

Kartographie

I

Allgemeines, Erfassung der Informationen,
Netzentwürfe, Gestaltungsmerkmale,
topographische Karten

von

Günter Hake

6., neubearbeitete Auflage

Mit 142 Abbildungen und 8 Anlagen



1982

Walter de Gruyter · Berlin · New York

SAMMLUNG GÖSCHEN 2165

Dr.-Ing. Günter Hake

o. Professor für Topographie und Kartographie an der
Universität Hannover

Die Gesamtdarstellung umfaßt folgende Bände:

Band I: Allgemeines zur Kartographie und zur Karte, Herkunft und Erfassung der Informationen, Kartennetzentwürfe, Merkmale und Mittel kartographischer Gestaltung, topographische Karten

Band II: Thematische Karten, Atlanten, kartenverwandte Darstellungen, Kartenredaktion und Kartentechnik, rechnergestützte Verfahren in der Kartographie, Kartenauswertung, Überblick zur Geschichte der Kartographie

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek

Hake, Günter:

Kartographie / von Günter Hake. – Berlin ; New York : de Gruyter

1. Allgemeines, Erfassung der Informationen, Netzentwürfe, Gestaltungsmerkmale, topographische Karten. – 6., neubearb. Aufl. – 1982.

(Sammlung Göschen ; 2165)

ISBN 3-11-008455-4

NE: GT

© Copyright 1982 by Walter de Gruyter & Co., vormals G.J. Göschen'sche Verlagshandlung, J. Guttentag, Verlagsbuchhandlung, Georg Reimer, Karl J. Trübner, Veit & Comp., 1 Berlin 30 – Alle Rechte, insbesondere das Recht der Vervielfältigung und Verbreitung sowie der Übersetzung, vorbehalten. Kein Teil des Werkes darf in irgendeiner Form (durch Fotokopie, Mikrofilm oder ein anderes Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung des Verlages reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden – Printed in Germany – Satz und Druck: Arthur Collignon GmbH, 1 Berlin 30 – Buchbinder: Lüderitz & Bauer, Buchgewerbe GmbH, 1 Berlin 61

Vorbemerkung

Verfasser der 1. bis 3. Auflage (1962–1968) des Bandes „Kartographie“ war Prof. Dr.-Ing. *Viktor Heißler*. Nach seinem Tode 1966 bearbeitete Prof. Dr.-Ing. *Günter Hake* die 4. Auflage als „Kartographie I“ neu (1970) und schuf durch stoffliche Erweiterung einen weiteren Band „Kartographie II“ (1970). 1975 erschien die 5. Auflage des Bandes I, 1976 die 2. Auflage des Bandes II. Nunmehr liegt die 6. Auflage des Bandes I in völlig neuer Bearbeitung vor.

Die Göschen-Bände „Kartographie I und II“ sind nach der stofflichen Entwicklung, nach Form und Schwierigkeitsgrad so angelegt, daß sie sich möglichst vielseitig verwenden lassen. In erster Linie dienen sie als einführende und begleitende Fachliteratur für Hochschulstudenten der Fachrichtungen Vermessungswesen, Kartographie und Geographie, aber auch der übrigen geowissenschaftlichen Bereiche und der raumbezogenen Planung. Daneben eignen sie sich zum Selbststudium und zur Fort- und Weiterbildung für alle diejenigen, die mit der kartographischen Wiedergabe räumlicher Bezüge zu tun haben. Schließlich vermitteln und erleichtern sie den Einstieg in das weiterführende und vertiefende Fachstudium.

Die Anlagen zu diesem Band wurden freundlicherweise von folgenden Stellen zur Verfügung gestellt:

Anlagen 1–4: Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz, Koblenz

Anlagen 5–7: Institut für Angewandte Geodäsie, Frankfurt am Main

Anlage 8: Willy Größchen, Dortmund

Verfasser und Verlag danken diesen Stellen für ihre großzügige Unterstützung, durch die sie den vorliegenden Göschen-Band „Kartographie I“ in wertvollster Weise bereichert haben.

