten Abbildung, deformiert visualisiert werden: entweder erscheinen Luftströme – bei winkeltreuen Abbildungen – richtungstreu auf einer größenverhältnismäßig verzerrten Erddarstellung, oder aber wird – bei flächentreuen Entwürfen – auf eine richtungstreu Visualisierung der Konvergenz- und Divergenzströmungen verzichtet. In beiden Fällen ginge somit nach Ansicht von Jensch die Einsicht in vorhandene klimatische Funktionszusammenhänge und Gesetzmäßigkeiten verloren: „Das Fazit ist nach diesen Darlegungen klar: Die sinnvollste Darstellung des erdweiten klimatischen Sachverhaltes ist die auf dem Globus“ (1966).

Um nun auch zum Jensch'schen Verständnis der Globenwürdigkeit eine Kritik zu versuchen, können wir zunächst zusammenfassend festhalten, dass dieser Autor am Beispiel des Klimas argumentiert, wie ein Sachverhalt von der Kugelgestalt der Erde bestimmt werde und daher nur auf einem kugelförmigen Modell zum größtmöglichen Verständnis seitens der Nutzer/innen repräsentiert werden könne. Dieser Begründung ist zunächst die Frage zu stellen, wie sie vor der Gefahr eines tautologischen Erklärungskonzeptes bewahrt werden kann, da im Grunde die Mehrzahl aller erdweiten Thematiken in irgendeiner Form vom Klima – direkt oder indirekt – mitbestimmt wird, so dass für eine entsprechende Vielzahl von Sachverhalten eine Globenwürdigkeit gefolgert werden könnte. Zwar weist auch Jensch selbst auf diese umfassenden Visualisierungsvorteile des Globus (siehe Zitat zu Beginn dieses Abschnittes) bereits in der Einleitung seines Beitrages (1966) hin, gibt jedoch im weiteren Text keinerlei Kriterien an, wie zwischen solchen Thematiken, die durch eine verebnete Darstellung „erheblichen Schaden erleiden“ (ibid.) würden und jenen anderen Thematiken, deren verebnete Repräsentation dem Erklärungsgehalt der Darstellung keinen erheblichen Abbruch tut, zu unterscheiden ist. Jensch verwendet also mit dem Klima ein Beispiel, dessen Zusammenhang mit der Erde Kugelgestalt besonders anschaulich ist, das jedoch kaum noch Argumentationsraum für eine Gegenbeispiel lässt, das für eine Erdkarte sprechen könnte. Leser/innen werden somit mangels der Differenziertheit des Begründungsweges mit der gleichen Ansicht aus dem Text entlassen, mit der sie zu Beginn mit dem Thema konfrontiert wurden, das heißt mit der Überlegenheit des Globus in der Darstellung erdweiter Datensätze.

Jensch bleibt jedoch nicht nur Argumente für eine Globenwürdigkeit schuldig, sondern verabsäumt auch, für sein letztlich umfassendes Verständnis der vorzüglichen Darstellungsqualität des Globus Belege zu bringen. Er führt nämlich für diese Ansicht lediglich an, dass „natürlich jedem erdräumlichen Sachverhalt die Darstellung auf dem Globus adäquater“ (1966) ist, klärt jedoch nicht darüber auf, warum und auf welche Art hier von Natürlichkeit gesprochen werden kann, da eine solche Natürlichkeit angesichts des nutzungsorientierten Selbstverständnisses der Kartographie wiederum nur eine empirisch begründete sein kann.

Auch wenn die Ausführungen von Aurada (1978) und Jensch (1966) zahlreiche Fragen offen lassen, so wirken sie doch bis in die jüngere Fachdebatte fort, die erstmalig von Riedl (2000) auf den digitalen Globus ausgedehnt wird, und dessen Diskussion uns einen Abschluss der in diesem Abschnitt versuchten Rückschau zur Globenwürdigkeit in der kartographischen Fachliteratur erlauben wird.

7.1.3 Globenwürdigkeit nicht-analoger Globen nach Riedl (2000)

Riedl (2000) wählt zwar als Objekt seiner Abhandlung der Globenwürdigkeit explizit die nicht-analoge Variante des Globus, setzt jedoch seine Argumentation ausschließlich auf der einige Jahrzehnte zuvor geführten Diskussion auf, zu der die – unserer Meinung nach – einschlägigsten Texte in den beiden vorangegangenen Abschnitten vorgestellt wurden. Entsprechend fasst Riedl zusammen:

„Die Globenwürdigkeit eines Themas bzw. einer Aufgabenstellung – und damit der Vorzug einer Präsentation am Globus gegenüber einer Darstellung als Weltkarte – ist dann gegeben, wenn:

- eine enge Bindung an die Gestalt des Himmelskörpers besteht,
- die Daten des weltumspannenden Phänomens global verfügbar sind,
- der Sachverhalt auch unter dem Gesichtspunkt der Kleinmaßstäbigkeit die Aussagekraft bewahrt,
- oder in Kombination mit anderen Sachverhalten eine sinnvolle Ergänzung darstellt.“ (Riedl, 2000)

Riedl geht also mit den traditionellen Kriterien der Globenwürdigkeit weitestgehend konform, deren Anwendungsmöglichkeiten durch den Einsatz digitaler Technologien nur zusätzlich gesteigert würden, da sich beispielsweise für nicht-analoge Globen eine deutlich umfangreichere, interaktiv zu steuernde Kombinationsbreite darzustellender Thematiken in statischer oder animierter Form ergibt, die auch eine simultane Visualisierung zweier gegenüberliegender Hemisphären gestattet.

Jedoch legt Riedl durch diese Bezugnahme auf genannte ältere Quellen auch Widersprüche offen, zu denen er in seinen weiteren Ausführungen nicht Stellung nimmt. Dieser Argumentationskonflikt wird besonders in Bezug auf die Aussagen von Jensch deutlich, welcher einem uneingeschränkten Einsatz von Globen ausschließlich herstellungstechnische und -wirtschaftliche Gründe im Wege stehen sieht. Riedl (2000) hält gerade diesen Einwänden als Vorteile nicht-analoger Globen entgegen, „dass der ökonomische Faktor nicht mehr so stark ins Gewicht fällt“, wobei unter Verweis auf das sogenannte Moore'sche Gesetz (Moore, 2000) für die Zukunft eine weitere Herstellungsvergünstigung nicht-analoger Globen erwartet werden kann. Mit dem Auftreten nicht-analoger Globen treten somit genau jene Bedingungen ein, unter welchen Jensch eine uneingeschränkte Verwendung von Globen empfiehlt, wodurch auch der Begriff der Globenwürdigkeit mangels Oppositionen entbehrlich erscheinen müsste.

Riedl (2000) zieht aus diesen veränderten Gegebenheiten eine andere Schlussfolgerung, und vertritt mit Aurada die Position, dass auch für nicht-analoge Globen eine enge Bindung des Sachverhaltes an die Form des Himmelskörpers nötig sei. Da er jedoch selbst auf eine weitergehende Kritik dieses Kriteriums verzichtet, übernimmt er mit Auradas Ansicht auch dessen Begründungsdefizite, wie ein solch enger Zusammenhang zur – beispielsweise – kugelförmigen Erdgestalt erklärt und von einer weniger engen Bindung exakt differenziert werden kann.

7.1.4 Globenwürdigkeit vs. (Nicht-)Globenwürdigkeit

Der Begriff der Globenwürdigkeit findet sich zwar sowohl in der Fachliteratur als auch innerhalb dieses Textes bereits ohne offensichtliche Verständigungsprobleme verwendet, doch wurde auf eine entsprechende Definition dieses Terminus bis dato verzichtet. Der Umstand, dass wir nun in der

Frage, welche Thematiken globenwürdig seien, weder auf Widerspruchsfreiheit, noch auf überzeugende Erklärungskraft gestoßen sind, soll Anlass geben, dieser begrifflichen Unbestimmtheit durch einen eigenen Definitionsversuch entgegenzuwirken. Um hierfür bei einem – kleinen – gemeinsamen Nenner der vorgestellten fachtraditionellen Diskussion anzuknüpfen, kann hinter dem Begriff einer Globenwürdigkeit stets die Absicht erkannt werden, Erklärungsvorteile gegenüber einer verebneten Darstellung zu reklamieren. Entsprechend lässt sich definieren (vgl. Hruby, 2009):

Die Globenwürdigkeit eines Sachverhaltes gibt Auskunft über den Erkenntnisgewinn, den derselbe bei einer Darstellung am Globus im Vergleich zu einer Darstellung auf einer Karte erfährt.

Umstrittener präsentiert sich hingegen die Verneinung des Begriffes, d.h. die Möglichkeit einer Nicht-Globenwürdigkeit und deren teilweiser bzw. vollständiger Relativierung durch technologische und wirtschaftliche Faktoren. Autoren wie Aurada (1978) und Riedl (2000) wenden sich hier gegen eine relative Position und sprechen sich vielmehr für die Möglichkeit einer absoluten Nicht-Globenwürdigkeit aus, indem so darauf beharren, dass nicht jeder globale Sachverhalt globenwürdig sei. Jensch (1966) hingegen relativiert einen solchen Begriff der Nicht-Globenwürdigkeit durch die Behauptung, dass „jedem erdräumlichen Sachverhalt die Darstellung auf dem Globus adäquater“ sei und nur der technische und finanzielle Aufwand der Globenproduktion diesen prinzipiellen Vorteil beschränke. Eine Entsprechung und zugleich versuchte Begründung dieser Aussage findet sich im semiotischen Imperativ, der für die Repräsentation globaler Sachverhalte den Globus prinzipiell favorisiert, da dieser die Realität mit größerer Ikonizität, also ähnlicher beschreibt.

7.2 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit

Im vorangegangenen Abschnitt wurden wesentliche Autoren und deren Argumente für eine – absolute oder relative – Globenwürdigkeit vorgestellt. Wir wollen nun versuchen, diese Diskussion strukturierter und konsistenter in Form einer Reihe von Thesen zu formulieren, um daran anschließend eine allgemeinere Bewertung des Konzepts der Globenwürdigkeit beziehungsweise der dahinter stehenden Ideen zu wagen. Eine von Riedl (2000) versuchte Zusammenfassung zum Forschungsstand (vgl. 7.1.3) kann eine aktuelle Ausgangsbasis für eine solchen Strukturierung der Überlegungen von Abschnitt 7.1 bieten.

7.2.1 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit – These 1: Bindung an die Gestalt des Himmelskörpers

Die Knüpfung einer Globenwürdigkeit an die Gestalt des Himmelskörpers tritt wohl als Hauptargument der bisherigen Diskussion dieser Frage hervor. Es wird von allen genannten Autoren an erster Stelle angeführt, und findet die ausführlichste Begründung zum Thema vor allem in der kritisierten Arbeit von Jensch (1966). Trotz der zu vernehmenden Einstimmigkeit lassen sich Zweifel am Erklärungswert dieser These nicht unterdrücken, da von den Autoren weder versucht wurde, die Art der Bindung zu qualifizieren, noch den Grad der Bindung zu quantifizieren. Zudem ist auch die hierbei unternommene Grenzziehung zwischen Bindendem und Gebundenem fragwürdig, da unter dieser Argumentationslinie beispielsweise nicht nur Sachverhalte an die Erdgestalt gebunden sind, sondern auch die Erdgestalt selbst als ein globenwürdiger Sachverhalt verstanden werden kann, der sich aus anderen Thematiken erklären lässt.

Da jedoch Einstimmigkeit hinsichtlich eines globenwürdigen Parathemas in Gestalt des Klimas zu herrschen scheint, könnte vermittels einer Analyse dieses Sachverhaltes und seiner Abhängigkeiten eine Konkretisierung dieses Bindungsbegriffes versucht werden. Dabei gilt es auch, das angesprochene Risiko einer tautologischen Argumentation zu berücksichtigen und eine entsprechende Differenzierung kausaler Abhängigkeiten beziehungsweise eine genetische Verkettung von Ursachen und Konsequenzen zu versuchen. Entsprechend können wir diese erste These unter Verweis auf die in 7.1.4 gegebene Begriffsbestimmung in einer deutlicher kritisierbaren Weise formulieren:

Je enger die Bindung eines Sachverhaltes an die Gestalt des Himmelskörpers ist, umso größeren Erkenntnisgewinn erfährt dieser Sachverhalt bei einer Darstellung am Globus im Vergleich zu einer Darstellung auf einer Karte.

7.2.2 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit - These 2: Globale Daten verfügbar

Die Forderung nach Verfügbarkeit globaler Daten wird besonders von Aurada (1978; vgl. 2. und 3. Argument in Abschnitt 7.1.1), sowie in Anlehnung an denselben bei Riedl (2000) erhoben. Dabei beziehen beide Autoren erdweite Sachverhalte im engeren wie auch im weiteren Sinne in dieses Kriterium mit ein, das heißt auch solche Thematiken, die sich zwar entweder nur auf die Landmassen oder nur auf Meeresgebiete der Erde beschränken, aber zu ihrer optimalen Erklärung dennoch der Einbeziehung der jeweils anderen Oberflächenbedeckungsform beziehungsweise von Daten derselben bedürfen.

Neben der bereits vorgebrachten, allgemeinen Kritik an diesen beiden Autoren in Bezug auf ihre mangelnde Erklärung dieses Kennzeichens von Globenwürdigkeit können weitere Einwände vorgebracht werden: Erstens erscheint es erläuterungsbedürftig, ob das Verhältnis dieser These zu dem unter 7.2.1 vorgebrachten Kriterium ein- oder ausschließlicher Natur sein soll, ob also entweder beide Argumente zugleich, oder aber nur eines der beiden greifen kann. Gäbe es beispielsweise einen Sachverhalt, dessen Verständnis in enger Bindung zur Erdgestalt steht, dessen Verbreitung aber nur auf eine Hemisphäre beschränkt ist, so wäre dieser gemäß erster Ansicht globenwürdig, und zugleich nicht-globenwürdig gemäß der zweiten Forderung nach einem erdweiten Phänomen.

Zweitens, und in Fortführung der eben entwickelten Bedenken, ist die von Aurada (1978) und Riedl (2000) versuchte Differenzierung in Land und Wasser aus logischen Gründen zu hinterfragen, da diese Unterscheidung nur unter Verweis auf das jeweilige Gegenteil sinnvoll scheint, und ferner der potenzielle Rückfall auf eine Tautologie im Raume steht, da im Falle einer genetisch-respektiven Argumentationsweise jeder Sachverhalt – ob zu Meer oder zu Festland – ab einer bestimmten Erklärungstiefe nur unter Berücksichtigung seiner hier unterstellten Verneinung (d.h. Nicht-Meer oder Nicht-Festland) dargelegt werden kann. Diesen Kritikpunkten Rechnung tragend, können wir auch diese zweite These in abgeschwächter Form ausdrücken.

Je global-flächendeckender Daten eines Phänomens gegeben sind, umso größeren Erkenntnisgewinn erfährt dieser Sachverhalt bei einer Darstellung am Globus im Vergleich zu einer Darstellung auf einer Karte.

Mit dieser Formulierung wird jedoch nun zugleich ein weiterer Einwand gegen das in diesem Abschnitt besprochene Kriterium einer Globenwürdigkeit deutlich, welcher bisher verschwiegen wurde. Es stellt sich nämlich die Frage ein, warum ein erdweiter Datensatz für eine Darstellung am

Globus einen höheren Rechtfertigungsstellenwert haben sollte, als für eine Darstellung auf einer Erdkarte. Insofern erhebt sich der Verdacht, dass diese These zur Globenwürdigkeit im eigentlichen Sinne keine solche ist, sondern allenfalls eine These zur Themenwahl für globale kartographische Darstellungen. Auch diese Problematik mag ihre Berechtigung haben, doch liegt sie bereits abseits der hier verfolgten Ziele.

7.2.3 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit - These 3: Kleinmaßstäbige Aussagekraft

Kleinmaßstäbige Aussagekraft wird als Vorbedingung einer Globenwürdigkeit explizit vor allem von Riedl (2000) in seiner Diskussion zu nicht-analogen Globen eingebracht. In Bezug auf diese Ausrichtung des Autors können wir das Kriterium, welches vordergründig wegen der (definitionsgemäßen, vgl. 6.1) Kleinmaßstäbigkeit des Globus als selbstverständlich erscheinen muss, gegen den Einwand der Entbehrlichkeit mit dem Hinweis auf die speziellen Visualisierungsmöglichkeiten nicht-analoger Globen zunächst zu rechtfertigen versuchen. Einerseits bieten sich mittels digitaler Darstellungstechnik am Globus verschiedene Möglichkeiten, den Maßstab bzw. die Datenauflösung lokal zu variieren, um beispielsweise Lupeneffekte auf bestimmte Erdräume zu ermöglichen. Andererseits können wir diese ausdrückliche Forderung nach kleinmaßstäbiger Repräsentation im Lichte der oben dargestellten Begriffsbestimmungsproblematik als Versuch einer Abgrenzung gegenüber populär(wissenschaftlich) als »digitale/virtuelle Globen« bezeichneten Applikationen wie Google Earth verstehen (vgl. Abschnitt 6.2.2 und 6.2.4). In beiden Fällen verdienten die hier skizzierten Rechtfertigungen eine tiefere Kritik, da sie keineswegs unanfechtbar scheinen, und sich durchaus als falsch erweisen könnten. Für unsere Absichten entscheidender ist jedoch, dass dieses Merkmal einer Globenwürdigkeit, ob gerechtfertigt und aufschlussreich oder vielmehr selbstredend, in jedem Falle und in gleicher Weise auch für eine Erdkarte reklamiert werden kann, und somit seinen Anspruch als Kriterium im Vergleich von Globus und Erdkarte verliert. Diese wesentliche Argumentationsschwäche wird auch deutlich, wenn wir in Anlehnung an die beiden vorherigen Abschnitte eine Reformulierung dieser These versuchen:

Je größer die kleinmaßstäbige Aussagekraft eines Themas ist, umso größeren Erkenntnisgewinn erfährt dieses bei einer Darstellung am Globus im Vergleich zu einer Darstellung auf einer Karte.

Kleinmaßstäbige Aussagekraft mag also ein berechtigtes Thema bei Visualisierungen globaler Perspektive sein, scheint jedoch als differenzierendes Kriterium im Sinne der hier verstandenen Globenwürdigkeit ungeeignet.

7.2.4 Traditionelle Thesen zur Globenwürdigkeit – These 4: sinnvolle Kombination mit anderen Sachverhalten

Aurada (1978) und Riedl (2000) weisen als weitere Bedingung der Globenwürdigkeit eines Sachverhaltes auf die Möglichkeit hin, dass sich eine solche unter Umständen erst in Kombination mit anderen Phänomenen einstellt, wogegen selbiger Sachverhalt ohne diese Kombination nicht globenwürdig wäre. Besehen wir uns dieses Argument genauer, so scheint es sich im Grunde weniger um ein neues, unabhängiges Kriterium, sondern vielmehr um eine Erweiterung der ersten These (7.2.1) zu handeln. Diese wird hier zumindest als gültig vorausgesetzt, da jeder angesprochene, kombinationsbedürftige Sachverhalt nur in Verbindung mit einem anderen Sachverhalt als globenwürdig verstanden werden kann, der in enger Bindung zur Erdgestalt steht. Wird jedoch

dieses Kriterium vorausgesetzt, so sind auch dessen Gegenargumente dem Argument der Kombinationsfähigkeit kritisch entgegenzusetzen. Dabei können diese Einwände jedoch nicht nur indirekt, das heißt auf dem Wege dieser Voraussetzung erhoben werden, sondern auch direkt auf das jeweils bedingt globenwürdige Phänomen angewendet werden.

Konkret erscheint zunächst eine Abgrenzung zwischen kombinationsbedürftigen und nichtkombinationsbedürftigen Sachverhalten schwierig; einerseits sind alle Themen, deren Globenwürdigkeit in der Fachliteratur als mustergültig gepriesen wurde – allen voran das Klima, aber auch beispielsweise der geologische Aufbau der Erde – bereits selbst äußert komplexe Phänomene, die nur als Kombination andere Phänomene verstanden werden können, insofern auch die hier versuchte Unterscheidung hinfällig scheint. Andererseits liegt wiederum die Etablierung einer Tautologie nahe, insofern jeder Sachverhalt in einer bestimmten Kombination Sinn machen kann, auch wenn ein solcher im Voraus zwar nicht absehbar sein sollte, aber ebenso wenig mit Sicherheit ausgeschlossen werden kann.

Abgesehen von diesen Kritikpunkten, die sich aus der inhaltlichen Nähe zu These 1 ergeben, können wir jedoch einen weiteren Einspruch formulieren, der sich gerade deshalb aufdrängt, als die genannten Autoren hier auf einem eigenen, zusätzlichen Kriterium der Globenwürdigkeit beharren. Dieser bezieht sich auf die bereits vorgebrachte Frage, inwieweit eine solche Kombinationsfähigkeit eines Sachverhaltes für eine Darstellung am Globus von erkenntnisfördernd größerer Bedeutung sein kann, als auf einer Erdkarte, wenn man definieren würde:

Je größer die Kombinationsfähigkeit eines Themas ist, umso größeren Erkenntnisgewinn erfährt dieses bei einer komplexen Darstellung am Globus im Vergleich zu einer Darstellung auf einer Karte.

Auch hier scheinen also die Autoren auf der Suche nach einer besonderen Eignung der Darstellung am Globus bei einer Argumentation der besonderen Eignung der Darstellung von Sachverhalten aus globaler Perspektive angelangt zu sein, ohne dabei jedoch noch auf zwingende Unterschiede zwischen Globus und Erdkarte zu achten.

7.3 Kritik an den traditionellen Thesen zur Globenwürdigkeit

Kehren wir nach dieser Zusammenfassung zum status quo der Globenwürdigkeit zu unserer Leitfrage nach möglichen Erklärungsvorteilen einer Darstellung am Globus zurück, so ist festzustellen, dass es mit diesem Konzept bislang nicht gelungen ist, eine Antwort zu geben, da sich die fachtraditionelle Diskussion in einer Argumentation unterschiedlicher Thesen erschöpft, ohne diese selbst, noch deren Überprüfbarkeit zu bestätigen. Für dieses Scheitern lässt sich folgende Reihe von – mitunter wechselseitig wirkenden – Gründen anführen.

7.3.1 Unscharfe Thesenformulierung

Zunächst scheinen die in Abschnitt 7.2 einzeln kritisierten Thesen dahingehend problematisch, dass die genannten Autoren Argumente anführen, deren Allgemeinheit in wortwörtlicher Interpretation darauf hinausläuft, jeden Sachverhalt als globenwürdig begründen zu können. Dies bringt einerseits die Notwendigkeit mit sich, Vorwürfen tautologischer Rechtfertigung

zuvorkommen zu müssen, so dass die Thesen unscharf gegenüber der Möglichkeit einer absoluten Nicht-Globenwürdigkeit bleiben. Andererseits bedingt diese argumentative Verallgemeinerung (z.B. „Abhängigkeit zur Erdgestalt“) auch eine Verallgemeinerung globenwürdiger Sachverhalte, so dass die Thesen auch hinsichtlich der Möglichkeit höherer oder geringerer Globenwürdigkeit unscharf bleiben.

7.3.2 Ungenaue Definition des Globusbegriffes (keine Unterscheidung zwischen Körper und Inhalt)

Wurden die Thesenformulierungen selbst als unscharf beschrieben, so kann dies auch hinsichtlich der Abgrenzung zwischen Globus und Karte getan werden, da einerseits Argumente für die Globenwürdigkeit angeführt werden, die genauso für die Nicht-Globenwürdigkeit, d.h. für eine Darstellung auf einer Erdkarte eingebracht werden können, und andererseits nicht dargelegt wird, was eine relative Globenwürdigkeit eines Sachverhaltes für dessen Darstellung auf einer Erdkarte bedeuten kann, ob also beispielsweise ein weniger globenwürdiges Phänomen für eine Visualisierung auf einer Erdkarte besser geeignet ist als ein besonders globenwürdiges Thema.

Jedoch scheint der Globusbegriff nicht nur in Relation zur Karte, sondern auch hinsichtlich seiner eigenen Komplexität unvollständig reflektiert. Man denke hierfür beispielsweise an die in Abschnitt 6.4 genannte Möglichkeit, Form, Gestalt und Inhalt zu unterscheiden und an die daran geknüpfte Notwendigkeit, den Globus interaktiv (z.B. durch Drehen) erschließbar zu machen.

7.3.3 Fehlende empirische Bestätigung

Zu den eben genannten formalen Schwierigkeiten treten Einwände, die sich aus dem fehlenden Nutzungsbezug der Globenwürdigkeit ergeben. Diese stützt sich nämlich vor allem auf die Korrelate des Repräsentamens (Globus) und des Objekts (Realität), während der repräsentative Aspekt in der Relation zum Interpretanten zwar jeweils impliziert, jedoch in keiner Weise begründet oder differenziert wird, so dass das Verständnis dieses Zeichenkorrelats und somit der Nutzer/innen als bekannt und selbstverständlich vorausgesetzt scheint. Dass dieses Wissen jedoch weniger ein vorauszusetzendes, sondern vielmehr ein noch fehlendes beziehungsweise zu erschließendes ist, zeigen die unterschiedlichen und teilweise sogar unvereinbaren Thesen zur Globenwürdigkeit letztendlich selbst, da eine solche Meinungsverschiedenheit besonders auf dem Boden empirischen Unverständnisses von Dauer sein kann.

7.3.4 Einseitigkeit des intendierten Verwendungszweckes von Globus und Erdkarte

Schließlich ist die empirische Bestätigung der Globenwürdigkeit nicht nur ausstehend, sondern auch hinsichtlich der von den hier kritisierten Autoren vorgenommenen Implikationen unvollständig konzipiert. Wird nämlich nach den Erklärungsvorteilen eines Globus gegenüber einer Karte gefragt, so ist man im Sinne der fachtraditionellen Diskussion vor allem an jenen Fakten interessiert, die mit Hilfe eines Globus besser vermittelt werden können. Man ist also – in kognitionspsychologischer Terminologie gesprochen – vor allem an deklarativem Wissen interessiert (Anderson, 2007). Hingegen bleibt die Frage unbeachtet, wie Nutzer/innen Probleme auf einem Globus im Vergleich zur

Karte strukturieren und lösen, was – um wiederum auf die Kognitionswissenschaften zu verweisen – in den Bereich prozeduralen Wissens fällt. Ein solches Wissen ist jedoch beispielsweise von Interesse, wenn es darum geht, die in Abschnitt 7.3.2 angesprochene Notwendigkeit interaktiver Auseinandersetzung mit dem Globus optimal zu gestalten.

7.3.5 Einseitig holistischer Zugang

Zum Abschluss dieser Auflistung von Kritikpunkten und zugleich als Zusammenfassung derselben können wir als wissenschaftstheoretischen Einwand vorbringen, dass bei den zitierten Beispielen globenwürdiger Sachverhalte durchwegs komplexe Phänomene herangezogen wurden (z.B.: Klima), ohne dabei auf das Verständnis der Darstellung einfacher Themen aufzubauen. Eine solcherart praktizierte Ablehnung alternativer, beispielsweise reduktionistischer Forschungskonzepte ist zwar im Rahmen des zeitgenössischen Diskurses der Wissenschaftstheorie vertretbar (beispielsweise im Sinne Feyerabends (1986)), doch gibt die angeführte Literatur zur Globenwürdigkeit weder Hinweise, ob sie sich bewusst gegen einen reduktionistischen Zugang entschieden hat, noch welches alternative Erklärungskonzept ihren Überlegungen zu Grunde liegt – ein Versäumnis, das den weiteren Aufbau dieser Arbeit wesentlich beeinflussen wird.

8 Interpretantenbezug der Erdkarte

In Kapitel 7 wurde mit dem Konzept der Globenwürdigkeit der (unserer Ansicht nach) bislang umfassendste Versuch vorgestellt, Darstellungsvorteile am Globus gegenüber der Erdkarte jenseits der ebenso kurzen wie pragmatischen Bewertungen dieser Fragestellungen in kartographischen Lehrbüchern zu argumentieren. Allerdings konnten uns die Thesen, welche im Rahmen dieser Diskussion hervorgebracht wurden, aus obengenannten Gründen nicht überzeugen, so dass die Frage nach dem besseren, das heißt verständnisfördernderen Modell globaler Wirklichkeit für die Absichten dieser Arbeit als unbeantwortet anzusehen ist – zumindest aus Perspektive der Befürworter einer Globenwürdigkeit.

Jedoch steht an dieser Stelle ein alternativer Lösungsansatz offen, der sich aus der notwendigerweise zumindest binären Struktur eines jeden Vergleichs ergibt: konnten nämlich bislang keine besonderen Erklärungsvorteile des Globus gegenüber der Karte begründet werden, so wäre es für unsere Zwecke aus umgekehrtem Blickwinkel ebenso interessant zu wissen, worin die besonderen Vorteile einer Erdkarte liegen, da in einer solchen Begründung die Abgrenzung der Erdkarte vom Globus explizit oder implizit mitgedacht werden müsste, weshalb also die Stärken der Ersteren auf die Schwächen des Letzteren verweisen sollten und vice versa.

In Analogie zu Kapitel 7 können wir die Überlegungen zu den besonderen Qualitäten der Erdkarte wiederum im Rahmen eines Diskurses vorstellen, nämlich jenem Diskurs, der sich seit mehreren Jahrhunderten um die Frage der geeignetsten Kartenprojektion spinnt. Diese Auseinandersetzung sei zunächst in gebotener Kürze bis zu dem Punkt zusammengefasst, an dem eine empirische Untersuchung dieses Problems einsetzt, welche entsprechend dem in Teil A hergeleiteten nutzungsbezogenen Selbstverständnis der Kartographie *conditio sine que non* eines jeden Erklärungsanspruches sein muss.

8.1 Kurzchronologie populärer Abbildungen der Erdoberfläche und prominenter Kritikpunkte

Ausgangspunkt einer Betrachtung der zeitweise durchaus lebhaft geführten Diskussion um eine möglichst geeignete Projektion für Weltkarten kann die Mercator-Projektion bieten, die in den vergangenen Jahrhunderten aus ihrem ursprünglichen Kompetenzbereich der Seefahrt zunehmend gelöst und zur vorherrschenden Abbildung der Erdoberfläche auch für nicht-maritime Zwecke wurde:

“Whether for good or bad, both geographers and members of the general population seem to be attached to the Mercator projection – either as the classic example – of projection distortion or as the most recognized representation of the world.” (Battersby & Montello, 2009)

Entsprechend ihrer ursprünglichen Bestimmung zum Gebrauch in Seekarten ist das wesentliche Merkmal der Mercator-Projektion die Winkeltreue, welche im Zuge der Verebnung der Erdoberfläche notwendigerweise zu Distortionen führt, die in Richtung der beiden Pole in einem Maße zunehmen, dass diese selbst nicht mehr (was dem Nutzen dieser Entwürfe jedoch unter aktuellen Klimabedingungen keinen Abbruch tut), und polnahe Gebiete nur in starker flächenbezogener Verzerrung dargestellt werden können (Battersby & Montello (2009) nennen beispielsweise für

Grönland eine relative Vergrößerung von 1645%). Diese – den ursprünglichen Verwendungszweck keineswegs verhindernden – Verzerrungen rückten in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts in den Mittelpunkt einer engagierten Kontroverse, ausgelöst durch die Präsentation einer „neuen“, flächentreuen Zylinderabbildung anno 1973 durch den deutschen Historiker Arno Peters:

“It was the quiescent Gall orthographic, however, that sprang forth in a reincarnation as the ‘Peters’ projection a century after Gall; it had such an impact that it became a focus of vehement criticism by most cartographers who commented at all. [...] Of greater concern to cartographers were Peter's repeated claims for the panacea nature of ‘his’ projection to replace the pervasive Mercator projection as a world map. One was the strong implication that this was the first equal-area projection developed [...]. The other controversial claim was that the less developed countries of the world were finally presented in a fair manner on a world map, rather than on a ‘Euro-centered’ Mercator projection with severe distortion.” (Snyder, 1993)

Die Reaktionen auf diese Argumentation waren gespalten (vgl. auch Crampton, 1994): Einerseits fand die Forderung nach einer Ablöse der Mercator-Projektion grundsätzlich Zustimmung (Robinson, 1990), andererseits wurde die als Alternative vorgeschlagene Peters-Projektion als „ludicrously inapt solution“ (Monmonier, 2004) abgelehnt, da sie vor allem die Landformen äquator-naher Gebiete zu Gunsten von Flächentreue zu stark verformen würde. Noch deutlicher fällt eine oft zitierte Kritik von Robinson aus: „On the ‘Peters projection’ the land masses are somewhat reminiscent of wet, ragged, long winter underwear hung out to dry on the Arctic Circle.“ (1985). Letzterem Autor gelang es schließlich, eine eigene Abbildung, die sogenannte Robinson-Projektion, als Alternative zu etablieren, die von 1988 bis 1998 auch von der US-amerikanischen *National Geographic Society* und somit auch in dem von ihr herausgegebenen *National Geographic* verwendet wurde (Jenny et al., 2008).

8.2 Evaluierung der „Wäscheleinendebatte“ aus Sicht des spatial-cognition-research

Hat mit dieser Etablierung alternativer Abbildungen die Diskussion um die Mercator-Projektion zumindest teilweise Ergebnisse gezeigt, so scheint jedoch die – vereinzelt immer noch warm gehaltene – Debatte selbst nicht bis zu all ihren möglichen argumentativen Konsequenzen ausgeführt worden zu sein: Zwar konnte in verschiedenen Studien (Chiodo, 1997; Saarinen, 1987) in der Tat gezeigt werden, dass von Proband/innen aus dem Gedächtnis abgerufene *sketch-maps* auf Mercator-Projektionen zu beruhen, und diese daher Einfluss auf die mentalen Repräsentationen vieler Menschen zu nehmen scheinen. Stützt man sich jedoch ausschließlich auf diese Argumente, so läuft man Gefahr, den kartographischen Kommunikationsprozess entscheidend zu verkürzen. Wenn nämlich jede nicht-mentale Karte als Vermittlerin zwischen Realität und Nutzer/innen verstanden werden kann, so gilt diese Funktion auch für mentale Karten. Entscheidend ist also weniger, ob mentale Repräsentation Verzerrungen der einen oder anderen Kartenprojektion übernehmen, sondern die Frage, inwieweit diese Verzerrungen die Informationsentnahme seitens der Nutzer/innen beziehungsweise die durch die Karte ausgelöste Wirkung beeinflussen. In diesem Sinne ist weniger das Trägermedium (mental oder nicht-mental) selbst, sondern die Wirkung, die es auslöst, relevant. Auf das obengenannte Beispiel Grönlands übertragen würde dies etwa bedeuten, dass die von beispielsweise Chiodo und Saarinen zitierten Verzerrungen in mentalen Karten vor allem dann problematisch sind, wenn sie in das Verständnis georäumlicher Sachverhalte einfließen. Diese Frage wurde jedoch in der oben skizzierten Diskussion um den Mercator-Effekt nicht gestellt beziehungsweise nicht empirisch zu beantworten versucht, obwohl zeitparallel bereits zahlreiche Überlegungen zu Aufbau und Funktion mentaler Wissensrepräsentationen angestellt und miteinander konfrontiert wurden (vgl. Pylyshyn, 2000).

Erst in jüngerer Fachliteratur finden wir diese Überlegungen aufgegriffen und auf kartographische Produkte angewandt: für unsere Fragestellung interessant ist beispielsweise eine aktuelle Untersuchung von Battersby & Montello (2009), die an Hand von globalen Flächengrößenschätzungen prüften, ob die Mercator-Projektion tatsächlich ein „master image“ (Vujakovic, 2002) global-räumlicher Repräsentation ist. Zwei Studien wurden zu diesem Zwecke durchgeführt: Einerseits wurde eine Gruppe von Teilnehmer/innen eines Universitätskurses für Regionalgeographie (Niveau: *undergraduate*) ersucht, 26 Regionen (Staaten, Staaten-Cluster und Kontinente) hinsichtlich ihrer relativen Größe im Vergleich zu den USA (exklusive Alaska) zu bewerten. Dabei wurden die Stimuli ausschließlich schriftlich in Listenform vorgegeben, wie auch schriftlich in numerischer Weise beantwortet. Andererseits wurden Studierende eines Einführungskurses in die Humangeographie, die nicht an eben genanntem Test teilgenommen hatten, mit graphischen Repräsentationen der Umrisslinien selbiger 26 Regionen sowie des Referenzgebietes (den USA) konfrontiert. Mittels einer entsprechenden Computerapplikation konnten die Proband/innen die Größe jeder Region kontinuierlich variieren, bis sie in der ihrer Meinung richtigen Relation zum Referenzwert standen. Beide Studien erbrachten ein ähnliches und inhaltlich selbst für das Autorenteam unerwartetes Ergebnis:

“In fact, we began this work believing that any distortions in areas on the global-scale cognitive map would come primarily from visual representations (i.e. maps) that the participants in our studies were familiar with previously, and that Mercator may be one of these familiar visual representations. This proved not to be evident. As the area estimates in both of our studies were highly correlated with the modulus areas of the regions, and not with areas from the common Mercator or Robinson map projections, it appears that the areas of regions as represented in the cognitive map approximate the actual areas of the regions relatively well.” (Battersby & Montello, 2009)

Battersby & Montello stellen zwei hypothetische Erklärungsansätze zur Diskussion: Zum einen wird die Vermutung geäußert, dass beim Abruf von nur indirekt erfahrbaren Flächengrößen auf einen „cognitive atlas“ (2009) zugegriffen wird, aus dem verschiedene Quellen abgerufen und je nach Bedarf zu einer zweckmäßigen Repräsentation zusammengesetzt werden. Neben dieser, von Battersby & Montello bevorzugten Explikation, wird jedoch auch die Möglichkeit eingeräumt, dass tatsächlich eine einzige flächentreue mentale Karte den Bewertungen der Proband/innen zu Grunde liegen könnte. Beide Thesen erlauben eine Erklärung der beobachteten systematischen Unterschätzungen kleiner Stimuli und Überschätzungen großer Stimuli, wie sie sich generell bei psychophysischen Schätztests beobachten lassen, und bieten sich somit für weitere Forschungsarbeiten an.

Von den drei Grundelementen kartographischer Gestaltung, nämlich Punkt, Linie und Fläche (vgl. Hake et al., 2002), wird mit der eben zusammengefassten Untersuchung von Battersby & Montello (2009) das letztgenannte in einem Maße thematisiert, das nachfolgenden Projekten erlauben sollte, auf dieser Grundlage weitere Überlegungen aufzusetzen. Da in zitierten Tests jedoch ausschließlich auf Flächengrößen in Relation zu einem einzigen Referenzgebiet eingegangen wird, erlauben die Resultate kaum Aussagen über punkt- (z.B. Position eines Ortes innerhalb einer Fläche) oder linienhafte (z.B. die kürzeste Verbindung zwischen Punkten/Flächen) Elemente beziehungsweise über die Genauigkeit, mit der entsprechende Daten mental abrufbar sind.

Wir können jedoch zum Verständnis des räumlichen Gedächtnisses von punkt- und linienbezogenen Informationen über globale, indirekt erfahrbare Räume bei einer Untersuchungsserie von Friedman & Brown (2000) anschließen. Diese fragten in zwei Testpaaren Studierende nach einer numerischen Angabe der vermuteten geographischen Breiten europäischer und afrikanischer Städte beziehungsweise nach der vermuteten geographischen Länge nord- und südamerikanischer Städte.

Dabei zeigten sich zunächst sehr unterschiedliche Bekanntheitsgrade der erfragten Positionen sowohl im Bereich Europa-Afrika als auch für das Untersuchungsgebiet Nordamerika-Südamerika; diese Heterogenität spiegelt sich erwartungsgemäß auch in den Antworten wider, so dass bekanntere Orte genauer referenziert werden konnten. Neben diesem relativ unspektakulären Befund ergaben die empirischen Daten jedoch auch, dass die Proband/innen Städte nicht innerhalb einer globalen Repräsentation im Sinne einer *mental world map* zu verorten scheinen, sondern ihren geographischen Urteilen Kategorisierungen zugrunde legen, die je nach Kenntnis des betreffenden Raumes mit weiteren Unterkategorien versehen und verfeinert werden. Beispielsweise wird die relativ ungenaue Kenntnis, welche die Testpersonen bezüglich des afrikanischen Kontinents besaßen, in einer einzigen Raumkategorie »Afrika« verortet, während die Raumkategorie »Europa« zweifach in »Südeuropa« und »Nordeuropa« unterteilt wurde.

Friedman & Brown (2000) interpretieren nun diese Ergebnisse in einem theoretischen Rahmen plausibler Schlussfolgerung (*plausible-reasoning framework*): „[...] based on the idea that decision making in knowledge-rich domains relies on plausible inferences based on partial knowledge.“:

“Plausible reasoning certainly can be used to generate location estimates. For example, a person attempting to estimate the latitude of Athens, Greece might know that Greece has warm climate and that countries with warm climates tend to close to the equator. This implies that Greece, and hence Athens is relatively close to the equator. Moreover, because Greece is in Europe and Europe is north of the equator, Athens must also be north of the equator. However, because Greece has warm climate, it can not be too far north. Thus, an estimate of 15° north might seem reasonable, although it is incorrect (the actual latitude of Athens is 38° north). This example illustrates two important points: First, it is possible to generate a location judgement without reference to a spatial representation. Second, it is possible for valid conceptual knowledge to yield systematically biased location estimates.

Now, consider the situation in which knowledge is more sparse, for example, a person attempting to locate Khartoum, in the Sudan. This individual might know only that the Sudan is in Africa and believe that Africa is in the Southern Hemisphere. These facts, combined with a belief that Africa is generally hot and that hot regions are near the equator, could yield an estimate of, say, 20° south latitude (the actual latitude of Khartoum is 16° north). The point of this example is that estimates are likely to regress toward some central point when the relevant domain-specific knowledge is sparse.” (Friedman & Brown, 2000)

Die für unsere Ziele interessanten Aussagen eines solchen *plausible-reasoning framework* betreffen an dieser Stelle die Möglichkeit, dass – wie schon von Battersby & Montello (2009) für Flächengrößenschätzungen vermutet – Nutzer/innen nicht über mentale globale Repräsentation, das heißt weder über eine *mental map*, noch über einen *mental globe* zu verfügen scheinen, sondern ihre geographische Kenntnisse aus wissensabhängig unterschiedlich kategorisierten Raumkonzepten und *landmarks* wie dem Äquator möglichst plausibel ableiten.

Diese Diagnose konnte durch eine Reihe von Folgetest untermauert werden, die unter Anderem erbrachten, dass von den Proband/innen vorgefasste Kategorisierungen auch dann in die Bewertung geographischer Lagekoordinaten einfließen, wenn auf einer einfachen kartographischen Grundlage, zum Beispiel einer stummen Erdkarte bloßer Land-See-Unterscheidung, zusätzliche Referenzlandmarken zur Verfügung gestellt werden (Friedman, 2009). Ebenso konnten Friedman & Montello (2006) zeigen, dass geographisches Wissen nicht nur in Bezug auf die Lagebestimmung punktueller Phänomene kategorisiert wird, sondern auch in der Verbindung dieser Punkte zu Distanzurteilen.

8.3 Erdkarten als offene Forschungsfrage

Haben wir uns zu Beginn dieses Kapitels mit der expliziten Frage an die Fachliteratur gewandt, welches die besonderen Eigenschaften der Erdkarte seien, um daraus Rückschlüsse auf entsprechende Qualitäten eines Erdglobus als Wissensvermittler zu ziehen, so ist nach den eben unternommenen Exkursen zum kartographischen und raum-kognitionswissenschaftlichen Forschungsstand festzustellen, dass die Fülle der Resultate in keinem Verhältnis zum emotionalen Einsatz zahlreicher Kartographen steht, so dass solche Besonderheiten der Erdkarte gegenüber dem Erdglobus seitens der Kartographie bislang nicht herausgearbeitet werden konnten. Dieses Versäumnis wiegt umso schwerer, als entsprechende Untersuchungen der Kognitionsforschung eher auf nicht-globale, hierarchisierte Wissensrepräsentationen hindeuten, als auf die zum Beispiel von Saarinen (1987) oder Chiodo (1997) vermuteten *mental world maps*. Unsere ursprüngliche Absicht, im Forschungsstand zur Erdkarte einen stabileren Ausgangspunkt einer Diskussion zum Globus zu finden ist demnach unerfüllt und hat sich vielmehr in die gegenteilige Erkenntnis verkehrt, dass die Funktion der Erdkarte ebenso wenig wie jene des Erdglobus als erwiesen gelten kann und durch aktuelle Arbeiten im Bereich des spatial cognition research konkret in Frage gestellt wird.

Eine solche Feststellung konfrontiert zunächst vor allem die traditionelle Kartographie mit der Frage, wie der Wert und die jahrhundertelange Tradition von Erdkarten im Lichte solcher Aussagen zu verstehen sein sollen. Da eine solche Frage unser hier verfolgtes Forschungsanliegen jedoch nicht unmittelbar betrifft, begnügen wir uns zunächst damit, das Thema für spätere Diskussionen in den Raum gestellt zu haben. Zumal uns dieses Problem jedoch mittelbar durchaus angeht, wird der nachfolgende skizzierte Argumentationsweg bezüglich des Globus auch der Erdkarte offen stehen. Kernaussage dabei ist: zitierte Tests mögen zwar gezeigt haben, dass keine globalen mentalen Repräsentationen globalraumbezogenen Urteilen zu Grunde liegen, doch beantworten sie nicht die Frage, inwieweit diese Kognitions-kategorien auch aus ebenso kategorisierten kartographischen Produkten (z.B. Kontinent- statt Erdkarten) gewonnen werden beziehungsweise ob und welche Rolle Erdkarte oder Erdglobus beim Aufbau derart strukturierten Wissens spielen.

Gegen dieses Argument könnte nun vorgebracht werden, dass es ohnedies nur die Erdkarte, nicht aber den Erdglobus betrifft, da letzterer die Realität notwendigerweise in Kategorien repräsentiert, deren allgemeinste die jeweils einsehbare Hemisphäre wäre. Für eine solche Lesart sprechen die gezeigten Daten jedoch nicht explizit, und eine solche explizite Aussage scheint die einzige zu sein, die unser hier betriebenes Forschungsprojekt beschleunigen könnte. Hingegen wäre die eben angedeutete Vermutung einer möglichen Einflussnahme der am Globus per se kategorisierten Realität auf das offensichtlich in Kategorien abgespeicherte geographische Wissen selbst erst zu prüfen und dabei zugleich von der Aussage methodisch abzugrenzen: “[...] that geographic judgments can be influenced by affective, psychosocial, and other “nongeographic” factors.” (Friedman & Montello, 2006).

Kann also bei der Überlegung, welche Rolle Erdglobus und Erdkarte in der Repräsentation mental abgespeicherter, globalräumlicher Kenntnisse spielen, nicht auf vorhandene Forschungsergebnisse zurückgegriffen werden, so bietet es sich an, diese Frage auf einer noch grundsätzlicheren Ebene zu stellen, und Globus und Karte nicht mehr als kartographische Darstellungsformen zu betrachten, sondern als sphärische und ebene Displays, auf denen räumliche Verteilungen beziehungsweise deren Verebnungen visualisiert und von den Nutzer/innen memorisiert werden.

Dieser Frage nachzugehen wird Aufgabe des abschließenden dritten Teiles dieser Arbeit sein, um von diesen Ergebnissen ausgehend die bisherigen Überlegungen rückwärts aufzurollen und zu ordnen, und so an die Bruchstelle unseres ursprünglichen Argumentationsweges zurückzukehren, das heißt zu den Möglichkeiten einer gegenseitigen Bewertung von Globus und Erdkarte im Lichte des semiotischen Imperatives. Bevor wir jedoch zu Teil C überwechseln, soll im folgenden Kapitel zum Abschluss der Diskussion zur Globenwürdigkeit versucht werden, auf eine grundsätzliche logische Schwäche einer derart versuchten Gegenüberstellung von Globus und Erdkarte hinzuweisen und diesen Vermerk um eine terminologische Alternative zu ergänzen.