Inhalt

	Seite
1. Allgemeines zur Kartographie und zur Karte	13
1.1 Begriff und Aufgabe der Kartographie	13
1.2 Entwicklung und Stellung der Kartographie	14
1.3 Einteilung der Kartographie	16
1.4 Kartographische Ausdrucksformen als Kommunikationsmittel	18
1.4.1 Kommunikationsphänomene	18
1.4.2 Das kartographische Kommunikationsnetz	22
1.5 Die Karte – Begriffe, Eigenschaften, Gruppierungen . . .	25
1.5.1 Herkunft und Wandel der Bezeichnungen	25
1.5.2 Begriff der Karte	25
1.5.3 Bestandteile der Karte	26
1.5.4 Erscheinungsformen der Karte	28
1.5.5 Eigenschaften der Karte	31
1.5.5.1 Kartenmaßstab	31
1.5.5.2 Die Karte als Konfiguration	35
1.5.5.3 Die Karte als Modell	35
1.5.5.4 Kartographik	38
1.5.6 Kartengruppierungen	38
1.6 Institutionen mit kartographischen Tätigkeiten, Ausbildungs- wege	41
1.7 Entwicklung des kartographischen Schrifttums, Kartennach- weise	44
2. Herkunft und Erfassung der Informationen	45
2.1 Meßverfahren und Meßgeräte im Vermessungswesen	46
2.1.1 Überblick über die Vermessungsarbeiten	46
2.1.2 Maßeinheiten und Koordinatensysteme	48
2.1.2.1 Längenmaße	48
2.1.2.2 Flächenmaße	49
2.1.2.3 Winkelteilungen	50
2.1.2.4 Koordinatensysteme	50

	Seite
2.1.3 Messungen am Objekt	53
2.1.3.1 Winkelmessung	53
2.1.3.2 Streckenmessung	54
2.1.3.3 Höhenmessung und Tiefenmessung	58
2.1.3.4 Tachymetrie	63
2.1.3.5 Gravimetrie	66
2.1.3.6 Inertiale Meßsysteme	67
2.1.4 Photogrammetrie und Fernerkundung	67
2.1.4.1 Verfahren und Geräte der Aufnahme	68
2.1.4.2 Bildverarbeitung	72
2.1.4.3 Bildinterpretation	76
2.1.4.4 Bildmessung	77
2.2 Originäre Erfassung topographischer Informationen	80
2.2.1 Geodätische Grundlagenvermessungen	81
2.2.1.1 Gestalt und Größe des Erdkörpers	81
2.2.1.2 Bestimmung von Lagefestpunkten	84
2.2.1.3 Bestimmung von Höhenfestpunkten	89
2.2.2 Topographische Vermessungen	91
2.2.2.1 Ziel und Gegenstände	91
2.2.2.2 Photogrammetrische Verfahren	93
2.2.2.3 Tachymetrische Verfahren	95
2.2.2.4 Hydrographische Verfahren	99
2.2.2.5 Bearbeitung der Vermessungsergebnisse	101
2.3 Originäre Erfassung thematischer Informationen	105
2.3.1 Thematische Feldaufnahme	106
2.3.2 Auswertung von Luftbildern und Satellitenbildern	108
2.4 Erfassung der Informationen aus anderen Quellen	113
2.4.1 Informationen aus Karten	114
2.4.2 Erfassung von Namen und anderen Bezeichnungen	115
2.4.3 Auswertung von Statistiken	116
2.4.4 Auswertung amtlicher Veröffentlichungen und Nachweise	118
2.4.5 Auswertung von Fachliteratur und Archivalien	119
2.4.6 Aufbau und Benutzung von Informationssystemen	119
2.5 Quellenkritik	121
3. Kartennetzentwürfe	122
3.1 Grundlagen	122
3.1.1 Aufgaben und Begriffe	122

Inhalt	7
	Seite
3.1.2 Erdgestalt und Kartennetz	123
3.1.3 Einteilung der Netzentwürfe	124
3.1.3.1 Einteilung nach der Art des Netzbildes . . .	124
3.1.3.2 Einteilung nach der Lage der Abbildungsfläche	127
3.1.3.3 Einteilung nach den Abbildungseigenschaften	128
3.1.4 Abbildungsgleichungen und Abbildungsverzerrungen .	129
3.1.5 Orthodrome und Loxodrome	134
3.1.6 Praktische Netzkonstruktionen	136
3.2 Azimutale Netzentwürfe	137
3.2.1 Mittabstandstreue azimutale Abbildung	138
3.2.2 Flächentreue azimutale Abbildung	139
3.2.3 Konforme azimutale Abbildung (Stereographische Projektion)	141
3.2.4 Gnomonische Abbildung (Zentralprojektion)	143
3.2.5 Orthographische Abbildung (Parallelprojektion) . . .	144
3.2.6 Azimutale Abbildungen in transversaler und schief- achsiger Lage	146
3.2.7 Allgemeinsten Fall der perspektiven Abbildung auf eine Ebene	148
3.3 Zylindrische Netzentwürfe	149
3.3.1 Mittabstandstreue zylindrische Abbildungen	150
3.3.1.1 Abbildung mit längentreuem Äquator	150
3.3.1.2 Abbildung mit zwei längentreuen Parallel- kreisen	151
3.3.2 Flächentreue zylindrische Abbildungen	152
3.3.2.1 Abbildung mit längentreuem Äquator	152
3.3.2.2 Abbildung mit zwei längentreuen Parallelkrei- sen	153
3.3.3 Konforme zylindrische Abbildung (Mercatorprojek- tion)	153
3.4 Konische Netzentwürfe	156
3.4.1 Mittabstandstreue konische Abbildungen	157
3.4.1.1 Abbildung mit einem längentreuen Parallel- kreis	157
3.4.1.2 Abbildung mit zwei längentreuen Parallel- kreisen	158
3.4.2 Flächentreue konische Abbildungen	160
3.4.2.1 Abbildung mit einem längentreuen Parallel- kreis	160

	Seite
3.4.2.2 Abbildung mit zwei längentreuen Parallelkreisen	162
3.4.3 Konforme konische Abbildungen	163
3.4.3.1 Abbildung mit einem längentreuen Parallelkreis	164
3.4.3.2 Abbildung mit zwei längentreuen Parallelkreisen	165
3.4.4 Netzberechnung konischer Abbildungen	167
3.5 Unechte Netzentwürfe	168
3.5.1 Unechte konische Abbildung (Bonnesche Abbildung)	169
3.5.2 Unechte azimutale Abbildungen	170
3.5.2.1 Stab-Wernersche Abbildung	170
3.5.2.2 Globularprojektionen	170
3.5.2.3 Abbildungen von Aitoff und Hammer	171
3.5.2.4 Abbildung von Briesemeister	172
3.5.3 Unechte zylindrische Abbildungen	173
3.5.3.1 Mercator-Sanson-Abbildung	173
3.5.3.2 Abbildung von Mollweide	174
3.5.3.3 Abbildungen von Eckert	175
3.5.4 Polykonische Abbildungen, Polyederabbildungen	175
3.5.5 Kombinierte Abbildungen	177
3.5.5.1 Mittelung von Netzen	177
3.5.5.2 Zusammenfügung von Netzen	178
3.5.6 Zerlappte Netze	178
3.6 Verfahren zur Veränderung von Kartennetzen	179
3.6.1 Bewußt verzerrte Kartennetze	179
3.6.2 Transformierte Kartennetze	181
3.6.3 Kartennetze durch Minimierung endlicher Verzerrungen	181
3.7 Geodätische Abbildungen	182
3.7.1 Merkmale geodätischer Abbildungen	182
3.7.2 Ordinaten-treue Abbildung	183
3.7.3 Konforme Abbildungen	185
3.7.3.1 Gaußsche Abbildung der Kugel	185
3.7.3.2 Das deutsche Gauß-Krüger-System	186
3.7.3.3 Das UTM-System	188
3.7.3.4 Weitere konforme Systeme	189
3.7.4 Gitter, Gitternord, magnetisch Nord	190