9 Von der Globenwürdigkeit zur Globusimmanenz

Im bisherigen Verlauf dieses zweiten Teiles der Arbeit haben wir uns vor allem darauf beschränkt, bestehende Versuche zur Erklärung des Verhältnisses von Globus und Erdkarte zu analysieren und zu kritisieren. Aus dieser negativen Bestandsaufnahme wurde im vorigen Kapitel die Schlussfolgerung gezogen, dass eine Gegenüberstellung dieser beiden Modelle beim beziehungsweise auf Grundlage des gegenwärtigen Kenntnisstandes nicht möglich ist, was eine reduktionistische Verschiebung der Fragestellung auf eine abstraktere Ebene sinnvoll erscheinen lässt. Ehe wir diesen Abstraktionsschritt ausführlicher bedenken (und schließlich auch setzen) werden, können wir als ergänzenden Abschluss der bisherigen Ausführungen versuchen, mit dem in Teil A vorbereiteten Instrumentarium die gegenseitige Relation von Globus und Erdkarte semiotisch zu betrachten. Dies soll anhand einer semiotischen Illustration des kartographischen Kommunikationsprozesses geschehen, die schrittweise, vom großen zum kleinen Maßstab fortschreitend, aufgebaut und mit Hilfe eines semiotischen Dreiecksmodells abgebildet werden kann (vgl. Kapitel 2).

9.1 Zum kartographischen Kommunikationsprozess in Abhängigkeit des Maßstabs

9.1.1 Semiose in großmaßstäbigen Darstellungen

Objekte, wie sie in großmaßstäbigen kartographischen Produkten Darstellung finden, entstammen meist einer *direkten Erfahrung* (Montello et al., 2004) räumlicher Realität und sind den Nutzer/innen daher bereits vor dem Gebrauch solcher Darstellungen bekannt, was zum Beispiel die Legende der ÖK 50 deutlich macht. Besehen wir uns etwa eine Signatur derselben, wie sie sich in Abbildung 18 im Korrelat des Repräsentamens findet, so ist mit den von dieser Signatur bezeichneten Objekten (z.B. ein bestimmter Baum an der Position x/y) beziehungsweise Objektkategorien (z.B. »Baum«) immer bereits eine prototypische Vorstellung verbunden, auf welche Nutzer/innen bei der Interpretation der Darstellung zurückgreifen können. Ohne eine solche Vorstellung könnte die Karte in Bezug auf diese Signatur nicht unmittelbar verstanden werden (vgl. auch das Beispiel der Signatur »Marterl« in 2.3.2), während es umgekehrt möglich ist, Signaturen unter Berücksichtigung prototypischer Merkmale zu entwerfen, und sie so auf ihr Verständnis seitens der Nutzer/innen zu optimieren (Hruby, 2006).

Sprechen wir hier primär von visuell wahrnehmbaren Objekten, so geschieht dies im Sinne von Gegenständen, wie sie sich mit Hake et al. (2002) von Sachverhalten folgendermaßen unterscheiden lassen:

„*Gegenstände* im engeren Sinne sind die konkreten, unbelebten und belebten Gebilde unserer Umwelt [...]. *Sachverhalte* beschreiben mehr abstrakt die immanenten Merkmale eines Objektes oder seine Beziehung zu anderen Objekten. Beim *Sachverhalt eines Objektes selbst* geht es um bestimmte, häufig nicht sofort wahrnehmbare Eigenschaften und Attribute (z.B. Temperatur eines Gewässers) [...].“

Auch wenn die hier vorgenommene Unterscheidung zwischen Objekt, Sachverhalt und Gegenstand etymologisch und lexikalisch (weil synonym) problematisch scheint (Duden: Synonymwörterbuch, 2010), bietet der dabei zu Grunde liegende Gedanke einer Unterscheidung zwischen Objekt und Objekteigenschaft eine nützliche Strukturierung, da vor allem die Objekte selbst beziehungsweise deren Kategorisierungen für eine maßstabsbezogene Analyse kartographischer Produkte von Relevanz sind, wogegen die Objekteigenschaften gegebenenfalls auch in verschiedenen Verkleinerungs-verhältnissen dargestellt werden (z.B. Temperatur).

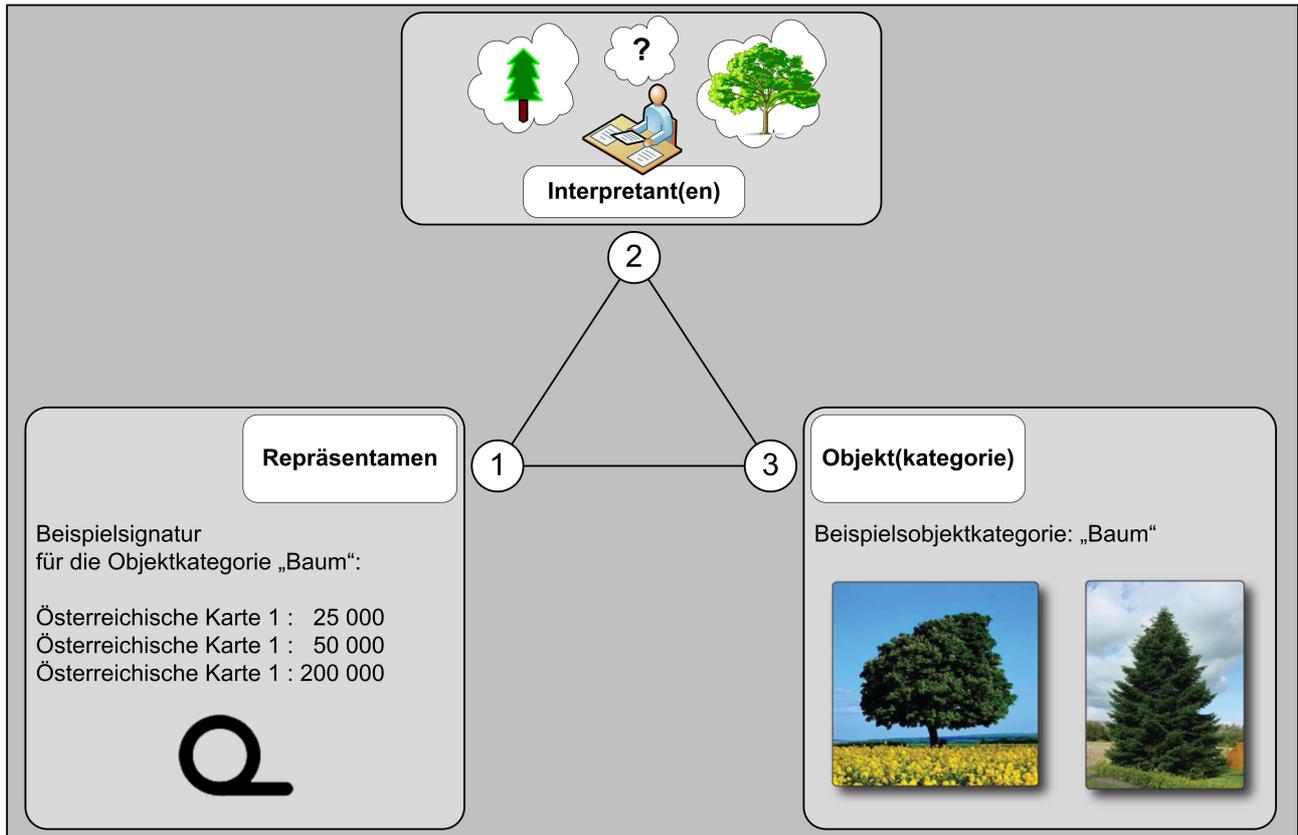


Abbildung 18: Semiose in großmaßstäbigen Darstellungen

Hingewiesen sei auf die Bedeutung des hier nur am Rande erwähnten Themas der Kategorisierung, die für das Funktionieren eines jeden, also auch des kartographischen Kommunikationsprozesses Voraussetzung ist, und zudem eine Optimierung der kartographischen Kommunikation in Bezug auf das Kategorisierungsniveau, als auch hinsichtlich der optimalen graphischen Umsetzung dieses Kategorisierungsniveaus erlaubt (vgl. Hruby, 2006):

“Categorization is not a matter to be taken lightly. There is nothing more basic than categorization to our thought, perception, action, and speech. Everytime we see something as a *kind* of thing, for example, a tree, we are categorizing. Whenever we reason about *kinds* of things – chairs, nations, illnesses, emotions, any kind of thing at all – we are employing categories. Whenever we intentionally perform any *kind* of action [...] we are using categories. [...] Without the ability to categorize, we could not function at all, either in the physical world or in our social and intellectual lives.” (Lakoff, 1990)

9.1.2 Semiose in kleinmaßstäbigen Darstellungen

Der eben versuchten Skizzierung des Semioseprozesses für großmaßstäbige Objekte könnte nun eine Reihe von Beispielen entlang des Verkleinerungsspektrums kartographischer Visualisierung folgen (vgl. Abb. 14). Eine solche Ausführlichkeit scheint jedoch an dieser Stelle für unsere Zwecke nicht nötig, da das vordringliche Interesse Modellen globaler Realität gilt, denen kleine Maßstäbe zu eigen sind. Eine solche Reduzierung auf diese beiden Bereiche von Verkleinerungsverhältnissen (d. h. groß- und kleinstmaßstäbig) erlaubt jedoch trotzdem, eine Typologie kartographischer Produkte in ihren Extrema abzugrenzen und somit exemplarisch zu beschreiben, was für spätere Untersuchungen zugehöriger Fragestellungen nützlich sein mag.

Behalten wir die thematische Linie des oben gewählten Beispiels bei, so können wir von der zitierten topographischen Karte der ÖK50 auf eine physische Erdkarte beziehungsweise einen physischen Globus weiterschwenken. Entsprechend der im Zuge der Verkleinerung notwendigen Generalisierung

finden wir auf solchen Modellen einerseits weniger und andererseits unterschiedlich kategorisierte Objekte. Beispielsweise finden sich nicht mehr alle Siedlungen durch Berücksichtigung einzelner Gebäude oder Gebäudekomplexe, sondern nur mehr solche besonderer Größe bzw. Bedeutung durch Positionssignaturen (ggf. qualitativ und quantitativ gekennzeichnet) dargestellt. Ebenso wird die Objektkategorie »Baum« in allgemeinere Kategorien wie »Wald«, oder zu Vegetationszonen integriert, die zugleich bereits oft auch auf die Oberflächenformen hinweisen, welche bei physischen Modellen dieses Maßstabs meist durch Reliefschummerung eingebracht werden.

Darüber hinaus treten neue Objekte dadurch hinzu, dass der (Globus-)Karteninhalt keinen Ausschnitt, sondern die Gesamtheit der Erdoberfläche wiedergibt. Entsprechend ist die Erde selbst ein solches Objekt, wie es ausschließlich der Globus verkörpern kann beziehungsweise sind in weiterer Folge auch die einzelnen Kontinente Objekte, die zwar für sich auch in größermaßstäbigen Modellen (Erdteilkarten), doch im globalen Verbund nur auf Erdglobus oder Erdkarte dargestellt werden können.

Objekten globaler Modelle, wie zum Beispiel Kontinenten oder der gesamten Erde selbst, korrespondiert nun keine vorausgesetzte direkte Alltagserfahrung, wie wir sie im vorangegangenen Abschnitt für den großmaßstäbigen Bereich reklamieren konnten; stattdessen sind diese räumlichen Kategorisierungen nur *indirekt erfahrbar* (Montello et al., 2004). Versuchen wir diesen Unterschied zunächst am Beispiel einer Abbildung zu illustrieren, welche die acht bekannten Planeten unseres Sonnensystems geordnet nach der Rangfolge ihrer jeweiligen Entfernung in Bezug auf die Sonne zeigt. Eine solche Abbildung enthalte also neun Signaturen, die Aufgrund der Individualität der gezeigten Objekte jeweils mit den zugehörigen Namen kenntlich gemacht seien, was dem Nutzer einer solchen Darstellung erlaube, das Repräsentamen der Erde zu identifizieren (Abb. 19).

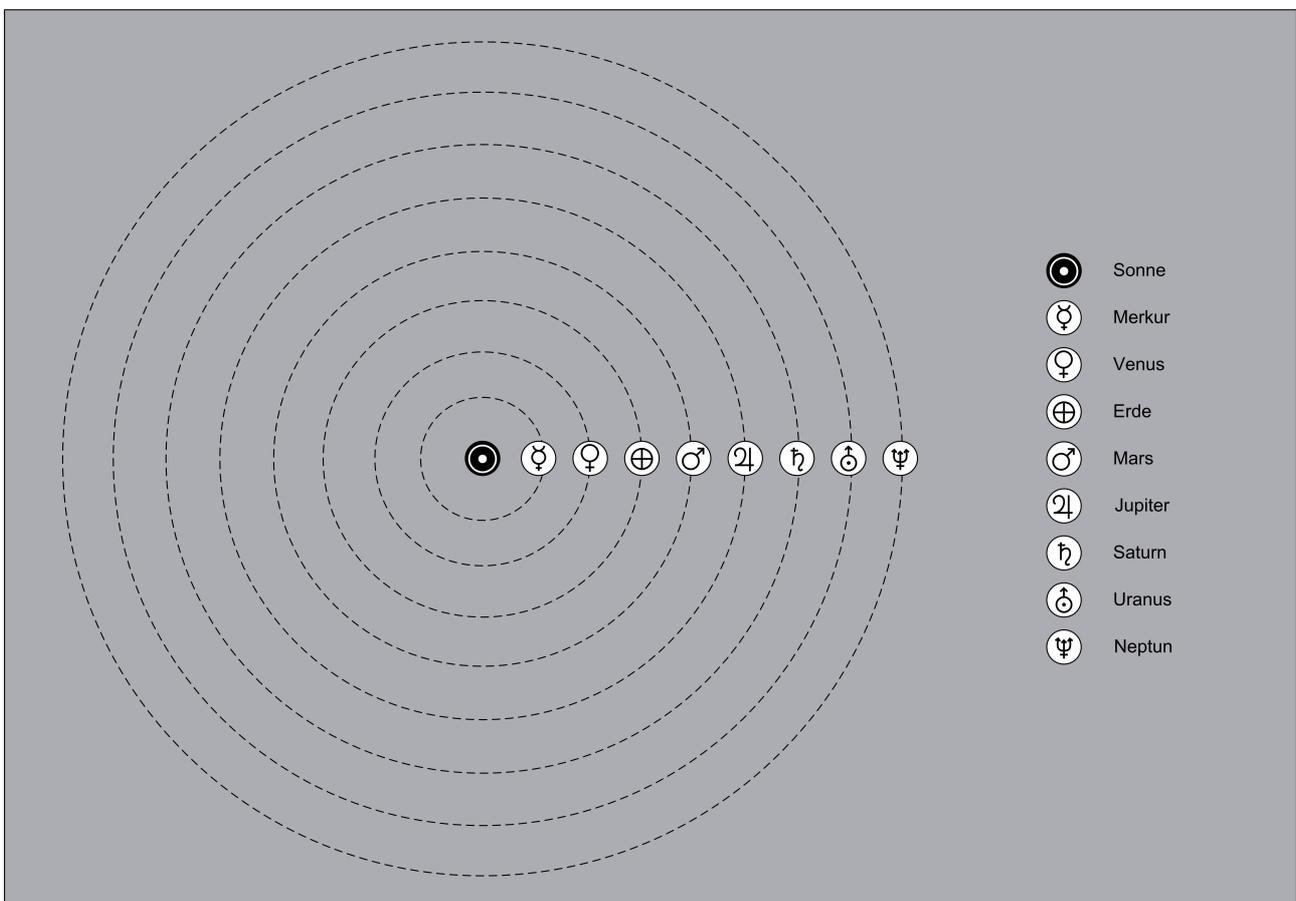


Abbildung 19: Planeten des Sonnensystems geordnet nach der Rangfolge ihrer Entfernung zur Sonne

Was ermöglicht den Nutzer/innen nun jedoch, das als »Erde« identifizierte Repräsentamen mit einer bildlichen Vorstellung des bezeichneten Objekt zu verbinden? Direkte Erfahrung ist hierzu auszuschließen, da der Anblick der Erde bislang wenigen Astronaut/innen vorbehalten ist. Entsprechend bleiben als indirekte Stufen der Erfahrbarkeit Rückgriffe auf textliche Erklärungen (z.B. eines Lexikons) oder graphische oder photographische Darstellungen wie Erdkarten, Erdgloben oder auch Photos und Photocollagen (z.B. die unter dem Titel „Blue Marble“ veröffentlichten Produkte der National Aeronautics and Space Administration (NASA)). Dabei werden gegenüber rein textlichen Erklärungen vor allem letztere Medien dazu geeignet sein, intersubjektive Vorstellungen zu evozieren, die entsprechend auch intersubjektiv kommuniziert werden können.

Betont sei abschließend, dass Objekte kleinmaßstäbiger Darstellungen (wie beispielsweise »Erde«, oder »Afrika«) im Gegensatz zu Objekten großmaßstäbiger Modelle (wie »Baum«) keiner direkten sinnlichen (Alltags-)Erfahrung zugänglich sind und sich daher für das Gros der Nutzer/innen nur indirekt unter Zuhilfenahme von Wissenschaftserfahrung erschließen lassen. Entsprechend kann Abbildung 19 an die Bedingungen kleinmaßstäbiger Semiose adaptiert werden (Abb. 20):

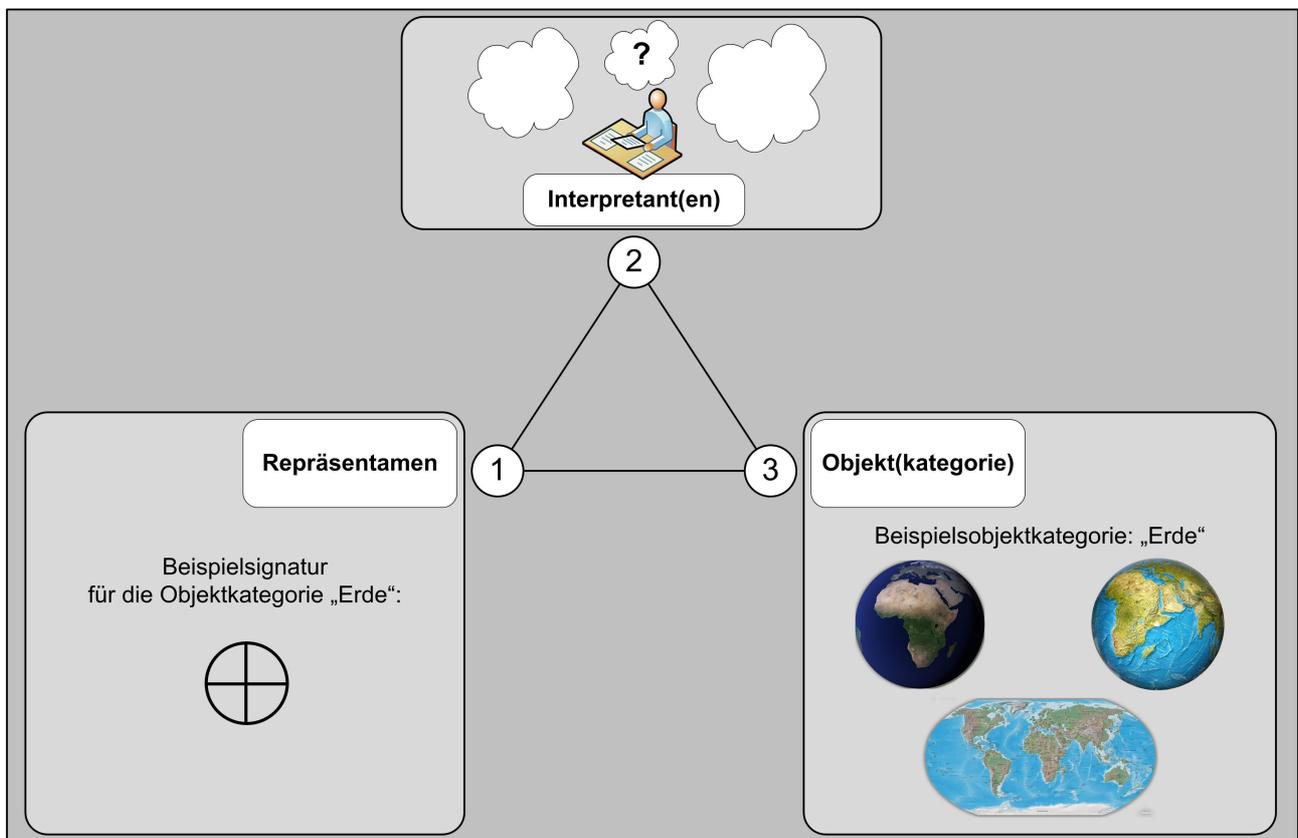


Abbildung 20: Kartographische Semiose in kleinmaßstäbigen Darstellungen

9.2 Zum kartographischen Kommunikationsprozess bei Erdglobus und Erdkarte

Nachdem nun in Abschnitt 9.1 versucht wurde darzulegen, wie die Darstell- und Erkennbarkeit der kartographisch vermittelten Objekte vom maßstabsbedingten Kategorisierungsniveau bestimmt wird, können wir den seit Kapitel 5 gesponnenen Faden wieder aufnehmen und auf das in Frage gestellte Verhältnis von Erdglobus und Erdkarte zurückkommen, um den eben dargestellten Semioseprozess auch in dieser Relation zu entwickeln. Beispielhafter Ausgangspunkt einer solchen Gegenüberstellung sei folgende Konstruktion, die sich auf ein Szenario der Fachliteratur unter Bezugnahme der Form- und Größeneigenschaften von Südamerika und Grönland stützt (Monmonier, 1993):

Vergleichen wir zunächst die Flächengrößen von Grönland und Südamerika anhand numerischer Daten, so zeigt sich (in grober Annäherung) ein Verhältnis von 1 : 8,25. Diese Relation wird sich am Globus zwar nicht mit derselben Genauigkeit, aber doch hinsichtlich wesentlicher Aussagen durch bloße visuelle Wahrnehmung bestätigen lassen (z.B. „Grönland mehr als ein Drittel kleiner“, „Grönland in seiner Nord-Süd-Erstreckung deutlich größer als in seiner West-Ost-Ausdehnung“, etc.).

Besieht man sich nun jedoch beide Räume auf einer in gängiger Abbildung (vgl. Jenny et al., 2008) erstellten Erdkarte, so lassen sich etwa die beiden ebengenannten beispielhaften Aussagen nur eingeschränkt nachvollziehen. Besonders deutlich wird die Differenz im Falle einer quadratischen Plattkarte, wie sie gerade im digitalen Visualisierungsbereich auf Grund ihrer Rechtecksform mit günstigen Seitenlängenverhältnissen für ein breites Anwendungsfeld Verwendung findet (Hruby et al., 2008) beispielsweise in Webapplikation wie Google Earth oder bei der *Blue-Marble-Composite* Reihe. Aber auch die im Printbereich vorherrschenden pseudo-zylindrischen Projektionen zeigen markante Verzerrungen (vgl. Jenny et al., 2008) – in Falle Grönlands besonders hinsichtlich dessen west-östlicher Ausdehnung.

9.2.1 Zur möglichen Erkenntnis auf Erdkarten

Mit dem eben skizzierten Beispiel wurde nun eine Wahrnehmungssituation beschrieben, die den Nutzer/innen gegebener Erdkarte zumindest zwei unterschiedliche Lesarten erlaubt, von denen jedoch nur eine korrekt ist: Beginnen wir mit dem negativen Erkenntnisfall, so werden hierbei die Betrachter/innen zunächst visuell richtig wahrnehmen, dass Grönland in seiner nord-südlichen und west-östlichen Erstreckung ungefähr gleiche Ausmaße annimmt wie Südamerika, und danach diese visuelle Wahrnehmung einem korrekten Ergebnis eines Vergleiches dieser beiden Landmassen gleichsetzen. Im positiven Erkenntnisfall werden die Nutzer/innen die gleiche visuelle Perzeption erfahren, jedoch diese Wahrnehmung nicht unmittelbar als korrektes Resultat interpretieren.

Da nun gleiche visuelle Sinneseindrücke zu Erkenntnissen ungleicher Wahrheitswerte führen, stellt sich die Frage, warum dem so ist. Eine erste Antwort hierauf kann lauten, dass die Erdkarte im Falle einer richtigen Interpretation nach anderen Regeln gedeutet wurde, als im negativen Erkenntnisfall, wobei diese Regeln in einer kontinuierlichen Formulierung steigender Komplexität vorstellbar sind: Auf der einen Seite eines solchen Kontinuums können wir einfache Anweisungen setzen, die im Falle einer quadratischen Plattkarte in grober Annäherung folgendermaßen lauten könnten: Wenn der linke Kartenrand erreicht wurde, kann die Interpretation auf gleicher Kartenhöhe am rechten Kartenrand fortgesetzt werden. Oder: wenn die Entfernung vom Äquator in nördlicher oder südlicher Richtung zunimmt, dann nimmt auch die graphische Überdehnung der dargestellten Gebiete in west-östlicher Richtung zu. Werden diese Regeln ergänzt und verfeinert, so gelangt man schließlich auf der anderen Seite des Kontinuums zu einer Menge von Vorschriften, die jenen Projektionsregeln entsprechen, mit Hilfe derer der sphärische Erdkörper in die Kartenebene abgebildet wird. Eine solche Regelverfeinerung läuft also mit dem Wissen zusammen, dass die Erde eine kugelhähnliche Gestalt hat.

Wie gelangen aber die Betrachtenden zu der Vorstellung, dass die Erde rund ist? Wie in Abschnitt 9.1 ausgeführt, ist eine direkte Anschauung des Planeten im Allgemeinen ausgeschlossen, weswegen die Vorstellung einer runden Erde durch textliche beziehungsweise im Falle des Attributs »rund« durch bildhaft-ikonische Erklärungen (z.B. durch einen Globus) oder metaphorisch-ikonische Erklärungen (z.B. das Wissen um die geometrische Beschaffenheit eines kugelförmigen Körpers)

erzeugt werden muss. Die Nutzer/innen müssen also in irgendeiner Weise dazu in der Lage sein, eine Projektion der ihnen vorliegenden Erdkarte auf das Modell des sphärischen Körpers einer Kugel zu leisten. Dieses Modell mag nun ein Globuskörper mit inhaltsleerer Oberfläche, oder aber die Vorstellung eines Erdglobus sein; doch können wir in beiden Fällen in einem weiteren Sinne von einer mentalen Repräsentation oder einem kognitiven Globus (analog zu »cognitive map«) sprechen, auf den sich Nutzer/innen bei der Interpretation einer Erdkarte notwendigerweise beziehen, sofern diese Interpretation nicht durch einfache Regelanwendungen verkürzt wird und das Informationspotenzial der Karte einigermaßen ausschöpft.

Wir können diese Überlegungen also in der Hypothese zusammenfassen, dass positive Erkenntnis am Repräsentamen der Erdkarte nur dann ausgeschöpft werden kann, wenn deren Relation zum Globus bekannt und verstanden ist; dies gilt auch für den der Erdkarte zuzusprechenden Vorteil, das (wenn auch verzerrte) Modell der gesamten Erdoberfläche auf einmal überblicken zu können. Da die Erdkarte, korrekt verstanden, somit in keinem direkten Verhältnis zur Realität stehen kann, sondern vielmehr eine (zumindest mentale) Konstruktion des Globus voraussetzt, können wir sie dem Globus gegenüber als Zeichen zweiter Ordnung verstehen. Diese Relation lässt sich wieder im Rahmen des semiotischen Dreiecksmodells kartographischer Semiose veranschaulichen (Abb. 21):

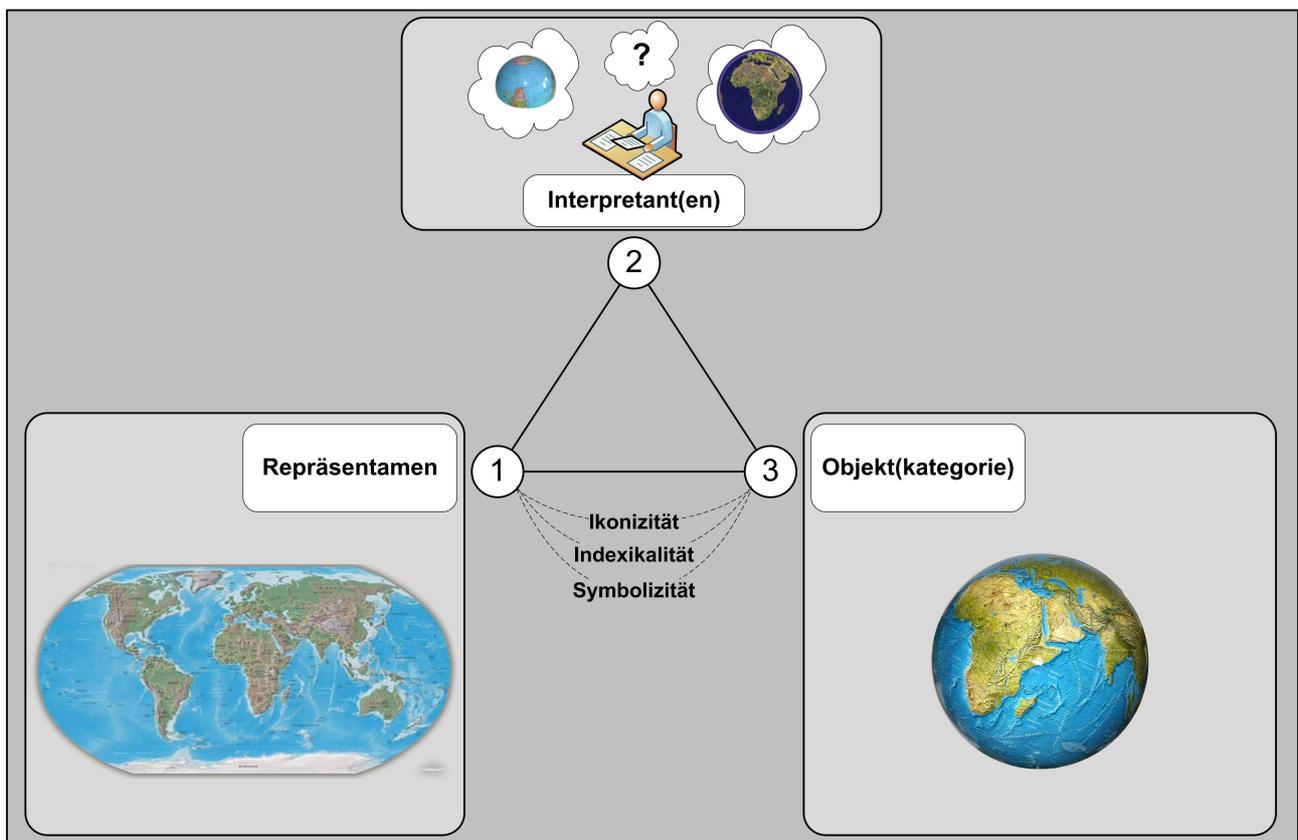


Abbildung 21: Kartographische Semiose mittels Erdkarten

9.2.2 Zur möglichen Erkenntnis auf Erdgloben

Wurde der Globus (im weiteren Sinne) soeben als Voraussetzung für ein korrektes Verständnis von Erdkarten genommen, so schließen hieran als zwei Folgeüberlegungen, wie einerseits der Globus selbst in Bezug zur Realität stehen kann und andererseits, in welches Verhältnis Globus und Karte auf Grund ihrer gegenseitigen Abhängigkeiten zueinander treten können.

Erstere Frage ergibt sich aus der zur Erdkarte getätigten Feststellung, dass diese einerseits nur unter Kenntnis der ihr zugrunde liegenden Beziehung zum Globus vollständig lesbar ist, und andererseits nicht direkt auf den Planeten Erde verweisen kann, weil die Nutzer/innen diesen normalerweise in seiner Gesamtheit nie zu Gesicht bekommen; aus beiden Faktoren wurde oben geschlossen, dass die Erdkarte immer einen Globus im weiteren Sinne zum Objekt haben muss. Letztgenannter Hinweis auf die Erfahrungsgrenzen der Nutzer/innen in Bezug auf die Erde trifft jedoch nun auch den Globus selbst in gleichem Maße: mit selbiger Begründung kann auch dieser nicht direkt auf die Erde verweisen. Worauf verweist ein Globus aber dann?

Einen Erklärungsansatz hierzu finden wir bei Peirce, der im Rahmen einer Darlegung seiner Kategorienlehre folgendes Beispiel einer Karte gibt, dessen zu Grunde liegende Idee auch literarische Texte inspirierte (z.B. in Jorge Luis Borges' (1982) Erzählung „Von der Strenge der Wissenschaft“):

“Imagine that upon the soil of a country [...], there lies a map; [...] that every point of the country is represented by a single point of the map, and that every point of the map represents a single point in the country. Let us further suppose that this map is infinitely minute in its representation so that there is no speck on any grain of sand in the country that could not be seen under a sufficiently high magnifying power. Since, then, everything on the soil of the country is shown on the map, and since the map lies on the soil of the country, the map itself will be portrayed in the map, and in this map of the map everything on the soil of the country can be discerned, including the map itself with the map of the map within its boundary. Thus there will be within the map a map of the map, and within that a map of the map of the map and so ad infinitum. [...] We may therefore say that each is a representation of the country to the next map; and that point that is in all the maps is in itself the representation of nothing but itself to nothing but it itself.”(Peirce, 1998i)

Der für unsere Absichten wesentliche Gedanke dieses zwar kartographischen, aber doch für seine speziellen Zwecke konstruierten Beispiels, ist jener der Selbstrepräsentation. Denn so, wie das Land in obigem Zitat von einer Karte gleicher Genauigkeit bedeckt, also auch verdeckt wird, so ist auch der Planet Erde in seiner sphärischen Gesamtheit verdeckt für die unmittelbare menschliche Wahrnehmung, welche nur eine Erfahrung kleiner Teile dieser Gesamtheit erlaubt. Und so detailliert, wie die Karte dieses Land repräsentiert, so genau repräsentiert auch ein Bild aus dem Weltraum die Erde. Dass dabei der Detailliertheitsgrad deutlich geringer sein muss als im Falle des zitierten Exempels, ändert am Kern der Aussage wenig; denn um die Erde aus dem All in ihrer Gesamtheit sehen zu können, ist eine Entfernung nötig, die keine hochaufgelöste Informationsentnahme unter menschlichen Perzeptionsbedingungen zulässt. Und würden sich beispielsweise Weltraumreisende der Erde entsprechend nähern, so könnten sie zwar genauere Aussagen erhalten, würden aber ab einem bestimmten Punkt den Überblick über die Ganzheit des Planeten verlieren, und stünden ab diesem Moment keinem Objekt mehr gegenüber, dessen Repräsentamen als Globus in oben definiertem Sinne (vgl. Kapitel 6) angesprochen werden könnte.

Für jenen großen Anteil von Betrachter/innen eines Globus, denen eine extraterrestrische Position unzugänglich ist, bleibt der Globus also ein sich selbst repräsentierendes Zeichen, welches nur mehr auf eine sprachliche Ebene weiter reduziert werden kann, wenn wir den Globus beispielsweise in der oben versuchten Weise begrifflich bestimmen. Man kann dann zwar mit einer solchen Definition auf einen Globus zeigen und sagen: „Dies ist ein Erdglobus, der die Erde in ihrer Ganzheit modelliert.“, aber: „Wenn Du wissen möchtest, wie die Erde in ihrer Ganzheit aussieht, dann bleibt Dir nur, einen Globus (i.w.S.) anzusehen.“ Ergänzend sei hier angemerkt, dass auch für den Globus die oben angesprochenen Prototypizitätseffekte geltend gemacht werden können, und dies umso stärker, als diesem im Allgemeinen kein Einzelobjekt, sondern vielmehr jene Objektkategorie korrespondiert, welche die prototypischen Eigenschaften eines Globus in sich vereint (Hruby et al., 2009).

Entsprechend lässt sich der kartographische Kommunikationsprozess am Globus wiederum zwischen den Korrelaten des semiotischen Dreiecks aufspannen (Abb: 22):

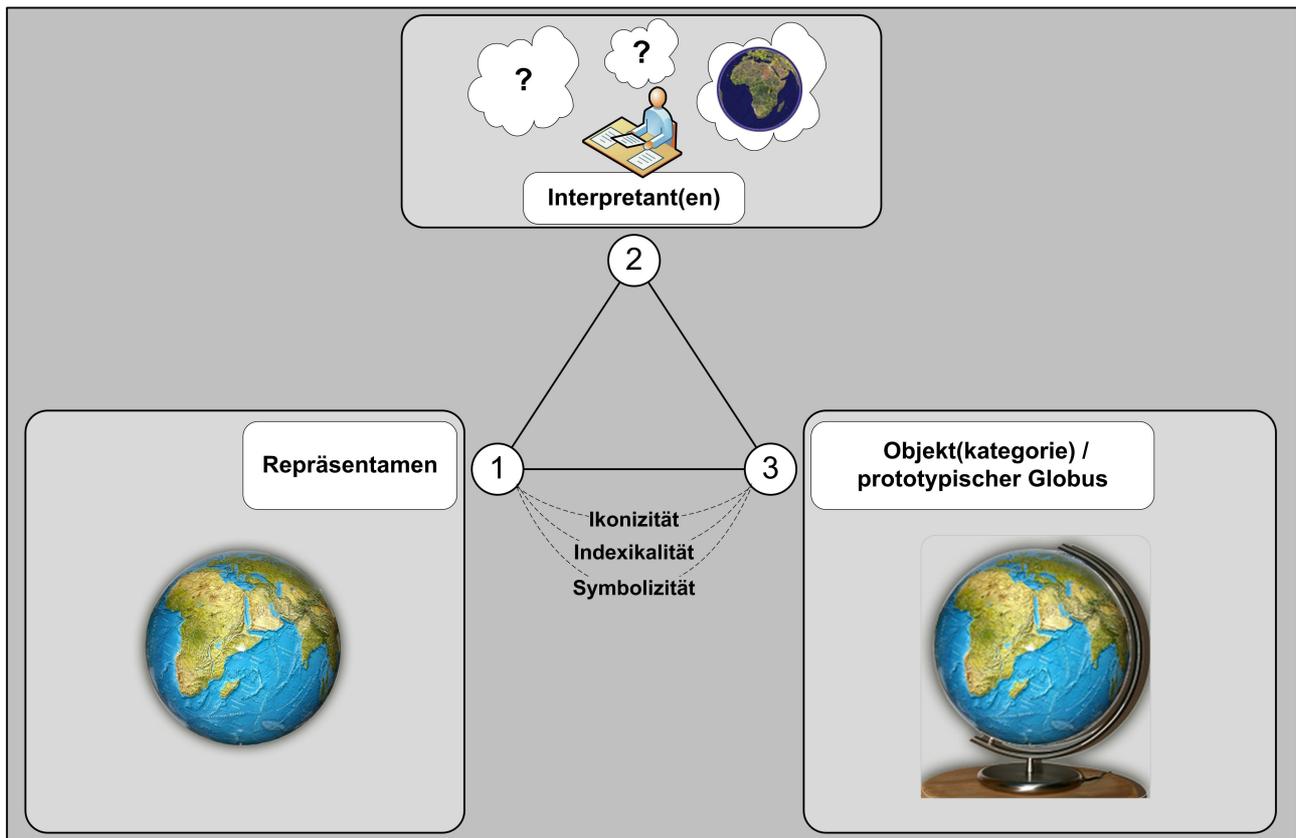


Abbildung 22: Kartographische Semiose mittels Erdgloben

Für jenen kleinen Anteil von Betrachter/innen, denen im Rahmen von Weltraumfahrten ein extraterrestrischer Blick auf die Erde möglich ist, lässt sich zwar diese Selbstrepräsentation überwinden, doch wird dadurch der visuell wahrnehmbare Informationsgehalt nicht notwendiger Weise vergrößert, da durch die für eine Gesamtschau notwendige Entfernung und die Größenrelation zwischen Objekt und Betrachtenden die Datenauflösung limitiert bleiben muss.

Entsprechend ließe sich der bei einer Erdansicht vermittelte Eindruck mit einem entsprechend photographischen Overlay auch auf einem Globus erzielen. Da jedoch die Bedeutung der Kartographie mit ihren erkenntnisfördernden Kategorisierungen von Wirklichkeit erst dort zum Tragen kommt, wo die rein photographische Wiedergabe endet, ist der eben vorgenommene Vergleich für die kartographische Praxis von untergeordneter Relevanz. Er mag an dieser Stelle lediglich als weiteres Argument verstanden werden, den Globus als selbst-repräsentierendes Zeichen, und in Bezug auf der Karte als Zeichen erster Ordnung semiotisch zu bestimmen.

Die Antwort auf den zweitgenannten Aspekt des gegenseitigen Verhältnisses von Globus und Karte ist im Rahmen der Peirce'schen semiotischen Theorie bereits vorweg genommen und wurde in dieser Arbeit in Abschnitt 2.3.2 diskutiert. Wir können uns daher an dieser Stelle mit einem Verweis auf obigen Abschnitt und einer entsprechend angepassten Skizzierung des dort beschriebenen Semioseprozesses begnügen (Abb. 23). Hingewiesen sei darauf, dass sich dieses, in Abbildung 23 skizzierte Verhältnis auch in der Herleitung von Kartenprojektionen widerspiegelt:

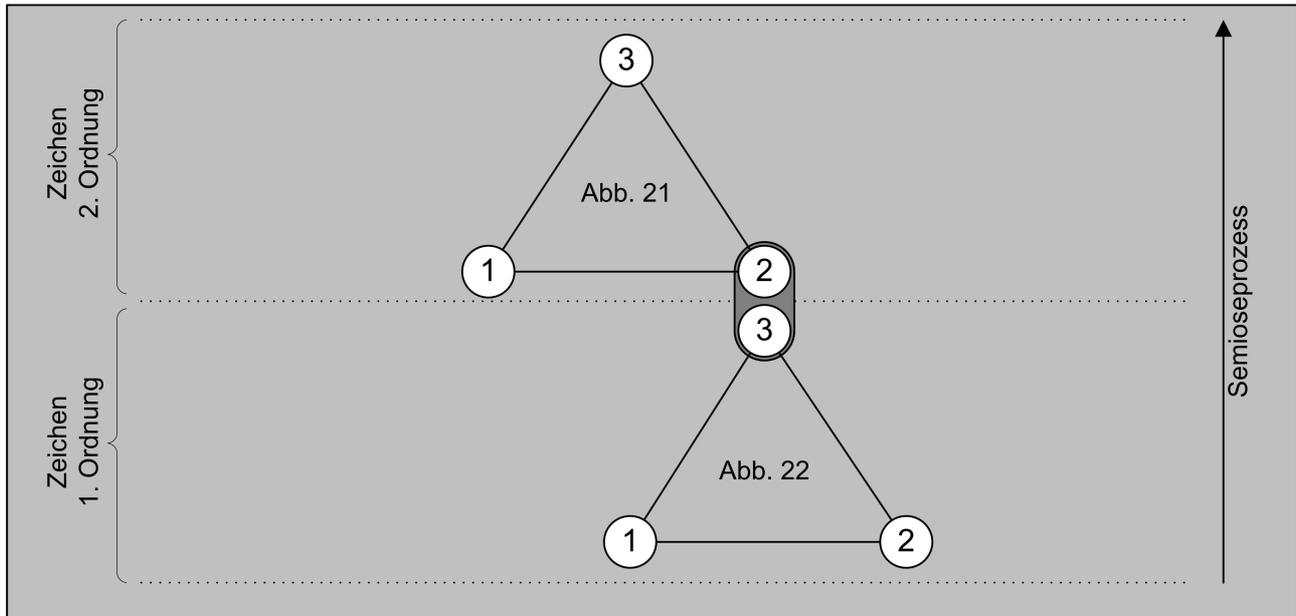


Abbildung 23: Globus und Karte im kartographischen Semioseprozess als Zeichen erster und zweiter Ordnung

9.3 Von der Globenwürdigkeit zu globus-immanenten Sachverhalten

Versuchen wir nun, das an Stelle der Globenwürdigkeit gesetzte Konzept zusammenzufassen, so war dessen Kernargument, dass eine Erdkarte nur dann richtig beziehungsweise vollständig verstanden werden kann, wenn deren zugrunde liegende Relation zum Globus bekannt ist. Um diese Beziehung begrifflich zu fassen, sei für den weiteren Text der Begriff »Globusimmanenz« eingeführt, womit zum Ausdruck gebracht werden soll, dass in jeder korrekt interpretierten Erdkarte das Verständnis des Globus enthalten ist, so dass das Modell Globus das Modell Erdkarte immaniert; in umgekehrter Richtung kann entsprechend behauptet werden, dass das Modell Erdkarte das Modell Globus transzendiert: Die Erdkarte setzt also das Konzept »Globus« voraus (welches ihr daher innewohnt), wogegen der Globus das Konzept Erdkarte nicht voraussetzt (welches daher über ihn hinausgeht).

Ein solches Konzept bringt den Vergleich von Globus und Erdkarte an dieser Stelle nicht weiter, da zu beiden Modellen grundlegende Untersuchungen fehlen, wie räumliche Verteilungen auf ebenen und sphärischen Darstellungen gelernt werden. Ohne dieses Verständnis kann jedoch das Korrelat des Interpretanten und damit der vorhin skizzierte Kommunikationsprozess nicht ausbestimmt werden.

Dennoch mag der Begriff der Globusimmanenz als Regulativ einer jeden Vergleichsstruktur zwischen den hier diskutierten Modelle dienen. Er markiert nämlich, worum es bei diesem Vergleich geht, nämlich um keine Gegenüberstellung zweier voneinander unabhängiger Zeichen, sondern um das Verständnis eines Semioseprozesses, in dem die Erdkarte – statistisch gesprochen – eine vom Erdglobus abhängige Variable ist. Im Sinne einer solchen Abhängigkeit kann auch die Frage nach dem „besser vs. schlechter“ nicht mit jener Absolutheit formuliert werden, wie sie den Argumenten der Befürworter einer Globenwürdigkeit, aber im Grunde auch der pragmatischen Bewertung des Globus seitens der Lehrbuchkartographie zu Grunde liegt. Stattdessen soll in Teil C dieser Arbeit zunächst weniger nach einer besseren, sondern vielmehr nach einer unterschiedlichen Funktion ebener und sphärischer Displays in der Vermittlung räumlicher Verteilungen gefragt werden.

10 Zusammenfassung von Teil B

Ausgangspunkt dieses zweiten Teiles war der in Teil A formulierte semiotische Imperativ, wie wir ihn aus den semiotisch formulierten, allgemeinen Prinzipien der Kartographie abgeleitet haben. Durch Anwendung dieses Imperatives beziehungsweise der ihm zugrunde liegenden Prinzipien wurde zu Beginn von Teil B eine Typologie kartographischer Darstellungen entworfen, innerhalb der in verschiedentlicher Hinsicht Abweichungen zu den Auffassungen traditioneller Theorie und Praxis zu bemerken waren. Auffallendste Konsequenz dieser Gliederung war die im kleinmaßstäbig-globalen Bereich hervortretende Favorisierung des Globus zu Gunsten der Erdkarte, welche entgegen ihrer fachgeschichtlichen Bedeutung in der entworfenen Typologie unberücksichtigt zu bleiben scheint.

Zur Auflösung dieses Bedeutungskonflikts zwischen Globus und Karte (konkret: zwischen Erdglobus und Erdkarte) wurde eine vergleichende Gegenüberstellung dieser beiden Modelle vorgeschlagen, zu deren Vorbereitung wir zunächst damit begannen, die zur Debatte stehenden Termini zu klären; die Achsen des semiotischen Dreiecks wurden hierfür als strukturierende Vorlage gewählt. Das sukzessive Abschreiten dieser Achsen ergab zum einen, dass vor allem im Falle des Globus die begriffliche Differenzierung von analoger und nicht-analoger Variante desselben widersprüchlich und im aktuellen Wortgebrauch die Möglichkeit latenter Verkürzung gegeben ist. Nebst dieser terminologischen Unschärfe zeigte sich andererseits, dass der Interpretantenbezug des Globus ungeklärt ist. Entsprechende Bemühungen, Erklärungsvorteile des Globus unter dem Konzept einer Globenwürdigkeit zu formulieren, wurden zwar vereinzelt unternommen, blieben aber jegliche empirische Bestätigung schuldig und änderten an der Lehrbuchmeinung, welche den Globus zu Gunsten der Erdkarte weitgehend ignoriert, nichts.

Da nun die besondere Bedeutung des Globus in der Fachliteratur bis dato als unbeantwortet vorgefunden wurde, legten wir in einem nächsten Analyseschritt die entsprechende Gegenfrage vor, nämlich was die speziellen Erklärungsqualitäten einer Erdkarte in der Darstellung globaler Phänomene seien – dies mit dem Argument, dass die expliziten Vorteile der Erdkarte die Nachteile eines Globus implizieren sollten. Doch obwohl die Erdkarte in der kartographischen Fachliteratur deutlich mehr Beachtung findet als der Globus, entspricht das hier gepflegte Argumentationsniveau letztendlich der Debatte um die Globenwürdigkeit und endet dort, wo eine empirische Belegung von Aussagen größere Klarheit bringen könnte.

Dass eine solche empirische Methodik durchaus relevante Ergebnisse erbringen kann, zeigte Kapitel 8, wo der Bereich der traditionellen, expliziten Kartographie verlassen wurde, um auf dem Gebiet der Raumkognitionsforschung Untersuchungen zu recherchieren, die sich mit Erdkarten auseinandersetzen. Derartige Experimente wurden gerade in den vergangenen Jahren vor dem Hintergrund der Debatte um den Aufbau des menschlichen räumlichen Gedächtnisses durchgeführt. Erzielte Ergebnisse deuten darauf hin, dass Nutzer/innen anstelle singulärer, Erdkarten entsprechenden, *mental maps* raumbezogenes Wissen in clusterförmig und hierarchisch geordnete Strukturen abspeichern, eine Erkenntnis, die die Bedeutung von Erdkarten zunächst vielmehr in Frage stellt als erklärt.

Aus dieser Bestandsaufnahme zum Forschungsstand im Bereich von Erdglobus und Karte wurde die Notwendigkeit abgeleitet, den angestrebten Vergleich dieser beiden Modelle auf eine grundsätzlichere und abstraktere Ebene zu verlegen. Eine solche Abstrahierung soll bedeuten, den Globus nicht mehr als Modell eines Himmelskörpers, sondern zunächst als sphärisches Display

und die Karte nicht mehr als verebnetes Modell eines Himmelskörpers, sondern als ebenes Display zu analysieren. um zu sehen, wie räumliche Verteilungen auf sphärischen und ebenen Displays gelernt und gespeichert werden. Dass eine solche Diskussion nicht von vornherein auf einen Versuch abzielen soll, die Prädikate »besser« und »schlechter« für die eine oder andere Visualisierungsform zu vergeben, zeigte der zum Abschluss von Teil B unternommene Exkurs zum semiotischen Verhältnis von Globus und Erdkarte, welcher die beiden Produkte als Elemente *eines* Semioseprozesses kennzeichnete. Gleichzeitig wurde dabei deutlich, dass auch eine semiotische Analyse die Frage nach dem unterschiedlichen Funktionieren der beiden diskutierten Modelle für den Aufbau räumlichen Wissens nicht ohne empirisch gewonnene Informationen beantworten und daher die Ausführungen des folgenden dritten Teiles dieser Arbeit nicht ersetzen kann.

Teil C

Globus und (Erd-) Karte

als sphärische beziehungsweise ebene Displays

11 Modelle mentaler Repräsentation

Am Ende von Teil B dieser Arbeit wurde die Notwendigkeit geäußert, den Vergleich von Globus und Erdkarte mangels produktspezifischer Kenntnisse auf eine abstraktere Ebene zu übertragen, um auf dieser einen Vergleich von sphärischen und ebenen Displays zu versuchen. Diese Ankündigung wurde allerdings ohne genauere Begründungen gemacht, warum eine solche Abstrahierung überhaupt nötig ist und eine Gegenüberstellung nicht mit Globus und Karte selbst erfolgen kann. Hierfür seien folgende zwei Argumente nachgereicht:

Einerseits und erstens erfordert jede komparative empirische Arbeit, dass die Proband/innen mit beiden Objekten und den darauf gezeigten Informationen in gleichem Maße vertraut oder unvertraut sind. Da jedoch ebene kartographische Darstellungen aus genannten Gründen eine weit größere Verbreitung haben als Globen, kann von einer solchen gleichen Basis im Allgemeinen nicht ausgegangen werden. Proband/innen könnten also beispielsweise Probleme auf Erdkarten vielleicht nur deswegen erfolgreicher lösen, weil sie im Umgang mit diesen geübter sind. Zwar steht die Möglichkeit im Raum, geographisches Vorwissen auszuschließen, indem ein Vergleich in jenem Alter angesetzt wird, in dem Kinder räumliches Verständnis und räumliche Repräsentationen zu entwickeln beginnen; eine solche Studie wäre über mehrere Jahre zu halten, in denen Kinder ausschließlich über die eine oder andere Darstellungsform globale Sachverhalte erlernen, um nach dieser Lernphase Verständnisdifferenzen untersuchen zu können. Das Aufbringen eines solchen zeitlichen und organisatorischen Aufwands wurde jedoch für die Möglichkeiten dieser Arbeit ausgeschlossen, was nicht zuletzt auch dadurch gerechtfertigt werden kann, dass in der einschlägigen Grundlagenforschung noch Unklarheiten darüber herrschen, in welchem Alter die entsprechenden raumkognitiven Fähigkeiten beziehungsweise ein Verständnis von zeichenbasierten Realität-Modell-Relationen überhaupt entwickelt werden (vgl. Newcombe & Huttenlocher, 2003; Plumert & Spencer, 2007).

Im Sinne dieser ebengenannten Forschungslücken kann andererseits und zweitens angeführt werden, dass es mit einer abstrahierten Problemstellung leichter fallen sollte, an den relevanten Diskussionen der Raumkognitionsforschung anzuknüpfen, da sich deren Theorien und Methoden meist über konstruierte, nicht-kartographische Beispiele einwickeln, welche somit auf einem dementsprechenden Niveau einfacher auf ein sphärisches Display übertragen und von dort mit einem ebenen Display verglichen werden können. Es soll daher in diesem Kapitel versucht werden, grundsätzliche Modelle zur Abspeicherung raumbezogenen Wissens kritisch so zu präsentieren, dass eine Entscheidung für eine Theorie beziehungsweise für bestimmte Grundannahmen argumentiert werden kann, um aus diesen sodann entsprechende Methodiken für den Entwurf eines konkreten Testdesigns zur geplanten Gegenüberstellung von sphärischem und ebenem Display abzuleiten.

11.1 Zur „Imagery – Debatte“: Form und Funktion mentaler Repräsentationen

„Can image type be experimentally tested and verified? Are recondite thought processes dependent mechanically upon imagery at all?“, fragte John Watson in seinem 1913 erschienenen Manifest für eine behavioristische Psychologie, um diese Fragen umgehend zu verneinen: „never use the terms consciousness, mental states, mind, content, introspectively verifiable, imagery, and the like.“ (Watson, 1913) Mit der daran anschließenden Blütezeit des Behaviorismus schloss sich eine Vielzahl von Forscher/innen dieser Ansicht an, so dass die Möglichkeiten bildlicher Vorstellung bis in die

Mitte des 20. Jahrhunderts auf der Forschungsagenda des behavioristischen Paradigmas unberücksichtigt blieben. Erst mit dem Aufkommen des jüngeren Paradigmas der Kognitionspsychologie wurde die *black box*, in welcher der Behaviorismus alle mentalen Vorgänge weggesperrt hatte, erneut geöffnet, so dass eine Zusammenschau der Forschung zur Frage der mentalen Repräsentation räumlichen Wissens in diesem Zeitbereich ansetzen kann. Ältere Ansätze, wie sie sich etwa über Kant bis Aristoteles zurückverfolgen lassen, bleiben zwar an dieser Stelle unberücksichtigt, können aber bei White (1990) ausführlicher nachgelesen werden.

11.1.1 Mentale Vorstellungen als Abbildungen

Beschränken wir die im Folgenden versuchte Zusammenfassung auf zwei Hauptmodelle zur Frage nach der mentalen Repräsentation raumbezogenen Wissens, so können wir hierzu mit einer bekannten Untersuchung von Kosslyn et al. (1978) einleiten, die zugleich einen deutlichen Bezug zur Kartographie herstellt.

Bei dieser Untersuchung forderten Kosslyn et al. Studierende auf, die Positionen von Objekten auf der Landkarte einer fiktiven Insel zu lernen, welche in Abbildung 24 in Anlehnung an das ursprüngliche Testdesign sowie mit den originalen Testobjekten (Strand, Hütte, Brunnen, Baum, See, Gras, Felsen) wiedergegeben ist. Als Hilfestellung wurden die Proband/innen angewiesen, zunächst ein leeres Blatt über diese Karte zu legen, und auf dieses die Objekte abzupausen um sich derart die Objektlagen auch separat, das heißt ohne sonstige graphische Referenzen wie zum Beispiel die Küstenlinie der Insel einprägen zu können. „Next, they studied the map, closed their eyes and imaged it, and then compared their image to the map until they thought their image was accurate.“ (1978).



Abbildung 24: Testdesign von Kosslyn et al. (1978) zur Überprüfung des abbildenden Charakters mentaler Repräsentationen; eigene Bearbeitung

Um zu prüfen, ob die Objektpositionen richtig gelernt wurde, mussten die Proband/innen die gesehene Karte beziehungsweise die Lage der Objekte darauf rekonstruieren, wobei die Karte als gelernt galt, wenn jeder Punkt mit einem Fehler von maximal 0,64 cm zur tatsächlichen Lage eingetragen werden konnte.

“Next, subjects were told that they would hear the name of an object on the map. They were to picture mentally the entire map and then to focus on the object named. Subjects were told that 5 sec after focusing on the named object, another word would be presented; if this word named an object depicted on the map, the subjects were to scan to it and depress one button when they arrived at the dot centered on it. The scanning was to be accomplished by imaging a little black speck zipping in the shortest straight line from the first object to the second. The speck was to move as quickly as possible, while still remaining visible.” (Kosslyn et al., 1978)

Die Ergebnisse dieses Versuchs zeigten, dass die Zeit, die benötigte wurde, um eine mental vorgestellte Repräsentation zu scannen, von der tatsächlichen Distanz in der Karte abhängt und mit dieser linear ansteigt: „This demonstration supports the claim that images are quasi-pictorial entities that can in fact be processed and are not merely epiphenomenal.“ (1978)

Mit dieser Conclusio ist zugleich das erste der beiden genannten Modelle zur mentalen Repräsentation raumbezogenen Wissens zusammengefasst, welches davon ausgeht, dass die mentale Vorstellung einer räumlichen Verteilung und die direkte visuelle Wahrnehmung dieser räumlichen Verteilung auf gemeinsamen Prinzipien beruhen, also abbildenden Charakter haben („*depictive*“; cf.: Pylyshyn, 2000); dieses Konzept liegt oft auch der Idee einer mentalen/kognitiven Landkarte zu Grunde.

11.1.2 Mentale Vorstellungen als Propositionen

Das zweite hier zu nennende Modell kann nun gerade aus der Kritik des ebengenannten Ansatzes bildlicher Vorstellungen verstanden werden, dem methodische Schwächen vorgeworfen werden, welche die von Kosslyn et al. (1978) gezeigten Ergebnisse konstruieren würden. Pylyshyn (1981) wiederholte dazu das eben skizzierte Experiment mit der folgenden Modifikation: Proband/innen wurde eine zu Abbildung 24 vergleichbare Karte gezeigt, bei der an der Stelle jedes Objektes zusätzlich ein Licht montiert war, welches die Testpersonen per Knopfdruck einschalten konnten. Immer wenn eines der Lämpchen aufleuchtete, schaltete sich das vorher aktive ab, so dass immer jeweils nur ein Licht auf der Karte scheinen konnte. In der wiederum anschließenden Lernkontrolle wurden die Proband/innen ersucht, sich die eben gesehene Verteilung vorzustellen und per Knopfdruck anzuzeigen, sobald sie ein Licht in der jeweils gefragten Position in ihrer Vorstellung „sehen“ konnten. Die Zeitintervalle zwischen den einzelnen Knopfdrücken wurden gemessen und mit den Distanzen zwischen den entsprechend aufleuchtenden Objektpositionen korreliert. Diese Untersuchung zeigte folgendes Ergebnis:

“We found that there was no relation between distance on the imagined map and time. You might think: Of course there was no increase in time with increasing distance, because subjects were not asked to imagine scanning that distance. But that’s just the point: You can imagine scanning over the imagined map if you want to, or you can imagine just hopping from place to place on the imaginary map. If you imagine scanning, you can imagine scanning fast or slow, at a constant speed or at some variable speed, or scanning part way and then turning back or circling around! You can, in fact, do whatever you wish since it is your image. At least you can do these things to the extent that you can create the phenomenology or the experience of them and providing you are able to generate the relevant measurements, such as the time you estimate it would take to get from point to point.” (Pylyshyn, 2002)

Pylyshyn wirft also den Untersuchungen und Resultaten Kosslyn's vor, dass Proband/innen nur deshalb eine mental vorgestellte Karte scannen würden, weil man sie explizit dazu aufgefordert hätte und spricht in diesem Sinne auch von kognitiver Penetrabilität (*cognitive penetrability*) – ein Vorwurf, wie wir ihn bereits zu den in Kapitel 8 gezeigten Versuchen mittels *sketch maps* eingebracht hatten.

An die Stelle der Kosslyn'schen Theorie abbildender Repräsentationen stellt Pylyshyn ein proportionalistisches Modell, demnach – in einer Fodor'schen Tradition (Fodor, 1980) – Vorstellungen ebenso wie Sprache und andere kognitive Prozesse die gleichen Repräsentationen verwenden, welche den Charakter von Propositionen und somit auch eine entsprechende Syntax haben, also nicht als abbildend, sondern vielmehr als beschreibend bezeichnet werden können.

Diese Annahme entspricht für Pylyshyn beim gegenwärtigen Wissensstand einer Nullhypothese, der gegenüber sich das von Kosslyn et al. vorgeschlagene piktorialistische Modell als Alternativhypothese seiner Meinung nach nicht durchsetzen kann:

“The reason that there has been so much talk (by me and others) about the representations underlying mental imagery being *propositional* is that there are very good reasons for thinking that much of cognition depends on a *language of thought* [...]. For example, propositions, or more correctly, language-like tree-structured symbolic encodings, are the only form of representation that we know that can take advantage of mechanical reasoning mechanisms, such as computers, and they are also the only ones we know that exhibit the properties of compositionality, productivity and systematicity that are essential characteristics of at least human thought [...]. Although that does not entail that mental images are propositions, the propositional proposal serves as the natural *null hypothesis* against which to compare any proposal for a special form of representation for mental imagery. It’s not that the idea of images having the form of a set of sentences in some mental calculus is a particularly attractive or natural alternative, but it is the only one so far proposed that is not seriously flawed. Here is the crux of the problem that picture-theories must face if they are to provide full explanatory accounts of the phenomena. They must show that the relevant empirical phenomena, whether it is the increased time it takes to switch attention to more distant places in an image or the increased time it takes to report details from smaller images, follow from *the very nature of mental images or of the mechanisms involved in their use.*” (Pylyshyn, 2002)

11.1.3 Zum aktuelle Stand der „Imagery-Debatte“

Obwohl die „Imagery-Debatte“ von ihren beiden obengenannten Protagonisten bereits seit rund 40 Jahren betrieben wird, konnte sich bislang keine der beiden wissenschaftlichen Schulen im Sinne eines Paradigmas durchsetzen. Zwar attestiert Gottschling (2003) einem Piktorialismus Kosslyn'scher Prägung größeren Zuspruch seitens der Kognitionswissenschaften, welcher sich auch auf seit den 1990er Jahren gewonnene Erkenntnisse der Neurowissenschaften stützt, doch kann die von Pylyshyn formulierte Nullhypothese auf argumentativer Ebene bislang durchaus nicht als widerlegt betrachtet werden (Pylyshyn, 2002). Vielmehr zeigt Pylyshyn (2003) am Beispiel genau dieser neurowissenschaftlichen Befunde (denen nach z.B. visuelle Stimuli mit Aktivitäten im visuellen Kortex einhergehen), dass die erzielten Resultate an der grundsätzlichen Problematik der Imagery-Debatte wenig geändert und den Kritikpunkt einer kognitiven Penetrabilität nicht überwunden haben. Stattdessen wirft er Vertreter/innen des Piktorialismus vor, häufig keine scharfe Trennlinie zwischen Denkform und Denkinhalt zu ziehen:

“The fundamental problem with appeals to the format of images in explaining observed properties of imagistic reasoning is this: because it is *your* image you can make it have very nearly any property, or exhibit any behaviour you wish [...]. Consequently, nothing is gained by assuming that images are pictorial in form because the form does not constrain the possible empirical phenomena.” (Pylyshyn, 2003)

Auf Grund des vorgebrachten Diskussionsstandes scheint es daher gerechtfertigt, auf eine eigene Positionsnahme zu verzichten zur Frage, ob die „Imagery-Debatte“ nun gelöst (Kosslyn, 1996), offen (Pylyshyn, 2002), oder unlösbar beziehungsweise fehlgeleitet (Gottschling, 2003) ist. Die darin behandelten Fragen waren und sind jedoch für die weitere Entwicklung der Raumkognitionsforschung relevant und bieten nicht nur für diese einen fruchtbaren Ausgangspunkt, sondern auch für das in diesem Teil der Arbeit angestrebte Design eines empirischen Tests.

11.2 Struktur und Inhalt mentaler Repräsentation

Geht die in den 1970er Jahren von Kosslyn und Pylyshyn initiierte Imagery-Debatte vor allem von Fragen zur Form (analog vs. propositional) und Funktion (Kodierung räumlicher Verteilung vs. semantische Kodierung) mentaler Repräsentationen aus (Anderson, 1996), so findet sich in den 1980ern eine Reihe von Untersuchungen, die sich einem anderen Charakteristikum widmen, nämlich der Struktur mentaler Repräsentationen. Auch hierzu lassen sich wiederum zwei unterschiedliche Ansätze vorstellen, welche entweder ein nicht-hierarchisches oder aber ein hierarchisches Modell für die Struktur räumlichen Gedächtnisses favorisieren.

11.2.1 Nicht-hierarchische Modelle

Beginnen wir eine Gegenüberstellung von hierarchischen und nicht-hierarchischen Modellen der Struktur des räumlichen Gedächtnisses, so lassen sich die letztgenannten unmittelbar an die im vorigen Abschnitt skizzierte Theorie abbildender Repräsentationen anbinden. Die Idee mentaler Abbildungen geht nämlich von quasi-bildhaften (Kosslyn et al., 1978) Repräsentationen aus, die analog zu visuellen Wahrnehmungen erlebt und entsprechend holistisch strukturiert werden: „The important claim is that spatial representations do not contain nested levels of detail or separate codes for global or local properties.“ (McNamara et al., 1989)

Ist die wortwörtliche Vorstellung einer kognitiven Landkarte also ein prototypisches Beispiel einer nicht-hierarchischen Struktur, so ist anzumerken, dass auch die Erklärungsalternative der Imagery-Debatte, das heißt propositionale Modelle, nicht notwendigerweise hierarchische Charakterzüge tragen müssen (bzw. umgekehrt auch Hierarchien in Modelle abbildender Repräsentationen implementiert werden können (cf. McNamara et al., 1989): So schlägt etwa Byrne (1979) vor, die von Proband/innen zur Navigation in städtischen Räumen verwendeten mentalen Repräsentationen nicht als Karten (*vector map*) im engeren Sinn zu verstehen, welche Informationen zu Distanzen und Richtungswinkel zwischen Punkten enthalten, sondern als Netzwerke propositionaler Elemente (*network map*), aus welchen topologische Beziehungen entnommen werden können, etwa die Reihenfolge von Punkten und Richtungswechseln entlang einer bestimmten Route. Die Diskussion zur hierarchischen oder nicht-hierarchischen *Struktur* kann also nicht parallel zu obiger Debatte über die abbildende oder nicht-abbildende *Form* mentaler Repräsentationen verstanden werden, und stellt somit auch keinen alternativen Lösungsansatz für die Imagery-Debatte dar.

11.2.2 Hierarchische Modelle

Hierarchische Modelle gehen von einer Strukturierung räumlichen Gedächtnisses in Informations-ebenen aus, die – bildlich gesprochen – nach oben hin inklusiv verbunden (z.B. Städte zu Regionen) und nach unten hin exklusiv getrennt werden (Staaten in Regionen); (vgl. Abb. 25). Um auch hierzu wieder ein klassisches Beispiel zu zeigen, kann auf folgende Untersuchung von Stevens & Coupe (1978) verwiesen werden: dabei wurden Proband/innen (u.a.) gefragt, ob San Diego oder Reno weiter westlich liegen würden, wobei die erhaltenen Antworten mehrheitlich auf San Diego fielen und somit falsch waren. Die Autoren erklären dieses Ergebnis mit der mangelnden Lagekenntnis der beiden Städte, weshalb diese zuerst mit einer hierarchisch übergeordneten, das heißt allgemeineren Informations-ebene, in diesem Falle dem Bundesstaat, referenziert würden, um sodann die

betreffenden Bundesstaaten gegeneinander zu orientieren; da Kalifornien zu großen Teilen westlich von Nevada liegt, wird dieser Umstand auf die entsprechenden Städte, also auf die hierarchisch untergeordnete Informationsebene projiziert, woraus die irrtümliche Vorstellung entsteht, dass sich San Diego westlich von Reno befände. Ähnliche Testergebnisse ergaben sich bei vergleichbaren Fragen zu anderen Objekten (z.B. wird Seattle meist südlich des eigentlich südlicheren Montreal vermutet). Mit McNamara (1986) lässt sich eine solche Hierarchisierung graphisch veranschaulichen:

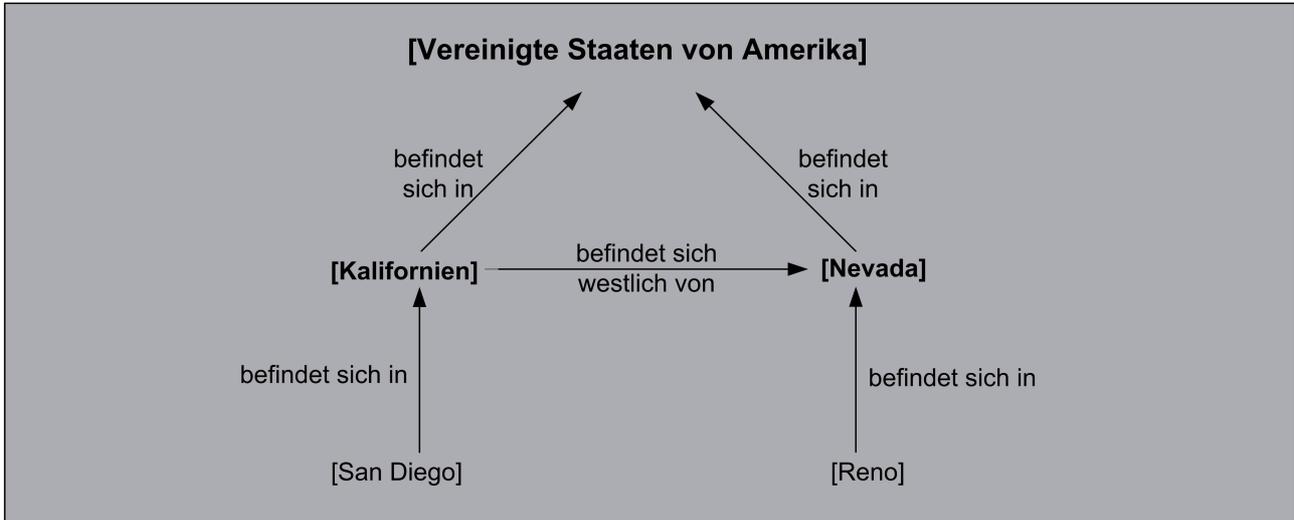


Abbildung 25: Beispiel hierarchischer Strukturierung mentaler Repräsentationen und daraus erklärbarer Fehlschätzungen; Reno wird hier östlich von San Diego vermutet, da die zugehörigen Bundesstaaten in entsprechender Relation zu einander gespeichert wurden; bearbeitet nach McNamara (1986)

Wie in Abbildung 25 bereits ersichtlich, scheint sich eine Modellierung solcher mentalen Informationsspeicherstrukturen in Form graphentheoretischer Bäume etabliert zu haben (e.g. Kitchin & Blades, 2002; McNamara et al., 1989; Reitman & Rueter, 1980), wie sie sich auch in der Darstellung semantischer Kategorisierungshierarchien finden (Taylor, 2003).

11.2.3 Nicht-hierarchische vs. hierarchische Theorien

Fassen wir zunächst den wesentlichen Unterschied zwischen den eben diskutierten Theorieansätzen zur Strukturierung räumlichen Gedächtnisses zusammen, so besteht dieser einerseits in der Vorstellung der den mentalen Repräsentationen zugrunde liegenden Strukturen und andererseits, damit einhergehend, in der Art der abgespeicherten Information, das heißt in Bezug auf den Inhalt: In hierarchischen Modellen werden diese Inhalte auf unterschiedlichen Ebenen kodiert, wobei jede dieser Ebenen einen eigenen ontologischen Status hat, so dass Abfragen direkt auf die jeweilige Ebene in der Speicherhierarchie zugreifen können. In nicht-hierarchischen Modellen liegt der Inhalt nur in einem bestimmten Kategorisierungsniveau vor, aus dem weitere (höhere oder niedrigere) Informationsauflösungen bei Bedarf berechnet werden.

Entsprechend dieser unterschiedlichen Zugänge erklären sich auch die jeweiligen Vorteile beider Theorien, welche konträr sind und den Nachteilen des jeweiligen Konkurrenzmodells entsprechen: so liegt einem hierarchischen Konzept die Idee einer maximalen Speichereffizienz zugunsten einer submaximalen Abfragegeschwindigkeit zu Grunde, wogegen nicht-hierarchische Theorien den Vorteil schnellerer und genauerer Informationsabfragen reklamieren – dies unter der Annahme, dass Information rascher abgerufen werden kann, wenn sie (z.B. in abbildenden mentalen

Repräsentationen; vgl. 11.1.1) bereits kodiert vorliegt, als wenn sie indirekt aus anderen Informationsebenen abgeleitet werden muss. Da nun beide Modelle auf unterschiedliche, aber kognitiv gleichermaßen relevante Qualitäten fokussieren (Ankomah, Crompton, & Baker, 1995), entwickelte sich aus einer konkurrierenden Betrachtung zwischen beiden Strukturierungen eine Reihe von Ansätzen, welche hierarchische und nicht-hierarchische Merkmale miteinander zu verknüpfen trachten (vgl. 11.3).

11.3 Partiiell hierarchische Theorien

Entsprechend der jeweiligen Erklärungsvorteilen hierarchischer und nicht-hierarchischer Theorien lässt sich in der Fachliteratur eine dritte, vermittelnde Gruppe von Strukturmodellen unterscheiden, welche Aspekte beider Zugänge in Form von partiell hierarchischen Theorien integriert. Dabei kann der Unterschied zwischen streng hierarchischem und partiell hierarchischem Verständnis anhand der in Abbildung 25 exemplarisch gezeigten Darstellung von Kategorienhierarchien in Form graphentheoretischer Bäume gezeigt werden:

Streng hierarchische Strukturen implizieren eine einmalige Speicherung jeder Informationseinheit (z.B. die Position von San Diego) innerhalb einer Hierarchie in einer Form, die keine horizontalen Verknüpfungen zwischen diesen Informationseinheiten erlaubt. Demnach werden beispielsweise die räumliche Relation zweier Informationsinhalte (z.B.: die Positionen von San Diego und Los Angeles), die beide derselben übergeordneten hierarchischen Ebene (z.B.: Kalifornien) angehören, nicht direkt abgespeichert, sondern aus deren Lage innerhalb der übergeordneten Speicherebene berechnet. Es werden also beispielsweise zunächst die Position von San Diego innerhalb Kaliforniens und die Position von Los Angeles innerhalb Kaliforniens kodiert, um danach die Distanz zwischen beiden Städten aus deren relativen Positionen innerhalb Kaliforniens abzuleiten. *Partiell hierarchische Theorien* erlauben hingegen auch horizontale Verknüpfungen innerhalb der hierarchischen Struktur des räumlichen Gedächtnisses und verknüpfen somit die jeweiligen Vorteile der beiden oben genannten Modelle, nämlich Speichereffizienz und Abfragegeschwindigkeit.

Streng hierarchisch strukturierte Modelle für die Repräsentation räumlichen Gedächtnisses finden sich in der Fachliteratur kaum berücksichtigt, da bereits in frühen Experimenten Unregelmäßigkeiten beziehungsweise Verzerrungen in den Resultaten raumbezogener Informationsabfragen zu Tage traten, die sich am plausibelsten als Funktion von sowohl räumlichen (nicht-hierarchischen) als auch nicht-räumlichen (hierarchischen) Strukturkomponenten erklären lassen. Diese Verzerrungen abgespeicherter Informationen können zusammenfassend auf zwei Quellen zurückgeführt werden: auf die hierarchische Struktur der Wissensrepräsentation und auf Barrieren innerhalb derselben (Hirtle & Jonides, 1985). Sowohl Hierarchie- als auch Barriereneffekte seien nachfolgend anhand einschlägiger Untersuchungen dokumentiert .

11.3.1 Hierarchieeffekte

Die Effekte von hierarchischen Strukturen auf verzerrte Abfrageergebnisse mental gespeicherter Rauminformation lassen sich recht deutlich an Hand des zitierten Experiments von Stevens & Coupe (1978) zeigen, dessen (oben genannte) Ergebnisse darauf hindeuten, dass das erfragte Lageverhältnis von Reno und San Diego mangels Detailwissen durch eine Verschiebung auf eine andere, allgemeinere

Kategorisierungsebene zu beantworten versucht wurde. Dieser Lösungsansatz baut also nicht auf einer direkten (nicht-hierarchisch) räumlichen Relationierung zwischen beiden Städten auf, sondern beginnt mit den Zuordnungen „Reno \in Nevada“ und „San Diego \in Kalifornien“. Dieser Zuordnungsschritt ist somit hierarchisch, aber nicht-räumlich, da hierbei nichts über die genauere Lage einer der beiden Städte in dem jeweiligen Bundesstaat ausgesagt wird. Eine solche räumliche Bezugnahme wird erst, so die Erklärung von Stevens & Coupe, auf der übergeordneten Ebene des Bundesstaates hergestellt mit der mehrheitlichen Vermutung, dass Kalifornien (K) westlich von Nevada (N) liegt. Entsprechend folgt für die ursprünglich gestellte Testfrage unter anderem: $K \text{ westlich } N \Leftrightarrow \forall x (x \in K \rightarrow x \text{ westlich } N)$

An dieser Stelle sei unter Verweis auf Abbildung 25 auch angemerkt, dass es sich bei der eben gegebenen Erklärung um einen partiell hierarchischen, nicht um einen streng hierarchischen Ansatz handelt, da zwar keine Referenzierung zwischen Reno und San Diego, doch aber zwischen Nevada und Kalifornien erfolgt. Würde man also Abbildung 25 für ein streng hierarchisches Modell adaptieren wollen, so wäre die dort eingezeichnete horizontale Verbindung zwischen den beiden Bundesstaaten zu kappen, so dass Raumbezüge nur mehr vertikal bis in die höchste Ebene der jeweiligen Hierarchie genommen werden könnten.

11.3.2 Barriereneffekte

Wie die eben genannten Hierarchieeffekte sind auch Barriereneffekte der Raumkognitionsforschung seit längerem bekannt. Stellvertretend sei daher nur auf ein frühes Experiment von Kosslyn et al. (1974) verwiesen, welches eine grundsätzliche Eigenschaft von Barrieren in Bezug auf die Informationsabspeicherung aufzeigt. Bei diesem Versuch wurde ein quadratischer Raum durch eine vertikale und eine horizontale Abgrenzung in vier gleichgroße Bereiche unterteilt, wobei ein Raumteiler undurchsichtig, der andere aber ein sichtdurchlässiger Zaun war; beide Barrieren hatten eine Höhe von rund 2m. Die derart entstandenen vier Teilräume wurden nun mit zehn Gegenständen so gefüllt, dass zweimal sechs Gegenstandspaare in gleichem Abstand zueinander lagen. Weiters wurden diese Testpaare so verteilt, dass sie sowohl innerhalb eines Quadranten, als auch zwischen undurchsichtig und sichtdurchlässig getrennten Quadranten zu liegen kamen.

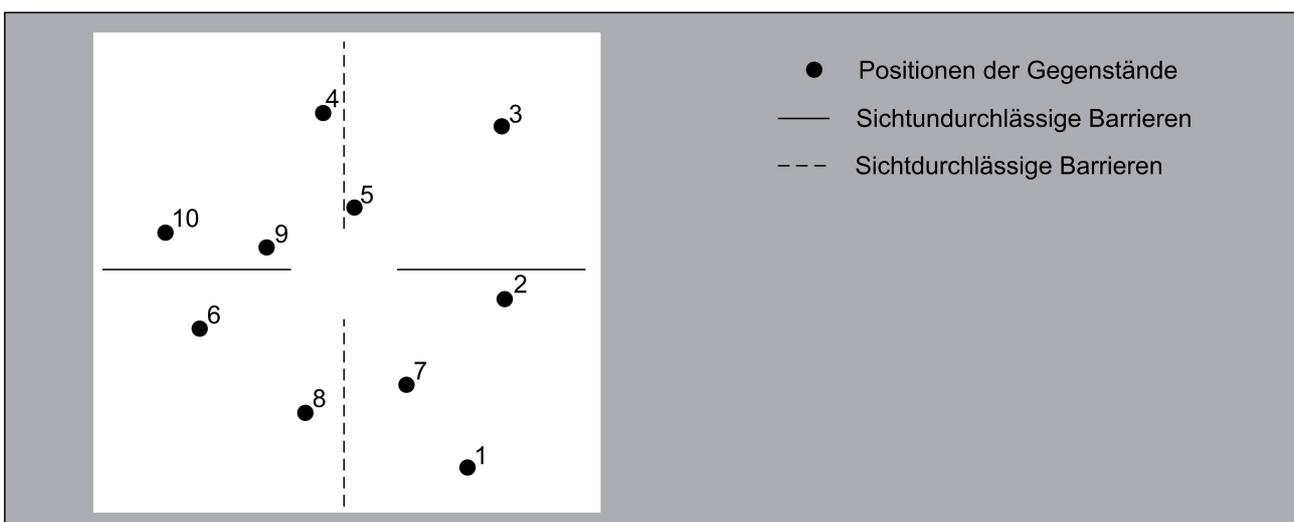


Abbildung 26: Versuchsanordnung zur Feststellung von Barriereneffekten in mentalen Verteilungsrepräsentationen; bearbeitet nach Kosslyn et al. (1974)

Aufgabe der Gruppe von Proband/innen, die sowohl aus Erwachsenen als auch aus Kindern bestand, war es sodann, die Positionen der Gegenstände zu lernen, um danach die Distanzen zwischen den Testpaaren zu schätzen. Die Ergebnisse ergaben, dass Punkte im Allgemeinen dann relativ weiter voneinander entfernt geschätzt wurden, wenn eine undurchsichtige Abgrenzung zwischen ihnen lag, als gleichermaßen weit auseinandergelegene Punkte, die von keiner Barriere getrennt waren. Im Besonderen trat dieser Effekt bei Kindern auch dann auf, wenn Punkte durch eine durchsichtige Abgrenzung getrennt waren, wogegen ein solcher Zaun auf die Schätzurteile der erwachsenen Proband/innen keinen signifikanten Einfluss nahm. Im Gegensatz zum Beispiel aus dem vorangegangenen Abschnitt 11.3.1 beruht die Schätzung in diesem Falle also auf ausschließlich räumlichen Relationierungen, ohne dabei auf Kategorisierungen anderer Hierarchisierungsniveaus zuzugreifen.

11.4 Barriereneffekte in Hierarchien

Haben wir in den beiden vorangegangenen Abschnitten versucht, Barrieren- und Hierarchieeffekte anhand je eines Beispiels möglichst getrennt zu illustrieren, so ist diese Trennung zwar aus Gründen einer deutlicheren Problemstrukturierung sinnvoll und auch mit der Fachliteratur konkordant (vgl. Hirtle & Jonides, 1985), praktisch jedoch aus begriffslogischen Gründen schwer aufrecht zu erhalten, da die Begriffe »Hierarchie« und »Barriere« im beschriebenen Verständnis zusammenlaufen. Dies lässt sich besonders am Konzept der Barriere verdeutlichen, welches im einfachsten Fall eine Zweiteilung einer Raumeinheit bedeutet, wobei diese Raumeinheit zu einer hierarchisch übergeordneten Kategorie wird. Hierarchische Kategorisierung impliziert Teilungen (in untergeordnete Kategorien) und diese Teilungen können sich räumlich durch Barrieren artikulieren. In diesem Sinne sind Barrieren und Hierarchien also zwei Aspekte desselben Konzeptes, so dass jede Reduzierung auf einen dieser Aspekte Gefahr läuft, Zusammenhänge zu verkürzen. Natürlich ist die Konstruktion solcher Verkürzungen mitunter dann sinnvoll, wenn es grundsätzliche Verhaltensmuster zu filtrieren gilt, wie in Abschnitt 11.3 illustriert. Doch bereits das zuvor genannte Beispiel (vgl. Abb. 25), wo neben der Hierarchie *Stadt – Bundesstaat* bereits auch Barrieren (nämlich zwischen Bundesstaaten) mitgedacht wurden, zeigt, dass eine Trennung beider Effekte meist schwierig ist beziehungsweise interessante Phänomene gerade erst aus einer Verknüpfung von Hierarchie- und Barriereneffekten erklärt werden können. Dies gilt besonders für die Kartographie, welche Hierarchisierungen (und damit auch Barrieren) bereits in ihren allgemeinsten Prinzipien der Generalisierung und des Verkleinerungsverhältnisses thematisiert. Die folgenden Absätze werden sich daher einer integrierten Betrachtung von Barriereneffekten in Hierarchien widmen, mit dem Ziel, die eingangs dieses Kapitels formulierte Fragestellung weiter auszuarbeiten, wie Hierarchien bei sphärischen und ebenen Displays unterschiedlich aufgebaut werden und daher unterschiedlichen Einfluss auf jenes Wissen nehmen könnten, welches aus der Betrachtung von ebener und sphärischer Darstellung erzeugt und abgespeichert wird.

Hatten die zitierten Experimente in der Frühphase post-behaviouristischer Raumkognitionsforschung noch versucht, räumliche und nicht-räumliche Aspekte möglichst zu trennen (z.B. durch nicht-hierarchische vs. hierarchische Modelle, aber teilweise auch in der Imagery-Debatte über den proportionalen vs. abbildenden Charakter mentaler Repräsentationen), so stieß das andauernde Forschungsinteresse an der mentalen Repräsentation raumbezogener Informationen bald auf Untersuchungsergebnisse, die sowohl rein räumliche als auch rein nicht-räumliche Erklärungsansätze in Frage beziehungsweise vor entsprechende Argumentationsherausforderungen stellten.

Diese Untersuchungen betrafen einerseits das räumliche Verhältnis zwischen Punkten einer Hierarchisierungsebene. Beispielsweise stellten Sadalla et al. (1980) bei der Abfrage von Distanzschätzungen Asymmetrien fest: die Entfernung zwischen einem markanten Punkt A (landmark) und einer weniger markanten Position B wurde als kürzer bewertet, wenn die Frage „von A nach B“ gestellt wurde, als wenn die Frage „von B nach A“ lautete. Ein Autorenteam aus dem gleichen Forschungsbereich (Magel & Sadalla, 1980) stellte ferner fest, dass die Längen von Routen mit mehr Intersektionen relativ stärker überschätzt werden, als die Längen der entsprechenden Routen mit weniger Schnittpunkten. Andererseits traten auch Testbefunde auf, welche die Aufmerksamkeit auf die innere Strukturierung einzelner Unterkategorien lenkten, wie sie etwa in dem in Abbildung 26 gezeigten Experiment durch die Viertelung eines Untersuchungsraumes erzeugt werden, worauf in den folgenden beiden Abschnitten eingegangen werden soll.

11.4.1 Barriereneffekte auf die Repräsentation von Punktpositionen

So zeigten beispielsweise Huttenlocher et al. (1991) Proband/innen Kreise, in denen jeweils ein Punkt eingezeichnet war; nachdem diese Vorlage entfernt worden war, mussten die Teilnehmer/innen nach einem kurzen Zeitintervall von einigen Sekunden die Position des eben gesehenen Punktes aus dem Gedächtnis wiedergeben und in einem leeren Kreis gleicher Größe einzeichnen. Die Ergebnisse dieser Positionsreproduktionsaufgabe legen nahe, dass bei der Memorisierung einer Punktlage der Kreis zunächst in vier Quadranten geteilt wird, um sodann den gefragten Punkt innerhalb eines dieser Viertelkreise zu verorten; dabei funktioniert der Schwerpunkt jedes Quadranten als Prototyp (vgl. Abb. 27), dessen Wirkung auf die gegebenen Schätzwerte umso größer ausfällt, je höher die Unsicherheit bezüglich der tatsächlich gesehenen Position ist (beispielsweise wenn zwischen Stimulus und Wiedergabe ein höheres Zeitintervall gelegt wird), wogegen die vertikalen und horizontalen Grenzen zwischen den Quadranten als Barrieren wirken, die bei der Memorisierung beziehungsweise Abrufung der wahrgenommenen Lageninformationen wirksam werden.

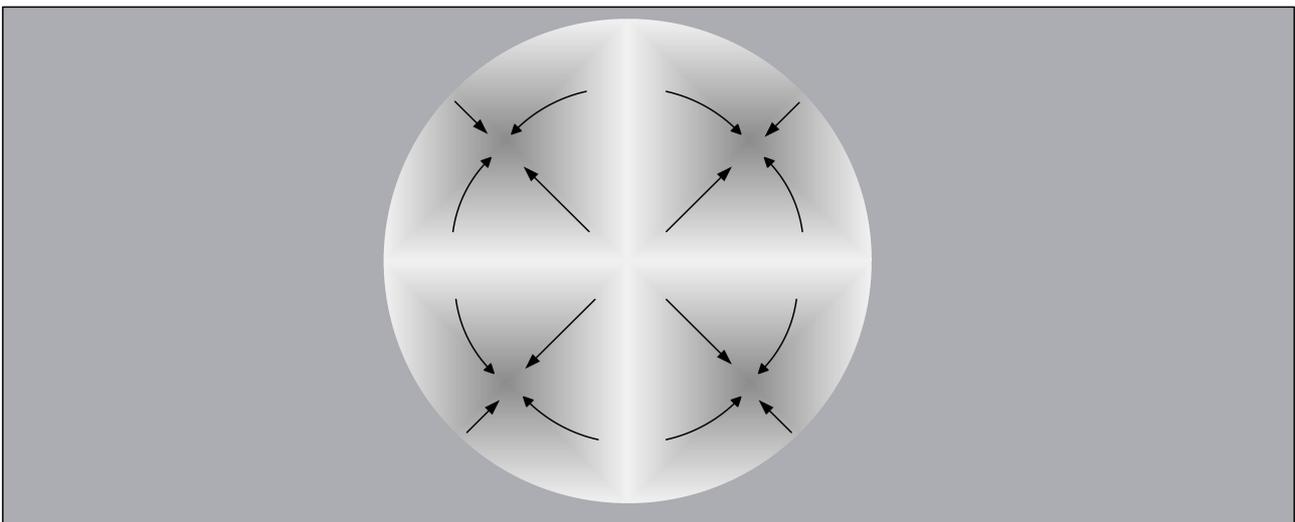


Abbildung 27: Abfrageergebnisse zur Memorisierungsgenauigkeit von Punktpositionen auf einem kreisförmigen Display; es zeigt sich eine Konzentration von Schätzwerten um die Schwerpunkte der Quadranten; überarbeitet nach Newcombe & Huttenlocher (2003)

Die von den Autor/innen für dieses Phänomen vorgeschlagene Erklärung bietet zugleich ein anschauliches Beispiel der Verknüpfung vertikaler und horizontaler Kategorisierung: Personen erinnern demnach eine Position sowohl auf dem Level einer übergeordneten Kategorie (In welchem

Quadrant lag der gesehene Punkt?), als auch auf einem Level höherauflösender Kategorisierung, wo die Position eines Punktes in einem Polarkoordinatensystem mit Information über Distanz und Winkel vom Kreiszentrum dargestellt wird. Je ungenauer nun die Information auf dem hochauflösenden (*fine-grained*) Level ist, umso stärkeres Gewicht bekommt der innerhalb der übergeordneten Ebene positionierte Prototyp. Zusammengefasst ergaben die Experimente von Huttenlocher et al. also, dass die von den Proband/innen wiedergegebenen Positionen im Vergleich zu den tatsächlich gezeigten Positionen zum Prototypen des jeweiligen Quadranten hin verschoben waren. Diese Verschiebung beziehungsweise Verzerrung stieg mit dem zwischen Stimulus und Antwort liegenden Zeitintervall. Entsprechende Effekte konnten auch bei Kindern beobachtet werden (Huttenlocher et al., 1994).

11.4.2 Barriereneffekte auf die Repräsentation von Relationen zwischen Punkten

Nicht mit den Positionen, sondern mit den Abständen von Punkten zueinander beschäftigte sich eine andere Forschungslinie, die sich anhand von Untersuchungen von Hirtle & Jonides (1985), McNamara (1986) und McNamara et al. (1989) dokumentieren lässt. Beginnen wir zunächst mit der zweitgenannten Testserie, so lässt sich diese in Bezug auf ihre Methodik an den obengenannten Experimenten von Kosslyn et al. anknüpfen (vgl. Abb. 26): Einerseits wurde auch hier eine Vierteilung eines Untersuchungsraumes vorgenommen, welcher jedoch nicht durch physische Barrieren, sondern durch Linien auf dem Boden, also quasi graphisch gegliedert wurde; andererseits bestand auch hier eine Aufgabe (u. a.) darin, die Verteilung von Gegenständen zu memorisieren. Zudem, und für kartographische Interessen besonders relevant, bildete McNamara (1986) diesen Testraum auch auf Papier, also im Sinne einer einfachen Karte ab, womit nicht nur direkt, sondern auch indirekt erfahrbare Verteilungen untersucht wurden. Aus diesem Testdesign wurde eine Reihe von Parametern abgefragt, wozu beispielsweise die folgenden Ergebnisse angeführt werden können:

- Proband/innen erkennen einen Gegenstand dann schneller wieder, wenn dieser durch einen anderen Gegenstand aus demselben Quadranten *geprint* wird.
- Proband/innen überschätzen Distanzen zwischen Punkten, die in unterschiedlichen Quadranten liegen, was die bereits genannten Resultate von Kosslyn et al (1974) bestätigt.
- Proband/innen unterschätzen Distanzen zwischen innerhalb desselben Quadranten gelegenen Punkten.

Diese Resultate entsprechen zudem Schätzfehlermustern, die von Hirtle & Jonides (1985) auch für nicht-konstruierte Umgebungen am Beispiel von markanten Plätzen in Ann Arbor (Michigan) festgestellt werden konnten. Dabei zeigten die Autoren auch, wie mit Hilfe eines Ordered Tree Algorithmus die Kategorisierungen und Unterkategorisierungen in mentalen Raumrepräsentationen ausgedrückt werden können.