4. Merkmale und Mittel kartographischer Gestaltung	192
4.1 Merkmale der Kartengegenstände (Objektgesetzmäßigkeiten)	193
4.1.1 Zum Begriff des Objekts	193
4.1.2 Räumlicher Bezug	195
4.1.3 Substantielles Merkmal	196
4.1.4 Zeitliches Verhalten	198
4.1.5 Bildung von Objektgruppen	198
4.2 Merkmale kartographischer Darstellung (Graphische Gesetzmäßigkeiten)	199
4.2.1 Kartengraphik als Zeichensystem	199
4.2.1.1 Kartenlogische Bedingungen für die Kartengraphik	199
4.2.1.2 Aufbau des kartographischen Zeichensystems	200
4.2.1.3 Variation der Zeichen	202
4.2.1.4 Zeichendimensionen	205
4.2.2 Graphische Mindestgrößen	206
4.2.3 Kartengraphik und Gestaltwahrnehmung	207
4.2.4 Kartengraphik und Kartentechnik	209
4.3 Kartographische Gestaltungsmittel	210
4.3.1 Punkte	210
4.3.2 Linien	212
4.3.3 Flächen	213
4.3.4 Signaturen	214
4.3.4.1 Formen der Signaturen	215
4.3.4.2 Anordnung der Signaturen	216
4.3.5 Diagramme	218
4.3.6 Halbtöne	219
4.3.7 Kartenschrift	219
4.4 Generalisierung	223
4.4.1 Anlaß und Bedeutung der Generalisierung	223
4.4.2 Arten der Generalisierung	225
4.4.3 Grundsätze der Generalisierung	227
4.4.3.1 Elementare Vorgänge der Generalisierung	227
4.4.3.2 Anwendungen der elementaren Vorgänge auf die Kategorien der Generalisierung	229
4.4.4 Methoden der Generalisierung	231
4.4.4.1 Intuitives Generalisieren	232
4.4.4.2 Gesetzmäßiges Generalisieren	232

	Seite
4.4.5 Künftige Stellung der Generalisierung	235
4.4.6 Lagemerkmale der kartographischen Darstellung . . .	236
4.5 Urheberrecht an Karten	239
5. Topographische Karten	241
5.1 Begriffe und Aufgaben	241
5.2 Gruppierung topographischer Karten	243
5.3 Karteninhalt	244
5.3.1 Situationsdarstellung	244
5.3.1.1 Siedlungen	244
5.3.1.2 Verkehrswege	250
5.3.1.3 Gewässer	252
5.3.1.4 Bodenbedeckungen	253
5.3.1.5 Einzelzeichen	254
5.3.1.6 Genauigkeit und Prüfung der Situationsdarstellung	255
5.3.2 Geländedarstellung	256
5.3.2.1 Aufgaben und Probleme	256
5.3.2.2 Seiten- und Schrägansichten	258
5.3.2.3 Schraffen	259
5.3.2.4 Höhenlinien und Höhenpunkte	262
5.3.2.5 Schummerung (Schattierung)	267
5.3.2.6 Formzeichen und Formzeichnungen	269
5.3.2.7 Farbige Höhenschichten	271
5.3.2.8 Kombinationen der Darstellungsarten	273
5.3.2.9 Genauigkeit und Prüfung der Geländedarstellung	275
5.3.3 Schrift	278
5.4 Kartennetz und Kartenrandangaben	280
5.4.1 Kartennetz und Suchnetz	280
5.4.2 Angaben in Kartenrand und Kartenrahmen	281
5.5 Äußere Kartengestaltung	281
5.5.1 Abgrenzung des Kartenfeldes durch den Kartenrahmen	282
5.5.2 Kartenbenennung	283
5.5.3 Gestaltung von Kartenrahmen und Kartenrand . . .	284
5.6 Amtliche topographische Kartenwerke	286
5.6.1 Amtliche topographische Kartenwerke in der Bundesrepublik Deutschland	286

Inhalt	11 Seite
5.6.1.1 Deutsche Grundkarte 1:5000 (DGK 5) . . .	287
5.6.1.2 Topographische Karte 1:25000 (TK 25) . . .	288
5.6.1.3 Topographische Karte 1:50000 (TK 50) . . .	289
5.6.1.4 Topographische Karte 1:100000 (TK 100) .	290
5.6.1.5 Topographische Übersichtskarte 1:200000 (TÜK 200)	290
5.6.1.6 Übersichtskarte 1:500000 (ÜK 500)	291
5.6.1.7 Internationale Weltkarte 1:1000000 (IWK) .	292
5.6.2 Amtliche topographische Kartenwerke in der DDR . .	292
5.6.3 Amtliche topographische Kartenwerke in Österreich .	293
5.6.4 Amtliche topographische Kartenwerke in der Schweiz	294
5.6.5 Amtliche topographische Kartenwerke anderer Staaten	295
5.6.6 Fortführung amtlicher topographischer Kartenwerke .	295
5.7 Andere topographische Kartenwerke und Karten	298
5.7.1 Stadtkarten	299
5.7.2 Karten der Binnengewässer, Watten und Gletscher .	301
5.7.3 Karten für Tourismus und Freizeit	302
5.8 Topographische Kartenwerke der Erde	303
5.8.1 World 1:500000 (Serie 1404)	303
5.8.2 Internationale Weltkarte 1:1000000 (IWK)	303
5.8.3 Weltkarte 1:2500000	304
5.8.4 Kartenwerke 1:5000000	305
5.8.5 Kartenwerke 1:10000000	306
5.9 Topographische Karten anderer Weltkörper	306
5.9.1 Topographische Karten des Erdmondes	307
5.9.2 Topographische Karten der anderen Planeten und Monde	307
Literaturverzeichnis	309
Namen- und Sachverzeichnis	326