McNamara et al. (1989) erweiterten diese Methoden schließlich auch auf Räume, die keinerlei physische oder graphische Barrieren erkennen lassen. Wiederum zeigte sich, dass Proband/innen zufällig in einem Raum (bzw. in dessen Abbildung) verteilte Gegenstände in Clustern lernen und dabei Distanzen zwischen Punkten innerhalb solcher Cluster verkürzt speichern, wogegen die Abstände zwischen Gegenständen verschiedener Cluster überschätzt werden.

11.5 Übertragungsmöglichkeiten eines Testdesigns von der Ebene auf die Sphäre

In den vorangegangenen Abschnitten dieses Kapitels wurde versucht, (Unterscheidungs-) Merkmale von Theorien mentaler Raumrepräsentationen an Hand ausgewählter empirischer Beispiele vorzustellen. In Bezug auf die Frage der *Form* solcher Repräsentationen hat sich im Rahmen der Imagery-Debatte auf Argumentationsebene kein Ansatz durchgesetzt, auch wenn einem abbildenden Modell in der aktuellen Forschungspraxis scheinbar größeres heuristisches Potenzial zugesprochen wird (vgl. Gottschling, 2003). Hinsichtlich der *Struktur* mentaler Repräsentationen zeigen sich hingegen klarere Verhältnisse, da hier eine Vielzahl empirischer Daten für einen partiell hierarchischen Aufbau spricht. Diesen Strukturaspekten kann nun für die hier verfolgte Frage eine, im Vergleich zur Formfrage, größere Relevanz insofern zugesprochen werden, als die dabei auftretenden Hierarchie-/Barriereeffekte solche Eigenschaften der abgespeicherten Informationen beeinflussen, die für kartographische Darstellungen von besonderem Interesse sind, etwa die Beurteilung von Distanzen oder die Wirkung von physischen Grenzen, wie sie etwa im Falle von Erdkarten oder ebenen Displays zwangsläufig an deren Rändern auftreten. Die Untersuchung der Strukturen und Strukturunterschiede von Repräsentationen, die aus Darstellungen auf ebenen oder sphärischen Displays erzeugt werden, sollte demnach einen fruchtbaren Ausgangspunkt für deren geplante Gegenüberstellung bieten.

In der Frage nach dem Untersuchungsdesign einer solchen Gegenüberstellung unterschiedlicher Repräsentationsstrukturen kann daher an die in 11.4 vorgestellten Tests angeknüpft werden. Dabei sind für unsere Zwecke jene Verzerrungen von größerem Interesse, die bei der Speicherung von Distanzen zwischen Punkten auftreten, als die Schätzfehler zu Positionen einzelner Punkte – dies mit der Begründung, dass bei der Abbildung einer sphärischen Oberfläche (z.B. der Erde) in die Ebene (z.B. als Erdkarte), einerseits die Positionen von Punkten jeweils präzise umgerechnet werden können und erst aus der Verbindung zwischen Punkten abbildungsspezifische Strecken-, Flächen- und/oder Winkelverzerrungen auftreten; andererseits werden auch die angesprochenen Barriereeffekte erst bei einer Betrachtung von Distanzschätzungen sichtbar. Entsprechend sollte der in Abschnitt 11.4.2 theoretisch und methodisch skizzierte Ansatz zur Untersuchung von Barriereeffekten auf die Repräsentation von Relationen zwischen Punkten eine geeignete Grundlage für eine Untersuchung sphärischer Displays sein. Dies umso mehr, als mit den genannten Tests bereits Arbeiten vorliegen, die sich sowohl abstrakt-konstruierten (McNamara et al., 1989), als auch realen Räumen (Hirtle & Jonides, 1985) widmen, und somit beide Seiten jenes Abstrahierungsschrittes beleuchten, den wir am Ende von Teil B mit der Verallgemeinerung des Globus in ein sphärisches Display getan haben.

In diesem Sinne sei daher im folgenden Kapitel versucht, den in 11.4.2 erwähnten Ordered Tree Algorithmus auf ein sphärisches Display beziehungsweise auf die entsprechende verebnete Darstellung anzuwenden um zu sehen, ob die jeweils abgeleiteten Repräsentationen unterschiedlich kategorisiert werden und ob die dabei gespeicherten Informationen unterschiedliche Verzerrungen erfahren. Dies sollte auch eine Antwort auf die Frage geben, auf die wir die vorliegende Arbeit im Verlauf von Teil B dekonstruiert haben, nämlich inwieweit ein sphärisches Modell und seine Verebnung unterschiedlich in Bezug auf jene Repräsentationen funktionieren, die aus deren Betrachtung mental erzeugt werden.

12 Studie zum Aufbau mentaler Repräsentationen auf sphärischen und ebenen Displays – Testdesign

In den in 11.4.2 genannten Experimenten von Hirtle & Jonides (1985) und McNamara (1986) zeigten sich Barriereneffekte auf Distanzschätzungen sowohl in Umgebungen mit natürlichen (z.B. Straßen), als auch konstruierten (z.B. Linien in Punktfeldern) Untergliederungen. Als McNamara et al. das entsprechende Verfahren auf eine konstruierte Umgebung ohne jegliche Untergliederung übertrugen, stand ihnen die folgende Intention im Sinne:

“In both cases, the apparent organization of subjects' memories was heavily influenced by physical and perceptual boundaries in the environment; in an important sense, subjects' memories simply reflected the hierarchical structure of the world. The principal goal of the research described in this article was to look for hierarchical encoding of spatial relations in situations least likely to produce it. We hoped to demonstrate that people encode spatial relations hierarchically even when environments are completely unstructured; that is, when physical and perceptual boundaries are absent.”
(McNamara et al., 1989)

Die zum Ende dieses Zitats geäußerte Hoffnung dürfte sich, wie bereits oben dargelegt, erfüllt haben. Daneben findet sich jedoch in diesem Textfragment eine Stelle, an der sich ein Widerspruch, aber auch eine Differenzierung hinsichtlich der Betrachtung von sphärischer und ebener Darstellung festmachen lässt – nämlich dort, wo von einer Umgebung frei von physischen und wahrnehmbaren Barrieren die Rede ist. Eine solche barrierefreie Situation meint McNamara nun durch ein Testdesign herzustellen, wie es in Abbildung 28 abgebildet ist. Hierzu ist hingegen aus Perspektive gegenwärtiger technologischer Möglichkeiten einzuwenden, dass die vorgeschlagene Testverteilung durchaus Grenzen besitzt, die sowohl physikalischer als auch wahrnehmbarer Natur sind und jeweils dort auftreten, wo der rechteckige Untersuchungsraum nach außen hin abschließt und somit genau jene Bruchlinien markieren, an denen sich Erdglobus und Erdkarte konzeptionell scheiden.



Abbildung 28: Von McNamara et al. (1989) verwendetes Testdesign zur Untersuchung hierarchischer Strukturen in mentalen Repräsentationen; eigene Bearbeitung und Übersetzung aus dem englischen Original

Dies soll zwar die Bedeutung der zitierten Untersuchung nicht einschränken, erlaubt aber eine Reformulierung des geäußerten Anspruchs, eine barrierefreie Verteilung zu analysieren. Eine völlige Abwesenheit perzeptueller Grenzen scheint nämlich bereits aus wahrnehmungstechnischen Gründen des menschlichen Organismus nicht möglich, dessen Sehsinn immer nur innerhalb eines (*begrenzten*) Blickfeldes arbeitet. Davon abgesehen werden jedoch in den hier interessierenden Visualisierungsfällen solche perzeptuellen Barrieren immer auch (bzw. vor allem) darstellungsspezifisch gezogen: Im Falle der Erdkarte beziehungsweise ebener Darstellungen durch die entsprechenden äußeren Abgrenzungen; im Falle des Globus (grob gesprochen) durch die Grenzen jener Hemisphäre, die vom jeweiligen Betrachtungsstandpunkt sichtbar ist. Hingegen scheint die Beseitigung physischer Grenzen am sphärischen Display realisierbar, während die Möglichkeiten jeder ebenen Darstellung dort enden, wo auch McNamaras Testlayout endet, nämlich an seinen Rändern.

Im Sinne einer Neuauflage des oben zitierten Versuchsziels können wir daher eine Analyse von Verteilungen versuchen, die zwar nicht von perzeptuellen, aber doch von physischen Barrieren so frei sind, wie es nur eine Visualisierung auf einer Sphäre gestattet. Zu diesem Zweck sei im kommenden Abschnitt zunächst die Methodik des Order-Tree-Algorithmus näher vorgestellt, die das nachfolgend zu besprechende Testdesign wesentlich bestimmt.

12.1 Der *Ordered Tree* Algorithmus nach Reitman & Rueter

Der hier beanspruchte Ordered Tree Algorithmus ist ein von Reitman und Rueter (1980) vorgestelltes Verfahren, bei dem die Organisation mental abgespeicherter Information durch eine systematische Analyse von Regelmäßigkeiten in Abfrageprotokollen erfasst werden soll. Diese Abfrageprotokolle werden als Auflistungen erstellt, indem Proband/innen eine bestimmte Menge von Stimuli (z.B. geschriebene Wörter oder am Boden verteilte Gegenstände) memorisieren und danach aus dem Gedächtnis entweder ungesteuert (*free recall*) oder teilweise gesteuert (*cued recall*) abfragen. Abbildung 29 zeigt einige solcher Abfrageprotokolle beispielhaft für drei fiktive Proband/innen.

Recall Order Personenbeispiel I	Recall Order Personenbeispiel II	Recall Order Personenbeispiel III
(1) HGFEDCBA	(1) ABCDEFGH	(1) ABCDEFGH
(2) BDFACHEG	(2) HGDEF CBA	(2) ABCDEFGH
(3) CDGABFEH	(3) GHDEFBCA	(3) ABCDEFGH
(4) HFDGCEBA	(4) CBADEFHG	(4) ABCDEFGH

Abbildung 29: Abfrageprotokolle zum Ordered Tree Algorithmus für drei fiktive Proband/innen

Die aus einer Abfrage gewonnenen Protokolle können nun in verschiedener Weise vereinfacht beziehungsweise strukturiert werden, etwa als Distanzmatrix oder als Dendrogramm (Hirtle, 1991). Wird eine Distanzmatrix als Interpretationsbasis herangezogen, so lassen sich daraus weitere Auswertemethoden ableiten, etwa Netzwerkskalierung oder multidimensionale Skalierung; letztere findet beispielsweise in den oben erwähnten Tests von Battersby & Montello (2009) Verwendung. Ein wesentlicher Vorteil geordneter Baumstrukturen gegenüber den beiden letztgenannten Ausprägungen matrixbasierter Verfahren liegt nach McNamara et al. (1989) in der Fähigkeit, sowohl hierarchische Strukturen abbilden als auch Kategorisierungen modellieren zu können, die nur in der mentalen Speicherung, nicht aber in den gelernten Stimuli bestehen (vgl. auch Hirtle, 1991; Reitman & Rueter, 1980). In diesem Sinne sei also der von Reitman & Rueter (1980) vorgestellte Ordered Tree Algorithmus als Methode unserer Wahl weiter ausgeführt.

12.1.1 Ordered Tree Algorithmus

Der Ordered Tree Algorithmus wurde zunächst auf rein verbale (etwa zur Unterscheidung zwischen Anfänger/innen und Expert/innen – vgl. z.B.: McKeithen et al., 1981; Reitman & Rueter, 1980), später auch auf räumlich verteilte Ausgangsdaten angewendet (z.B.: Hirtle & Jonides, 1985). Input für dieses Verfahren sind Abfrageprotokolle, wie sie etwa in Abbildung 29 beispielhaft dargestellt sind. Aus diesen Protokollen werden Kategorisierungen auf verschiedenen Ebenen (d.h. Regelmäßigkeiten von Regelmäßigkeiten usw.) extrahiert, also Cluster von Elementen, die sich in allen Abfrageprotokollen einer Testperson wiederholen. Solche Cluster können in dreifacher Weise unterschieden werden, je nachdem, ob ihre Bestandteile in beliebiger (nicht-direktionaler), einfach gerichteter (uni-direktionaler) oder symmetrischer (bi-direktionaler) Weise geordnet sind. Unter der Grundannahme, dass eine Person jeweils alle Elemente eines Clusters aus dem Gedächtnis abrufen, ehe sie mit der Wiedergabe des nächsten Clusters beginnt, können diese Kategorisierungen und Subkategorisierungen im mentalen Informationsspeicher dieser Person in Form eines graphentheoretischen Baumes dargestellt werden. Abbildung 30 zeigt diese graphentheoretische Ableitung beispielhaft anhand der in Abbildung 29 gezeigten Abfrageprotokolle. Dabei finden sich die Speicherordnungen uni-direktionaler und bi-direktionaler Cluster durch entsprechend orientierte Pfeile gekennzeichnet, so dass alle unmarkierten Knoten im Graphen jeweils non-direktionale Cluster markieren.

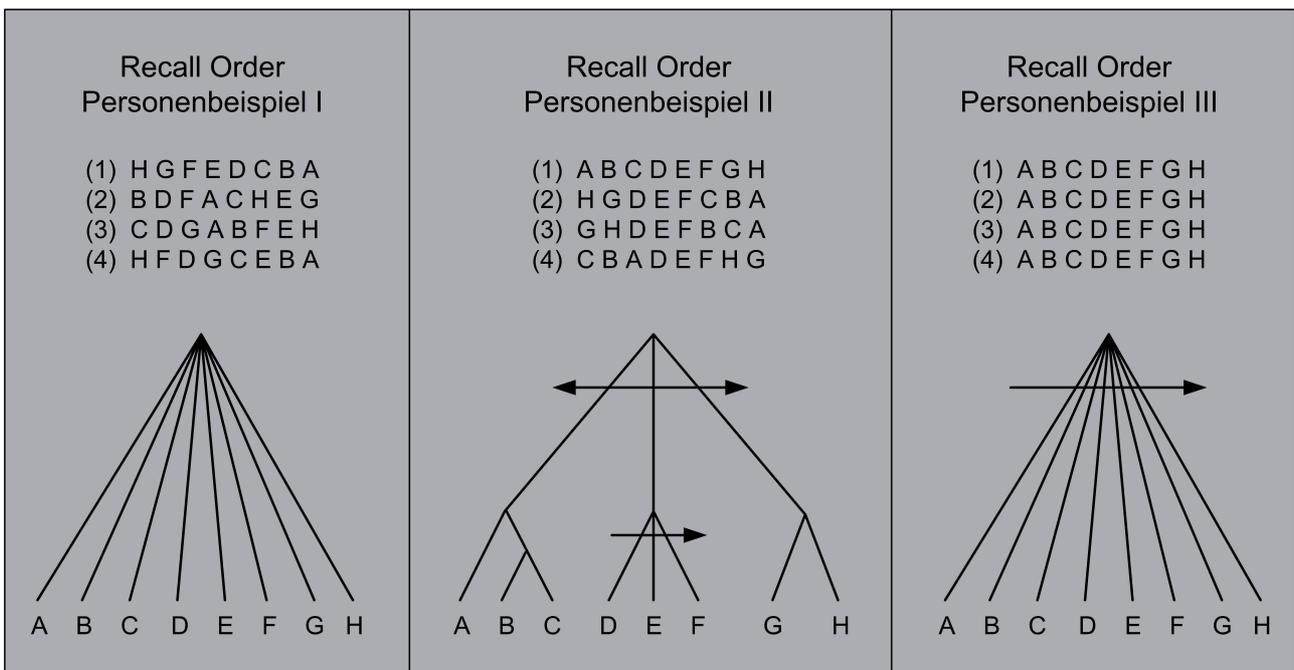


Abbildung 30: Abfrageprotokolle und daraus abgeleitete Dendrogramme für drei fiktive Proband/innen

12.1.2 Kennwerte zur Beschreibung eines Ordered Tree

Wie bereits in Abbildung 30 ersichtlich, gibt jeder Ordered Tree Auskunft über das Ausmaß an Organisation, das der Repräsentationsstruktur einer Person zu Grunde liegt. Um nun diese Organisation von Information bewerten und gegen andere Stimuli und Personen vergleichen zu können, bedarf es eines oder mehrerer Kennwerte, mit denen die Eigenschaften eines Ordered Tree gemessen werden können. Ein erstes solches Unterscheidungskriterium ist die Menge all jener Abfrageprotokolle, die mit einer bestimmten Baumstruktur konsistent sind, die also von dieser Struktur abgebildet werden könnten. In der Fachliteratur findet sich diese Menge daher auch als

Kardinalität benannt, von welcher üblicherweise nur der Logarithmus zur Basis 2 angegeben wird, meist unter der Bezeichnung: *possible recall orders (PRO)* (vgl. Hirtle, 1982; Hirtle & Jonides, 1985; McNamara et al., 1989; Reitman & Rueter, 1980). Konkret lässt sich die Kardinalität über eine Faktorisierung nach folgender Formel berechnen:

$$n(T) = 2^j n_1! n_2! n_3! \dots n_k!$$

Dabei steht j für die Anzahl bi-direktionaler Knoten, k für die Anzahl non-direktionaler Knoten und n_i für die Anzahl von Unterverzweigungen (d.h. für die Anzahl der Elemente des von betreffendem Knoten verknüpften Clusters) im i -ten non-direktionalen Knoten ($i = 1 \dots k$). Es sei bereits an dieser Stelle angemerkt, dass ungerichtete Binärverzweigungen sowohl als non-direktionale als auch als bi-direktionale Cluster interpretiert werden können – beide Lesarten führen jedoch zum gleichen Wert.

Ein zweites gebräuchliches Unterscheidungsmerkmal für Vergleiche zwischen Ordered Trees ist deren Höhe, definiert als die Anzahl der Transformationen, die nötig sind, um einen konkret beobachteten, in Clustern organisierten Baum (z.B.: Abbildung 31 Mitte) aus einem entsprechenden, komplett geordneten Baum (z.B.: Abbildung 31 rechts) abzuleiten (Hirtle, 1982; McNamara et al., 1989). Auch für die Höhe sei wiederum die entsprechende Formel angegeben, in welcher j, k und n definiert sind wie in obiger Formel zur Kardinalität:

$$h(T) = \sum_i (2n_i - 3) + j + 1$$

In Abbildung 31 sind sowohl die Werte zu Kardinalität $n(T)$ und $PRO(T) (= \log_2 n(T))$, als auch zur Höhe für die entsprechenden Dendrogramme eingetragen:

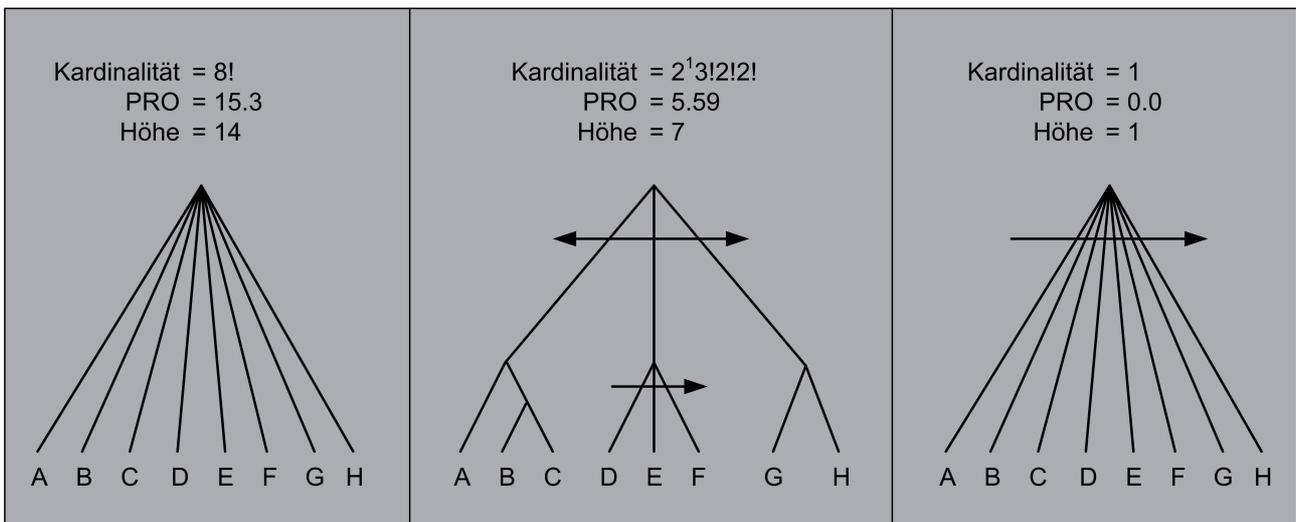


Abbildung 31: Kardinalität, PRO und Höhe berechnet am Beispiel dreier fiktiver Dendrogramme

Abschließend ist darauf hinzuweisen, dass der Kennwert PRO nicht zuletzt für die Bereinigung der Abfrageprotokolle einer Testperson herangezogen werden kann. Dies ist notwendig insofern, als der hier vorgestellte Algorithmus deterministisch alle Protokolle in gleicher Weise berücksichtigt und entsprechend sensibel auf Extremwerte reagiert, die etwa zustande kommen können, wenn ein Proband in einem Durchlauf (von z.B. insgesamt 15 Durchläufen) auf die Nennung eines Elementes vergisst und dieses erst am Ende des Protokolls anführt; selbst wenn in diesem Beispielfall alle anderen 14 Protokolle untereinander identisch sein sollten, würde sich dies im finalen Ordered Tree nicht widerspiegeln, da dieser bei unreflektierter Anwendung auch mit dem einmalig unregelmäßigen Protokoll kompatibel sein muss.

Um daher den Algorithmus robuster zu gestalten, hat sich in der Auswertepaxis solcher Dendrogramme ein Zwischenschritt etabliert, bei dem zunächst jedes Protokoll entfernt wird, um den PRO-Wert aus den restlichen Listen zu berechnen, so dass man am Ende dieses Prozederes ebenso viele PRO-Werte wie Protokolle besitzt. Zu dieser Menge von PROs können nun statistische Maßzahlen wie etwa Mittelwert und Standardabweichung berechnet werden. Schließt man erneut einen PRO-Wert nach dem anderen aus, so wird sich genau dann ein niedrigerer Wert ergeben (der daher einen strukturierten Baum anzeigt), wenn der PRO des fragwürdigen Abfrageprotokolls nicht berücksichtigt wird. Liegt dieser Wert außerhalb eines Konfidenzintervalls von (üblicherweise) 99,9% zum Mittelwert, so wird dieses Protokoll aus der weiteren Berechnung ausgeschlossen (McNamara et al., 1989; Reitman & Rueter, 1980).

12.1.3 Hierarchie- und Barriereneffekte innerhalb eines Ordered Tree

Unter Zuhilfenahme des eben beschriebenen Algorithmus wurden bereits Untersuchungen zu räumlichen Verteilungen unterschiedlicher Abstraktionsgrade durchgeführt, deren Ergebnisse im Groben bereits zusammengefasst wurden (vgl. 11.4.2). Zu all diesen Tests bietet der Ordered Tree eine Möglichkeit, Hierarchien und Barrieren in der mentalen Repräsentation der Proband/innen im Graphen durch entsprechende Knoten, Cluster und Subcluster abzubilden (vgl. Abbildung 31 Mitte, wo sich unter anderem die Cluster ABC, DEF und GH ablesen lassen). Diese Möglichkeiten sollen nun auf eine entsprechende Verteilung auf einem sphärischen Display und dessen verebnete Darstellung übertragen werden.

12.2 Sphärisches vs. ebenes Display: Testmaterialien

12.2.1 Testdaten

Ausgangsmaterial der Studie war eine abstrakte Karte, auf welcher 20 Punkte eingezeichnet und jeweils mit dem Namen eines Gegenstandes beschrieben waren. Diese Objektnamen stimmen größtenteils mit jenen von McNamara et al. (1989) verwendeten überein (vgl. Abb. 28), deren Auswahlkriterium darin lag, ein Objekt nicht nur über seine Bezeichnung, sondern auch selbst beziehungsweise durch eine Spielzeugvariante eindeutig und einfach repräsentieren zu können. Weiters wurden die Gegenstände möglichst so ausgewählt, dass sie zueinander in keinem semantischen Zusammenhang standen und keine Zuordnung zu einer bestimmten Objektkategorie (etwa Obst oder Möbel) nahelegten. Diese in Abbildung 33 gezeigte Karte wurde jedoch im Unterschied zu McNamara et al. so gestaltet, dass ihr eine Mercatorprojektion derart zugrunde liegt, dass einem Großteil der Punkte die Positionen von Städten entsprechen, dass es sich also bei dieser Testkarte um eine verdeckte, quadratische Plattkarte handelt (- die Proband/innen wurden auf diesen Umstand vor der Studie jedoch nicht hingewiesen). Abbildung 32 zeigt die entsprechenden Städte, während eine genauere koordinative Beschreibung dieser Basiskarte und ihrer testspezifischen Ableitungen in Appendix A zu finden ist.

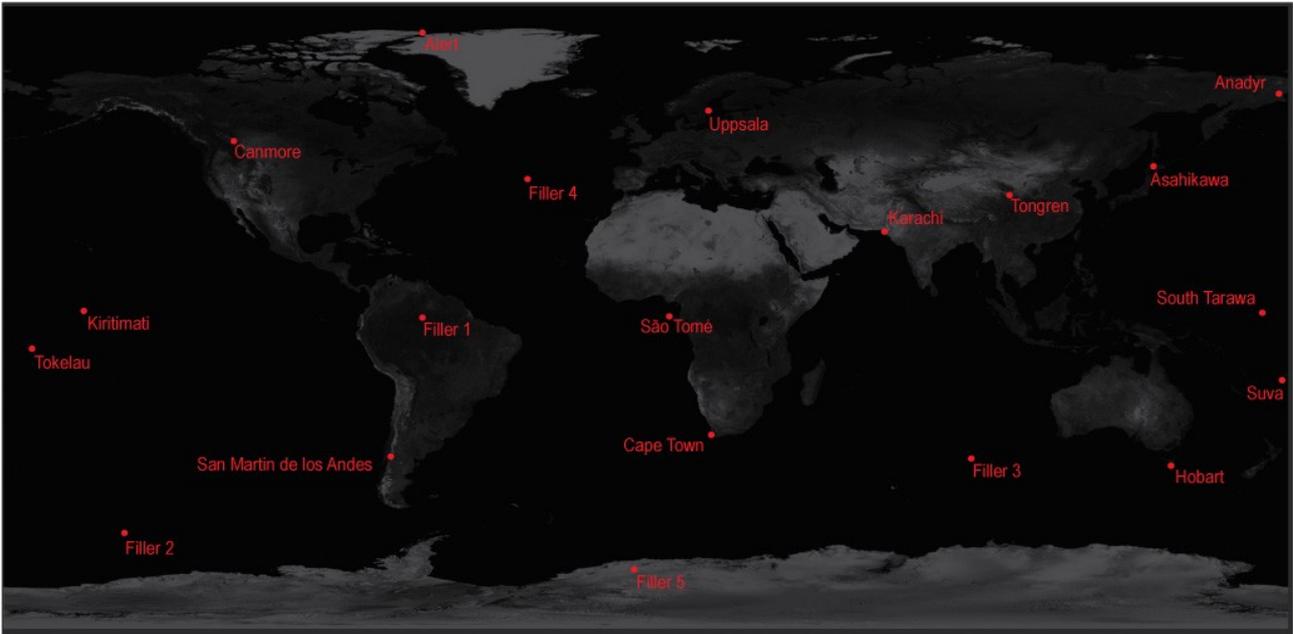


Abbildung 32: Ortspositionen/-namen bzw. Füllerpositionen der Basiskarte des Testlayouts

Zu diesen 15 Stadtpositionen wurden fünf weitere Punkte in einer Weise ergänzt, dass sich eine gleichmäßig Verteilung von Objekten innerhalb des Kartenfeldes ergab. Ein weiteres Auswahlkriterium für die gewählten Positionen war, aus verschiedenen Punkten später im Testverlauf solche Paare bilden zu können, die am Globus in gleichem Abstand zueinander stehen (vgl. Tabelle 6; S. 143).

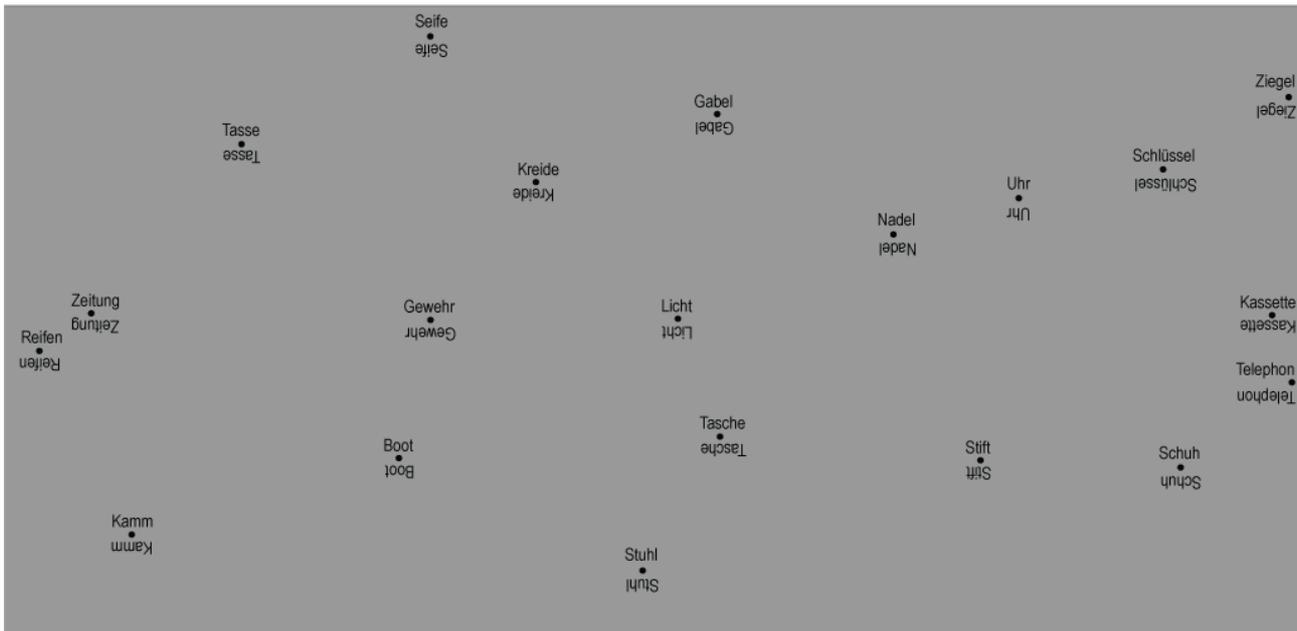


Abbildung 33: Testlayout - Basiskarte Globus

Da nun das Ziel der Studie darin bestand, ein und dieselbe räumliche Verteilung einmal auf einem sphärischen, sowie einmal auf einem ebenen Display zu memorieren, galt es, diese zwei Varianten so zu gestalten, dass den Proband/innen der vorhandene Zusammenhang unersichtlich blieb. Andernfalls wären Lerneffekte in den Resultaten zu erwarten, wenn etwa eine Testperson eine Verteilung in ihrer Verebnung lernt, die sie bereits auf der Sphäre memoriert hat. Der Verhüllung dieser Verbindung dienten zweierlei Maßnahmen: zum einen wurden den Punkten in jeder Darstellungsvariante unterschiedliche Namen zugewiesen, so dass die Teilnehmer/innen jeweils 20 unterschiedliche Wörter zu lernen hatten; zum anderen wurde die verebnet dargestellte Verteilung um 180° rotiert, woraus sich in Verbindung mit den auf der Sphäre nicht sichtbaren Kartenrändern eine optische Veränderung ergab, die sich für eine Verdeckung des eigentlichen Zusammenhanges als ausreichend erwies.

12.2.2 Exkurs zum Projektionsverfahren des verwendeten sphärischen Displays

In Ergänzung zu vorangegangenem Abschnitt und zum besseren Verständnis der Verwendung und Gestaltung der Testkarte seien einige Anmerkungen zu jenem Weg gemacht, auf welchem die darzustellende Information die Projektionsfläche des verwendeten sphärischen Displays erreicht. Die im Test verwendete Sphäre, ein materieller Hyerglobus im Sinne von Kapitel 6.2, erhält ihren Darstellungsinhalt über ein spiegelbasiertes Projektionssystem in ihrem Inneren; Ausgangsmaterial sind also zweidimensionale Informationen ebener Bilder. Diese werden über einen oder zwei meist im Kugelunterbau montierte(n) Projektor(en) auf einen konvexen Spiegel an der Kugelinnenoberseite und von dort auf die semitransparente Kugelinnenfläche so gestrahlt, dass sich den Betrachter/innen von außen ein geometrisch korrektes Abbild bietet. Um dieses Resultat zu erzielen, ist jedoch eine Umformung der Ausgangsdaten nötig, deren Zielprojektion sich mit Riedl & Kristen (2010) als vermittelnde Azimutalabbildung bezeichnen lässt. Diese Umformung geht im Falle der verwendeten Sphäre von quadratischen Plattkarten aus, wie wir sie in Bezug auf unser Testdesign bereits in Abbildung 32 darstellten. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die für den Globus tatsächlich verwendete Karte im Unterschied zu Abbildung 32 so modifiziert wurde, dass die Inhalte durch entsprechende Vergrößerungen zu den Polen hin jene Verzerrungen berücksichtigten, die bei der Abbildung in die Ebene entstehen, bei der Abbildung aus der Ebene auf die Sphäre jedoch verschwinden und daher vorab einzukalkulieren sind. Da diese Modifikationen jedoch, in der hier verwendeten zweidimensionalen Publikationsform dargestellt, der Lesbarkeit der Karteninhalte nicht förderlich wären, wird auf deren Darstellung verzichtet. Statt dessen begnügen wir uns mit einer Abbildung des Ergebnisses angesprochener Umprojektion, die nun genau jenem Bild entspricht, welches vom Projektor während eines jeden Testdurchgangs ausgestrahlt wurde (Abb. 34).

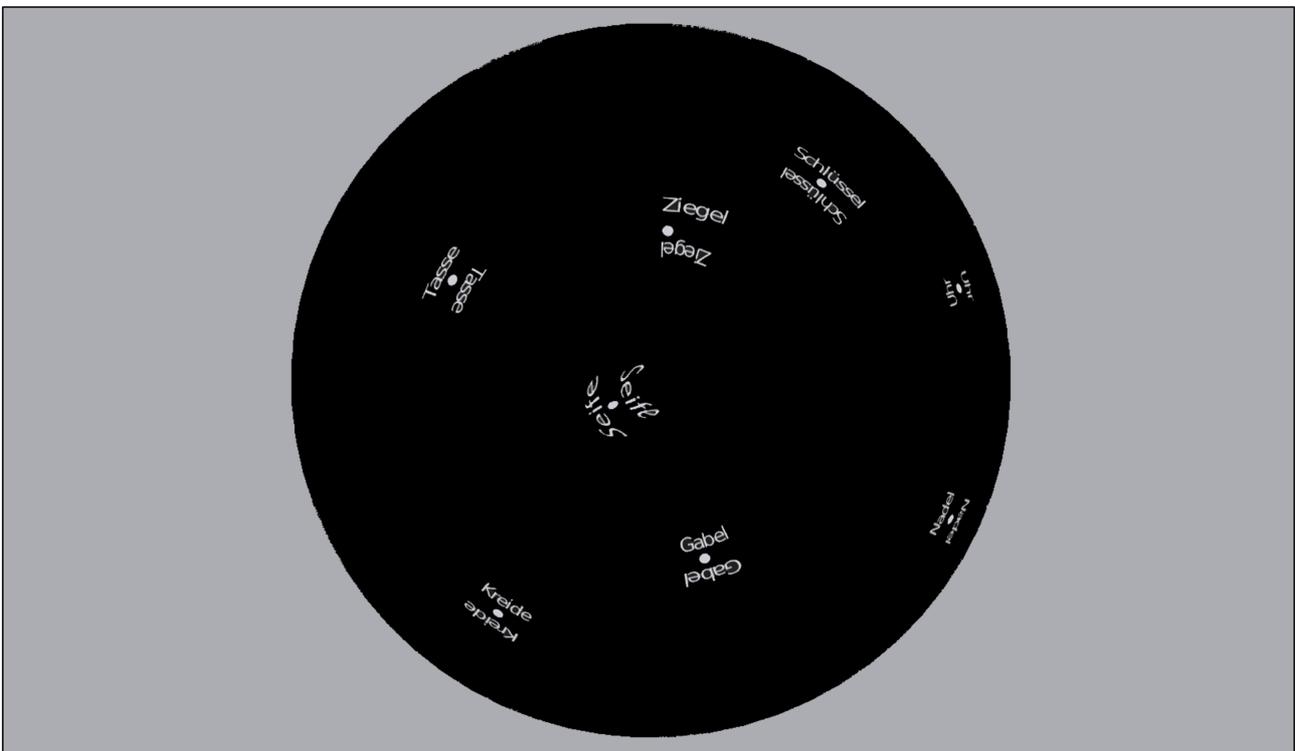


Abbildung 34: Vermittelnde Azimutalabbildung der Testverteilung

Auf eine ausführlichere Behandlung der verwendeten, aber auch alternativer Projektionsmöglichkeiten für nicht-analoge Globen sei an dieser Stelle jedoch zu Gunsten eines Verweises auf entsprechende Publikationen (Hruby et al., 2008; Riedl, 2009; Riedl & Kristen, 2010) verzichtet, da sie für das Verständnis der beschriebenen Untersuchung abdingbar scheint.

12.3 Sphärisches vs. ebenes Display: Design der Memorisierungsaufgabe

12.3.1 Testteilnehmer/innen

Proband/innen waren 8 Studentinnen und 24 Studenten des Instituts für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien, welche auf freiwilliger Basis aus den Lehrveranstaltungen *Angewandte Geoinformation, Multimediatechnologie und Geokommunikation* sowie dem Bachelorseminar rekrutiert worden waren. Die Anzahl der Teilnehmer/innen bewegt sich somit leicht über jener der genannten Referenzstudien (Hirtle & Jonides, 1985 - 6 Personen; McNamara, 1986 - 3 mal je 24 Personen; McNamara et al., 1989 - 24 bzw. 28 Personen) und sollte auch den Mindestanforderungen eines Stichprobenumfangs für Verfahren der quantitativen Statistik genügen (Bahrenberg et al., 1990).

12.3.2 Testablauf 1: Memorisierung der Objekte am Globus

Die den Proband/innen in den Test mitgegebene Aufgabenstellung war, die in Abbildung 33 gezeigte Verteilung von mit Objektnamen benannten Punkten so zu lernen, dass sie im Anschluss in der Lage waren, eine entsprechende stumme Darstellung selbständig mit den korrekten Namen zu bezeichnen. Um beim Erlernen kein „Oben“ bzw. „Unten“ der Verteilung zu suggerieren, wurden alle Punkte zweifach beschriftet, so dass die Darstellung auch bei vertikalen Rotationen immer lesbar blieb.

Für diese Aufgabe wurde für das sphärische Display ein Interface zur Verfügung gestellt, mit Hilfe dessen die Darstellung beliebig rotiert bzw. in eine voreingestellte Ausgangsposition zurückversetzt werden konnte. Die Bedienung des Globus über dieses Interface erfolgte mausgesteuert über einen angeschlossenen Computer, dessen Bildschirm auf einem Tisch in zwei Metern Entfernung von der Sphärenoberfläche stand. Die Testteilnehmer/innen absolvierten den Test an diesem Tisch sitzend.

Der Test selbst lief ab wie folgt: Jeder Person wurde zunächst die Aufgabenstellung und die Funktion der Steuerung der Darstellung auf der Sphäre erklärt. Weiters wurde sie vorab auf den Ablauf der anschließenden Lernkontrolle hingewiesen, der darin bestehen würde, auf der unbeschrifteten Darstellung immer ausgehend vom Punkt *Licht* den Namen eines vom Testleiter angezeigten Punktes anzugeben. Wurde der richtige Name genannt, so wurde dieser sofort auf der Sphäre einblendend und blieb dort für die restliche Abfrage der anderen Punkte sichtbar.

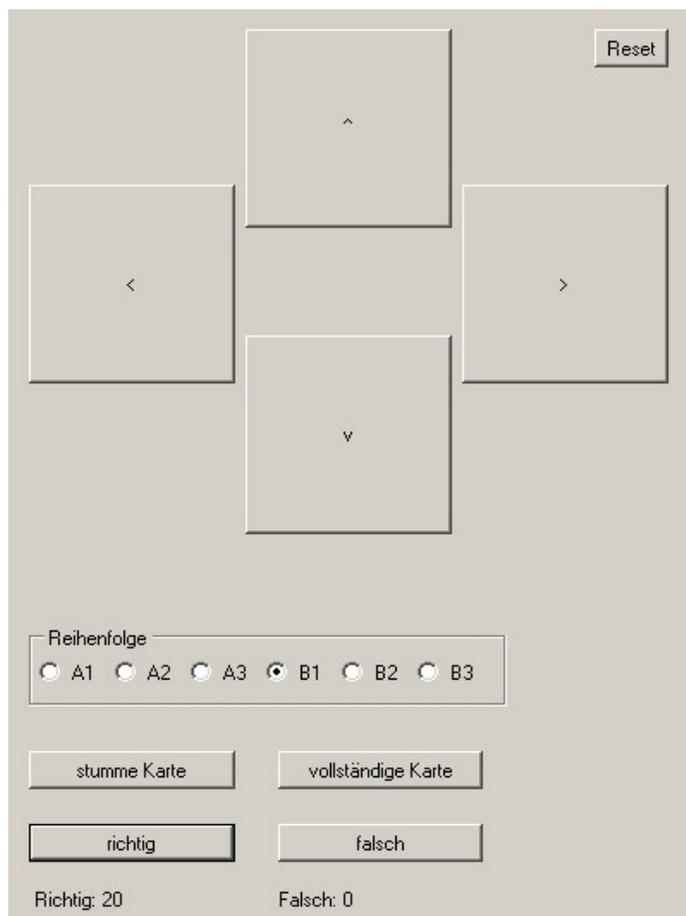


Abbildung 35: Testinterface: Für die Testpersonen war nur der obere Teil der Steuerung sichtbar, während die Elemente im unteren Bereich des Interface der Kontrolle der Abfragedurchgänge diente

In dieser Form füllte sich somit das Kugeldisplay bei jeder Lernkontrolle mit den von der Testperson genannten Punkten. Die vier verwendeten Reihenfolgen der Abfragen waren so organisiert³, dass jeweils jene Objekte gefragt wurden, die bei einer Rotation der Darstellung nach oben, unten, links oder rechts benachbart zum zuletzt gesuchten Punktnamen lagen (vgl. Abb. 36). Es war also jeweils eine direkte visuelle Bezugnahme zwischen zwei aufeinander folgenden Antworten möglich.

Pro Person wurden fehlerfreie Durchgänge mit zwei Abfragereihenfolgen verlangt: dabei konnten alle Proband/innen die Richtung des ersten Lernkontrolldurchgangs im Rahmen nachfolgender Reihenfolgen selbst wählen (Ausgangsposition war jeweils eine Einstellung, in der sich eine Testperson gegenüber dem Punkt *Licht* befindet, und der Punkt *Tasche* unterhalb dazu sichtbar ist):

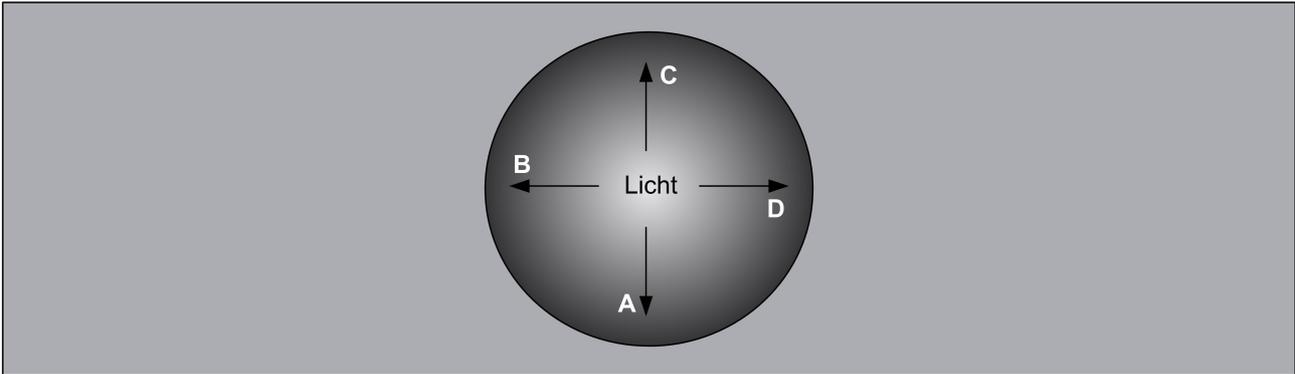


Abbildung 36: Abfragereihenfolgen der Lernkontrolltests - benannt entsprechend der nachfolgenden Auflistungen

A1: 90° C, zurück zu Ausgangsposition, 360° D, 90° A

Abfragereihenfolge der Punkte: Licht > Gabel > Kreide > Seife > Tasse > Ziegel > Nadel > Uhr > Schlüssel > Kassette > Telephon > Reifen > Zeitung > Schuh > Kamm > Boot > Gewehr > Tasche > Stuhl > Stift

A2: 360° B, 90° C, zurück zu Ausgangsposition, 90° A

Abfragereihenfolge der Punkte: Licht > Kreide > Gewehr > Tasse > Zeitung > Reifen > Telephon > Kassette > Schlüssel > Uhr > Nadel > Gabel > Seife > Ziegel > Tasche > Stuhl > Boot > Kamm > Stift > Schuh

A3: 360° A

Abfragereihenfolge der Punkte: Licht > Tasche > Stuhl > Stift > Schuh > Boot > Kamm > Telephon > Reifen > Zeitung > Kassette > Schlüssel > Ziegel > Uhr > Tasse > Seife > Gabel > Kreide > Nadel > Gewehr

B1: 360° D, 90° A, zurück zu Ausgangsposition, 90° C

Abfragereihenfolge der Punkte: Licht > Tasche > Nadel > Stift > Uhr > Schlüssel > Kassette > Telephon > Reifen > Zeitung > Gewehr > Boot > Stuhl > Kamm > Schuh > Kreide > Gabel > Seife > Tasse > Ziegel

³ Besonderer Dank gilt an dieser Stelle Jürgen KRISTEN für die Programmierung von Testinterface und Testablauf am sphärischen Display.

B2: 60° A, 360°D, zurück zu Ausgangsposition, 90° C

Abfragereihenfolge der Punkte: Licht > Tasche > Stuhl > Stift > Schuh > Kassette > Telephon > Reifen > Zeitung > Kamm > Boot > Gewehr > Kreide > Gabel > Seife > Tasse > Nadel > Uhr > Schlüssel > Ziegel

B3: 360° C

Abfragereihenfolge der Punkte: Licht > Kreide > Gabel > Nadel > Uhr > Seife > Tasse > Ziegel > Schlüssel > Zeitung > Reifen > Telephon > Kassette > Schuh > Kamm > Stift > Stuhl > Tasche > Boot > Gewehr

Konnte jede Testperson die gewünschte Abfragerichtung im ersten Kontrolldurchgang selbst wählen, so lief die zweite Lernkontrolle jeweils (ca.) 90° versetzt ab: Hatte eine Person also beispielsweise um eine Erstabfrage entsprechend A1 ersucht, so erfolgte die zweite Lernkontrolle nach Anordnung A2. Dabei sind die angegebenen Gradwerte als Näherungen zu verstehen, da die unregelmäßige Verteilung der Punkte keine entsprechend exakte Steuerung nahelegte. Zur genauen Rekonstruktion finden sich daher im Vorangegangenen die kompletten Abfragereihenfolgen angegeben.

Eine Kontrollabfrage um 360° um eine horizontal gedachte Achse der Sphäre, quasi über die „Pole“ des Kugeldisplays, wurde zwar im Testdesign (Reihenfolgen A3 und B3) berücksichtigt, jedoch nur auf Wunsch einer Testperson abgefragt, obwohl durch eine zweifache Beschriftung aller Punkte (Abb. 32) versucht worden war, die Wahrscheinlichkeit einer Entscheidung für diese Lernfolge nicht schon vorab durch die Gestaltung des Testoverlays zu verringern.

Im Gegensatz zu den genannten Untersuchungen von McNamara et al. (1989), wo den Proband/innen iterativ jeweils zwei Minuten Lernzeit solange zur Verfügung gestellt wurde, bis ein erfolgreiches Memorieren festgestellt werden konnte, wurden den Teilnehmer/innen an den hier vorgestellten Tests kein festes Zeitlimit für das Erlernen der räumlichen Verteilung gesetzt. Eine solche Markierung zeitlicher Grenzen beschränkte sich lediglich auf eine mündliche Nachfrage nach dem Lernfortschritt nach 20 Minuten Betrachtungszeit. Gelernt galt eine Verteilung dann, wenn sie zweimal fehlerfrei wiedergegeben werden konnte.

12.3.3 Testablauf 2: Memorisierung der Objekte in der ebenen Darstellung

Unmittelbar nachdem die Proband/innen die Verteilung auf der Sphäre gelernt und die anschließenden Abfragen (vgl. Abschnitt 12.4) durchgeführt hatten, wurden sie zu einer entsprechenden Memorisierungsaufgabe einer ebenen Darstellung gebeten. Wie in 12.2.1 argumentiert, wurde diese so modifiziert, dass zwar bei der Auswertung eine Bezugnahme zwischen Sphäre und Ebene möglich, eine solche den Proband/innen beim Erlernen der Verteilung jedoch nicht ersichtlich war. In diesem Sinne wurde den Testpersonen eine um 180° rotierte Darstellung der am Globus gelernten Verteilung gezeigt, deren Punkte zudem mit den Bezeichnungen anderer Gegenstände markiert waren (Abb. 37).



Abbildung 37: Testlayout für die verebnete Darstellung

Hatten die Proband/innen bei der Testerklärung am Globus keinerlei Hinweise auf die im Anschluss zu erstellenden Abfrageprotokolle und Distanzschätzungen erhalten (vgl. 12.4), so wurden sie nun bereits zu Beginn darüber informiert, einen analogen Testablauf zu gewärtigen zu haben. Ferner erhielten sie neben der oben genannten Aufgabenstellung nun den Hinweis, dass es sich bei dieser Verteilung zwar um eine zur vorher auf der Sphäre gesehene unterschiedliche Anordnung handeln würde, die Darstellung aber dennoch als Verebnung so zu verstehen sei, wie eine Abbildung einer Erdglobusoberfläche in die Ebene der Erdkarte. Konkret wurde auf die Verbindung zwischen linkem und rechtem Kartenrand, sowie zwischen dem oberen/unteren rechten und dem oberen/unteren linken Rand- bzw. Polbereich und schließlich auf die zunehmende Verzerrung von der Äquatorlinie zu den Polen hin aufmerksam gemacht.

Ferner hatten die Testpersonen bei der Lernkontrolle auf der stummen Darstellung die Möglichkeit, die Punkte selbständig, das heißt ohne vorgegebene Reihenfolge über entsprechende Eingabefelder zu benennen – eine Möglichkeit, die auf der Sphäre aus aktuellen programmiertechnischen Restriktionen nicht gegeben worden war. Im Übrigen entsprach der Testablauf am ebenen Display jenem auf der Sphäre (vgl. 12.3.2)

12.4 Sphärisches vs. ebenes Display: Abfrageprotokolle und Distanzschätzungen

Sobald die Testverteilung eben und sphärisch gemäß dem in den vorigen Abschnitten 12.3.2 und 12.3.3 beschriebenen Procedere als gelernt gelten konnte, wurden den Proband/innen zwei Erinnerungsaufgaben mit den memorisierten Daten gestellt. Die erste dieser beiden Aufgaben bestand in der Anfertigung von sowohl gesteuerten (cued recall) als auch ungesteuerten (free recall) Abfrageprotokollen, während beim anschließenden Test die Distanzen von vorgegebenen Punktpaaren geschätzt werden sollten. Beide Aufgaben wurden am Computer in vorbereiteten Tabellen durchgeführt; weder die ursprüngliche Verteilung noch das sphärische Display an sich konnten dabei betrachtet werden.

12.4.1 Abfassung der Abfrageprotokolle

Zur Anfertigung der für die Anwendung des Ordered Tree Algorithmus notwendigen Abfrageprotokolle wurde jede Testpersonen um 15 entsprechende Auflistungen ersucht, mit dem Hinweis, dass diese in beliebiger Reihenfolge angefertigt werden könnten, jedoch unbedingt vollständig zu sein hätten; keinerlei Zeitbeschränkung für die Lösung dieser Aufgabe wurde vorgegeben. Drei dieser Protokolle (das erste, sechste und elfte) waren ungesteuert, die übrigen 12 hingegen mit einem *cue* in der folgenden Reihenfolge versehen (vgl. Tab. 2; S. 133):

- *cue* - Objekte für die Sphäre: *Tasche, Stuhl, Stift, Gabel, Seife, Schuh, Schlüssel, Zeitung, Ziegel, Kamm, Boot, Telephon*
- *cue* – Objekte für die Ebene: *Glocke, Topf, Schraube, Uhu, Radio, Schal, Lampe, Zigarre, Auto, Lineal, Ball, Münze*

12.4.2 Abfassung der Distanzschätzungen

Im Anschluss an die 15 Abfrageprotokolle wurde jeder Testperson eine weitere Tabelle vorgelegt, in welche 35 Punktpaare eingetragen waren (siehe Appendix B), die es nach ihrer gegenseitigen Distanz zu bewerten und zu ordnen galt. Um diese Schätzungen auf einem vergleichbaren Maß aufzusetzen, sollten alle Proband/innen zunächst dasjenige Paar mit dem ihrer Meinung nach geringsten Abstand auswählen, diesem die Entfernung 1 zuweisen und alle anderen Punktpaare in Bezug zu diesem nächstgelegenen Duo in Relation setzen. Würde also die Distanz eines Punktpaares als zweieinhalb Mal so groß wie die Entfernung des nächstgelegenen Paares bewertet, so wäre in die vorgegebene Tabelle der Wert 2,5 einzutragen.

Vor den Bewertungen für Abstände in der ebenen Darstellung wurden die Teilnehmer/innen nochmals auf den Umstand hingewiesen, die Verebnung einer Kugeloberfläche zu bewerten, also auch die oben genannten wesentlichen Zusammenhänge zwischen Sphäre und Ebene in den Entfernungsschätzungen zu berücksichtigen. Wiederum wurde kein Zeitlimit gesetzt.

13 Datenauswertung

Mit den aus den Memorierungen von Verteilungen auf Sphäre und Verebnung gewonnenen Abfrageprotokollen kann nun der zu Beginn von Kapitel 12 vorgestellte Ordered Tree Algorithmus zur Erfassung von Barrieren- und Hierarchiestrukturen in den mentalen Repräsentationen des von den Proband/innen Gelernten gespeist werden, um nebst den entsprechenden Dendrogrammen auch die obengenannten Kennwerte zu erhalten. Ferner erlauben die auf diesem Wege gewonnenen Daten auch weitere Auswertungen, etwa bezüglich der zu den Punktpaaren abgegebenen Schätzungen, über die ein Vergleich zwischen den beiden diskutierten Darstellungsformen vorgenommen werden kann. Folgt eine entsprechende Analyse dem methodischen Ablauf der Untersuchung, so lassen sich mit Lerndauer, Beschreibung der abgeleiteten Ordered Trees und schließlich mit einer Gegenüberstellung der in den Distanzschätzungen erhaltenen Ergebnisse drei Hauptmerkmale eines Vergleichs von sphärischer und verebneter Darstellung bestimmen. Der weitere Aufbau dieses Kapitels findet sich daher in diesem Sinne untergliedert.

13.1 Lernerfolg und Lerndauer

13.1.1 Lerndauer

Sowohl Lerndauer als auch Lernerfolg (im Sinne einer richtigen Benennung aller Punkte der stummen Darstellung) variierten deutlich in Abhängigkeit davon, ob die Verteilung als sphärische oder ebene Darstellung gelernt wurde: Betrug die durchschnittliche Lernzeit für die Sphäre rund 18 Minuten, so hatten die Proband/innen die Punktnamen der ebenen Darstellung in ca. 12 Minuten memoriert (Abb. 38). Dieser Unterschied ist mit einer Konfidenz von 95% signifikant bei: $t(31) = 8,176, p < 0,05$.⁴ Mit einer entsprechenden (Irrtums-)Wahrscheinlichkeit gilt daher:

Räumliche Verteilungen von Punkten werden hinsichtlich einer korrekten Punktbenennung auf der getesteten sphärischen Darstellung signifikant langsamer erlernt als in entsprechend verebneter Abbildung.

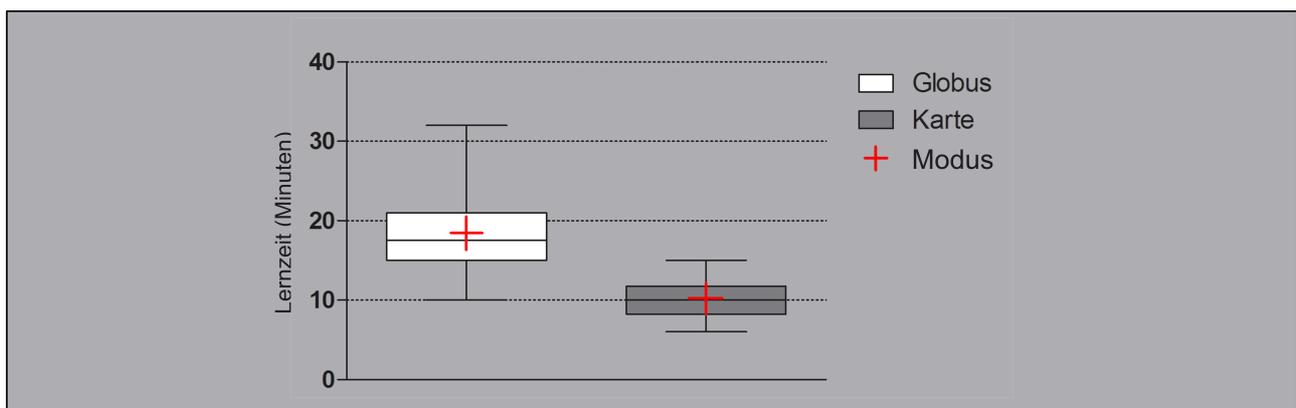


Abbildung 38: Lernzeiten der Testpunktverteilung auf der Sphäre und in verebneter Form (Box-Whisker-Plot: min. - max.)

⁴ Die statistische Datenauswertung für diese Arbeit erfolgte mit dem Programm GraphPad. Für die Vergleiche von Sphäre und Ebene wurden zweiseitige t-Tests (t) verwendet, sofern von Normalverteilungen (geprüft per Test nach D'Agostino & Pearson) ausgegangen werden konnte bzw. zweiseitige Wilcoxon-Vorzeichen-Rang-Tests (T) unter Angabe der Rangsumme (W), wenn keine Normalverteilungen gegeben waren (Motulsky, 2010).

13.1.2 Lernerfolg

Fehlerfrei wurden bei der ersten Lernkontrolle am sphärischen Display 30 (von 64 möglichen), bei der verebneten Darstellung 24 (von 32 möglichen) Abfragefolgen beantwortet. Ein einziger fehlerhafter Kontrolldurchgang war am Globus 23 Mal, auf der Karte sechs Mal zu verzeichnen. Zwei Testpersonen benötigten beim Lernen in der Ebene einen zweiten Versuch, ehe sie alle Punkte richtig benennen konnten; diese Zahl lag im Falle des Globus bei sieben Personen. Vier Proband/innen hatten die Verteilung auf der Sphäre erst nach mehr als zwei Versuchen richtig gespeichert, wogegen auf der Karte bei keiner Person eine solche Wiederholungsrate nötig war (Tab. 1).

Tabelle 1: Lernerfolgsraten (im Sinne einer richtigen Punktbenennung) auf Sphäre und Ebene

Anzahl fehlerhafter Lernkontrollen: (pro Person)	auf der Sphäre (% aller Testpersonen)	in der Ebene (% aller Testpersonen)
0	46,9%	75,0%
1	35,9%	18,8%
2	10,9%	6,2%
3	4,7%	
9	1,6%	

Von diesen Werten abgesehen sei für eine weitergehende, qualitative Analyse der Lernphase auf Abschnitt 14.4 verwiesen, wo ein Überblick bezüglich der verwendeten Lernstrategien gegeben werden soll.

13.2 Ordered Trees

Aus den erhaltenen Abfrageprotokollen der 32 Testteilnehmer/innen wurden Dendrogramme entsprechend dem oben genannten Ordered Tree Algorithmus abgeleitet. Dabei mussten Daten zweier Proband/innen aus der weiteren Analyse ausgeschlossen werden: In einem Fall waren die Abfrageprotokolle aufgrund eines Fehlers in der Abspeicherung oder Kopierung so beschädigt worden, dass die entsprechenden Dateien nicht mehr repariert werden konnten. Im anderen Fall trat eine Unregelmäßigkeit in den Protokollen zutage, bei welcher die Listen zwei gänzlich unterschiedliche Muster aufwiesen, deren eines für eine identische Wiedergabe im Sinne eines Baumes analog zu Abbildung 30 (rechts), das andere für eine Strukturierung entsprechend Abbildung 30 (Mitte) sprach. Da die Untersuchung anonym beziehungsweise ohne gemeinsame Speicherung von Personendaten der Proband/innen und entsprechenden Testergebnissen durchgeführt, und weil die angesprochene Auffälligkeit erst im Nachhinein bemerkt wurde, waren keine klärenden Rückfragen möglich, weshalb eine Nichtberücksichtigung dieser Daten angebracht schien. Es gingen somit 30 Datensets in die Erstellung der Dendrogramme ein.

13.2.1 Ordered Trees aus den Repräsentationen der sphärisch dargestellten Verteilung

Die erhaltenen Listen erinnerter Punktnamen wurden zunächst auf Vollständigkeit geprüft, wobei acht von ursprünglich 450 Listen (15 Protokolle mal 30 Testpersonen ergeben 450 Listen) zur Sphäre ausgeschieden werden mussten. Diese acht fehlerhaften Aufzählungen verteilten sich auf sieben

Proband/innen, von denen eine/r zwei fehlerhafte, und sechs Proband/innen je ein fehlerhaftes Protokoll abgegeben hatten; häufigster Fehler war eine Mehrfachnennung einzelner Punkte innerhalb eines Protokolls.

Die verbliebenen Listen wurden zunächst personenweise über den am Ende von Abschnitt 12.1.2 beschriebenen Jackknifing-Prozess (Mosteller & Tukey, 1977) auf Ausreißer geprüft, also auf Unregelmäßigkeiten einzelner Listen, die etwa durch einmaliges Vergessen einer Punktnennung und deren nachträgliche Anfügung am Ende der Liste entstehen können. Auf diesem Wege wurden weitere 25 Listen eliminiert, wobei in keinem Fall mehr als zwei Protokolle pro Proband/in ausgeschlossen wurden. Die durchschnittliche Anzahl berücksichtigter Listen lag pro Person somit bei 13,5. Aus diesen wurden nun die beiden in Abschnitt 12.1.2 vorgestellten Kennwerte *possible recall order* (PRO) und Höhe für jeden Baum berechnet, wozu sich die entsprechenden Werte und deren Verteilung im für diese Zwecke üblichen (McNamara et al., 1989; Mosteller & Tukey, 1977) Stamm-Blatt-Diagramm von Abb. 39 ablesen lassen.

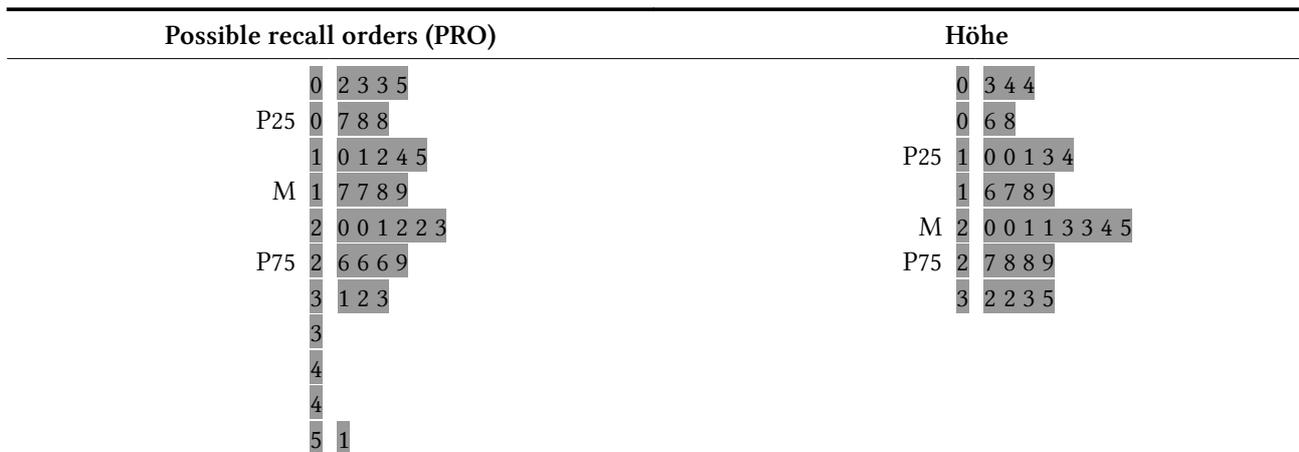


Abbildung 39: Stamm-Blatt-Diagramm zu PRO und Höhe der zur sphärischen Darstellung erhaltenen Dendrogramme (Stammeinheit: 10, Blatteinheit: 1) mit Median (M) und Perzentilen (P)

Ein Beispiel der aus den Abfrageprotokollen zur Sphäre gewonnenen 30 Dendrogramme bietet Abbildung 40. Der hier dargestellte Ordered Tree entspricht dem in obiger Abbildung 30 (Mitte) dargestellten teilweise geordneten Typus; vollständig geordnete (Abb. 30, rechts) und vollständig ungeordnete (Abb. 30, links) Strukturen wurden im Falle der Sphäre in den erhaltenen Listen nicht beobachtet. Entsprechend konnten für alle Protokolle durchschnittliche Werte für PRO (18.3) und Höhe (19.1) ermittelt werden. Die durchschnittliche Anzahl von Clustern beziehungsweise Knotenpunkten pro Baum lag bei 8.3, was einer mittleren Clustergröße von 2.8 entspricht.

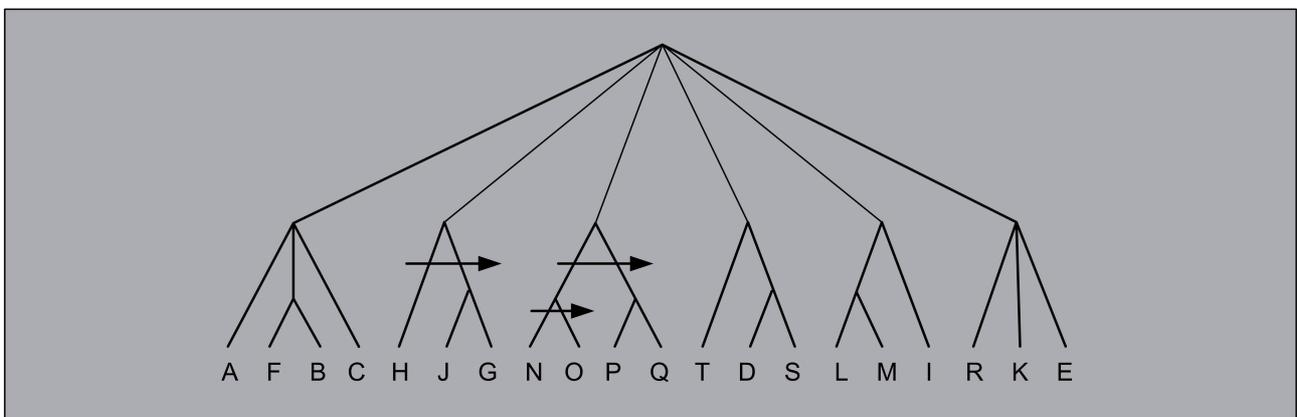


Abbildung 40: Beispiel eines zur Sphäre gewonnenen Ordered Tree (Buchstabenschlüssel entsprechend Appendix A)

13.2.2 Ordered Trees aus den Repräsentationen der verebnet dargestellten Verteilung

Wiederum wurden alle Protokolle auf Vollständigkeit kontrolliert; wie schon bei der sphärischen Darstellung mussten auch aus den zur ebenen Darstellung abgegebenen 450 Listen acht Stück (von acht verschiedenen Teilnehmer/innen) wegen wiederholter Nennung identischer Punkte (und somit Weglassung anderer Objekte), das heißt aufgrund unvollständiger Erinnerungswiedergaben aussortiert werden.

Die verbliebenen kompletten Listen wurden dem angesprochenen Prozess zur Entdeckung von Ausreißern zugeführt, was im Ausschluss weiterer 24 Protokolle resultierte; durchschnittlich 13,6 Listen standen also dem nachfolgenden Testverlauf zur Verfügung. Die Anzahl der Listen, die von der Abfrage auf der Sphäre stammten (\emptyset 13,5), entsprach somit der Menge der von der Ebene abgeleiteten Erinnerungsdaten im Wesentlichen. Aus diesen verbliebenen Listen wurden wiederum Ordered Trees für jede Testperson erstellt, deren Werte zu *possible recall order* (PRO) und Höhe Abbildung 41 wiederum als Stamm-Blatt-Diagramm zeigt:

Possible recall orders (PRO)		Höhe	
P25	0 0 0 0 2 2 2 5	P25	0 1 1 1 1 3 3 3
	0 6 9		0 6 8
	1 0 1 3 4		1 1 2 3 3 4
M	1 7 8 8 8 9	M	1 6 7 9
P75	2 1 1 1 2 2 3 4 5	P75	2 0 0 2 3 4 4 5 5
	2		2 7 8
	3 2 2 4		3 0 2 3

Abbildung 41: Stamm-Blatt-Diagramm zu PRO und Höhe der zur verebneten Darstellung erhaltenen Dendrogramme (Stammeinheit: 10, Blatteinheit: 1) mit Median (M) und Perzentilen (P)

Auch hier sei als Beispiel eines der 30 abgeleiteten Dendrogramme gezeigt, welches von derselben Testperson stammt, deren mentale Strukturierung zur Sphäre bereits in Abbildung 40 zitiert worden war, jedoch im Unterschied zu dieser das Bild einer vollständig strukturierten Wiedergabe zeigt (vgl. Abb. 30, rechts); vier Proband/innen lieferten entsprechend geordnete Protokolle ab (vgl. Abb. 41), während die restlichen Graphen dem teilweise geordneten Typus zugehören. Insgesamt ergaben sich Mittelwerte von 14.7 für PRO und 15.8 für die Höhe. Dabei wurden durchschnittlich 6.6 Cluster gebildet, was einer mittleren Clustergröße von 5.3 je Baum gleichkommt.

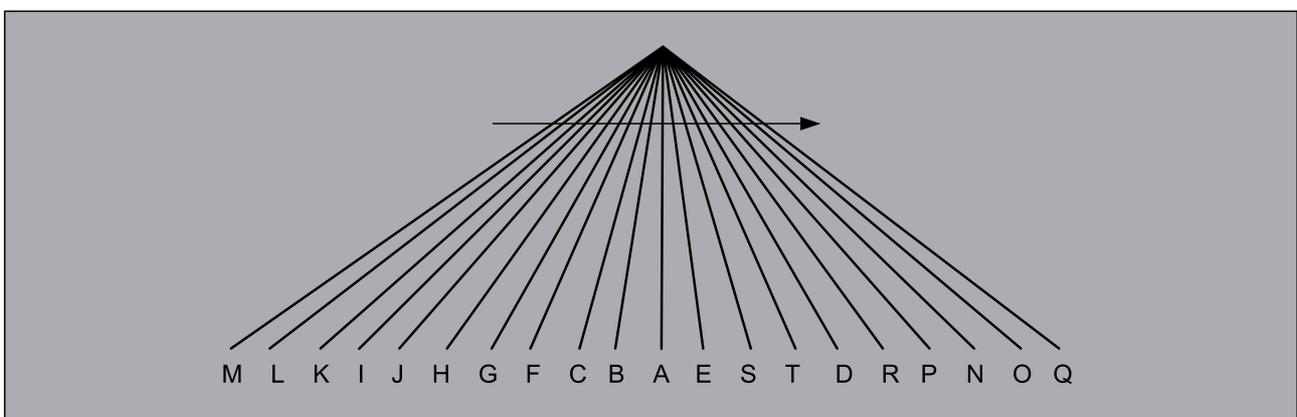


Abbildung 42: Beispiel eines zur Verebnung gewonnenen Ordered Tree (Buchstabenschlüssel: siehe Appendix A)

13.2.3 Ordered Trees – Sphäre vs. Verebnung: Quantitative Betrachtung

Haben wir im Rahmen unseres Vergleichs bereits festgestellt, dass die Testverteilung auf den beiden Modellen unterschiedlich schnell gelernt und gespeichert wird, so können wir daran die Frage knüpfen, ob die untersuchten Stimuli auch im mentalen Speicher in unterschiedlicher Weise strukturiert abgelegt werden. Eine Antwort hierauf können die erzeugten Ordered Trees als Organisationsmodelle der Repräsentationsstrukturen mit ihren verschiedenen Kennwerten wie PRO, Höhe, Tiefe oder Clusterzahl liefern, wofür sich die entsprechenden Datenbereiche in Abbildung 43 graphisch zusammengefasst finden.

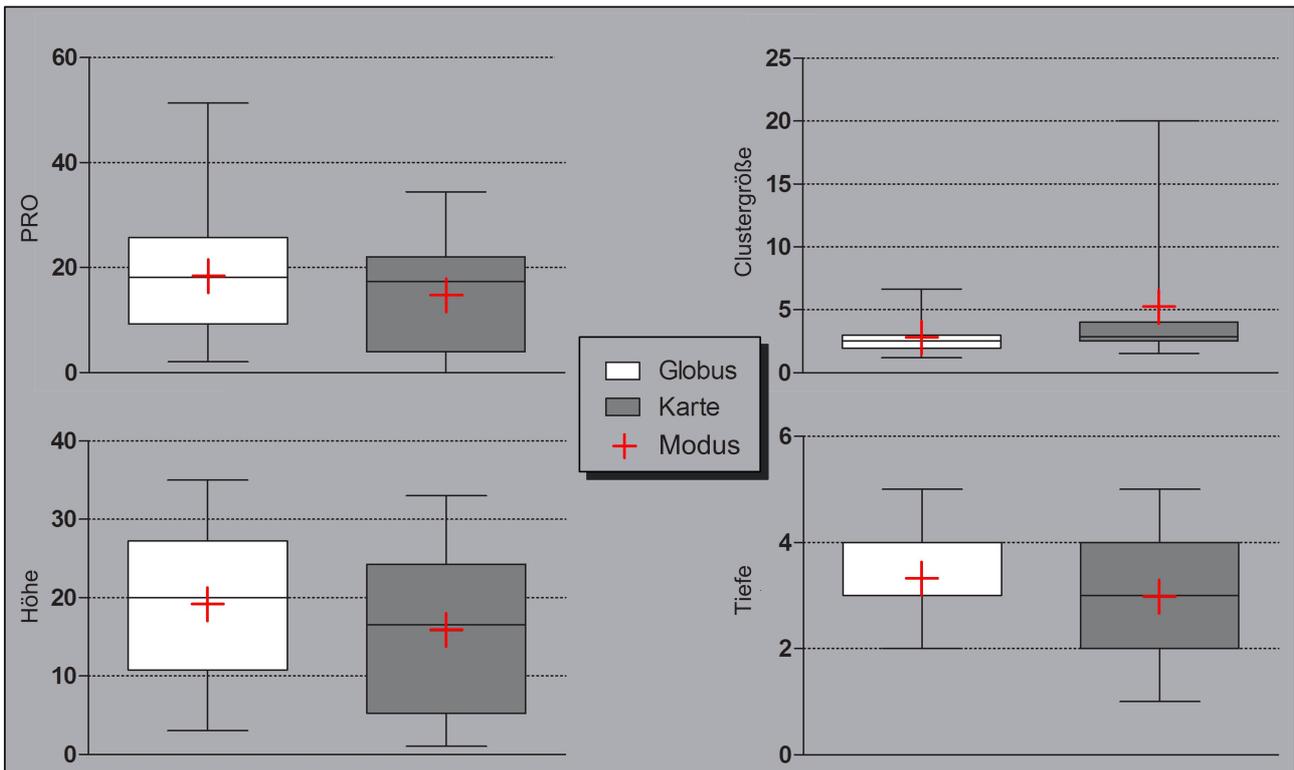


Abbildung 43: PRO, Höhe, Tiefe, Clustergröße der zu Sphäre und Verebnung erstellten Ordered Trees

Vergleicht man nun jedoch die entsprechenden Datenpaare von Globus und Karte zueinander, so ist ein durchgängiges Fehlen signifikanter Differenzen festzustellen. Konkret ergeben sich aus den statistischen Tests für PRO: $t(29) = 1.648, p < 0.05$; Höhe: $T = 129, p < 0.05$; Tiefe: $t(29) = 1.342, p < 0.05$ und Clustergröße: $T = -143, p < 0.05$. Mit wiederum bei 5% festgesetzter Irrtumswahrscheinlichkeit kann daher vermerkt werden:

Zwischen den via Ordered Trees modellierten mentalen Repräsentationsstrukturen der auf der Sphäre beziehungsweise in der Karte gelernten Testverteilungen lassen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen.

Wurde also in den vorangegangenen Kapiteln die Frage entwickelt, ob und wie sphärische und verebnete Darstellungen mental unterschiedlich repräsentiert werden, so muss an dieser Stelle betont werden, dass solche Differenzen in den gewonnenen Daten nicht gefunden werden konnten. Sollten derlei Unterschiede dennoch bestehen, so wären für deren statistische Bestätigungen Modifikationen am Testdesign nötig, beispielsweise durch Vergrößerung der Zahl der Testteilnehmer/innen, oder durch eine größere Anzahl zu lernender Objektnamen beziehungsweise -positionen (siehe 15.2).

Dieser Befund bedeutet jedoch nun nicht, dass der zur Erstellung der Ordered Trees betriebene Aufwand vergebens war, da die Möglichkeiten einer qualitativen Betrachtung bislang unberührt blieben. Eine solche Betrachtung kann einerseits auf die Analyse von Sonderformen der erhaltenen Dendrogramme (vgl. 13.2.4) angewandt werden. Andererseits haben wir die Ordered Trees in diesem Abschnitt zwar auf allgemein beschreibende Werte wie Höhe oder Ordnungsgrad hin untersucht, dabei aber noch nicht gefragt, wie die einzelnen Objekte innerhalb dieser Dendrogramme organisiert wurden und in welchem Verhältnis diese Organisation zu den Schätzungen der Distanzen zwischen einzelnen Punktpaaren steht. Beide dieser Möglichkeiten werden im Weiteren noch zu Berücksichtigende sein.

13.2.4 Ordered Trees – Sphäre vs. Verebnung: Qualitative Betrachtung

Konnten im Zuge der statistischen Auswertung keine signifikanten Differenzen in den mittels Sphäre und Verebnung gewonnenen Ordered Trees festgestellt werden, so sei an dieser Stelle eine qualitative Betrachtung selbiger Daten eingeschoben, die auf eine beobachtete Besonderheit hinweisen soll, welche m. M. Erwähnung verdient und sich an den in Abbildung 29-31 gezeigten Haupttypen dieser Strukturmodelle festmachen lassen. Vergleicht man die im Zuge der Untersuchung gewonnenen Dendrogramme mit diesen Prototypen, so können die zum Globus erhaltenen Baumdiagramme allesamt der (in Abb. 29-31) mittleren Variante zugewiesen werden, welche eine teilweise, poly-geclusterte Strukturierung der zugrunde liegenden Repräsentationsmodelle darstellt. Dementgegen lassen sich unter den zur verebneten Abbildung gewonnenen Ordered Trees auch vier Exemplare mit vollständiger, mono-geclustelter Strukturierung finden (vgl. Tab. 2).

Tabelle 2: Zur verebneten Darstellung erhaltene Abfrageprotokolle einer Testperson (Buchstabenschlüssel: siehe Appendix A)

Reihenfolge der Abfrageprotokolle														
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	15
Recall-Order	M	C	S	R	E	M	P	J	N	M	O	A	M	D
	L	M	M	M	M	L	M	M	M	L	M	M	L	M
	K	L	L	L	L	K	L	L	L	K	L	L	K	L
	I	K	K	K	K	I	K	K	K	I	K	K	I	K
	J	I	I	I	I	J	I	I	I	J	I	I	J	I
	H	I	I	I	I	H	I	H	I	H	I	I	H	I
	G	H	H	H	H	G	H	G	H	G	H	H	G	H
	F	G	G	G	G	F	G	F	G	F	G	G	F	G
	E	F	F	F	F	E	F	E	F	E	F	F	E	F
	C	E	E	E	C	C	E	C	E	C	E	E	C	E
	B	B	C	C	B	B	C	B	C	B	C	C	B	C
	A	A	B	B	A	A	B	A	B	A	B	B	A	B
	D	D	A	A	D	D	A	D	A	D	A	D	D	A
	R	R	D	D	R	R	D	R	D	R	D	R	R	R
	S	S	R	S	S	S	R	S	R	S	R	S	S	S
	T	T	T	T	T	T	S	T	S	T	S	T	T	T
	Q	Q	Q	Q	Q	Q	T	Q	T	Q	T	Q	Q	Q
	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O	O
	N	N	N	N	N	N	N	O	N	O	N	N	N	N
P	P	P	P	P	P	P	N	P	P	P	P	P	P	

In diesen Fällen ist also die Wiedergabereihenfolge der Objektnamen immer die gleiche, so dass die Proband/innen stets auf die gleiche Speicherordnung zugreifen und diese nur danach variiert, an welcher Stelle die betroffene Person in Abhängigkeit vom jeweils vorgegebenen *cue*-Objekt in diese Ordnung einsteigt. Tabelle 2 zeigt die Abfrageprotokolle eines solchen Falles vollständig strukturierter Memorierung; dabei bleiben gemäß den methodischen Vorgaben des Ordered Tree Algorithmus die *cue*-Objekte in der Auswertung unberücksichtigt, während die drei freien Recall-Protokolle hellgrau unterlegt gekennzeichnet sind. Protokoll 7 der in Tabelle 2 repräsentierten Testperson wurde als Ergebnis des in 12.1 genannten Ausschlussmechanismus vor der Auswertung hier bereits eliminiert.

13.3 Distanzschätzungen

Neben den soeben zusammengefassten Resultaten aus den Abfrageprotokollen waren die jeweils im Anschluss daran abgegebenen Distanzschätzungen die zweite Hauptquelle für Vergleichsdaten der Gegenüberstellung von Sphäre und Globus. Dabei mussten die Schätzwerte einer weiteren Testperson von der statistischen Analyse ausgenommen werden, da innerhalb der angegebenen Distanzen Unregelmäßigkeiten beziehungsweise Wertefelder auftraten, die auf ein Missverständnis der geforderten Normierung aller Entfernungen in Relation zur vermutlich kürzesten Distanz hindeuteten (vgl. 12.4.2).

Grundsätzlich erlauben die zur Verfügung stehenden Daten zwei unterschiedliche Blickwinkel, deren einer sich auf die Schätzleistung einzelner Personen richtet, während der andere auf die Schätzgenauigkeit einzelner Objektpaare fokussiert. Beide Perspektiven erlauben unterschiedliche Fragestellungen; für die hier verfolgten Ziele eines Vergleichs von Globus und Karte ist jedoch eine personenbezogene Bewertung von primärer Bedeutung, da beide Modelle für diese Arbeit in Teil B als triadische Zeichen definiert wurden, bei denen also der (auf das Subjekt gerichtete) Interpretantenbezug ein bestimmender Bestandteil beider Darstellungsformen ist.

In eingeschränktem Maße werden jedoch auch Objektpaare ohne einen solchen Personenbezug quantitativ betrachtet werden, sofern diese Information für eine Erklärung der aus dem subjekt-abhängigen Vergleich gewonnenen Aussagen hilfreich ist. Die im vorherigen Abschnitt gezeigten Daten (Abb. 39 und 41) geben bereits Beispiele einer solchen Betrachtungsweise; in Kapitel 14 wird auf diese Werte zurückzukommen sein.

13.3.1 Distanzschätzungen zu den Objekten der sphärisch dargestellten Verteilung

Alle angegebenen Schätzwerte wurden zunächst in einen entsprechenden Schätzfehlerbetrag umgerechnet, der sich aus der Differenz zwischen tatsächlicher Distanz (auf der Sphäre) und von der Testperson notierter Entfernung ergibt und aussagt, wie groß die Über- oder Unterschätzung einer Strecke ausfällt. Als alternatives Bewertungsmaß wurde zu diesem Schätzfehler noch der Absolutbetrag als einfacher Indikator für das Ausmaß der Verschätzung vermerkt, ohne also auf eine Unter- oder Überschätzung der gespeicherten Distanz achten zu müssen – dies mit der Absicht, festzustellen, ob das Ausmaß der Verschätzung mit zunehmender tatsächlicher Entfernung korreliert, ob also entferntere Punktpaare ungenauer als nähergelegene Objekte geschätzt würden.

Beide Werte wurden mit den wahren Distanzen (die aus den Koordinaten der zugrundeliegenden Positionen ermittelt worden waren; vgl. Appendix A) korreliert. Der entsprechende Koeffizient lag im Falle der Korrelation *Schätzfehler(Differenz)/tatsächliche Entfernung* für die zur Sphäre gewonnenen Werte bei 0.67, sowie für die Korrelation *Schätzfehler(Absolutbetrag)/tatsächliche Entfernung* bei 0.51 (vgl. Abb. 44).

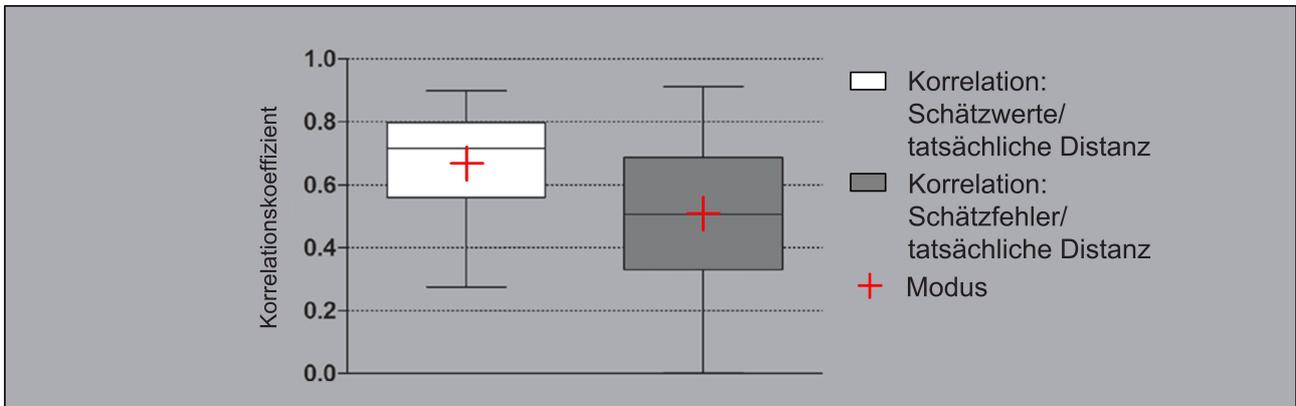


Abbildung 44: Korrelationen zwischen Schätzwerten und tatsächlichen Distanzen auf der Sphäre (Box-Whisker-Plot: min. - max.)

13.3.2 Distanzschätzungen zu den Objekten der eben dargestellten Verteilung

Analog zu 13.3.1 wurde mit den Schätzwerten zur verebneten Referenzverteilung verfahren. Es sei nochmals angemerkt, dass die Proband/innen vor dem Absolvieren der Schätzaufgabe erneut darauf hingewiesen worden waren, dass es sich bei der gelernten Darstellung um das Resultat einer Verebnung einer sphärischen Verteilung handelte und die Entfernungen daher so zu schätzen wären, wie sie sich in originärer Form auf der Kugel vermutlich darstellen würden. Als Vergleich wurde auch auf das Verhältnis von Erdkarte und Erdglobus explizit hingewiesen.

Aus den erhaltenen Werten wurden wiederum die Koeffizienten aus einer Korrelation von Differenz- als auch Absolutbetrag mit den tatsächlichen Distanzen mit 0.56 für den ersteren und 0.48 für den letzteren Fall ermittelt (Abb. 45).

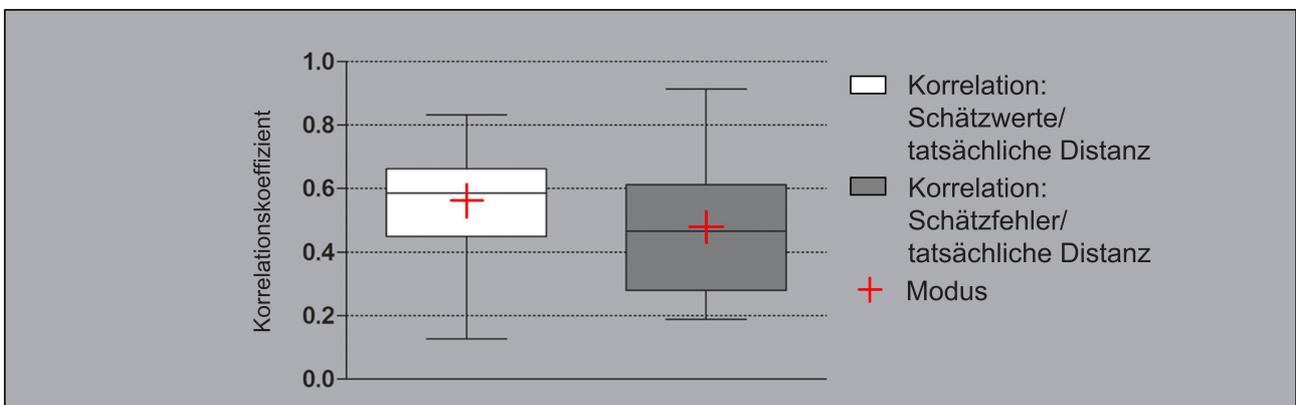


Abbildung 45: Korrelationen zwischen Schätzwerten und tatsächlichen Distanzen in der Ebene (Box-Whisker-Plot: min. - max.)

13.3.3 Distanzschätzungen – Sphäre vs. Verebnung

Ebenso wie für die Lerndauer waren auch die Unterschiede in der Richtigkeit der Distanzschätzungen deutlich und korrelierten mit den tatsächlichen Distanzen im Ausmaß von 0,67 für die Sphäre und 0,56 für die Ebene (Abb. 46). Die erzielten Schätzgenauigkeiten liegen damit unterhalb jener vergleichbarer Tests, wie sie zu Distanz- (Baum & Jonides, 1979; Hirtle & Jonides, 1985) und Flächengrößenschätzungen (Battersby & Montello, 2009) durchgeführt wurden und jeweils Korrelationen mit einem Koeffizienten größer 0,8 ergaben.

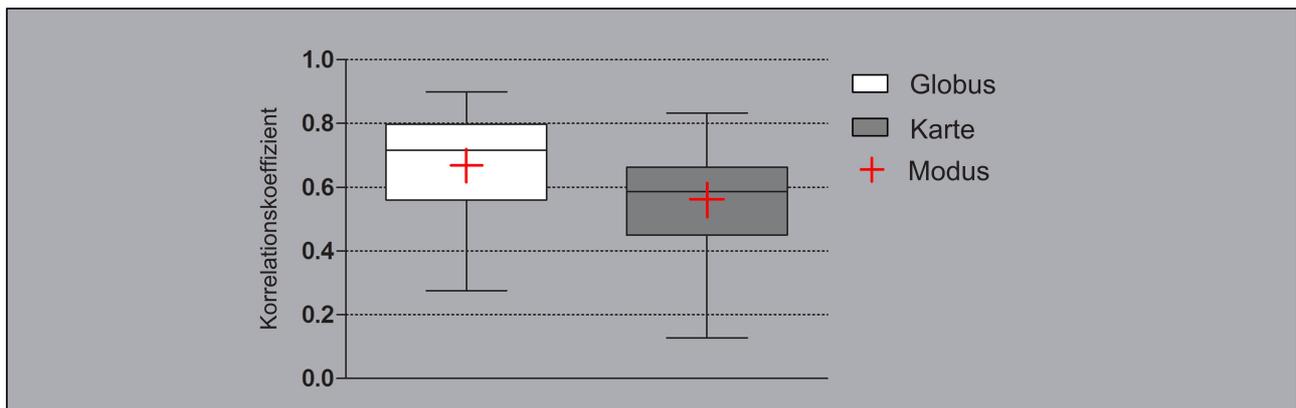


Abbildung 46: Korrelationen zwischen Schätzwerten und wahren Distanzen auf der Sphäre und in verebneter Form (Box-Whisker-Plot: min. - max.)

Diese hinsichtlich der geschätzten Entfernungen festgestellte Differenz zwischen Sphäre und Ebene ist signifikant mit 95% Konfidenz bei: $t(28) = 2,842$, $p < 0,05$. Mit einer entsprechenden (Irrtums-) Wahrscheinlichkeit gilt daher:

Die Distanzen zwischen den Elementen der getesteten räumlichen Verteilung werden signifikant genauer geschätzt, wenn sie auf Grundlage einer sphärischen Darstellung anstelle einer entsprechenden Verebnung gelernt wurden.

Hingegen konnte zwischen den Korrelationen aus Schätzfehlern (Absolutbetrag) und wahren Distanzen, welche angeben, ob eine Person zunehmende Distanzen mit wachsender Ungenauigkeit schätzt, kein signifikanter Unterschied zwischen Globus und Karte errechnet werden. Die entsprechenden Durchschnittswerte belaufen sich auf 0,51 und 0,48 für die sphärische beziehungsweise verebnete Darstellung. Der Schätzfehler, das heißt das Ausmaß der Verschätzung, steigt also mit zunehmenden Abständen zwischen Punkten in mäßiger und vergleichbarer Weise, unabhängig davon, ob diese auf einem kugelförmigen oder flachen Bildschirm gelernt wurden.

Dies kann auch als Indiz dafür genommen werden, dass die Testaufgabe von den Proband/innen richtig verstanden wurde, dass also nicht einfach nur Direktstrecken innerhalb des Kartenfeldes ohne Berücksichtigung der Relationen über deren Ränder hinaus geschätzt wurden, da der resultierende Korrelationsdurchschnitt in einem solchen Falle für die Verebnung deutlich geringer als für die Sphäre ausfallen hätte müssen (vgl. hierzu auch 14.1).

13.4 Globus vs. Karte – ein Zwischenresümee

Die in diesem Abschnitt vorgenommenen Auswertungen geben erste Antworten auf die Frage nach den besonderen Eigenschaften von sphärisch beziehungsweise verebnet dargestellten räumlichen Verteilungen, die da lauten, dass selbige am Globus zwar langsamer, aber genauer gelernt werden. Beide Aussagen überraschen im Grunde kaum, finden sich jedoch an dieser Stelle erstmalig empirisch untermauert und wären bereits in dieser allgemeinen Form für Diskussionen, wie sie beispielsweise um das Konzept der Globenwürdigkeit geführt wurden, von entscheidendem Nutzen.

Für die Ziele dieser Arbeit bedarf jedoch dieser erste Vergleichsbefund von Sphäre und Verebnung einer weitergehenden Betrachtung: Einerseits stellt sich nämlich die Frage nach der grundsätzlichen Gültigkeit der Ergebnisse, da diese auch dadurch zustande gekommen sein könnten, dass die verebnete Darstellung ohne Bezugnahme auf den zugrunde liegenden, abgebildeten Körper gelernt wurde, dass also die Testaufgabe nicht verstanden oder nicht berücksichtigt wurde. In diesem Falle lägen somit zwei unterschiedliche Verteilungen beziehungsweise deren unterschiedliche mentale Repräsentationen vor, deren Vergleich hinsichtlich der hier angestrebten Aussage unzulässig wäre.