1. Allgemeines zur Kartographie und zur Karte

1.1 Begriff und Aufgabe der Kartographie

1. *Begriffliches.* Zahlreiche Definitionen zum Begriff „Kartographie“ zeigen das Bemühen um Wesen, Inhalt und Umfang dieses Stoffgebietes. In möglichst kurzer und doch allgemeiner Form läßt sich Kartographie bezeichnen als *Wissenschaft und Technik des Entwurfs, der Herstellung und des Gebrauchs kartographischer Darstellungen; diese vermitteln raumbezogene Informationen durch ein System geometrisch gebundener graphischer Zeichen.*

Die damit gleichzeitig definierten *kartographischen Darstellungen* bezeichnet man in ihrer Gesamtheit auch als *kartographische Ausdrucksformen*. Unter diesen ist die *Karte* am bedeutendsten; die übrigen Ausdrucksformen (z. B. Luftbild, Panorama, Globus) gelten als *kartenverwandte Darstellungen*.

Das mehrsprachige Wörterbuch der *Internationalen Kartographischen Vereinigung 1973*, das rund 1200 kartographische Begriffe erläutert, beschreibt die Kartographie als „Wissenschaft, Technik und Kunst der Herstellung von Karten und kartenverwandten Darstellungen, ausgehend von unmittelbaren Beobachtungen und/oder der Auswertung von Quellen, mit den Arbeitsvorgängen des Kartenentwerfens, der Kartengestaltung, der Ausführung des Kartenoriginals und der Kartenvervielfältigung, sowie der Lehre der Kartenbenutzung“. Dieser Begriffserläuterung schließt sich auch das Fachwörterbuch „Benennungen und Definitionen im deutschen Vermessungswesen“ (*Institut für Angewandte Geodäsie 1971*) an. Weitere Definitionen finden sich z. B. bei *Witt 1979*.

Die Gliederung der beiden Bände richtet sich weitgehend nach der im ersten Absatz gegebenen Definition. Da jedem Entwurf das *Erfassen* der Informationen vorausgeht, werden im Kap. 2 zunächst die Informationsquellen und die Erfassungsvorgänge besprochen. Für den Entwurf selbst bildet das Kartennetz das notwendige geometrische Gerüst; mit den Einzelheiten hierzu befaßt sich das Kap. 3. Den für jede graphische Wiedergabe gültigen *allgemeinen* kartographischen Gestaltungsmerkmalen widmet sich das Kap. 4.

Im Anschluß daran werden die *speziellen* Gestaltungsmerkmale topographischer Karten (Kap. 5) und im Band II die der thematischen Karten (II,1), der Atlanten (II,2) und der kartenverwandten Darstellungen (II,3) näher behandelt. Der Band II befaßt sich ferner mit der Redaktion und Technik für die Herstellung und Vervielfältigung der Karten (II,4), dem Einsatz der Automation (II,5) und dem Gebrauch der Karten (II,6); er schließt mit einem kurzen geschichtlichen Abriß (II,7).

2. *Aufgabe der Kartographie.* Sie hat die theoretischen und praktischen Voraussetzungen dafür zu schaffen, daß kartographische Darstellungen entstehen, aus denen die Benutzer eine möglichst zutreffende Vorstellung oder Erkenntnis der vergangenen, gegenwärtigen oder geplanten Wirklichkeit gewinnen. Der Kartograph wird damit zum graphischen Dolmetscher raumbezogener Informationen (*Hake 1977*).