Falls ein solcher Fehlschluss von der Hand gewiesen werden kann, gilt es andererseits, weiters auch jene Fragen zu berücksichtigen, die den bisher erzielten Ergebnissen aus wissenschaftlicher Sicht eigentlich zu Grunde liegen und auf den Versuch einer genaueren Erklärung der vorliegenden Resultate abzielen: Wenn nämlich die Karte nicht wie der Globus gelernt wird – wie dann? Auch eine Differenzierung der bisherigen Resultate kann hier Aufschluss geben, indem zum Beispiel nachgefragt wird, ob und welche Paare im Besonderen für das unterschiedliche Abschneiden bei den Schätzaufgaben verantwortlich sind. Erst eine solche Aufbereitung mag darauf hindeuten, wie die Nachteile beider Modelle besser gegeneinander abgewogen und die Vorteile gezielter kombiniert werden können.

14 Dateninterpretation

14.1 Zur Möglichkeit der Memorierung einer Ebene anstelle einer Verebnung

Wenden wir uns mit der Absicht einer eingehenderen Erklärung der in Kapitel 13 formulierten Vergleichsergebnisse zunächst der oben angesprochenen Möglichkeit zu, dass die zur ebenen Darstellung erhaltenen Resultate im Grunde auch von einer „wortwörtlichen“ Memorierung herrühren könnten, bei der also nicht die Verebnung einer sphärischen Visualisierung, sondern die Verteilung von Punkten innerhalb eines rechteckigen Rahmens gelernt wurde, was einen Vergleich zwischen Globus und Karte ad absurdum führen müsste.

Eine Möglichkeit diese Frage zu beantworten, wurde bereits im vorigen Abschnitt für die Bewertung der Schätzgenauigkeit in Form einer Korrelation zwischen Schätzwerten und tatsächlichen Entfernungen angewandt: Ersetzt man in dieser Gegenüberstellung nun die tatsächlichen Distanzen (der Kugeloberfläche) durch die linearen Entfernung zwischen Punkten der ebenen Darstellung, so sollten die resultierenden Koeffizienten dann höher als die oben festgestellten Werte (vgl. 13.3.2) sein, wenn eine ebene rechteckige Verteilung ohne Bezugnahme auf ein sphärisches Urbild Grundlage der mental gespeicherten Repräsentation ist. Praktisch zeigte sich jedoch ein gegenteiliges Bild: werden Direktentfernungen innerhalb der ebenen Darstellung mit den abgegebenen Schätzwerten korreliert, so ergibt sich ein durchschnittlicher Wert von 0.45, welcher signifikant (Konfidenz: 95%; $T = 259$, $p < 0,05$;) niedriger als der in Kapitel 13 genannte Wert von 0.56 ist. Mit entsprechender Wahrscheinlichkeit kann daher festgehalten werden, dass die Schätzergebnisse der ebenen Darstellung nicht auf eine reduzierte Vorstellung derselben als Ebene zurückzuführen sind, sondern dass tatsächlich im Sinne einer Verebnung zu lernen versucht wurde. Entsprechend steigt der mittlere Korrelationskoeffizient bereits deutlich an, wenn aus der Liste linearer Verbindungen innerhalb des Rechteckes jeweils die beiden am weitesten außen (links bzw. rechts) gelegenen Punktpaare (Telephon – Reifen und Kasette – Reifen; vgl. Abb. 33) herausgenommen und stattdessen über die Ränder im Sinne der Verebnung einer Sphäre verbunden werden.

Lässt sich auf diesem Wege argumentieren, dass die Proband/innen die ebene Darstellung nicht ohne Berücksichtigung des zu Grunde liegenden sphärischen Körpers gelernt haben und der resultierende Unterschied zwischen den beiden Modellen somit nicht über ein bloßes Fehlverständnis der Testaufgabe erklärt werden kann, so ist eine positive Beantwortung eben dieses Unterschiedes schwieriger zu leisten. Es lässt sich also einfacher aussagen, wie die schlechteren Schätzwerte der Karte *nicht* zustande gekommen sind, als zu der letztlich interessanteren Information zu gelangen, wie diese Differenzen *denn* zu erklären sind.

Eine solche Erklärung scheint auf dem bisher verfolgten methodischen Weg nur eingeschränkt möglich, da die personenbezogenen Schätzdaten auf immanente Grenzen ihrer Auswertbarkeit stoßen. Ein Beispiel mag diese Limitationen verdeutlichen: Die Größe der Testdarstellung war mit 1024x512 Pixel festgelegt worden; haben nun zwei Punkte die gleichen y-Koordinaten und unterscheiden sich in den Werten ihrer x-Koordinaten um 512 Pixel, so wäre die Distanz zwischen ihnen gleich, unabhängig davon, ob sich eine Testperson die Verbindung über die Kartenränder oder innerhalb des Kartenfeldes denkt, weswegen aus dem erhaltenen Schätzwert auch nicht auf die entsprechende Struktur mentaler Repräsentationen und deren Clusterungen geschlossen werden kann. Dieses Interpretationsproblem wird vor allem in solchen Fällen akut, in denen sich die Entfernungen zweier Punkte um den eben genannten Beispielwert bewegen. Sind etwa zwei Punkte gleicher

y-Koordinaten innerhalb des Kartenfeldes gemessen um 600 Pixel entfernt, so wäre ihre tatsächliche Entfernung durch eine Verbindung über die Kartenränder (424 Pixel) zu memorieren. Hierbei wäre allerdings der Unterschied in den Korrelationskoeffizienten so gering, dass keine statistisch signifikante Differenz festgestellt werden könnte. Es würde also unklar bleiben, ob die Testperson die Entfernung der Punkte (falsch) über das Kartenfeld, oder (richtig) über die Kartenränder geschätzt hat. Angesichts dieser grundsätzlichen Schwierigkeit scheint es für ein besseres Verständnis der konstatierten Lernunterschiede zwischen Globus und Karte sinnvoll, das Analyseniveau beziehungsweise den Analysefokus von einer rein personen- zu einer objektpaarbezogenen Betrachtung zu verschieben, um zu sehen, welche Paare auf welchem Modell besser geschätzt wurden und wie sich die Paare hinsichtlich ihrer Clusterung in Abhängigkeit des Visualisierungsmodells unterscheiden.

14.2 Schätzwertdifferenzen der einzelnen Objektpaare

Die Bewertung der Unterschiede in den Schätzwerten einzelner Objektpaare kann analog zur Analyse der Schätzgenauigkeit in Abschnitt 13.3.3 durchgeführt werden: wiederum stehen je Testperson zwei Werte pro Punktpaar – einer zur Sphäre, einer zur Verebnung – zur Verfügung, die sich entsprechend der Grundgesamtheit zu 29 solcher Wertpaare auflisten lassen, welche wiederum statistisch auf signifikante Unterschiede geprüft werden können. Auf diesem Wege wurden für 17 der insgesamt 36 Testpaare wesentliche Unterschiede in den Schätzwerten festgestellt, die sich zunächst in Tabelle 3 zusammengefasst finden.

Tabelle 3: Testpaare, deren Distanzen auf Sphäre und Verebnung signifikant unterschiedlich geschätzt wurden; in Klammer wird angegeben, wieviel Prozent aller Proband/innen entsprechendes Punktpaar intra-geclustert abspeicherten (vgl. Tab. 4 und 5); Buchstabenschlüssel entsprechend Appendix A bzw. auch Appendix B

Objektpaar	Tatsächliche Distanz	Auf der Sphäre geschätzte Distanz (∅)	In der Verebnung geschätzte Distanz (∅)	Ergebnis des Signifikanztests (Konfidenz)
AF	4,86	4,87 (23%)	3,79 (10%)	T = 179,0; p < 0,05
CI	4,55	4,21 (53%)	4,82 (23%)	T = -163,0; p < 0,05
CP	3,09	3,39 (60%)	4,96 (20%)	t(28)=3,192; p < 0,05
IS	6,94	5,03 (40%)	6,51 (17%)	T = -176,0; p < 0,05
IH	6,06	6,35 (14%)	3,91 (41%)	t(28)=4,203; p < 0,05
JL	3,88	4,83 (17%)	3,33 (43%)	T = 232,0; p < 0,05
KR	2,29	2,59 (67%)	5,9 (50%)	T = -340,0; p < 0,05
NL	1,39	1,42 (87%)	1,88 (10%)	T = -182,0; p < 0,05
QJ	4,93	3,92 (30%)	5,8 (13%)	T = -258,0; p < 0,05
RD	3,42	4,21 (20%)	2,71 (70%)	T = 159,0; p < 0,05
RE	2,29	2,6 (67%)	3,28 (23%)	t(28)=2,717; p < 0,05
RJ	4,1	3,71 (27%)	5,91 (13%)	T = -221,0; p < 0,05
RS	9,44	7,83 (3%)	5,41 (20%)	t(28)=4,606; p < 0,05
SA	6,26	5,08 (31%)	4,21 (28%)	t(28)=2,320; p < 0,05
TA	5,26	4,61 (40%)	3,61 (40%)	T = 224,0; p < 0,05
TD	3,67	4,3 (60%)	3,63 (32%)	T = 157,0; p < 0,05
TO	7,42	6,25 (10%)	4,42 (27%)	T = 190,0; p < 0,05

Dieses soeben in Zahlen erfasste Bild lässt sich durch eine graphische Skizzierung dieser signifikant unterschiedlich geschätzten Testpaare (in roter Farbe) im Kontext der gesamten Abfragerelationen verdeutlichen (Abb. 47):

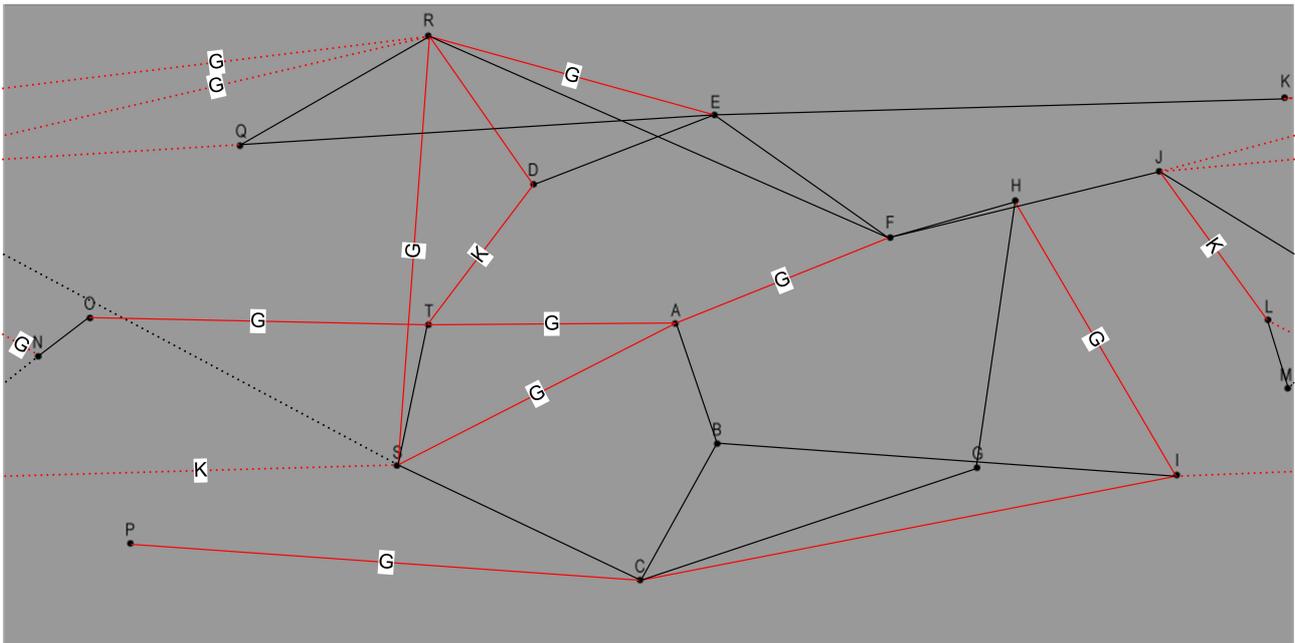


Abbildung 47: Übersichtsskizze aller Objektpaare, deren Distanzen im Zuge der Untersuchung zu schätzen waren; im Sinne einer Skizze finden sich alle Relationen als Geraden eingezeichnet, ohne die im Resultat der Verebnung notwendigerweise auftretenden Krümmungen zu berücksichtigen; in diesem Zusammenhang wird durch punktierte Linien lediglich angezeigt, welche Testpaare korrekterweise über die Kartenränder kürzest möglich zu verbinden sind. (Buchstabenschlüssel entsprechend Appendix A)

schwarz: auf Sphäre und Verebnung nicht signifikant unterschiedlich geschätzte Relationen;
rot: auf Sphäre (G) und Verebnung (K) signifikant unterschiedlich geschätzte Relationen [Relationen, zu denen zwar ein statistisch signifikanter Unterschied errechnet wurde, deren Durchschnittswerte jedoch keine eindeutige Aussage darüber zuließen, ob auf G oder K besser geschätzt wurde, tragen keinen der beiden genannten Buchstaben, betroffen sind hiervon CI und QJ; vgl. Tab. 3]

Einige Anmerkungen können obiger Abbildung zur Interpretationserleichterung beigelegt werden, da die wesentlich differierenden Objektkombinationen zunächst auf die gesamte Fläche verteilt scheinen:

Das Augenmerk sei zunächst auf jene Verbindungen gelenkt, die im Zentrum der Karte rund um den Punkt „Licht“ (Punkt „A“ in Abb. 47) eingetragen sind, und deren Unterschiede in der Schätzgenauigkeit jeweils zu Gunsten des Globus ausfallen. Als Erklärung hierfür bietet sich die Testprozedur und Abfragereihenfolge am sphärischen Display an, welche jeweils vom Punkt „Licht“ ausging, da dieser als Referenzpunkt der Memorierung gewählt worden war (vgl. 12.3.2), wogegen die Untersuchung in der Verebnung ohne einen solchen vorgegebenen Bezugspunkt durchgeführt wurde. Dieses beobachtete Muster kann zwar als Indiz dafür genommen werden, dass die Lernqualität durch Fokussierung der Aufmerksamkeit erhöht werden kann, ist jedoch für die hier angestrebte Aussage zu einem Vergleich von Globus und Karte vermutlich ohne Bedeutung und soll an dieser Stelle daher nicht weiter erläutert werden.

Eine weitere Gruppe von Regelmäßigkeiten zeigt sich bei den Objektpaaren, deren kürzeste Verbindung am Urbild jeweils über die Polbereiche > 80° nördlicher und südlicher Breite verläuft. Vergleicht man dieses Ergebnis mit dem Bild aller Testpaare, so zeigt sich, dass fünf von insgesamt sechs solcher Verbindungen signifikante Unterschiede zwischen den beiden Modellen aufweisen,

und keine davon auf der Karte besser geschätzt wurde als am Globus. Dieser Typus signifikanter Differenzen überschneidet sich mit einem weiteren Unterscheidungsmerkmal, welches jene Objektpaare betrifft, bei denen zur Schätzung der direkten Streckenlänge eine Verbindung zwischen linkem und rechtem Kartenrand hergestellt werden muss. Angesprochene Überschneidung tritt deshalb auf, weil Relationen, die über die Polbereiche laufen, teilweise zugleich auch über die seitlichen Ränder gezogen werden müssen, um die kürzeste Verbindung eines Punktpaares zu konstruieren. Konkret sind insgesamt sieben Paare im Testdesign von der Besonderheit, über den linken beziehungsweise rechten Kartenrand verbunden zu werden betroffen, wobei sich fünf Paare davon in ihren Ergebnissen auf Sphäre und Verebnung signifikant unterscheiden (vgl. Abb. 47); nur eines dieser Objektpaare wurde auf der Karte wesentlich besser geschätzt (wobei hierfür im letzten Absatz von 14.1 bereits eine mögliche Erklärung als Ausnahmefall gegeben wurde).

Von den eben argumentierten Regelmäßigkeiten bleiben vorerst sechs Objektpaare ausgeschlossen; es fällt bei diesen zwar auf, dass die drei längeren dieser Relationen am Globus genauer geschätzt wurden, doch scheint, von dieser Regelmäßigkeit abgesehen, an dieser Stelle keine Erklärung für die festgestellten Signifikanzen dieser sechs Differenzen möglich, so dass hierzu vorerst nur ein Verweis auf Abschnitt 15.2 beziehungsweise ein Forschungsauftrag für entsprechende Folgeuntersuchungen gegeben werden können.

Fassen wir die eben versuchte Beschreibung jener Relationen zusammen, deren Schätzwerte sich in signifikanter Weise zwischen Globus und Karte unterscheiden, so kann ein entsprechendes Resümee lauten, dass Differenzen in der Lernqualität vor allem dort auftreten, wo die kürzesten Verbindungen zwischen Punkten entweder durch den rechten oder linken Kartenrand durchschnitten und/oder über einen der beiden Polbereiche herzustellen sind.

Dieses Ergebnis stellt nun in gewisser Weise ein Korrektiv zu der in Abschnitt 14.1 gemachten Feststellung dar, wonach die Testpersonen die Sprungstellen zwischen den Kartenbegrenzungen durchaus in ihren Schätzungen berücksichtigen und nicht lediglich innerhalb des Kartenfeldes Relationen ziehen. Denn der Berücksichtigung dieser Zusammenhänge zum Trotz zeigt sich in Tabelle 3, dass die Unterschiede zwischen Sphäre und Verebnung doch gerade an den Rändern der letzteren signifikant sind. Um nun diesen ambivalenten Befund näher zu beleuchten, wollen wir ein Kriterium in die Analyse miteinbeziehen, das wir in der bisherigen Betrachtung noch nicht berücksichtigten, nämlich die gemeinsame oder getrennte Speicherung von Objektpaaren in oder zwischen den Clustern, die mit Hilfe des Ordered Tree Algorithmus abgebildet worden waren. Dies bedeutet zugleich eine Verschiebung des Betrachtungswinkels: Wurden bislang immer die von ein und derselben Person zu Globus und Karte abgegebenen beziehungsweise berechneten Werte gemeinsam analysiert, so brechen wir diese personengebundene, paarweise Auswertung an dieser Stelle auf und fragen stattdessen, wie jedes Objektpaar von allen Proband/innen im Durchschnitt bewertet wurde.

14.3 Clusterung der einzelnen Objektpaare

Für eine Bewertung der Kategorisierungen aller abgefragten Testpaare wurde analog zu McNamara et al. (1989) in lediglich einfacher Weise unterschieden, ob eine Objektkombination innerhalb eines Clusters abgespeichert worden war oder nicht: Dabei galten Punktpaare dann als innerhalb eines Clusters repräsentiert, wenn sie ein Knotenpunkt unterhalb des Basisknoten (*root node*) des jeweiligen Baumes verband. Umgekehrt galten alle Objekte in verschiedenen Clustern gespeichert, wenn sie nur über den *root node* zueinander in Relation standen.

Betrachtet man nun die beobachteten Clusterungen in diesem Sinne, so kann für jedes Objektpaar in Prozent angegeben werden, wie viele der Proband/innen selbiges entweder innerhalb, oder aber zwischen verschiedenen Clustern der jeweiligen Dendrogramme speicherten. Die entsprechenden Werte einer solchen Gliederung geben Tabelle 4 für die sphärische und Tabelle 5 für die verebnete Darstellung wieder. Um die Aussagekraft dieser Zusammenfassung zu erhöhen, finden sich die Testpaare nach ihrer tatsächlichen Distanz aufsteigend geordnet; weiters sind die Paare in symmetrischer Dreiteilung farblich so markiert, dass solche Objektrelationen zusammengefasst werden, die von weniger als 33,3% (hellgrau), 33,3 – 66,7% (dunkelgrau), oder mehr als 66,7% (schwarz) der Testpersonen innerhalb eines Clusters abgespeichert wurden. Aus Platz- beziehungsweise Übersichtsgründen erscheinen alle Objektamen wiederum nur in abgekürzter Form (vgl. Appendix A).

Tabelle 4: Clusteranalyse - Globus: (a) Name des Objektpaares (vgl. Appendix A); (b) Prozentanteil jener Proband/innen, welche das betreffende Objektpaar intra-geclustert abspeicherten; (c) normierte tatsächliche Distanz auf der Sphäre: Vorkommastellen; (d) normierte tatsächliche Distanz auf der Sphäre: Nachkommastellen

(a)	mn	nl	on	lm	re	kr	rq	ab	de	hf	cp	st	cb	rd	cs	td	fe	jl	cg	rj	ek	ci	fj	qe	af	qj	ta	rf	ih	sa	is	bi	to	rs	sj
(b)	90	87	93	97	67	67	70	63	30	73	60	80	73	20	47	60	43	17	43	27	60	53	50	47	23	30	40	10	14	31	40	47	10	3	10
(c)	1			2							3								4						5		6					7	9	11	
(d)	0	39	39	55	29	29	69	76	85	92	09	17	39	42	58	67	75	88	02	10	22	55	86	86	86	93	26	40	06	26	94	94	42	44	94

Tabelle 5: Clusteranalyse - Karte; Bedeutung von (a), (b), (c) und (d) entsprechend Tab. 4

(a)	mn	nl	on	lm	re	kr	rq	ab	de	hf	cp	st	cb	rd	cs	td	fe	jl	cg	rj	ek	ci	fj	qe	af	qj	ta	rf	ih	sa	is	bi	to	rs	sj
(b)	28	10	97	93	23	50	60	73	53	80	20	80	87	70	47	33	23	43	17	13	27	23	33	67	10	13	40	10	41	28	17	13	27	20	3
(c)	1			2							3								4						5		6					7	9	11	
(d)	0	39	39	55	29	29	69	76	85	92	09	17	39	42	58	67	75	88	02	10	22	55	86	86	86	93	26	40	06	26	94	94	42	44	94

Derart farblich kodiert lassen die Tabellen 4 und 5 bereits Unterschiede in den vorgenommenen Kategorisierungen vermuten: Am Globus finden sich vor allem nahe beisammen liegende Punkte in gemeinsamen Clustern abgespeichert, wogegen die am weitesten entfernten Objekte meist ungeclustert repräsentiert sind und zwischen beiden Extremen ein mehr oder weniger kontinuierlicher Übergang beobachtet werden kann; dieses Bild ist in den Werten zur Karte nur abgeschwächt wiederzuerkennen und wird vor allem im Bereich der kürzesten Distanzen durch Unregelmäßigkeiten aufgebrochen.

Wollen wir dieses Bild präziser erfassen, so bietet sich wiederum eine Korrelation für die Beschreibung eines solchen Zusammenhanges an: Konkret können die Prozentwerte der cluster-intern gespeicherten Objektpaare mit den entsprechenden tatsächlichen Distanzen in Beziehung gesetzt werden. Dabei ergäbe sich ein Rangkorrelationskoeffizient 1 unter der Bedingung, dass die ansteigende Rangfolge der Paardistanzen der Reihung absteigender cluster-intern gespeicherter Relationen entspricht; das nächstgelegene Objektpaar wäre also von den meisten Personen cluster-intern repräsentiert, das zweitnächstgelegene hätte den zweihöchsten cluster-internen Prozentwert, usw. Berechnen wir nun die Koeffizienten für Sphäre und Verebnung, so ergeben sich Werte von ∓ 0.64 und ∓ 0.49 , die also zunächst für einen schwächeren Zusammenhang zwischen Punktdistanz und Clusterung für die ebene Darstellung sprechen.

Hinterfragt man jedoch auch hier, wie schon im Falle der Distanzschätzungen, wie dieses Ergebnis zustande gekommen ist und korreliert wiederum die Daten der Verebnung mit jenen Entfernungen, die sich aus einer linearen Relationierung innerhalb des Kartenfeldes ergeben, so errechnet sich ein deutlich höherer Koeffizient von ∓ 0.80 . Dieser spricht dafür, dass die Testpersonen tatsächliche Distanzen an den Kartenrändern, die entweder an den oberen und unteren Grenzen stark vergrößert erscheinen, oder links- beziehungsweise rechtsseitig durchschnitten werden, beim Lernen nicht berücksichtigen und die Objekte vor allem nach ihrer räumlichen Nähe innerhalb des gezeigten rechteckigen Kartenrahmens memorieren.

Diese Beobachtung einer Barrierenwirkung der Kartenränder für die Abspeicherung der Punktrelationen lässt sich unter Berufung auf einen Befund in den genannten Referenzexperimenten von McNamara et al. (1989) bestätigen, welcher besagt, dass die Distanzen zwischen zwei gleich weit entfernten Punktpaaren dann relativ kürzer geschätzt werden, wenn die Punkte innerhalb eines Clusters memoriert wurden beziehungsweise relativ länger geschätzt werden, falls die Punkte in verschiedenen Clusters abgelegt sind. Eine entsprechende Analyse gestatten auch die in vorliegender Untersuchung erhobenen Daten, da hierbei eine Reihe von Punktpaaren so gewählt worden war, dass erstens gleiche Abstände zwischen mehreren Objektpaaren lagen und diese Abstände, zweitens, in einer Weise zunahmen, die das gesamte Spektrum abgefragter Distanzen berücksichtigte. Tabelle 6 fasst die zugehörigen Ergebnisse zusammen und zeigt, dass sich die eben genannte Regelmäßigkeit auch in den vorliegenden Daten zu bestätigen scheint: durchwegs finden sich jene Paare weiter entfernt bewertet, deren Punkte durch den linken beziehungsweise rechten Kartenrand getrennt sind. Zwar steht hierzu die Erklärungsmöglichkeit im Raum, dass unterschiedliche Schätzwerte einfach durch unterschiedliche Verzerrungen gleicher Distanzen im Zuge der Verebnung zustande kamen, doch kann hiergegen die Vermutung eingeworfen werden, dass selbige beim nächstgelegenen Punktpaar aufgrund dessen Nähe zum Äquator und der geringen Streckenlänge, und bei den beiden anderen Relationen wegen der Breitenlage beider Objektpaare zu gering sind, um die unterschiedlichen Schätzwerte nur auf diesem Wege zu begründen. Zudem sprachen bereits die in 14.1 anführten Korrelationswerte gegen die Option einer durch direkte Relationierung begründbaren Schätzqualität.

Tabelle 6: Durchschnittliche Schätzwerte (mean) und Standardabweichungen (SD) zwischen geschätzten und tatsächlichen Distanzen für von jeweils N Proband/innen intra- vs. inter-geclustert abgespeicherte Objekte der verebneten Darstellung

Cluster	Abstände zwischen den Punktpaaren (umgerechnet in km)		
	2000 km	3300 km	7000 km
<i>intra</i>	ON (intra)	RE (intra)	FJ (intra)
Mean	1,52	3,464	4,067
SD	1,07	1,07	1,912
N	28	14	18
<i>inter</i>	NL (inter)	KR (inter)	QJ (inter)
Mean	1,78	6,891	6,033
SD	0,7	4,61	2,252
N	25	22	24

Mit den Ausführungen dieses Kapitels hat die zum Abschluss von Abschnitt 13 aufgeworfene Frage nach möglichen Spezifikationen der konstatierten Differenzen zwischen Sphäre und Verebnung hinsichtlich Lernzeit und vor allem Schätzgenauigkeit eine erste Antwort erfahren, die da lautet: Objekte werden auf Globus und Karte besonders nach ihrer optischen Nähe gespeichert. Dies bedeutet im Falle der Verebnung, dass tatsächliche Relationen an den Kartenrändern beziehungsweise über diese hinaus nicht oder nur schwach in den mentalen Repräsentationen berücksichtigt werden. Bedenkt man weiters, dass die Dendrogramme beziehungsweise Clusterungen aus den Abfrageprotokollen, das heißt noch vor den Distanzschätzungen abgeleitet wurden, so sprechen diese Werte dafür, dass die tatsächlichen Punktbeziehungen auf der Sphäre beim Lernen der ebenen Darstellung außer Acht gelassen und erst im Zuge der konkreten Schätzaufgabenstellung konstruiert werden. Dabei treten die bereits in früheren Experimenten festgestellten Barriereneffekte auf, mit denen erklärt werden kann, dass signifikante Unterschiede in den Schätzgenauigkeiten vor allem in den Randbereichen auftreten und gleiche Distanzen eher überschätzt werden, wenn sie durch den rechten beziehungsweise linken Kartenrand unterbrochen sind (vgl. Tab. 6).

Eine weitere Annäherung an die Frage, inwiefern sphärische Darstellungen anders als deren Verebnungen gelernt werden, scheint jedoch auf dem Wege einer quantitativen Auswertung der gewonnenen Daten nicht möglich. Vielmehr müssten hierfür Modifikationen am eingesetzten Untersuchungsaufbau vorgenommen werden, um ganz spezielle Differenzen mit entsprechend eingeschränkten Testdesigns aufspüren zu können. Auf solch möglichen Spezifikationen wird in Abschnitt 15 noch einzugehen sein. Ehedem bleibt aber, über eine qualitative Analyse der im Rahmen der Experimente gestellten Fragen zur Lernstrategie zusätzliche Einblicke in die Unterschiede zwischen Globus und Karte zu gewinnen.

14.4 Lernstrategien

Wollen wir der im Vorangegangenen unternommenen, quantitativen Analyse eine qualitative (bzw. genauer gesagt: eine nicht-quantitative) Betrachtung zur Seite stellen, so muss sich diese auf Grund des umgesetzten Testdesigns vor allem auf die Frage beschränken: „Wie wurden die Objekte der vorgegebenen Verteilung gelernt?“, welche jeder Testperson in dieser Form am Ende eines jeden Testdurchlaufs zu Sphäre beziehungsweise Verebnung gestellt worden war. Ehe wir mit der Analyse der gegebenen Antworten fortfahren, sei noch versucht, einem Einwand zuvorzukommen, der an dieser Stelle erhoben werden und die Frage betreffen könnte, warum eigentlich zu den Lernstrategien der Testpersonen nicht erneut eine quantitative Auswertung durchgeführt wird.

Werfen wir, um diese Entscheidung zu begründen, zunächst einen Blick darauf, wie die Informationen zur Lernstrategie zustande kamen: dies geschah dadurch, dass jede Testperson unmittelbar nach der Lernkontrolle jeder Verteilung gefragt wurde, wie sie dabei vorgegangen war, also zunächst nach dem Erlernen der sphärischen Darstellung und ein weiteres Mal nach deren Verebnung. In keiner Weise wurden die Proband/innen dabei nach dem Einsatz konkreter Mnemotechniken (wie etwa dem Einbinden der Objektnamen in narrative Strukturen; vgl. 14.4.1) gefragt, so dass die Antwort der Proband/innen von ihrem eigenen Ermessen und Reflexionsvermögen der verwendeten Strategie abhing. Auf eine solche Nachfrage nach bestimmten Merktechniken wurde unter anderem deshalb verzichtet, weil ein entsprechender Hinweis auf mögliche Lernansätze bei der Nachbesprechung der Sphäre unmittelbar danach beim Lernen der ebenen Darstellung angewandt, und somit die Vergleichbarkeit der Daten möglicherweise beeinträchtigt hätte werden können. Weiters wurde auf eine ausführlichere Form des Interviews und eine größere Normierung der Antwortmöglichkeiten aus pragmatischen, nämlich zeitbezogenen Gründen verzichtet, da der Test bereits in der oben beschriebenen Form einen Zeitaufwand von durchschnittlich etwas mehr als 2,5 Stunden für jede Testperson bedeutete, dessen weitere Erhöhung durch ausführlichere Nachbesprechungen im Testdesign nicht vorgesehen war; nicht vorgesehen auch deshalb, weil die Untersuchungen in Abständen von 30 Minuten jeweils am sphärischen Display begannen, so dass sich die einzelnen Testläufe beziehungsweise Testschritte jeweils mehrerer Proband/innen zeitlich, aber auch räumlich (siehe Abschnitt 12) überschneiden und somit auch den Testleiter vor logistische Probleme stellten, die gegen eine ausführlichere Diskussion der Mnemotechniken mit den Teilnehmer/innen sprachen.

Aus genannten Gründen kamen also aus den Fragen an die Studierenden Daten zustande, die einerseits für eine sinnvolle quantitativ formulierte Antwort auf die gesuchten Lernstrategien eine zu geringe Normierung, das heißt einen interpretationsseitig zu großen Spielraum aufwies. Andererseits schien es fragwürdig, die mögliche Auswertung mangels quantitativer Auswertbarkeit einfach als qualitative Forschung zu deklarieren, da die Möglichkeiten derselben hinsichtlich ihrer unterschiedlichen Methoden wie qualitativem Interview, Leitfadengespräch, Textanalyse, ect., (Flick et al., 2007) mit den stichwortartig festgehaltenen Notizen keinesfalls ausgereizt werden könnten.

Werden die Notizen zu den Lernstrategien an dieser Stelle weder einer statistisch quantitativen noch qualitativen Analyse anvertraut, so ist dies, wie nicht beschönigt werden soll, zweifellos ein Mangel, der dem Testdesign beziehungsweise der Testdurchführung zum Vorwurf gemacht werden muss. Es sei jedoch zum Verständnis dieses Mankos eingeräumt, dass es sich dabei letztlich auch um Dynamiken handelt, die in jeder Laborsituation auftreten und durch den Umstand mangelnder Referenzexperimente zusätzlich verstärkt werden können – in diesem Sinne also um Prozesse, denen gerade die neuere Wissenschaftsforschung vermehrte Aufmerksamkeit schenkt (Knorr Cetina, 2002). Dass solche Referenzexperimente und Testerfahrungen in der Kartographie im Allgemeinen, und in der Arbeit mit sphärischen Displays im Besonderen kaum bis gar nicht vorliegen, mag daher das eben genannte Ungenügen zumindest teilweise erklären und zugleich rechtfertigen, warum im folgenden dennoch eine Zusammenfassung der erhaltenen Daten versucht wird, nämlich genau deshalb, um das beklagte Fehlen von Referenzen zu mildern, beispielsweise dadurch, dass die für eine quantitative Auswertung geforderte Normierung von Fragen auf den hier gewonnenen Erfahrungen aufbauen kann. Daneben können wir die gewonnenen Eindrücke auch noch mit jenen in den vorangegangenen Abschnitten der Kapitel 13 und 14 erhaltenen Daten referenzieren und gegebenenfalls Erklärungsmöglichkeiten für offen gebliebene Sachverhalte anbieten.

14.4.1 Lernstrategien zur sphärischen Darstellung

Für eine Untersuchung der Lernstrategien stand am Globus zweierlei Information zur Verfügung, nämlich einerseits zu der von jeder Testperson bevorzugten Abfragerichtung und andererseits die verbalen Auskünfte aller Teilnehmer/innen zur jeweils von ihnen verwendeten Merktechnik. Bezüglich des erstgenannten Merkmals der gewünschten Abfragerichtung konnten die Proband/innen im Rahmen der Lernkontrolle aus den in Kapitel 12.3.2 genannten sechs Varianten wählen, von welchen 12 Proband/innen A1 bevorzugten, 15 Personen sich für Option B1 entschieden, 4 Teilnehmer/innen Option A2 und ein Proband Option A3 favorisierte(n).

Bezüglich der zu Hilfe genommenen Merktechnik, dem zweitgenannten Merkmal der eingesetzten Lernstrategien, lassen sich zunächst in grober Annäherung zwei unterschiedliche Vorgangsweisen unterscheiden, deren eine wir als linear beschreiben können, da hierbei der Globus immer 360° um die Pole oder den Äquator rotiert und die Punkte in der Reihenfolge gelernt wurden, in der sie entlang des entsprechenden Großkreises aufschienen. Dementgegen wurden auch nicht-lineare Ansätze verfolgt, bei welchen Proband/innen zunächst jeweils alle Punkte zu memorieren versuchten, die aus einer bestimmten Perspektive einsehbar waren und die sphärische Darstellung erst danach weiterdrehten. Folgte dieses Weiterdrehen in einer der beiden angesprochenen Kardinalrichtungen, so ergaben sich Mischformen des linearen und nicht-linearen Ansatzes.

Sind mit dieser Grobgliederung die wesentlichen Lernreihenfolgen beschrieben, so konnten diese Reihungen durch mehrmaliges Wiederholen, aber auch durch den Einsatz besonderer Mnemotechniken gelernt werden. Zu den letztgenannten lassen sich wiederum zwei unterschiedliche Zugänge in den Antworten der Proband/innen differenzieren. Einerseits wurde versucht, die abstrakte Darstellung auf der Sphäre mit konkreten Repräsentationen zu überlagern, auf welche die Testteilnehmer/innen in ihrem mentalen Speicher bereits zurückgreifen konnten, etwa mit Weltkarten oder sternbildartigen Formationen. In solchen Fällen versuchten die Testpersonen also, die zu lernenden Punkte auf der von ihnen gewählten Referenzabbildung einzuordnen und entsprechend dieser Umprojektion, etwa über die Kontinente der jeweils gedachten Weltkarte, zu merken. Es sei angemerkt, dass sich auf diesbezügliche Nachfragen zeigte, dass die hinzugedachten Weltkarten nie

derjenigen tatsächlichen Karte entsprachen, von welcher die abstrakte Verteilung ursprünglich ihren Ausgang genommen hatte (vgl. Abb. 32); die Wahrscheinlichkeit, dass Proband/innen die der abstrakten Darstellung zugrunde liegenden realen Orte erraten oder erkannt haben könnten, scheint also äußerst gering. Neben einer solchen Zuhilfenahme gedachter Abbildungen gaben andere Testteilnehmer/innen an, Mnemotechniken verwendet zu haben, bei denen die zu lernenden Objektnamen zu einer Geschichte verbunden wurden, um das Merken entsprechend der Handlung dieser Geschichte zu erleichtern. Solche Geschichten begannen beispielsweise mit: „Ich betrete einen dunklen Raum und drehe das *Licht* auf. Dann nehme ich die *Tasche* und steige auf den *Stuhl*. ...“.

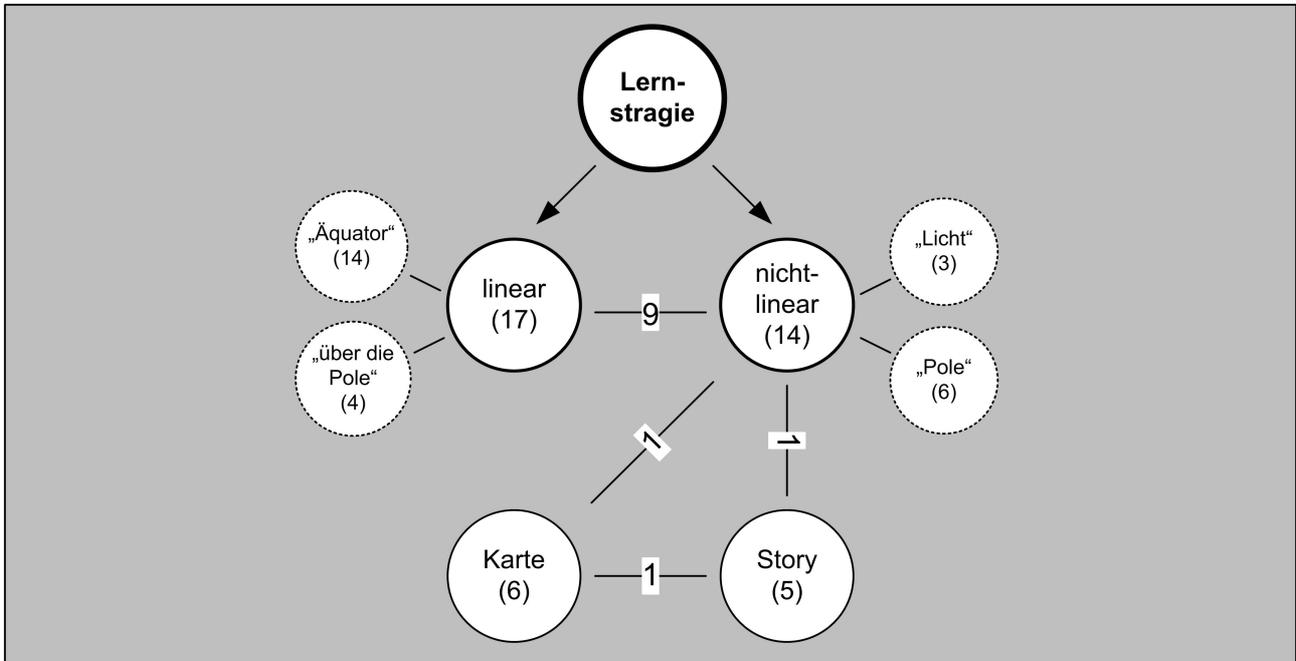


Abbildung 48: Lernstrategien zur sphärischen Darstellung; die Anzahl der Testpersonen, die eine entsprechende Strategie wählten, ist in Klammer beige gestellt

Abbildung 48 versucht, den eben gegebenen Strukturierungsvorschlag der erhaltenen Antworten graphisch zusammenzufassen, wobei das Augenmerk unter Bezugnahme auf die beiden vorangegangenen Abschnitte 14.2 und 14.3 besonders auf jene zwei Perspektiven nicht-linearer Merkstrategien gerichtet sei, welche in den Kommentaren der Proband/innen explizite Nennung erfuhren, nämlich die „Polregionen“ und das „Gebiet um Licht“: Dies sind nun größtenteils jene Bereiche, in denen die Punktpaare liegen, deren Schätzwertdifferenzen statistische Signifikanz aufweisen (vgl. Abb. 47), was die besondere Schätzgenauigkeit von Relationen einerseits um den Punkt „Licht“ und andererseits in den Polbereichen miterklären könnte. Diese Gebiete wären in einem solchen Falle deswegen exakter gelernt worden, weil anscheinend viele Testpersonen genau die entsprechenden Perspektiven im Lernprozess eingenommen haben.

14.4.2 Lernstrategien zur verebneten Darstellung

Da für die Karte – im Gegensatz zur Sphäre – keinerlei Abfragefolgen vorgegeben waren, konnten Schlüsse auf die Lernstrategie nur aus den diesbezüglichen Verbalkommentaren gezogen werden. Diese erlauben es, wiederum im Rahmen der bereits zum Globus versuchten Grobgliederung geordnet zu werden, also zunächst in lineare beziehungsweise nicht-lineare Ansätze. Diesen Basisstrategien wurden von zahlreichen Proband/innen wiederum Muster unterlegt, welche die Verteilung weiter zu differenzieren halfen: dabei handelte es sich einerseits um bereits im vorigen

15 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der Dateninterpretation der vorangegangenen beiden Abschnitte hat die in dieser Arbeit aufgeworfene Problematik einer Gegenüberstellung von Erdglobus und Erdkarte beziehungsweise deren Abstraktionen ein Ende gefunden, auch wenn dieses in Bezug auf das Thema nur als vorläufiges betrachtet werden kann. Um diese – vermutlich notwendige – Ambivalenz zwischen Gesagtem und Nicht-Gesagtem (d.h. noch zu Sagendem) zu konkretisieren, soll im Folgenden ein abschließendes Resümee im Sinne einer Betrachtung von *Haben* und *Sollen* gezogen werden.

Auf Seite des Habens soll das im Text Angesprochene noch einmal in kompakter Form zusammengefasst und gegebenenfalls im Lichte des nun komplett vorliegenden Gedankengangs ergänzt werden, um hervorzuheben, in welchen Bereichen der Autor den aktuellen Kenntnisstand der Kartographie untermauert, untergraben, besonders aber erweitert zu haben hoffen kann.

Auf der Seite des Sollens gilt es, den bereits im Titel vorliegender Arbeit versprochenen Prolegomena gerecht zu werden, das heißt deutlich zu machen, was diesen *Vorüberlegungen nach*folgen soll: wenn schon Prolegomena – dann Prolegomena zu welchen Forschungsfragen? In diesem Sinne wollen wir in den zwei Hauptteilen dieses Abschnittes zunächst die wesentlichen Aussagen des Textes zusammenfassen, um im Anschluss daran einen Ausblick auf Problemstellungen zu geben, die von diesen Aussagen nahegelegt werden, sowie auf Konkretisierungen, die auf diesen Aussagen aufgesetzt werden können.

15.1 Manifeste Resultate (Zusammenfassung) ...

Die Frage, was der Autor mit dieser Arbeit an konkreten Ergebnissen erreicht zu haben meint, lässt sich entlang ihres dreiteiligen Aufbaus zusammenfassen. Mit dieser Absicht scheint zugleich der Moment gekommen zu sein, auf einen Umstand hinzuweisen, der im Grunde jede Textproduktion betrifft und prägt, nämlich Zeit – konkret die Spanne, die zwischen Beginn und Abschluss der Arbeit liegt, aber auch der Zeitpunkt, an dem die Überlegungen zum hier präsentierten Thema einsetzen. Dieser wird im Gegensatz zum Publikationstermin oft nicht explizit gemacht, was auch daran liegen mag, dass ein solcher Initialmoment häufig nicht genau angegeben beziehungsweise auf die gesamte fachwissenschaftliche Sozialisation von Studierenden ausgedehnt werden kann.

Ohne auf diese Problematik näher eingehen zu wollen, sei hier der Einfachheit, aber auch Vollständigkeit halber nur das Jahr angegeben, in dem die Abfassung des Textes begonnen hat: 2006. Diese Information ist deswegen relevant, weil sie die Differenz deutlich macht, die zwischen dem Wissen und der Einstellung liegt, mit der diese Arbeit begonnen wurde, und jenen Ansichten, mit denen sie an ihrem Ende bewertet wird. Es ist übrigens erst dieses epistemologische Differenzial, welches die nachfolgend versuchte Zusammenfassung notwendig macht, und in die Bewertung der einzelnen Resultate unterschiedlich einfließen, besonders aber in der im Anschluss gemachten Aussage zu den wissenschaftstheoretischen Grundlagen der Arbeit durchscheinen wird.

15.1.1 ... zur Wissenschaftsgeschichte der Kartographie

Besieht man sich Lehrbücher der Kartographie, wie etwa die vielfach neuaufgelegten und zum Teil auch übersetzten Werke von Robinson et al. (1995) oder Hake et al. (2002), so wird darin das Bild einer mehr oder weniger kontinuierlich gewachsenen Wissenschaft gezeichnet, welches zugleich dazu dient, die Existenz einer selbständigen Disziplin Kartographie zu beweisen beziehungsweise zu rechtfertigen. Die Vermutung einer solchen Selbstbestätigung legt auch die Konstruktion von Traditionen nahe, wie beispielsweise die Erklärung eines 100. Geburtstages der wissenschaftlichen Kartographie, welcher im Jahr 2007 ausgerufen und an zwei zeitnahe veröffentlichten Texten von Peucker (1907) und Eckert (1907) festgemacht wurde (vgl. Freitag, 2008).

Eine derartige Interpretation von fachgeschichtlichen Geburtsstunden ist zwar fragwürdig in zeitlicher und fachlicher Hinsicht, da die beiden genannten Paten des Faches einerseits auch vor und nach 1907 publizierten und andererseits hinsichtlich des wissenschaftlichen Wertes ihrer Texte durchaus relativierende Stimmen zu vernehmen sind (e.g. Ormeling, forthcoming); eine solche Infragestellung ist jedoch an dieser Stelle weder vorgesehen noch notwendig, da auch andere Disziplinen vergleichbare kosmetische Maßnahmen ihrer eigenen Stammbäume vornehmen (Kuhn, 1976). Interessant ist hier vielmehr, dass der Rückblick auf die Fachgeschichte immer in Form von Gleichschaltungen erfolgt, welche auf die Argumentation einer Einheitskartographie hinauslaufen: zwar wird eingeräumt, dass die Kartographie zahlreiche theoretische und technologische Veränderungen erfahren hat, doch werden diese in einer Weise dargestellt, die nahelegt, dass jeweils die gesamte Fachgemeinschaft von dem einen oder anderen Paradigma geprägt und geleitet worden wäre.

Vorliegende Arbeit wendet sich gegen dieses Verständnis einer Kartographie als Einheitswissenschaft und versucht in ihrem ersten Teil zu zeigen, dass der Entwicklungsstand des Faches im Kuhn'schen Sinne nicht als Ausdruck einer gereiften, disziplinär etablierten und paradigmatisch praktizierten Wissenschaft verstanden werden kann, sondern vielmehr Muster eines relativ jungen Forschungsbereiches aufweist, innerhalb dessen verschiedene wissenschaftliche Schulen miteinander um die Beantwortung von als für relevant erachteter Fragen beziehungsweise auch erst um eine entsprechende Positionierung dieser Fragen konkurrieren. Als Belege für eine solche Uminterpretation der kartographischen Wissenschaftsgeschichte wurden einerseits eine Auswahl rezent postulierter Paradigmenwechsel vorgestellt, deren nähere Analyse zeigte, dass es sich bei den jeweils präsentierten Konzepten keineswegs um Paradigmen im klassischen Sinn handelt. Weiters wurde anhand einer zwischensprachlichen Begriffsstudie darauf hingewiesen, dass gerade der zentrale Begriff der Karte weder intra- noch intersprachlich die Homogenität aufweist, die ihm im Rahmen der Einheitskartographie zugesprochen wird.

Eine alternative Lesart der Entwicklung der akademisch institutionalisierten Kartographie, welche von einer vorparadigmatischen anstatt einer paradigmatischen Wissenschaft ausgeht, bedeutet nun nicht bloß eine Umordnung verschiedener Faktoren, deren Multiplikation letztendlich doch das gleiche Ergebnis zeigt, sondern bringt Fragen auf die Forschungsagenda, die in einer paradigmatischen Wissenschaft nicht in vergleichbarer Form gestellt werden müssen. Ein solcher Fragenkomplex hätte etwa auf die wesentlichen Unterschiede zwischen den einzelnen kartographischen Wissenschaftsschulen abzielen, was sich in einer stärkeren Konkurrenz zwischen diesen Schulen unter Akzentuierung und Erforschung der jeweils eigenen Stärken beziehungsweise Schwächen auszudrücken hätte. Im gegenwärtigen Lehrbuchverständnis der Kartographie ist eine solche Konkurrenz hingegen nicht festzustellen. Zwar räumen etwa Hake et al. (2002)

die zunehmende Bedeutung von Theorien anderer Fächer wie beispielsweise Informatik, Kommunikationswissenschaft oder Erkenntnistheorie ein, doch die Inhalte des Lehrbuchs ändern sich in den verschiedenen Auflagen während 30 Jahren kaum, zumindest nicht dahingehend, dass ein Einfluss auf die Praxis durch die genannte Theorien merkbar wäre.

Weiters stellt eine explizitere Auseinandersetzung mit konkurrierenden vorparadigmatischen kartographischen Schulen anstelle der Betrachtung einer Einheitskartographie die Frage prominenter in der Mittelpunkt, worum eigentlich konkurriert wird, das heißt: was die Ziele des Faches sind. Fragen wir diesbezüglich wiederum das Lehrwerk von Hake et al. (2002), so lautet eine bereits zitierte allgemeine Zielsetzung, Repräsentationen der Realität zu schaffen, die den Nutzer/innen eine möglichst zutreffende Erkenntnis dieser Realität erlauben. Auch dieser Anspruch lässt sich über mehrere Ausgaben des Buches zurückverfolgen, ohne dabei deutlich erkennen zu können, ob und inwiefern sich das Fach diesem Ziel nähert.

Prägnant, wenngleich mit dem Risiko plakativer Vereinfachung, lässt sich die eben skizzierte Konkurrenzarmut der Einheitskartographie am Beispiel eines prominenten „Paradigmenwechsel“ verdeutlichen: dem Kommunikationsmodell der Kartographie von Kolacny (1969), welches „jahrelange Diskussionen auslöste“ (Freitag, 2008). Besieht man sich nun jedoch Produkte der amtlichen oder Schulkartographie, also zweier Hauptarbeitsbereiche (akademisch) ausgebildeter Kartograph/innen, vor und nach Erscheinen dieses Modells, so ist in vielen kartographischen Darstellungen nicht zu erkennen, inwiefern dieses als paradigmatisch, also eigentlich fachrevolutionär betrachtete Konzept in die Praxis Eingang gefunden hätte. Viel treffender für die Beschreibung der diachronen Veränderungen in der kartographischen Produktion sind vielmehr jene von Müller et al. (2001) unterschiedenen Etappen (vgl. 1.1.1), auch wenn es sich hierbei nicht, wie in Kapitel 1 dargelegt, um Paradigmen handelt, sondern vielmehr um eine Fortsetzung der Tradition der Eckert'schen Kartenwissenschaft. Deren Forschungsobjekt, die ebene Karte, wird zwar in ihrer Herstellung durch technische Entwicklungen verändert, bleibt aber in ihrer Darstellung im Wesentlichen unverändert. Fassen wir somit die Kritik an der einheitswissenschaftlich betriebenen Kartographie zusammen, so ist dieser zum Vorwurf zu machen, zwar die Funktion und Technologie der Karte in verschiedenen (oft den zum jeweiligen Zeitpunkt modischen) Theorien gespiegelt, kaum aber die Theorien in verschiedenen Darstellungsmöglichkeiten reflektiert zu haben. Gerade eine derartige Reflexion einer Theorie wurde nun in dieser Arbeit anhand der Semiotik unternommen.

15.1.2 ... zur Kartosemiotik

In direktem Anschluss an die eben dargelegte Bedeutung des Textes für die (Re-)Interpretation der Wissenschaftsgeschichte akademisch institutionalisierter Kartographie kann als weiteres Resultat die vorgeschlagene semiotische Fundierung des Faches und der daraus abgeleitete semiotische Imperativ als Beitrag zur angewandten Kartosemiotik vorgebracht werden.

Dabei lässt sich die Semiotik zunächst als Beispiel für eine jener Disziplinen anführen, die im vorigen Abschnitt als theoretische Interpretationshilfen der Karte und ihrer Funktion erwähnt wurden: denn ebenso wie etwa die obengenannte Kommunikationstheorie wurde auch die Semiotik in der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts von Kartograph/innen rezipiert mit dem Ziel, das Verständnis von Karten im Rahmen einer Kartosemiotik zu erweitern; dies geschah jedoch ohne dabei nach allgemeinen präskriptiven Gestaltungsprinzipien oder -alternativen zu suchen, das heißt, ohne eine deutlich artikulierte Bereitschaft, den zentralen Stellenwert der Karte in Frage zu stellen.

Um einer solch einseitigen Anwendung zeichentheoretischer Konzepte Vorschub zu leisten, wurde das theoretische Fundament dieser Arbeit nicht in bisher geleistete, explizit kartosemiotische Arbeiten, sondern auf eine allgemeinere Ebene innerhalb einer semiotischen Theorie gelegt, wobei mit der Philosophie von Charles S. Peirce eine der ältesten und einflussreichsten Semiotiken im Spektrum moderner Zeichentheorien als Basis dient. Hinzuweisen ist darauf, dass als Innovation dieses Textes nicht die Verknüpfung der Peirce'schen Theorie mit kartographischen Fragen an sich reklamiert werden kann, da eine solche bereits in anderen Veröffentlichungen geleistet wurde (vgl. Nöth, 2000). Vielmehr ist unser Beitrag zur Kartosemiotik darin zu sehen, diese Zeichentheorie nicht nur zu deskriptiven Zwecken verwendet, sondern eine Anwendungserweiterung derselben in den präskriptiv-normativen Bereich versucht zu haben.

Eingeräumt sei hierzu zunächst, dass angesprochenem Versuch einer präskriptiv als Imperativ formulierten Kartosemiotik – zumindest vorläufig – kein umfassender Erfolg zugesprochen werden kann: Zwar scheint der in Teil A formulierte semiotische Imperativ dort eine praktikable (und somit auch widerlegbare) Maxime darzustellen, wo es gilt, direkt erfahrbare Wirklichkeit kartographisch zu repräsentieren, doch tritt durch die Bedeutung des Globus als Modell einer nicht direkt erfahrbaren Realität ein komplexes Element in den Semioseprozess, dessen vollständige Überlegung mit den Ausführungen dieser Arbeit erreicht zu haben durchaus nicht beansprucht werden kann. Stattdessen wurde in Kapitel 9 nur ein Rahmen skizziert, in dem sich diese Komplexität zwischen auto- und alloreferenzieller Semiose entfaltet, und der uns eine weitergehende Destruktion der Vergleichsproblematik zwischen Erdglobus und Erdkarte erlaubte.

Während also die Frage nach der Allgemeingültigkeit des semiotischen Imperativs beziehungsweise nach notwendigen Einschränkungen desselben offen bleibt, so kommt das heuristische Potenzial dieser kartosemiotischen Maxime doch deutlich zum Vorschein, da es einerseits einen theoretischen Rahmen zeigt, der die Frage nach der Bedeutung alternativer Darstellungsformen, im konkreten Falle jener des Erdglobus, zwingend macht und andererseits ein Werkzeug einer differenzierteren Problemformulierung bietet, welches zur Definition von Begriffen ebenso taugt, wie zur Bedeutungsrelationierung solcher semiotisch definierter Begriffe. Dieses Potenzial sei nachfolgend anhand zweier weiterer, themenspezifischerer Resultate vorliegenden Textes unterstrichen.

15.1.3 ... zum Begriff des Globus

Die oben genannte Bedeutung des semiotischen Imperativs als heuristischem Prinzip lässt sich zunächst an dem für diese Arbeit zentralen Begriff des Globus zeigen, den wir zu Beginn von Kapitel 6 in Form des analogen Globus als relativ scharfes, aber unpopuläres, und in Form des nicht-analogen Globus als populäres, aber begrifflich unscharfes Visualisierungskonzept antrafen. Angesichts dieses ambivalenten Begriffsverständnisses, welches auch das Verhältnis von Globus und Karte (v.a. in deren nicht-analogen Ausprägungen) betrifft, wurde ein semiotisch reformulierter Globusbegriff vorgeschlagen, welcher – in enger, wenngleich kritischer Anlehnung an den Riedl'schen Terminus des Hyperglobus (2000) – sowohl analoge als auch nicht-analoge Varianten beschreibt, als auch – unter Berücksichtigung empirischer, prototypen-theoretisch ausgewerteter Untersuchungen (Hruby et al., 2009) – eine klare Abgrenzbarkeit zwischen Globen und anderen kartographischen Produkten argumentiert.

Zudem erlaubte die gewählte semiotische Grundlage, eine umfassende Typologie aller möglichen kartographischen Modelle zu bilden, innerhalb welcher auch die Erdkarte als Konkurrenzmodell zum Globus mit denselben terminologischen Maßstäben definiert und somit eine Vergleichbarkeit innerhalb eines konsistenten begriffslogischen Rahmens hergestellt werden konnte. Diese Vergleichbarkeit wurde sowohl a priori, das heißt in einem rein semiotischen Kontext (vgl. 5.2 und Kapitel 9), als auch auf Basis empirischer Daten (vgl. 15.1.5) angewandt und untersucht.

15.1.4 ... zur Globenwürdigkeit bzw. Globusimmanenz

Während der Stellenwert des Globus in kartographischen Lehrbüchern meist jenem einer Fußnote entspricht, welche dort gesetzt wird, wo die im Zuge der Verebnung notwendiger Weise auftretenden Verzerrungen von Karten thematisiert werden, so ist einer der bislang ambitioniertesten Versuche, Globus und Karte über einen rein pragmatischen Zugang hinaus in Relation zu setzen, unter dem Schlagwort einer Globenwürdigkeit unternommen worden. Dieses Konzept wurde auch im Rahmen vorliegender Arbeit aufgegriffen und zunächst hinsichtlich seiner unterschiedlichen Ausprägungen differenziert, sowie im Rahmen seiner zentralen Thesen strukturiert. Dabei wurde jedoch ein prinzipieller Argumentationsmangel in den relevanten Publikationen deutlich, welcher das Versäumnis betrifft, die grundsätzliche Frage nach der Vergleichbarkeit beziehungsweise nach den Bedingungen einer Vergleichbarkeit zweier Produkte, deren eines das Verständnis des anderen voraussetzt, nicht konsequent gestellt zu haben; wie schon in den Ausführungen zur Wissenschaftsgeschichte der Kartographie (vgl. 15.1.1) ist also ein Resultat dieses Textes wieder negativer Natur und besteht solcherart darin, das Konzept einer Globenwürdigkeit als sachverhalt-gebundenes Kriterium zurückgewiesen zu haben.

Neben der Zurückweisung der Idee einer Globenwürdigkeit liegt ein weiterer Beitrag der Arbeit in einer alternativen Interpretation des Verhältnisses von Erdglobus und Erdkarte, welches an Hand des in der Peirce'schen Semiotik formulierten Semioseprozesses modelliert wurde. Ein solches Verständnis erlaubt einerseits, die Besonderheit des Globus als autoreferenzielles Zeichen herauszuarbeiten, und zeigt andererseits, dass alle Ansätze, welche die Relation von Globus und Karte über ein exklusives „entweder-oder“ erklären möchten, zu kurz greifen, da die Beziehung dieser beiden Modelle bereits per definitionem als „sowohl-als auch“ angelegt ist und entsprechend behauptet werden kann, dass sowohl Globus als auch Karte Elemente eines gemeinsamen Prozesses kartographischer Bedeutungsvermittlung sind. Dieser Prozess kann im Rahmen der vertretenen Zeichentheorie über hierarchisch miteinander verbundene Dreiecksmodelle dargestellt werden, wobei der Globus in einer solchen Hierarchie eine übergeordnete Position einnimmt, da die Erdkarte in ihrem korrekten Verständnis aus dem Erdglobus abgeleitet werden muss, wogegen eine umgekehrte Abhängigkeit nicht geltend gemacht werden kann. Für diese inklusive Verbindung wurde das Konzept einer Globusimmanenz eingeführt und an die Stelle der Globenwürdigkeit gesetzt. Dieses semiotisch entwickelte Konzept ist weniger präskriptiver, sondern in erster Linie deskriptiver Natur und behauptet, dass sowohl der sphärischen Darstellung, als auch deren Verebnung besondere, vom visualisierten Sachverhalt unabhängige beziehungsweise diesem vorausgesetzte Qualitäten zu eigen sind, die nicht an die jeweils über- beziehungsweise untergeordnete Ebene im Semiosemodell delegiert werden können; welches diese prinzipiellen Eigenschaften sein können, wurde im dritten Teil dieses Textes herauszuarbeiten versucht (vgl. auch 15.1.5). Die Globusimmanenz gibt also ein weiteres Beispiel des heuristischen Potenzials der zu Grunde gelegten Semiotik und steckt den Rahmen für die grundsätzliche Vergleichbarkeit von Globus und Karte ab.

15.1.5 ... zum Verständnis der Relation von Erdglobus und Erdkarte

Wurde in den ersten Abschnitten dieser Arbeit versucht, einen theoretischen Schirm zu spannen und unter diesem zunächst die Notwendigkeit einer Gegenüberstellung von Globus und Karte herzuleiten, die genannten Modelle sodann in konsistenter Weise begrifflich auszubestimmen, um schließlich in Form der Globusimmanenz eine Vergleichsstruktur zwischen diesen beiden Modellen zu bilden, so stehen am Ende dieser vom Allgemeinen zum Spezifischen geknüpften Argumentationskette die entsprechend spezifischsten Resultate dieser Arbeit, welche die Frage betreffen, ob und wie eine räumliche Verteilung mental unterschiedlich abgespeichert wird, je nach dem, ob sie anhand einer sphärischen Darstellung oder der entsprechenden Verebnung gelernt wurde.

Eine erste Antwort, die auf diese Frage gegeben werden kann, lautet, dass Distanzen zwischen den Elementen der getesteten räumlichen Verteilung signifikant genauer geschätzt werden, wenn sie auf Grundlage der sphärischen Darstellung gelernt wurden, jedoch von der verebneten Darstellung signifikant schneller gespeichert werden können.

Eine zweite Antwort versucht ein differenzierteres Bild der konstatierten Unterschiede zu zeichnen, demnach Objekte auf Globus und Karte vor allem in Abhängigkeit ihrer optischen Nähe memoriert werden, so dass Relationen, die im Zuge der Verebnung durch Kartenränder unterbrochen werden, kaum in den mentalen Repräsentationen der Verteilungen Berücksichtigung finden. Vielmehr scheinen solche Beziehungen zwischen Punkten erst beim Lösen einer konkreten Schätzaufgabe hergestellt zu werden, wobei die der räumlichen Kognitionsforschung bereits seit längerem bekannten Barriereneffekte eine möglichen Erklärung für die angetroffenen Schätzfehlermuster bieten können.

Mit diesen Schlüssen, die zu ziehen das verwendete Design mit den Mitteln quantitativer Statistik gestattet, sind die oben aufgeworfenen Fragen nach den besonderen Rollen von Globus und Karte im kartographischen Semioseprozess noch in keinster Weise erschöpfend beantwortet. Dies sollte jedoch dem Wert der eben vorgebrachten manifesten Resultate keinen Abbruch tun, da selbige wegen ihrer weitgefassten theoretischen Herleitung die Funktion einer Grundlagenforschung übernehmen, welche ihre Rolle und ihren Wert stets auch über jene Problemstellungen rechtfertigt, die sich im Anschluss an ihre Aussagen entwickeln lassen. Diese Forschungsaufgaben, die sich erst aus den Überlegungen dieses Textes stringent stellen, seien daher zum Abschluss dieser Ausführungen zum Potenzial sphärischer Displays in Form eines Fragenkatalogs zusammengefasst.

15.2 Latente Resultate (Ausblick) ...

Konnten die eben umrissenen Befunde der Arbeit, die wir als Grundlagenforschung klassifizierten, in Form konkreter Aussagen, das heißt als manifeste Ergebnisse angeführt werden, so unterschieden sich die im Folgenden genannten Probleme hiervon dadurch, dass es sich dabei um Fragestellungen handelt, die sich zwar erst im Zuge der oben genannten Befunde stellen lassen, deren Umfang jedoch ein Ausmaß und eine Mannigfaltigkeit annimmt, das eine befriedigende Abhandlung derselben im Rahmen einer Monographie verunmöglicht. Es handelt sich also bei den im weiteren angestellten Überlegungen nicht um Resultate im Sinne von Antworten auf Fragen, sondern in Bezug auf die Fragen selbst, welche sich in Konsequenz der im Text verfolgten Argumentationslinie ergeben. Die Überschriften der beiden Abschnitte dieses Kapitels sprechen daher von manifesten und latenten Resultaten, um diese Differenz in der Qualität der argumentierten Ergebnisse auch begrifflich kenntlich zu machen.

15.2.1 ... zu Bedeutung und Funktion der Erdkarte

Beginnen wir unsere anschließende Auflistung der im Laufe der Arbeit aufgeworfenen Forschungsfragen, so können wir am Anfang dieses Vorhabens auf eine Problematik hinweisen, die ursprünglich nur am Rande des eingeschlagenen Argumentationsweges zu liegen schien und sich entgegen unserer ursprünglichen Erwartungen ins Blickfeld gedrängt hat. Gemeint ist hier das weitgehend fehlende Verständnis zur Funktion der Erdkarte, welches anzutreffen deshalb überrascht, da verebnete Darstellungen der gesamten Erdoberfläche eine Jahrhunderte alte Tradition sowohl in der vor- als institutionalisierten Kartographie (vgl. Freitag, 2008) haben und hinsichtlich ihres Stellenwertes gegenüber dem Globus kaum jemals konsequent in Frage gestellt wurden. Die sich aus diesem Umstand anbietende Annahme, dass der monopolartigen Popularität der Erdkarte eine entsprechende Kenntnis ihrer Bedeutung in der Kommunikation globaler Realität korrespondieren würde, erwies sich jedoch als irrig: Denn zwar entzündete sich die Diskussionsfreude der Fachgemeinschaft hin und wieder (und dem Anschein nach besonders dann, wenn das Thema von Nicht-Fachgemeinschaftsmitgliedern wie etwa dem Historiker Peter angefasst wurde) an dem für die Zwecke der Kartographie vermeintlich geeignetsten beziehungsweise einfach nur ästhetisch ansprechendsten Projektionsverfahren, doch die eigentlich entscheidende Frage, ob den bei der Verebnung auftretenden Verzerrungen auch entsprechende Verzerrungen in denjenigen Informationen korrespondieren, welche Nutzer/innen aus ihren mental abgespeicherten Repräsentationen ableiten, blieb bis in die jüngste Vergangenheit unberührt. Bezeichnenderweise kamen auch erste Untersuchungen zu der eben genannten Problematik nicht von jenen Personen, die Brodersen (2007) als „traditional core producer group“ bezeichnet, sondern von Wissenschaftler/innen aus dem Bereich der Raumkognitionsforschung.

Die in der Arbeit vorgebrachte Auseinandersetzung mit dem Globus zeigte also, dass dessen Verständnis auch durch ein lückenhaftes Verständnis beziehungsweise mangelndes Forschungsinteresse an der Erdkarte erschwert wird, was umgekehrt bedeutet, dass jede Untersuchung eines der beiden Modelle sinnvoller Weise integrativ unter Einbeziehung beider Visualisierungskonzepte erfolgt, wofür der vorgeschlagene Ansatz einer Globusimmanenz einen theoretischen Rahmen und die in Teil C beschriebene empirische Untersuchung ein praktisches Beispiel geben. Eine Beschäftigung mit dem Globus bedeutet demnach nicht, sich – wie in Lehrbüchern suggeriert – mit einem Nischenprodukt auseinanderzusetzen; vielmehr fällt jeder zur sphärischen Darstellung erzielte Erkenntnisgewinn in direkter Weise auf die Erdkarte und von dieser in indirekter Weise entsprechend der in Abbildung 14 gezeigten Typologie kartographischer Repräsentationsformen auch auf alle größermaßstäbigen Produkte zurück.

15.2.2 ... zur Übertragbarkeit der Resultate auf nicht-abstrakte Verteilungen

Betraf obiger Kommentar die allgemeine Problemkonstellation jeder Gegenüberstellung sphärischer und verebneter Darstellungen, so adressieren die folgenden Punkte im Konkreten das in dieser Arbeit verwendete Untersuchungsdesign und dessen mögliche Modifikationen, die sowohl zu einer Präzisierung, als auch Verallgemeinerung der hier getroffenen Aussagen führen könnten.

Erinnern wir uns an die Rechtfertigung der verwendeten Testverteilung, so war ein zentrales Argument dafür, nicht mit realen Ortsbezeichnungen und -positionen gearbeitet zu haben die Absicht, geographisches Vorwissen der Proband/innen als möglichen und unregelmäßig beeinflussenden Faktor auf die Resultate ausschließen zu wollen. Auf Grundlage der erzielten

Ergebnisse, das heißt mit der Gewissheit, von jeder persönlichen Erfahrung destillierte Daten erhalten zu haben, kann nun untersucht werden, inwiefern sich die Befunde ändern, wenn eine entsprechende Untersuchung mit realen Daten, also mit auf einem Erdglobus beziehungsweise auf einer Erdkarte eingetragenen Ortsnamen durchgeführt wird. Entsprechend dem Ausgang einer solchen Übertragung der Memorisierungsaufgabe sind grundsätzlich zwei Szenarien denkbar: Szenario 1 könnte eine Wiederholung der hier erhaltenen Werte sein, was gegen einen signifikanten Einfluss geographischer Vorkenntnisse auf Lerngeschwindigkeit und/oder Schätzgenauigkeit spräche, so dass alle Folgeuntersuchungen mit ausschließlich realen Objektverteilungen umgesetzt werden könnten; Szenario 2 würde hingegen eine signifikante Veränderung der erhaltenen Referenzwerte bedeuten. In beiden Fällen würde sich die Frage stellen, welche Einflussfaktoren das jeweilige Szenario beziehungsweise im Falle von Szenario 2 zusätzlich auch die genannte Veränderung erklären könnten (vgl. nachfolgende Abschnitte).

15.2.3 ... zur Gegenüberstellung direkter und indirekter Erfahrbarkeit des sphärischen Erdkörpers

Einen der eben angesprochenen möglichen Einflussfaktoren nennt Carbon (2010) in einer aktuellen Studie, wonach Distanzen von solchen Proband/innen besser geschätzt werden, “[...] who had personally experienced the Earth as a sphere.”. Zwar können die Kriterien, die Carbon zur Feststellung einer persönlichen Erfahrung der sphärischen Erdgestalt nennt (z.B.: “When I looked at the sea, I saw that the horizon was curved”) hinterfragt werden (da nämlich die zitierte Observation oder auch das Verschwinden eines Schiffes am Horizont zwar auf eine am Beobachtungsort gekrümmte, nicht zwingender Weise jedoch auch auf eine sphärische Erdgestalt schließen lässt), doch scheint für unsere Zwecke die Frage interessanter, ob Entfernungen auch dann genauer geschätzt werden, wenn Testteilnehmer/innen – um dem originalen Wortlaut treu zu bleiben – had personally experienced a spherical model of the Earth. Die empirischen Ergebnisse, aber auch die zugrunde gelegten theoretischen Annahmen vorliegenden Textes sprechen nicht nur für eine bejahende Antwort hierzu, sondern legen darüber hinaus die These nahe, dass Distanzen von Personen besser geschätzt werden, die diese am Globus, das heißt als indirekt erfahrene Realität, gelernt haben, als von Personen, die auf persönliche, also direkte Erfahrung der sphärischen Form der Erde zurückgreifen können (vgl. die Ausführungen zur Globusimmanenz in Kapitel 9). Diese These zu prüfen ist also eine weitere Fragestellung, die an die Überlegungen dieser Arbeit anschließt.

15.2.4 ... zur Übertragbarkeit der Resultate auf Nicht-Geographiestudierende

Ein weiterer zu berücksichtigender Einflussfaktor, der sich neben in/direkter Erfahrbarkeit unmittelbar aus den Testbedingungen ergibt, ist jener des Bildungsniveaus. Dieses ist im Falle der an den Untersuchungen dieser Arbeit beteiligten Personen als außerordentlich hoch anzusehen – sowohl in Bezug auf deren Allgemeinbildung (abgelegte Matura), als auch hinsichtlich ihrer problemrelevanten Fachkenntnisse (Geographiestudierende). Vor allem letztgenannter Hinweis auf die studienhalber einschlägigen Kenntnisse der Erdgestalt und der damit verbundenen Verebnungsproblematik scheint das Gewicht der im Test gewonnen Aussagen zu erhöhen: Wenn nämlich selbst angehende Fachleute im relevanten Wissensbereich Schwierigkeiten haben, Relationen über die Kartenränder hinweg korrekt zu memorieren, so sollten diese Probleme bei weniger fragenspezifisch ausgebildeten Menschen noch deutlicher zum Vorschein kommen, so dass sich weiters die Frage stellt, ob entsprechende Laien nicht auch dieselben Probleme beim Interpretieren jener Erddarstellungen gewärtigen, denen sie in diversen Medien tagtäglich begegnen. Ein solche Vermutung nährt sich

wiederum auch aus den obengenannten Testresultaten von Carbon (2010). Die Frage, inwieweit die Aussagen der vorgenommenen Tests vom (Fach-)Bildungsniveau (und damit in weiterer Folge auch vom Alter) der Proband/innen abhängen, und ob sich das Bildungsniveau beim Erlernen abstrakter und geographisch realer räumlicher Verteilungen unterschiedlich auswirkt (vgl. 15.2.2), umreißt also einen weiteren Aspekt des Forschungsprogramms, welches sich auf den Ausführungen des Textes entwickeln lässt.

15.2.5 ... zur Bestimmung psychologischer Grenzbereiche in der Memorierung von Kartenrändern

Neben möglichen Abwandlungen des Testdesigns und der Proband/innenprofile sind weiters auch solche Modifikationen anzusprechen, die auf das konkret eingesetzte Material angewendet werden können, um die erzielten Untersuchungsergebnisse zu präzisieren. Eine solche Präzisierung drängt sich zunächst hinsichtlich der aus den Regelmäßigkeiten der Auswertungsergebnisse gefolgerten Annahme auf, dass Schätzfehler und Lernschwierigkeiten vor allem in den Randstreifen der verebneten Darstellung auftauchen, da der hier als Kartenrand bezeichnete Darstellungsbereich vorab nicht genauer abgesteckt scheint und daher einer näheren Ausbestimmung bedarf. Es gilt also der Frage nachzugehen, wie breit dieser Randstreifen ist, in dem *psychological border effects* wirksam werden.

Wollen wir einen Kartenrandbereich, das heißt einen Gültigkeitsbereich der hier vorgestellten Ergebnisse eingrenzen, so kann ein solcher in erster Annäherung geometrisch definiert werden, wobei – wiederum in Begriffen von Kartenkoordinaten – eine Zweiteilung als Grundannahme dienen mag, bei der alle Punkte östlicher beziehungsweise westlicher des ± 90 . Längengrads näher am Kartenrand als dem (vertikalen) Kartenzentrum gelegen und somit kürzestmöglich über die Kartenränder zu verbinden sind. Erweitert man diesen Gedanken um die Überlegung, dass Interpret/innen einer kartographischen Darstellung kaum über eine solch geometrisch genaue Strukturierung ihres mental gespeicherten Wissens verfügen können, so kann es weiters von Interesse sein, wo diese subjektive Zweiteilung angelegt wird, wo also Proband/innen beginnen, Punkte nicht mehr über das Kartenfeld, sondern über die Kartenränder zu relationieren.

Aufbauend auf einer solchen Annahme ließe sich also durch eine entsprechend entworfene Testverteilung, in der beispielsweise Distanzen zwischen $\pm 175^\circ$, $\pm 170^\circ$, $\pm 165^\circ$... $\pm 90^\circ$, $\pm 85^\circ$, $\pm 80^\circ$, ... (als Gradangaben zur Länge) kontinuierlich variiert werden, untersuchen, ob und wie sich die begangenen Schätzfehler mit einer solchen Variation verändern. Als weitere Spezifikation einer solchen Experimentstruktur könnten zudem die Breitenlagen der Punktpaare verändert und schließlich auch Paare getestet werden, deren Elemente horizontal unterschiedlich angeordnet sind. Ausgangsthese solcher feingestellten Distanzschätzreihen kann die Vermutung sein, dass Schätzfehler von der Mitte zum Kartenrand als Funktion der tatsächlichen Distanz fortschreitend zunächst zunehmen werden, um kurz vor dem Rand wieder abzunehmen, da am Kartensaum einerseits am deutlichsten sein sollte, dass kürzeste Verbindungen über die Ränder herzustellen sind und andererseits der Kartenrand als naheliegende Positionierungsreferenz wirksam werden könnte. Abbildung 50 veranschaulicht diese These in einer exemplarischen Skizzierung, die der Einfachheit halber von einer kartenrand-parallelen Ausbildung eines psychologischen Grenzbereiches ausgeht und (1) längenkonstante, (2) breitenkonstante und (3) breiten-/längen-inkonstante Punktpaar-konstellationen zeigt.

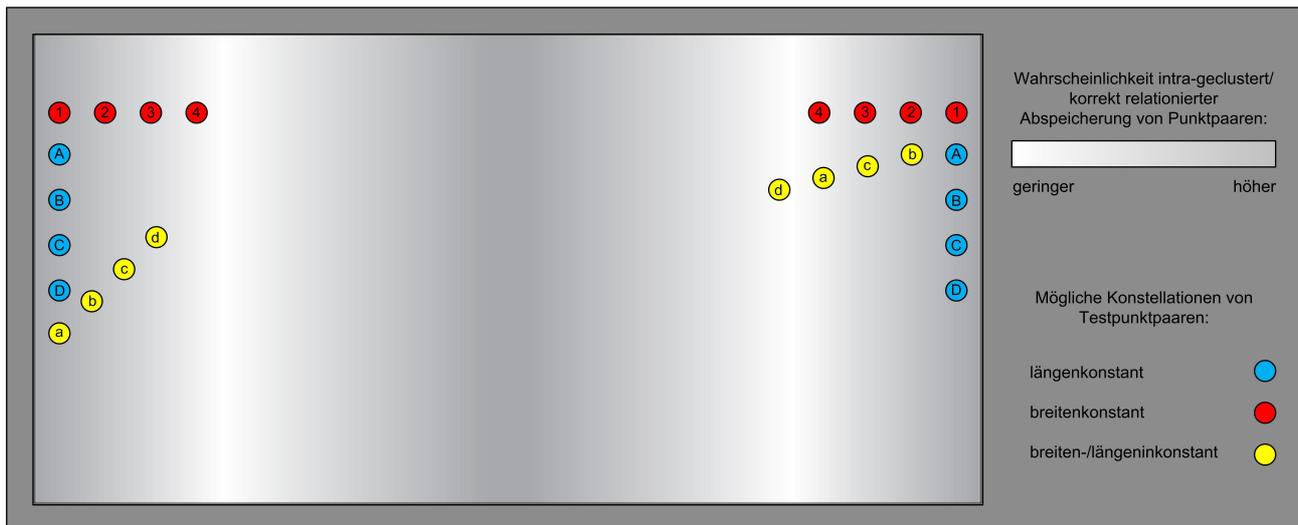


Abbildung 50: Skizzierung möglicher Adaptionen der Testverteilung zur Eruiierung möglicher *psychological border effects*; für Distanzschätzungen interessante Punktpaare sind durch identische Symbolbeschriftungen und -farben gekennzeichnet (etwa: 1-1, c-c oder D-D)

15.2.6 ... zur Nachhaltigkeit des memorierten Wissens

Wurden in den bisher genannten Punkten vor allem solche zukünftigen Fragestellungen angeführt, die sich auf das eine oder das andere der beiden diskutierten Modelle beziehen, so drängen sich im Sinne des in Abschnitt 9 skizzierten Semioseprozesses auch Überlegungen auf, wie sich die ebenda vorgestellte Idee einer Globusimmanenz auf die zu erbringenden Schätzleistungen auswirkt. Konkret ist hierbei vor allem der Frage nachzugehen, wie sich die Genauigkeit der memorierten Daten verändert, wenn diese auf ein kontrolliertes Verständnis der sphärischen Verteilung aufbauen kann. Eine solche Kontrolle kann untersuchungstechnisch etwa dadurch hergestellt werden, dass ein und dieselben Daten einerseits zunächst am Globus und – zeitlich beispielsweise einige Wochen versetzt – danach an Hand der Karte gelernt und geprüft werden, oder dass andererseits nur mit Hilfe einer Verebnung memoriert wird. Wiederum kann diesem Untersuchungsvorschlag die im Sinne der Globusimmanenz gestellte These mitgegeben werden, dass eine vorangegangene Bekanntschaft mit dem sphärischen Original jede nachfolgende Informationsentnahme aus dessen Verebnung erleichtert, also beispielsweise im Rahmen des hier getesteten Wissensbereichs zu einer genaueren Erinnerung, das heißt zu einer besseren Schätzung der gelernten Punktpositionen und den daraus ableitbaren Distanzen zwischen Punkten führen sollte.

Kann ein solcher Zusammenhang bestätigt werden, so würde dies den Versuch einer Verallgemeinerung dieser Aussage ermutigen, die nicht mehr bloß das Verständnis eigentlich identischer, aber unterschiedlich visualisierter Daten untersucht, sondern fragt, ob es vielleicht allgemeinste Basisinformationen gibt, die ein (junger) Mensch idealerweise am Globus lernt, um später verebnete Darstellungen unterschiedlichster Projektion und Thematiken möglichst genau auf die originäre sphärische Gestalt rückbeziehen zu können. Es geht hier also um die Überlegung, dass es wahrscheinlich nicht nötig ist, zum Verständnis jeder beliebigen Erdkarte (etwa zur Darstellung globaler Bevölkerungsentwicklungen oder Rohstoffvorkommen) einen entsprechenden Globus gesehen haben zu müssen, sondern dabei lediglich auf bestimmte an der Sphäre gelernte Basisinformationen zu rekursieren (beispielsweise auf die Erdoberflächenverteilungen von Land und Wasser oder die Lage großer Städte). Es würde die eben skizzierte Verallgemeinerung also auf

die Möglichkeit hinauslaufen – in Anlehnung auf die fachbekannte Idee einer Basiskarte – die Begründung eines Basisglobus zu untersuchen, auf dessen mental repräsentierten Grundinformationen jede Interpretation spezialthematischer Erdkarten aufbauen kann. Gibt es also *vielleicht* ein Basiswissen, das – am Globus erlernt – jede spezifischere Informationsentnahme aus Erdkarten erleichtert, indem es der beobachteten Ausprägung von *psychological border* - Effekten vorbeugt? Oder plakativ vereinfachend gesprochen: Welches allgemeine Grundwissen ist am Globus zu lernen, um später *alle* Karten möglichst gut lesen zu können? Auch dieses kursiv gesetzte „vielleicht“ kann mitsamt dem angefügten Fragezeichen der Fachgemeinschaft als implizites Ergebnis dieser Arbeit und als Anschlussstelle weiterer Untersuchungen überantwortet werden.

15.2.7 ... zur Typologisierung kartographischer Ausdrucksformen

Wurde in den bisher vorgebrachten latenten Resultaten vor allem auf das Verhältnis von Erdkarte und Erdglobus eingegangen, wie es sich a posteriori zu den empirischen Untersuchungen dieser Arbeit entwickelte, so können wir zum Abschluss dieser Auflistung zukünftiger Forschungsfragen noch einmal nach dem a priori der unternommenen Gegenüberstellung fragen und dazu an das Ende von Teil A bzw. an den Beginn von Teil B dieser Arbeit zurückkehren, wo versucht wurde, aus der Maxime des semiotischen Imperativs eine Typologisierung kartographischer Ausdrucksformen abzuleiten (vgl. Abb. 14). Diese Kategorisierung, aus der heraus die grundsätzliche Bedeutung des Globus für die Ziele der Kartographie im Sinne des semiotischen Imperativs argumentiert worden war, mag zunächst als weiteres Beispiel für das heuristische Potenzial dieser Maxime angeführt werden, lässt jedoch abgesehen davon eine Reihe von Fragen offen. Diese Fragen ergeben sich zunächst aus dem Umstand, dass die Erdkarte in dieser Typologie unberücksichtigt bleibt, jedoch in den später präsentierten Testergebnissen aufgrund der beobachteten schnelleren Lernzeiten durchaus Anspruch auf eine solche Berücksichtigung erhebt. Die hier aufgestellte Klassifizierung weist also in der in Abbildung 14 gezeigten Form offensichtlich Verkürzungen auf.

Der Begegnung dieses Vorwurfs gibt die Argumentationslinie der Arbeit vor allem die folgende Erklärung zur Hand: Die Erdkarte kann im Sinne der Globusimmanenz in ihrem Verständnis nur unter Bezugnahme auf den Globus vollständig erschlossen werden; man könnte also (allerdings nicht systemtheoretisch) vom Globus als einem Zeichen erster Ordnung sprechen, von dem die Erdkarte als Zeichen zweiter Ordnung abzuleiten ist, und hieraus die Arbeitsthese folgern, dass sich in der in Kapitel 5 vorgestellten Typologie nur Zeichen erster Ordnung berücksichtigt finden beziehungsweise, dass nur diese aus dem ikonizitätsmaximierenden semiotischen Imperativ geschlossen werden können, wogegen alle untergeordneten, das heißt abzuleitenden Modelle in einer weiteren Typologie (zweiter Ordnung) strukturiert werden müssen. Eine solche Vermutung erscheint unter Verweis auf Kapitel 3 nicht unplausibel, muss doch beispielsweise auch für das Verständnis eines symbolischen Kartenzeichen(trägers) für »Marterl« bekannt sein, wie das entsprechende Referenzobjekt aussehen kann, damit eine Orientierung in situ mit Hilfe der Karte möglich ist.

Ob es sich hierbei jedoch einerseits nicht um eine zu sehr vereinfachende oder gar triviale Überlegung handelt, oder wie andererseits eine Relation zwischen einer Typologisierung erster Ordnung und Typologien zweiter oder höherer Ordnungen formuliert werden können, sind daher weitere Fragen, die im Zuge dieser Arbeit zwar aufgeworfen, nicht aber beantwortet wurden.

15.2.8 ... zum Vergleich materieller und virtueller Hypergloben und zum Potenzial von Earthbrowsern

Mit der Begründung einer größtmöglichen Ikonizität wurden die Ausführungen dieser Arbeit ab Teil B auf den Typ des materiellen Hyperglobus eingeschränkt, welcher auch als Untersuchungsobjekt in den empirischen Tests diente. Mit den erhaltenen Erkenntnissen böte sich nun an, sphärische Darstellungen nicht nur ihren Abbildungen in die Ebene im Sinne von Karten gegenüberzustellen, sondern auch mit virtuellen Hypergloben zu vergleichen, also mit dreidimensionalen kugelförmigen oder -ähnlichen Modellen, die auf herkömmlichen zweidimensionalen Bildschirmen dargestellt werden. Ein solcher Vergleich könnte auch jene Aspekte des Lernprozesses berücksichtigen, die im hier vorliegenden Testfall unbeachtet blieben, etwa den Einfluss unterschiedlicher Darstellungen auf Emotion und Motivation und somit auch auf den Lernerfolg.

Interessant wird diese Frage besonders durch die Markteinführung von Earthbrowsern (vgl. Abschnitt 6.2.2). Diese werden zwar gegenwärtig noch kaum im Sinne virtueller Hypergloben verwendet, bieten aber vielseitige Möglichkeiten zur Visualisierung globaler Phänomene und gestatten zudem, die in Abbildung 14 achsenförmig dargestellten Basisprinzipien in kontinuierlicher Weise anzuwenden. Welche Bedeutung ein solches Kontinuum für die Ausbildung mentaler Raumwissensrepräsentation hat, scheint gegenwärtig noch gänzlich unergründet; eine vergleichende Studie mit den hier vorgestellten Werten kann daher einen Ausgangs- und Referenzpunkt für die Untersuchung des Potenzials von Earthbrowsern für die Geokommunikation sein.

15.2.9 ... zur Bedeutung unterschiedlicher Lernreihenfolgen und Lernstrategien

Wie in Abschnitt 14.4 ausgeführt, ergab eine nicht-quantitative Betrachtung der Auskünfte der Proband/innen zu den von ihnen eingesetzten Lernstrategien, dass diese ebenso divergieren wie die (in 12.3.2 aufgelisteten) gewählten Abfragereihenfolgen zum sphärischen Display. Hierzu lassen sich wiederum Überlegungen anstellen, was diese konstatierte Heterogenität für die kartographische Praxis bedeuten kann.

Von Interesse hinsichtlich der Lernstrategie scheint die Kenntnis zu sein, wie sich unterschiedliche Mnemotechniken auf die Merkleistung auswirken, mit dem Ziel, der Verwendung eines Globus solche Strategien zur Seite zu stellen, die ein Erlernen (d.h. Abspeichern entsprechender mentaler Repräsentationen) möglichst erleichtern. Diesem Wissen darüber, wie ein Globus optimal „gelesen“ werden soll, könnte durch eine systematische Anwendung und Abwandlung unterschiedlicher Mnemotechniken zugearbeitet werden, wobei auch die Frage Beachtung verdient, welche Bedeutung der kulturelle Hintergrund der Nutzer/innen für die Interpretation der Darstellung spielt: Wenn beispielsweise beim Lernen der getesteten Verebnung vor allem in Lese- und Schreibrichtung von links nach rechts memoriert wurde, so könnte sich diese Hauptlernrichtung gemeinsam mit der Schreibrichtung anderer Sprachen entsprechend ändern (z.B. von rechts nach links im Arabischen oder – teilweise – von oben nach unten im Chinesischen).

Verweist ebengenanntes Beispiel mit der Lernrichtung bereits auf einen Aspekt einer derart kontrollierten Testmodifikation, so war diese im Rahmen des vorgestellten Testdesigns nur in grober Unterteilung in vier Kardinalrichtungen erfasst worden, wobei sich zeigte, dass die Testpersonen solchen Rotationsrichtungen den Vorzug gaben, die bei vertikal gedachter Achse im Uhrzeigersinn verlaufen, bei horizontal gedachter Globusachse hingegen dem Uhrzeigersinn zuwider (vgl. 14.4.1 bzw. Abb. 36). Auch hierzu könnte eine geregeltere und detaillierte Variation verschiedener

Testverteilungen und Abfragerichtungen größere Klarheit darüber schaffen, welche Lernrichtung (evtl. in Abhängigkeit der konkreten räumlichen Datenverteilung) der Erkenntnisvermittlung auf der Sphäre am zuträglichsten ist – Klarheit, die auch für die (auch kulturell) optimierte Gestaltung entsprechender Navigationsinterfaces und den Aufbau von Präsentationen auf Hypergloben von Nutzen wäre.

15.2.10 ... zur Bedeutung unterschiedlicher Stichprobenumfänge und Testabläufe

Zum Abschluss der in diesem Abschnitt versuchten Auflistung latenter Ergebnisse vorliegender Arbeit können zwei Punkte angeführt werden, die sowohl die im Test erzielten Resultate, als auch die im Vorangegangenen aufgeworfenen Fragenkomplexe betreffen. Punkt eins lässt sich an dem in Abschnitt 13.2 vermerkten Befund festmachen, demnach in den mentalen Repräsentationen der auf Sphäre und Verebnung gelernten Verteilungen keine signifikanten Unterschiede (zu PRO, Clustergröße, -höhe und -tiefe) festzustellen sind. Dieser Befund ist nun durch Folgeuntersuchungen zu prüfen, welche mit entsprechend variierten (und auch umfangreicheren) Punktverteilungen arbeiten oder die Zahl der Testpersonen erhöhen könnten (obschon der von uns gewählte Stichprobenumfang durchaus im Rahmen bzw. sogar leicht über den entsprechenden Werten der genannten Referenzexperimente liegt). In diesem Sinne gilt es auch zu klären, ob der vorliegende Test dadurch relativ zu Gunsten der Karte gestaltet war, dass die Proband/innen zu Beginn der Memorierung der Verebnung bereits wussten, wie der weitere Test samt anschließender Lernkontrolle ablaufen würde, wogegen sie dieses Wissen zu Beginn der Untersuchung am sphärischen Display noch nicht besaßen. Sollte die gewählte Reihenfolge (erst Globus, dann Karte) einen Einfluss auf das Ergebnis gehabt haben, so müsste dieser die hier gemachten Aussagen eher erhärten als entkräften, da Distanzschätzleistungen und Barriereneffekte bereits in der vorgenommenen Untersuchungsanordnung für besondere Visualisierungspotenziale der Sphäre sprechen. Trotzdem ist dieser Einflussfaktor weiter zu erhellen, zumal hieran auch praktisch relevante Fragen knüpfen, etwa die zeitliche Anordnung der Arbeit mit Globus und Karte im Schulunterricht.

Schließlich ist vice versa auch zu untersuchen, inwieweit die von uns gemachten Aussagen zu Lerndauer, Schätzgenauigkeit und *psychological border effects* weiteren Tests mit veränderten Verteilungen standhalten. Auch wenn eine solche Bestätigung auf Grund der genannten Parallelen zu Ergebnissen der Raumkognitionsforschung wahrscheinlich scheint, könnten Kontrolltests zu einer Präzisierung und Verallgemeinerbarkeit unserer Aussagen, aber auch zu einer Beantwortung der vorhin als latente Resultate aufgeworfenen Folgefragen beitragen.

15.3 Schlussbemerkung zum Nutzen eines integrierten Forschungsprogrammes ...

Vorliegende Arbeit wurde über weite Strecken (genauer gesagt: gänzlich mit Ausnahme von Kapitel 9) mit den Werkzeugen eines konflikt-orientierten Vokabulars entwickelt; die Rede war von „Gegenüberstellung“, von „Globus versus Karte“, von bewertenden Vergleichen beider Modelle (etwa im Rahmen der Debatte zur Globenwürdigkeit) oder vom präskriptiven Universalprinzip eines semiotischen Imperativs. Diesem konfrontativen Grundtonus soll nun zum Abschluss des Textes ein kritisches Korrektiv nachgestellt werden, welches die aus den vorgebrachten Überlegungen resultierenden und im Vorangegangenen genannten Fragen zukünftiger Untersuchungen hinsichtlich grundsätzlicher Rahmenbedingungen orientieren mag. Dieses Korrektiv betrifft die Frage nach den prinzipiellen Erfolgsaussichten einer getrennten Erforschung der Potenziale von Globus und Erdkarte,

wie sie gegenwärtig sowohl seitens der Lehrbuchkartographie, als auch an den diversen relevanten Forschungsfronten – seien sie explizit oder implizit kartographischer Natur, oder an noch grundsätzlicheren Fragestellungen interessiert (etwa im Rahmen der Raumkognitionsforschung) – praktiziert wird. Die Leistungsfähigkeit einer solchen Praxis wurde jedoch im Laufe unserer Abhandlung sukzessive in Frage gestellt:

Ein erster Schwachpunkt dieses desintegrierten Zugangs deutete sich in Teil B dieses Textes an, wo eine Analyse des Konzeptes einer Globenwürdigkeit zeigte, dass die unter diesem Titel behaupteten Erkenntnisgewinne durch eine Darstellung am Globus auf Grund von Argumentationsdefiziten der vorgebrachten Thesen weder theoretisch überzeugen, noch praktisch wirksam werden konnten.

Scheiterte die Idee der Globenwürdigkeit auch daran, dass das von einigen Autoren mitgedachte Gegenkonzept einer Nicht-Globenwürdigkeit ebenso wenig empirisch belegt werden konnte, so zeigte ein eingehenderer Blick in die Fachliteratur zur Erdkarte, dass diese zwar in ihrer konkreten (meist papierenen) Form ein zwar lange diskutiertes Modell darstellt, in ihrer mentalen Form jedoch alsbald zu einer tabula rasa wird: im Rahmen welcher mentaler Wissensstrukturen Nutzer/innen globalräumliches Wissen speichern, ist nämlich weitgehend unbekannt. Wir wissen also weder, ob diese Strukturen im Sinne mentaler Bilder erdkarten-ähnlich aufgebaut sind, noch ist bekannt, ob Erdkarten für den Aufbau solcher Strukturen überhaupt eine entscheidende oder gar optimale Rolle spielen.

Beide Seiten der eben genannten Erkenntnisdefizite lassen sich mittels der Ausführungen von Teil A verstehen, wo die Kartographie als Wissenschaft angetroffen wurde, die sich zwar theoretisch der Herstellung solcher Darstellungen widmet, die eine möglichst zutreffende Erkenntnis räumlicher Realität erlauben, praktisch jedoch seit ihrer „Wissenschaftswerdung“ vor allem als Kartenwissenschaft betrieben wird und sich dementsprechend nur sehr eingeschränkt anderen Darstellungsmöglichkeiten zuwendet. Obschon Kartographie also als idealistische Wissenschaft im Rahmen aller (d.h. integrierter) Darstellungsmöglichkeiten konzipiert ist, wird sie pragmatisch in erster Linie (desintegriert) als Kartenwissenschaft praktiziert.

Ein solcher Pragmatismus fällt jedoch spätestens dann in sich zusammen, wenn die zu seiner Rechtfertigung vorgebrachten Argumente nicht mehr Stand halten. Das gilt auch im konkreten Falle des Globus, dessen Marginalisierung in der Kartographie vor allem über Produktionskosten und technische Gründe erklärt worden war. Diese Erklärung hat jedoch in dem Maße an Wert verloren, in dem sich die entsprechenden Produktionsbedingungen in den vergangenen 20 Jahren Entwicklungsgeschichte sphärischer Displays verändert haben. Betritt man heute das Theoriengebäude der Kartographie mit der Frage, welche Maßstäbe sie für den fachgemäßen Einsatz konkret vorhandener technischer Möglichkeiten sphärischer Displays setzt, so trifft man auf Schweigen – nicht zuletzt deshalb, weil mit der Erdkarte der einzig bekannte Maßstab (an dem sich der Globus also messen könnte) hinsichtlich seiner Funktion als Wissensvermittler nur mangelhaft verstanden wird.

Mangels Anknüpfungspunkten einer einseitig betriebenen Kartographie war in Teil C dieser Arbeit versucht worden, Globus und Karte als Modelle auf eine abstraktere Ebene zu dekonstruieren und nunmehr als sphärisches beziehungsweise ebenes Display empirisch zu untersuchen. Die erzielten Ergebnisse entziehen sich wiederum einer getrennten Betrachtung, da sowohl der Karte (schnelleres Memorieren) als auch dem Globus (genauer Memorieren) signifikante Vorteile zugesprochen worden waren und entsprechende Unterschiede vor allem dort akut werden, wo die Oberfläche eines sphärischen Körpers projektionsbedingt aufgebrochen und abgebildet wird.

Möchte man also Globus *oder* Karte in ihren möglichen Potenzialen für die Visualisierung globaler Phänomene verstehen, so laufen entsprechende Bemühungen im Sinne der Überlegungen dieser Arbeit auf ein integriertes Forschungsprogramm hinaus, welches Globus *und* Karte gemeinsam untersucht.

Wie der Argumentationshergang des Textes zeigt, wird ein solches Forschungsprogramm kein intradisziplinäres, sondern vielmehr ein multi- und/oder interdisziplinäres Unternehmen sein. Die dabei notwendige Präzisierung ihres Eigenverständnisses als Wissenschaftsdisziplin oder -interdisziplin kann der Fachgemeinschaft in ihrem gegenwärtigen Streben nach Selbstbestimmung, welches auch in den eingangs erwähnten, zahlreichen Paradigmenpostulierungen zum Ausdruck kam, nur zu Gute kommen. Wie sich im Laufe unserer Betrachtungen zeigte, bietet die diesen zu Grunde gelegte Peirce'sche Semiotik umfassende Möglichkeiten, die Rolle der Kartographie und somit auch ihr wissenschaftliches Selbstverständnis im Rahmen eines an den Nutzer/innen ausgerichteten Semioseprozesses zu modellieren und zu strukturieren. Falls, wie Peirce argumentierte, im Laufe eines solchen Semioseprozesses eine allmähliche Annäherung an die Wahrheit tatsächlich möglich ist, so sollte zumindest diese Aussicht, „die Welt in Richtung auf ausgewählte, unabhängige Objekte hinsichtlich ihrer Eigenschaften zugänglich – interpretierbar – machen“ (Pape, 2004), die Bemühungen der Kartographie im Allgemeinen sowie der hier vorgelegten Prolegomena zum Potenzial sphärischer Displays im Besonderen gerechtfertigt haben.

16 Literatur

- Aigner, W., Bertone, A., & Miksch, S. (2007). Tutorial: Introduction to Visual Analytics. In A. Holzinger (Hrsg.), *HCI and Usability for Medicine and Health Care*. (S. 453-456). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Anderson, J. R. (1996). *The architecture of cognition*. Mahwah, New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Anderson, J. R. (2007). *Kognitive Psychologie*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Andrews, J. (1996). What Was a Map? The Lexicographers Reply. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 33(4), 1-12.
- Ankomah, P. K., Crompton, J. L., & Baker, D. A. (1995). A Study of Pleasure Travelers' Cognitive Distance Assessments. *Journal of Travel Research*, 34(2), 12 -18.
- Arnberger, E. (1966). *Handbuch der Thematischen Kartographie*. Wien: Deuticke.
- Aurada, F. (1978). Die thematische Kartographie in der Globendarstellung - Vorteile und Grenzen. *Der Globusfreund*, 25-27, 41-46.
- Bahrenberg, G., Giese, E., & Nipper, J. (1990). *Statistische Methoden in der Geographie - Band 1: Univariate und bivariate Statistik*. Stuttgart: Teubner.
- Baltas, A., Gavroglu, K., Kindi, V., & Kuhn, T. S. (2000). A Discussion with Thomas S. Kuhn. In J. Conant & J. Haugeland (Hrsg.), *The road since structure: philosophical essays, 1970-1993, with an autobiographical interview* (S. 255-323). Chicago: University of Chicago Press.
- Battersby, S. E., & Montello, D. R. (2009). Area estimation of world regions and the projection of the global-scale cognitive map. *Annals of the Association of American Geographers*, 99(2), 273-291.
- Baum, D., & Jonides, J. (1979). Cognitive maps: Analysis of comparative judgments of distance. *Memory & Cognition*, 7(6), 462-468.
- Beech, M., & Steel, D. (1995). On the definition of the term "meteoroid". *Quarterly Journal of the Royal Astronomical Society*, 36(3), 281-284.
- Bertin, J. (1974). *Graphische Semiologie. Diagramme, Netze, Karten*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Bertin, J. (1982). *Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Bollmann, J., & Koch, W. G. (Hrsg.). (2005). *Lexikon der Kartographie und Geomatik (CDROM)*. Heidelberg, Berlin: Spektrum Akademischer Verlag.
- Borges, J. L. (1982). *Borges und ich*. Gesammelte Werke in 9 Bänden (Bd. 1-9, Bd. 6). München: Carl Hanser.
- Brodersen, L. (2007). Paradigm Shift from Cartography to Geo-Communication. In *Proceedings: 23th International Cartographic Conference*. Moskau: (CDROM).
- Butler, D. (2006). Virtual globes: The web-wide world. *Nature*, 439, 776-778.
- Byrne, R. W. (1979). Memory for urban geography. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 31, 147-154.
- Carbon, C. (2010). The Earth is flat when personally significant experiences with the sphericity of the Earth are absent. *Cognition*, 116(1), 130-135.

- Cartwright, W., Peterson, M. P., & Gartner, G. (2006). *Multimedia Cartography*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Chiodo, J. J. (1997). Improving the Cognitive Development of Students' Mental Maps of the World. *Journal of Geography*, 96(3), 153-63.
- Crampton, J. (1994). Cartography's Defining Moment: The Peters Projection Controversy, 1974–1990. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 31(4), 16-32.
- Darter, M., Lasky, T., & Ravani, B. (2008). Transportation Asset Management and Visualization Using Semantic Models and Google Earth. *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, 2024(-1), 27-34.
- Deutsche Gesellschaft für Kartographie e.V. (Hrsg.). (1951). *Kartographische Nachrichten*. Bonn: Kirschbaum.
- De Waal, C. (2001). *On Peirce*. Belmont: Wadsworth.
- DiBiase, D., MacEachren, A., Krygier, J., & Reeves, C. (1992). Animation and the role of map design in scientific visualization. *Cartography and Geographic Information Systems*, 19, 201-214, 265-266.
- Dransch, D. (1997). *Computer- Animation in der Kartographie. Theorie und Praxis*. Springer, Berlin.
- Dressler, W. U. (1989). *Semiotische Parameter einer textlinguistischen Natürlichkeitstheorie*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Dudenredaktion (Hrsg.). (2001). *Duden Fremdwörterbuch* (Bd. 1-12, Bd. 5). Mannheim, Leipzig, Wien, Zürich: Dudenverlag.
- Dudenredaktion (Hrsg.). (2010). *Duden: Das Synonymwörterbuch: Ein Wörterbuch sinnverwandter Wörter: Band 8*. Mannheim: Bibliographisches Institut.
- Eckert, M. (1907). Die Kartographie als Wissenschaft. *Zeitschrift der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 15, 539-555.
- Eckert, M. (1921). *Die Kartenwissenschaft* (Bd. 1-2, Bd. 1). Berlin–Leipzig: de Gruyter.
- Eco, U. (1977). *Zeichen. Einführung in einen Begriff und seine Geschichte*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Eco, U. (2002). *Einführung in die Semiotik*. München: Fink.
- Favalora, G. (2005). Volumetric 3D Displays and Application Infrastructure. *Computer*, 38(8), 37-44.
- Feyerabend, P. (1986). *Wider den Methodenzwang*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Flick, U., Kardorff, E. V., & Steinke, I. (2007). *Qualitative Forschung: Ein Handbuch*. Reinbek bei Hamburg: Rowohlt.
- Fodor, J. A. (1980). *The Language of Thought*. Harvard University Press.
- Forrest, D., & Castner, H. (1985). The Design and Perception of Point Symbols for Tourist Map. *The Cartographic Journal*, 22(1), 11-19.
- Freitag, U. (1992). Semiotik und Kartographie. In U. Freitag (Hrsg.), *Kartographische Konzeptionen. Beiträge zur theoretischen und praktischen Kartographie 1961 – 1991*. (S. 1-14). Berlin: Selbstverlag Fachbereich Geowissenschaften, Freie Universität Berlin.
- Freitag, U. (2008). Von der Physiographik zur kartographischen Kommunikation - 100 Jahre wissenschaftliche Kartographie. *Kartographische Nachrichten*, 58(2), 59-67.
- Friedman, A. (2009). The Role of Categories and Spatial Cuing in Global-Scale Location Estimates. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 35(1), 94-112.

- Friedman, A., & Brown, N. R. (2000). Reasoning About Geography. *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(2), 193-219.
- Friedman, A., & Montello, D. R. (2006). Global-Scale Location and Distance Estimates: Common Representations and Strategies in Absolute and Relative Judgments. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 32(2), 333-346.
- Glück, H. (2000). *Metzler Lexikon Sprache*. Stuttgart, Weimar: Metzler.
- Goodchild, M. F. (2001). A Geographers Look at Spatial Information Theory. In D. R. Montello (Hrsg.), *Spatial Information Theory. Foundations of Geographic Information Science: International Conference, COSIT 2001* (S. 1-13). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Goodchild, M. F. (2008). What does Google Earth Mean for the Social Sciences? In M. Dodge, M. McDerby, & M. Turner (Hrsg.), *Geographic Visualization: Concepts, Tools and Applications* (S. 11-23). Chichester: John Wiley & Sons.
- Gottschling, V. (2003). *Bilder im Geiste*. Paderborn: Mentis-Verlag.
- Häberling, C. (2003). "Topographische 3D-Karten": Thesen für kartographische Gestaltungsgrundsätze. Eidgenössische Technische Hochschule Zürich.
Abgerufen von <http://e-collection.ethbib.ethz.ch/view/eth:27130>
- Hake, G., & Grünreich, D. (1994). *Kartographie*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Hake, G., Grünreich, D., & Meng, L. (2002). *Kartographie*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Hirtle, S. (1982). Lattice-based similarity measures between ordered trees. *Journal of Mathematical Psychology*, 25(3), 206-225.
- Hirtle, S. (1991). Ordered Trees: A Structure for the Mental Representation of Information. In S. Humphrey & B. Kwasnik (Hrsg.), *Advances in Classification Research*. Medford: American Society for Information Science.
- Hirtle, S., & Jonides, J. (1985). Evidence of hierarchies in cognitive maps. *Memory & Cognition*, 13(3), 208-217.
- Hoffman, D. D. (1998). *Visual Intelligence*. New York: W. W. Norton & Co.
- Hömborg, W., & Burkart, R. (2007). *Kommunikationstheorien: Ein Textbuch zur Einführung*. Wien: Braumüller Universitäts-Verlagsbuchhandlung.
- Hruby, F., Riedl, A., & Tomberger, H. (2008). Virtual representations of antique globes – new ways of touching the untouchable. *International Journal of Digital Earth*, 1(1), 107-118.
- Hruby, F. (2006). *Semiotische Begründbarkeit kartographischer Signaturen*. München: Grin Verlag.
- Hruby, F. (2009a). Preparing the unknown - Semiotic fundamentals of cybercartographical communication. In *Communication: Understanding / Misunderstanding*, Acta Semiotica Fennica XXXIV (Bd. 1-3, Bd. 1, S. 632-640). Imatra: International Semiotics Institute.
- Hruby, F. (2009b). Der digitale Globus - Begriff und Bedeutung für die Geographie. In K. Kriz, W. Kainz, & A. Riedl (Hrsg.), *Geokommunikation im Umfeld der Geographie*, Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie (Bd. 19, S. 154-160). Wien: Universität Wien - Institut für Geographie und Regionalforschung, Kartographie und Geoinformation.
- Hruby, F. (2010). Was macht den Baum zum Baum? – Ein Beispiel semiotisch-prototypischer Kategorisierung in großmaßstäbigen kartographischen Darstellungen. *TRANS: Internet-Zeitschrift für Kulturwissenschaften*, 17.
- Hruby, F., Kristen, J., & Riedl, A. (2008). Global Stories on Tactile Hyperglobes – visualizing Global Change Research for Global Change Actors. In M. Ehlers, F. Gerstengarbe, L. Koppers, J.

- Wächer, L. Stroink, & F. Hillen (Hrsg.), *Digital Earth Summit on Geoinformatics 2008: Tools for Global Change Research* (S. 147-152). Heidelberg: Wichmann.
- Hruby, F., & Miranda, R. (2008). Kartographie im Spannungsfeld expliziter und impliziter Forschung. *meta-carto-semiotics*, 1, 13.
- Hruby, F., Miranda, R., & Riedl, A. (2009). Bad Globes & Better Globes - Multilingual Categorization of Cartographic Concepts exemplified by "Map" and "Globe" in English, German and Spanish. In *Proceedings: 24th International Cartographic Conference*, Santiago de Chile: (CDROM).
- Huttenlocher, J., Newcombe, N., & Sandberg, E. H. (1994). The coding of spatial location in young children. *Cognitive Psychology*, 27(2), 115-147.
- Huttenlocher, J., Hedges, L. V., & Duncan, S. (1991). Categories and Particulars: Prototype Effects in Estimating Spatial Location. *Psychological Review*, 98(3), 352-376.
- Imhof, E. (1965). *Kartographische Geländedarstellung*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Imhof, E. (1972). *Thematische Kartographie*. Berlin, New York: de Gruyter.
- International Astronomical Union. (2006). IAU 2006 General Assembly: Result of the IAU Resolution votes. http://www.iau.org/public_press/news/detail/iau0603/.
- Jenny, B., Patterson, T., & Hurni, L. (2008). Flex Projector - Interactive Software for Designing World Map Projections. *Cartographic Perspectives*, 59, 12-27.
- Jensch, G. (1966). Gedanken zu einem Klimaglobus. *Der Globusfreund*, 15-16, 55-62.
- Kahlisch, T. (1998). *Software-ergonomische Aspekte der Studierumgebung blinder Menschen*. Hamburg: Verlag Dr. Kovac.
- Kitchin, R., & Blades, M. (2002). *The Cognition Of Geographic Space*. London, New York: Tauris.
- Kleiber, G. (1998). *Prototypensemantik*. Tübingen: Narr.
- Kluge, F. (2002). *Etymologisches Wörterbuch der deutschen Sprache*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Knorr Cetina, K. (2002). *Wissenskulturen: Ein Vergleich naturwissenschaftlicher Wissensformen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Koch, W. G. (2001). Aktuelle Probleme der kartographischen Terminologie in Deutschland. In W. G. Koch (Hrsg.), *Theorie 2000*, Kartographische Bausteine (Bd. 19, S. 15-21). Dresden: Selbstverlag der Technischen Universität Dresden.
- Koch, W. G. (2004). Theorie und Methode in der heutigen Kartographie. In W. G. Koch (Hrsg.), *Theorie 2003*, Kartographische Bausteine (Bd. 26, S. 4-19). Dresden: Selbstverlag der Technischen Universität Dresden.
- Koláčny, A. (1969). Cartographic Information – a Fundamental Concept and Term in Modern Cartography. *The Cartographic Journal*, 6(1), 47-49.
- Kosslyn, S. M., Ball, T. M., & Reiser, B. J. (1978). Visual images preserve metric spatial information: evidence from studies of image scanning. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance*, 4(1), 47-60.
- Kosslyn, S. M., Pick, H. L., & Fariello, G. R. (1974). Cognitive maps in children and men. *Child Development*, 45(3), 707-716.
- Kosslyn, S. M. (1996). *Image and Brain: The Resolution of the Imagery Debate*. Cambridge: MIT Press.
- Kretschmer, I. (1980). Theoretical Cartography: Positions and Tasks. *Internationales Jahrbuch für Kartographie*, 20, 141-155.

- Kuhn, T. S. (1976). *Die Struktur wissenschaftlicher Revolutionen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Lakoff, G. (1990). *Women, Fire and Dangerous Things: What Categories Reveal About the Mind*. Chicago, London: The University of Chicago Press.
- Langhans, K., Oltmann, K., Reil, S., Goldberg, L., & Hatecke, H. (2005). FELIX 3D Display: Human-Machine Interface for Interactive Real Three-Dimensional Imaging. In *Virtual Storytelling, Lecture Notes in Computer Science* (S. 22-31). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Latour, B. (2002). Pasteur und Pouchet: Die Heterogenese der Wissenschaftsgeschichte. In M. Serres (Hrsg.), *Elemente einer Geschichte der Wissenschaften* (S. 749-789). Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Latta, S. (1993). Envisioning The Earth: The Geosphere Project. *Access*, 7(2). 1
- Löhr, S., Ocakli, A., Voss, A., & Zipf, A. (2006). Thematische Kartographie in 3D mit Google Earth. In *Angewandte Geoinformatik 2006: Beiträge zum 18. AGIT-Symposium Salzburg*. (S. 375-380). Heidelberg: Wichmann.
- MacEachren, A. M. (2004). *How Maps Work: Representation, Visualization, and Design*. New York: The Guilford Press.
- Magel, S. G., & Sadalla, E. K. (1980). The Perception of Traversed Distance. *Environment and Behavior*, 12(1), 65-79.
- Mansfeld, J. (1995). *Die Vorsokratiker (Band 1)*. Stuttgart: Reclam.
- McKeithen, K. B., Reitman, J. S., Rueter, H. H., & Hirtle, S. C. (1981). Knowledge organization and skill differences in computer programmers. *Cognitive Psychology*, 13(3), 307-325.
- McNamara, T. P. (1986). Mental representations of spatial relations. *Cognitive Psychology*, 18(1), 87-121.
- McNamara, T. P., Hardy, J., & Hirtle, S. (1989). Subjective Hierarchies in Spatial Memory. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 15(2), 211-227.
- Merten, K. (1994). Evolution der Kommunikation. In K. Merten, S. J. Schmidt, & S. Weichsenberg (Hrsg.), *Die Wirklichkeit der Medien: Eine Einführung in die Kommunikationswissenschaft* (S. 141-162). Opladen: Westdeutscher Verlag.
- Meyers Großes Universallexikon (1981-1986). Herausgegeben in 15 Bänden von der Lexikonredaktion des Bibliographischen Instituts. Mannheim, Wien, Zürich: Meyers Lexikonverlag.
- Moellering, H. (2007). Expanding the ICA conceptual definition of a map. In *Proceedings: 23th International Cartographic Conference*. Moskau: CDROM.
- Monmonier, M. (1993). *Mapping It Out: Expository Cartography for the Humanities and Social Sciences*. Chicago: University Of Chicago Press.
- Monmonier, M. S. (2004). *Rhumb Lines and Map Wars: A Social History of the Mercator Projection*. Chicago: University of Chicago Press.
- Montello, D. R. (2002). Cognitive Map-Design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches. *Cartography and Geographic Information Science*, 29(3), 283-304.
- Montello, D. R., Hegarty, M., Richardson, A. E., & Waller, D. (2004). Spatial Memory of Real Environments, Virtual Environments, and Maps. In G. L. Allen (Hrsg.), *Human Spatial Memory* (S. 251-285). Mahwah: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Montello, D. R. (2001). *Spatial Information Theory. Foundations of Geographic Information Science: International Conference, COSIT 2001*. New York, Berlin: Springer.
- Moore, G. E. (2000). Cramming more components onto integrated circuits. In M. D. Hill, J. P. Norman, & S. S. Gurindar (Hrsg.), *Readings in computer architecture* (S. 56-59).

San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers.

- Morris, C. W. (1981). *Zeichen, Sprache und Verhalten*. Frankfurt am Main, Berlin, Wien: Ullstein.
- Mosteller, F., & Tukey, J. W. (1977). *Data Analysis and Regression: A Second Course in Statistics*. Addison Wesley.
- Motulsky, H. (2010). *Intuitive Biostatistics: A Nonmathematical Guide to Statistical Thinking*. Oxford: Oxford University Press.
- Müller, J., Scharlach, H., & Jäger, M. (2001). Der Weg zu einer akustischen Kartographie. *Kartographische Nachrichten*, 51(1), 26-40.
- Nagl, L. (1992). *Charles Sanders Peirce*. Frankfurt am Main, New York: Campus.
- Newcombe, N., & Huttenlocher, J. (2003). *Making Space. The Development of Spatial Representation and Reasoning*. Cambridge: MIT Press.
- Nöth, W. (1998). Kartosemiotik und das kartographische Zeichen. *Zeitschrift für Semiotik*, 20(1-2), 25-39.
- Nöth, W. (2000). *Handbuch der Semiotik*. Stuttgart, Weimar: Metzler.
- Ogden, C. K., & Richards, I. A. (1923). *The meaning of meaning : a study of the influence of language upon thought and the science of symbolism*. Harcourt: New York.
- Ogrissek, R. (1988). *Beiträge zur theoretischen Kartographie aus der UdSSR und aus anderen sozialistischen Ländern Europas*. Wien: Verlag der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.
- Ormeling, F. J.(forthcoming). Directions in cartographic theorie. *TRANS: Internet-Zeitschrift für Kulturwissenschaften*, 18.
- Papadopoulou, M. (2009). Knowing and guessing: How do 9 year olds approach the meaning of visual signs in weather charts? *meta-carto-semiotics*, 2, 1-7.
- Pápay, G. (2006). Politik und Kartographie. In *Kartenfälschung als Folge übergroßer Geheimhaltung? Eine Annäherung an das Thema Einflußnahme der Staatssicherheit auf das Kartenwesen der DDR* (S. 13-25). Münster, Berlin, Hamburg, London, Wien: Lit-Verlag.
- Pape, H. (1989). *Erfahrung und Wirklichkeit als Zeichenprozeß*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Pape, H. (2004). *Charles Sanders Peirce zur Einführung*. Hamburg: Junius Verlag.
- Peirce, C. S. (1932). *Elements of Logic*. (C. Hartshorne & P. Weiss, Hrsg.) *Collected Papers of Charles Sanders Peirce* (Bd. 2). Cambridge: Harvard University Press.
- Peirce, C. S. (1977). *Semiotics and Significs: The Correspondence between Charles S. Peirce and Victoria Lady Welby*. (C. Hardwick, Hrsg.). Bloomington, London: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1983). *Phänomen und Logik der Zeichen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Peirce, C. S. (1998a). Pragmatism. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 398-433). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1998b). The Basis of Pragmaticism in Phaneroscopy. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 360-397). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1998c). Excerpts from Letters to Lady Welby. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 477-491). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.

- Peirce, C. S. (1998d). A Syllabus of Certain Topics of Logic. Sundry Logical Conceptions. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 267-288). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1998e). A Syllabus of Certain Topics of Logic. An Outline Classification of the Sciences. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 258-266). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1998f). A Syllabus of Certain Topics of Logic. Nomenclature and Division of Triadic Relations, as Far as They Are Determined. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 289-299). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1998g). New Elements. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 300-324). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1998h). What Pragmatism Is. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 331-345). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peirce, C. S. (1998i). The Categories Defended. In N. Houser (Hrsg.), *The Essential Peirce. Selected Philosophical Writings*. (Bd. 2, S. 160-178). Bloomington, Indianapolis: Indiana University Press.
- Peterson, M. P. (1995). *Interactive and Animated Cartography*. New Jersey: Prentice Hall.
- Peucker, K. (1907). Physiographik - Entwurf einer einheitlichen Abbildungslehre der uns umgebenden Welt. *Mitteilungen der kaiserlich königlichen geographischen Gesellschaft*, 50, 681-744.
- Pillewizer, W. (1970). Ein Globus der Geotektonik. *Der Globusfreund*, (18-20), 113-117.
- Plumert, J. M., & Spencer, J. P. (2007). *The Emerging Spatial Mind*. Oxford, New York: Oxford University Press.
- Pylyshyn, Z. (2000). Is The Imagery Debate Over? What Was It About? In E. Dupoux (Hrsg.), *Language, Brain, and Cognitive Development: Essays in Honor of Jacques Mehler* (S. 59-84).
- Pylyshyn, Z. (2003). Return of the mental image: are there really pictures in the brain? *Trends in Cognitive Sciences*, 7(3), 113-118.
- Pylyshyn, Z. W. (1981). The imagery debate: Analogue media versus tacit knowledge. *Psychological Review*, 88(1), 16-45.
- Pylyshyn, Z. W. (2002). Mental Imagery: In Search of a Theory. *Behavioral and Brain Sciences*, 25(02), 157-182.
- Raisz, E. (1962). *Principles of cartography*. New York: McGraw-Hill.
- Reitman, J., & Rueter, H. (1980). Organization Revealed by Recall Orders and Confirmed by Pauses. *Cognitive Psychology*, 12, 554-581.
- Riedl, A. (2000). *Virtuelle Globen in der Geovisualisierung. Untersuchungen zum Einsatz von Multimediatechniken in der Geokommunikation*. Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie (Bd. 13). Wien: Universität Wien, Institut für Geographie und Regionalforschung.
- Riedl, A. (2008). Entwicklung und Perspektiven von taktilen Hypergloben. *Mitteilungen der Österreichischen Geographischen Gesellschaft*, 150.
- Riedl, A. (2009). Taktile Hypergloben - die nächste Stufe in der Globenevolution? In Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie (Bd. 19, S. 176-183). Wien: Universität Wien, Institut für Geographie und Regionalforschung.

- Riedl, A., & Kristen, J. (2010). Der Einsatz sphärischer Displays zur Visualisierung globaler Phänomene. *Kartographische Nachrichten*, 60(3), 129-137.
- Robinson, A. H. (1985). Arno Peters and His New Cartography. *The American Cartographer*, 12, 103-111.
- Robinson, A. H. (1990). Rectangular World Maps - No! *The Professional Geographer*, 42(1), 101-104.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., & Kimerling, A. J. (1995). *Elements of Cartography*. Hoboken: Wiley.
- Robinson, A. H., Morrison, J. L., Muehrcke, P. C., & Sale, R. D. (1987). *Elementos de cartografía*. Barcelona: Ediciones Omega.
- Rosch, E. (1977). Human Categorization. In *Studies in cross-cultural psychology* (Bd. 1, S. 1-72). London: Academic Press.
- Rosch, E. (1978). Principles of Categorization. In E. Rosch & B. Lloyd (Hrsg.), *Cognition and Categorization* (S. 27-48). Hillsdale: John Wiley & Sons Inc.
- Saarinen, T. F. (1987). Centering of mental maps of the world. Tucson: Department of Geography, University of Arizona.
- Sadalla, E. K., Burroughs, W. J., & Staplin, L. J. (1980). Reference points in spatial cognition. *Journal of Experimental Psychology. Human Learning and Memory*, 6(5), 516-528.
- Saussure, F. D. (2001). *Grundfragen der allgemeinen Sprachwissenschaft*. Berlin, New York: de Gruyter.
- Schmauks, D. (1998). Landkarten als synoptisches Medium. *Zeitschrift für Semiotik*, 20, 7-24.
- Schöning, J., Hecht, B., Raubal, M., Krüger, A., Marsh, M., & Rohs, M. (2008). Improving interaction with virtual globes through spatial thinking: helping users ask "why?". In *Proceedings of the 13th international conference on Intelligent user interfaces* (S. 129-138). Gran Canaria, Spain: ACM.
- Schratt, A., & Riedl, A. (2005). The Potential of Three-dimensional Display-Technologies for the Visualization of Geo-virtual Environments. In *Proceedings: XXII International Cartographic Conference*. A Coruña: CD-ROM.
- Schwarz, M. (2008). *Einführung in die Kognitive Linguistik*. UTB, Stuttgart.
- Shannon, C. E., & Weaver, W. (1949). *Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University of Illinois Press.
- Sieber, R. (1996). *Visuelle Wahrnehmung dreidimensionaler parametrisierter Objekte und Objektgruppen : eine empirische Untersuchung zur Bestimmung eines optimalen Betrachterstandortes*. Geoprocessing Series (Bd. 26). Zürich: Universität Zürich.
- Snyder, J. P. (1993). *Flattening the earth: two thousand years of map projections*. Chicago: University of Chicago Press.
- Stams, W. (1966). Der thematische Globus, eine aktuelle Aufgabe der Kartographie. *Der Globusfreund*, (15-16), 37-54.
- Stevens, A., & Coupe, P. (1978). Distortions in judged spatial relations. *Cognitive Psychology*, 10(4), 422-437.
- Stowasser, J. M., Petschenig, M., & Skutsch, F. (1994). *Stowasser, Lateinisch-Deutsches Schulwörterbuch*. Oldenbourg: Schulbuchverlag.
- Taylor, D. R. F. (1997). Maps and Mapping in the Information Era. In L. Ottoson (Hrsg.), *Proceedings: 18th International Cartographic Conference* (Bd. 1, S. 1-10). Gavle: Swedish Cartographic Society.

- Taylor, D. R. F. (2003). The concept of cybercartography. In M. P. Peterson (Hrsg.), *Maps and the Internet* (S. 405-420). Amsterdam: Elsevier.
- Taylor, D. R. F. (2005). The theory and practise of Cybercartography: An introduction. In D. R. F. Taylor (Hrsg.), *Cybercartography: Theory and Practise* (S. 1-13). Amsterdam: Elsevier.
- Taylor, J. R. (2003). *Linguistic Categorization*. Oxford: Oxford University Press.
- Tütüneken, A. (2008). *Möglichkeiten und Grenzen der Visualisierung von temporalen 3D-Geodaten in Earth Browsern gezeigt am Beispiel Stadtteil Wien-Südbahnhof*. Wien, Universität Wien (Diplomarbeit).
- Volli, U. (2002). *Semiotik. Eine Einführung in ihre Grundbegriffe*. Stuttgart: Francke.
- Vujakovic, P. (2002). Mapping the War Zone: cartography, geopolitics and security discourse in the UK - press. *Journalism Studies*, 3(2), 187.
- Watson, J. B. (1913). Psychology as the Behaviorist Views it. *Psychological Review*, 20, 158-177.
- White, A. R. (1990). *The Language of Imagination*. Oxford: Blackwell.
- Wikipedia contributors. (2008). Virtual globe. In *Wikipedia, The Free Encyclopedia*. Wikimedia Foundation. Abgerufen von http://en.wikipedia.org/w/index.php?title=Virtual_globe&oldid=233358837
- Wittgenstein, L. (2001). *Philosophische Untersuchungen*. Frankfurt am Main: Suhrkamp.
- Zink, J. (2004). *Kontinuum und Konstitution der Wirklichkeit. Analyse und Rekonstruktion des Peirce'schen Kontinuum-Gedankens*. Ludwig-Maximilians-Universität, Fakultät für Philosophie, Wissenschaftstheorie und Religionswissenschaft, München (Dissertation).
- Zögner, L. (2003). August Zeune (1778-1853) - Geographie für Sehende und Blinde. *Verhandlungen der Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin*, 26-30.

[Alle Verweise auf Onlinequellen wurden zuletzt am 25. Juni 2011 auf ihre Gültigkeit überprüft.]

Appendix A

Realtoponyme und -koordinaten der Testverteilung samt ihren entsprechenden Übersetzungen in den Untersuchungsdesigns auf Sphäre und Verebnung mit den im Text verwendeten Abkürzungen

(reale) Ortsnamen	Geographische Breite (in °)	Geographische Länge (in °)	Abkürzung	Punktname - Sphäre	Punktname - Verebnung
Alert	82,47 N	62,50 W	R	Seife	Schraube
Anadyr	64,73 N	177,52 O	K	Ziegel	Ei
Asahikawa	43,77 N	142,36 O	J	Schlüssel	Lampe
Canmore	51,09 N	115,36 W	Q	Tasse	Zucker
Kapstadt	33,92 S	18,42 O	B	Tasche	Knopf
Hobart	42,87 S	147,32 O	I	Schuh	Messer
Karatschi	24,86 N	67,01 O	F	Nadel	Radio
Kiritimati	1,90 N	157,40 W	O	Zeitung	Auto
San Martín de Los Andes	40,17 S	71,35 W	S	Boot	Topf
São Tomé	0,34 N	6,73 O	A	Licht	Lineal
South Tarawa (Bairiki)	1,41 N	172,97 O	L	Kassette	Kanne
Suva	18,13 S	178,43 O	M	Telephon	Ball
Tokelau	9,01 S	171,91 W	N	Reifen	Zigarre
Tongren	27,72 N	109,19 O	H	Uhr	Glas
Uppsala	59,86 N	17,64 O	E	Gabel	Uhu
(Füller 1)	76,76 S	2,31 W	C	Stuhl	Glocke
(Füller 2)	61,37 S	144,50 W	P	Kamm	Schal
(Füller 3)	0	61,37 W	T	Gewehr	Schloss
(Füller 4)	39,46 N	32,06 W	D	Kreide	Münze
(Füller 5)	40,17 S	91,75 O	G	Stift	Buch

Appendix B

Abfragereihenfolgen der Objektpaare für Distanzschätzungen zu Sphäre und Globus

Testpunktpaare Globus	Testpunktpaare Karte	Abkürzung	(orthodromische) Realdistanz in km	normierte Distanz ³
Stuhl – Tasche	Glocke – Knopf	CB	4900	3,4
Kreide – Gabel	Münze – Uhu	DE	4100	2,8
Schuh – Boot	Messer – Topf	IS	10000	6,9
Licht – Nadel	Lineal – Radio	AF	7000	4,9
Gewehr – Kreide	Schloss – Münze	TD	5300	3,7
Uhr – Nadel	Glas – Radio	HF	4200	2,9
Seife – Kreide	Schraube – Münze	RD	4900	3,4
Stuhl - Stift	Glocke - Buch	CG	5800	4
Tasse – Gabel	Zucker – Uhu	QE	7000	4,9
Boot – Licht	Topf – Lineal	SA	9000	6,3
Ziegel – Seife	Ei – Schraube	KR	3300	2,3
Seife – Boot	Schraube – Topf	RS	13600	9,4
Tasche – Schuh	Knopf – Messer	BI	10000	6,9
Seife – Nadel	Schraube – Radio	RF	7800	5,4
Seife – Tasse	Schraube – Zucker	RQ	3900	2,7
Stuhl – Boot	Glocke – Topf	CS	5150	3,6
Licht – Tasche	Lineal – Knopf	AB	4000	2,8
Reifen – Kassette	Zigarre – Kanne	NL	2000	1,4
Nadel – Schlüssel	Radio – Lampe	FJ	7000	4,9
Schlüssel – Kassette	Lampe – Kanne	JL	5600	3,9
Seife – Gabel	Schraube – Uhu	RE	3300	2,3
Boot – Gewehr	Topf – Schloss	ST	4550	3,2
Gabel – Ziegel	Uhu – Ei	EK	6050	4,2
Gewehr – Zeitung	Schloss – Auto	TO	10700	7,4
Boot – Schlüssel	Topf – Lampe	SJ	17200	11,9
Nadel – Gabel	Radio – Uhu	FE	5400	3,8
Telephon – Reifen	Ball – Zigarre	MN	1450	1
Gewehr – Licht	Schloss – Lineal	TA	7550	5,3
Stuhl – Schuh	Glocke – Messer	CI	6550	4,6
Seife – Schlüssel	Schraube – Lampe	RJ	5900	4,1
Zeitung – Reifen	Auto – Zigarre	ON	2000	1,4
Stuhl – Kamm	Glocke – Schal	CP	4450	3,1
Kassette – Telephon	Kanne – Ball	LM	2050	1,5
Schuh – Uhr	Messer – Glas	IH	8750	6,1
Tasse – Schlüssel	Zucker – Lampe	QJ	7100	5

3 Um einfach vergleichbare Schätzungen zu erhalten, wurden alle Proband/innen gebeten, zunächst dasjenige Paar mit dem ihrer Meinung nach vermutlich geringsten Abstand auszuwählen, diesem die Entfernung 1 zuzuweisen und alle anderen Punktpaare in Bezug zu diesem nächstgelegenen Duo in Relation zu setzen.

Lebenslauf

Personalangaben

Name	Florian HRUBY
Titel	Mag. rer. nat.
Geburtsdaten	04.02.1978 in Hollabrunn
Familienstand	verheiratet
Staatsbürgerschaft	Österreich
Adresse	2073 Schrattenthal 101
Telefon	02946 8232
Email	florian.hruby@univie.ac.at
Homepage	http://homepage.univie.ac.at/florian.hruby/



Ausbildung

Schule	
1984 – 1988	Volksschule Pulkau
1988 – 1996	Humanistisches Gymnasium Hollabrunn (Matura: 15.06.1996)
Zivildienst	
10/1996 – 08/1997	Sanitätsdienst beim Roten Kreuz, Bezirksstelle Retz
Studium	
10/1997 – 06/2006	Studium der Kartographie und Geoinformation am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien
10/1998 – 01/2002	abgebrochenes Zweitstudium der Philosophie und Kultur- und Sozialanthropologie an der Universität Wien
	Diplomprüfung zum Magister der Naturwissenschaften (mit Auszeichnung bestanden)
22/11/2006	Diplomarbeit: <i>Semiotische Begründbarkeit kartographischer Signaturen - Prolegomena zum Stellenwert räumlicher Dreidimensionalität in der Kartographie am Beispiel der Signatur auf Grundlage der Semiotik von Charles S. Peirce</i> (beurteilt mit: Sehr gut)
11/2006 –	Doktoratsstudium der Naturwissenschaften (Dissertationsgebiet: Kartographie und Geoinformation)
Stipendien	
11/2003-02/2004	<i>Topstipendium (Ausland)</i> der NÖ-Landesakademie
01/2011-06/2011	<i>Forschungsstipendium</i> der Universität Wien

Berufliche Tätigkeiten

10/2003 – 07/2004 03/2004 – 02/2007	Tutor am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien in den Bereichen Geographische Informationssysteme (GIS) und Multimediatechnologie
04/2004 – 10/2004 03/2005 – 05/2005	Projektmitarbeiter am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien Projekt: <i>Multimediales Globenmuseum (MUGL)</i>
11/2004 – 02/2005	Projektmitarbeiter an der Universidad de Guadalajara (México), Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Projekt: <i>Sistema Cartográfico Turístico de la Costa de Jalisco (SICATUR)</i>
08/2006 – 10/2007	Freier Mitarbeiter bei Tele Atlas Österreich
02/2007 – 05/2007	Projektmitarbeiter am Institut für Geographie und Regionalforschung der Universität Wien; Projekt: <i>Climate on a Sphere – communicating climate change to the public by means of tactile hyperglobes</i> (Antragsstellung im Rahmen des 7. EU Rahmenprogrammes)
02/2008 – 06/2010	Projektmitarbeiter an der Universidad de Guadalajara (México), Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Projekt: <i>Programa estatal de desarrollo urbano, 2030.</i>
07/2009 –	Projektmitarbeiter an der Universidad de Guadalajara (México), Departamento de Geografía y Ordenación Territorial, Projekt: <i>Atlas del Patrimonio Cultural de la Cuenca de Sayula</i>
02/2011 –	Lektor an der Universidad de Guadalajara (México), Departamento de Geografía y Ordenación Territorial,

Mitgliedschaft in wissenschaftlichen Vereinigungen

2007 –	Commission on Theoretical Cartography of the International Cartographic Association (ICA)
2008 –	North American Cartographic Information Society
2009 –	Internationale Coronelli-Gesellschaft für Globenkunde

Sprachkenntnisse

Deutsch (Muttersprache)	Englisch	Spanisch
--------------------------------	-----------------	-----------------

Publikationen

- Hruby, F., & Riedl, A. (2010). Stories on a Sphere: Hyperglobes as Narrative Platforms for Global Geodata. In R. Aylett, M. Y. Lim, S. Louchart, P. Petta, & M. Riedl (eds.), *ICIDS 2010, LNCS, vol. 6432*, (pp. 283-286). Berlin, Heidelberg: Springer.
- Hruby, F. (2010). Was macht den Baum zum Baum? Ein Beispiel semiotisch-prototypischer Kategorisierung in großmaßstäbigen kartographischen Darstellungen. *TRANS: Internet journal for cultural studies*, 18.
- Galván-Torres, A., & Hruby, F. (2009). Potenziale kontrastiver Kartographie. *meta-carto-semiotics*, 3, 1-16.
- Hruby, F. (2009c). Was repräsentiert ein Globus? - Autoreferenzielle Semioseprozesse in der Kartographie. *Diskussionsbeiträge zur Kartosemiotik und zur Theorie der Kartographie*, 12, 17-26.
- Hruby, F., Wolodtschenko A. (2009). meta-carto-semiotics – Anforderungsprofil an eine Zeitschrift für theoretische Kartographie. *Proceedings of Riga Technical University, Geomatics*, 6, 79-85.
- Hruby, F., Miranda, R., & Riedl A. (2009). Bad Globes & Better Globes - Multilingual Categorization of Cartographic Concepts exemplified by "Map" and "Globe" in English, German and Spanish. In *Proceedings: 24th International Cartographic Conference*.
- Hruby, F. (2009b). Der digitale Globus - Begriff und Bedeutung für die Geographie. In *Geokommunikation im Umfeld der Geographie*. In K. Kriz, W. Kainz, & A. Riedl (eds.), *Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie (Vol. 19, pp. 154-160)*. Wien: Universität Wien - Institut für Geographie und Regionalforschung, Kartographie und Geoinformation.
- Hruby, F. (2009a). Preparing the unknown - Semiotic fundamentals of cybercartographical communication. In *Communication: Understanding / Misunderstanding, Acta Semiotica Fennica XXXIV (Vol. 1, pp. 632-640)*. Imatra: International Semiotics Institute.
- Hruby, F., & Miranda, R. (2008). Kartographie im Spannungsfeld expliziter und impliziter Forschung. *meta-carto-semiotics*, 1, 1-13.
- Hruby, F., Kristen, J., & Riedl, A. (2008). Global Stories on Tactile Hyperglobes – visualizing Global Change Research for Global Change Actors. In M. Ehlers, F. Gerstengarbe, L. Koppers, J. Wächer, L. Stroink, & F. Hillen (eds.), *Digital Earth Summit on Geoinformatics 2008: Tools for Global Change Research (pp. 147-152)*. Heidelberg: Wichmann.
- Hruby, F., Riedl, A., & Tomberger, H. (2008). Virtual representations of antique globes – new ways of touching the untouchable. *International Journal of Digital Earth*, 1(1), 107-118.
- Hruby, F. (2006). *Semiotische Begründbarkeit kartographischer Signaturen*. München: Grin Verlag.
- Hruby, F. (2006). Semiotisch-prototypisch begründete Gestaltung kartographischer 3D-Signaturen. *Diskussionsbeiträge zur Kartosemiotik und zur Theorie der Kartographie*, 9, 17-28.
- Hruby, F., & Plank, I. (2006). Mercator Reloaded - den Erdglobus von 1541 virtuell entdecken. In K. Kriz, W. Cartwright, A. Pucher, & M. Kinberger (eds.), *Kartographie als Kommunikationsmedium (Vol. 17, pp. 201-208)*. Wien: Universität Wien - Institut für Geographie und Regionalforschung, Kartographie und Geoinformation.
- Hruby, F., Plank, I., & Riedl, A. (2006a). Cartographic heritage as shared experience in virtual space: A digital representation of the earth globe of Gerard Mercator (1541). *e-Perimtron*, 1(2), 88-98.
- Hruby, F., Plank, I., & Riedl, A. (2006b). Das interaktive 3D-Faksimile des Erdglobus von G. Mercator (1541). *Cartographica Helvetica*, 33, 11-15.
- Hruby, F., Plank, I., & Riedl, A. (2005). Potential of Virtual 3D-Facsimiles - Exemplified by the Earth Globe of Gerard Mercator (1541). In *Proceedings, 22. ICA Cartographic Conference*.
- Hruby, F., & Wolodtschenko, A. (eds. seit 2008). *meta-carto-semiotics // Journal for theoretical cartography*. [<http://meta-carto-semiotics.org/>]

Hiermit versichere ich,

- dass ich die vorliegende Dissertation selbständig verfasst, andere als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und mich auch sonst keiner unerlaubten Hilfe bedient habe,
- dass ich dieses Dissertationsthema bisher weder im Inland noch im Ausland in irgendeiner Form als Prüfungsarbeit vorgelegt habe
- und dass diese Arbeit mit der vom Begutachter beurteilten Arbeit vollständig übereinstimmt.

Schrattenthal, am 24. Juni 2011.....
.....Florian Hruby