Diese Aufgabe ist nicht einmalig oder zeitlich begrenzt. Vielmehr erfordern die sich ständig verändernde Wirklichkeit und die immer wieder neu gewonnenen Aspekte in der Erfassung und Gestaltung der Umwelt auch fortgesetzt die Herstellung neuer sowie die Anpassung vorhandener kartographischer Ausdrucksformen. Die *Kartographie als angewandte Wissenschaft* entwickelt und verbessert dazu ständig eine möglichst vielseitige Methodenlehre, und zur technischen Realisierung bedient sie sich auch der Erkenntnisse und Entwicklungen anderer Disziplinen (z. B. Photogrammetrie und Fernerkundung, Automation, graphische Techniken). So versucht sie, den weiterhin wachsenden und vielseitigen Anforderungen der Praxis rechtzeitig und in möglichst wirtschaftlicher Weise zu genügen.

Wie lückenhaft diese Anforderungen bisher erst erfüllt sind, geht beispielhaft aus dem Stand der Erschließung der Erde durch topographische Karten hervor (*United Nations 1976, Böhme 1979*). Etwa um 1977 waren nur rund 40% der Landflächen der Erde durch brauchbare Karten 1: 100 000 oder 1: 50 000 gedeckt, und der jährliche Zuwachs betrug nur 1%.

1.2 Entwicklung und Stellung der Kartographie

Kartographische Ausdrucksformen gibt es schon seit langer Zeit. Dennoch hat sich die Kartographie erst relativ spät aus einem

Hilfsmittel zur Erforschung der Erde, zur Abgrenzung privaten Besitzes und politischer Zuständigkeit, zur Landnutzung sowie für den Verkehr und für militärische Operationen zu einem eigenständigen Wissenszweig entfaltet. Aus diesem langen Wege war sie gekennzeichnet durch rein empirisch-handwerkliche Techniken der Zeichnung und Vervielfältigung einerseits und graphisch-künstlerische Gestaltung andererseits. Erst mit Beginn einer exakteren Geländedarstellung am Ende des 18. Jahrhunderts traten wissenschaftliche Methodenlehren auf, deren weitere Entwicklung bis in die heutige Zeit reicht.

Die *Stellung* der Kartographie ist bei aller Eigenständigkeit in Theorie und Praxis gekennzeichnet durch eine enge Verknüpfung mit verschiedenartigen Wissenschaften und Berufsfeldern. Zu den mit ihr verbundenen *Wissenschaften* zählen seit langem die Geowissenschaften (Geodäsie, Geographie, Geologie, Geophysik) und die Raumforschung. In diese Bereiche war sie anfänglich auch wissenschaftlich eingebettet. Neuere Betrachtungsweisen (*Arnberger/Kretschmer 1975, Kretschmer 1980*) ordnen ihr heute im mehr theoretischen Bereich den Charakter einer Formalwissenschaft zu, etwa vergleichbar der Sprachwissenschaft; im mehr praktischen Bereich ergeben sich andererseits in verstärktem Maße auch ingenieurwissenschaftliche Aspekte (*Hake 1981*). Damit entstehen weitere Verbindungen zur Kommunikationstheorie, zur Mathematik und Informatik, zur Wahrnehmungspsychologie, zur Nachrichtentechnik, zur Didaktik und zu den Geschichtswissenschaften. Zu Aspekten und Tendenzen in der modernen Kartographie äußert sich auch *Ormeling 1978*.

Als benachbarte *Berufsfelder* kommen in Betracht: Das Vermessungswesen mit Topographie und Photogrammetrie, die raumbezogene Planung, das Unterrichts- und Verlagswesen, die elektronische Datenverarbeitung und das graphische Gewerbe. Darüber hinaus ergeben sich Tätigkeiten in allen Bereichen von Forschung und Praxis, deren Thematik sich zur Anwendung kartographischer Ausdrucksformen eignet.

Über die Abgrenzung der Kartographie, vor allem zu den sog. Mutterwissenschaften Geodäsie und Geographie, finden sich Betrachtungen bei *Finsterwalder 1956, Schmidt-Falkenberg 1964, Arnberger 1970, 1975,*

1976 und Schamp 1979. Die Meinungen über die danach zur Kartographie gehörenden Stoffgebiete (1.3) stimmen heute weitgehend überein. Eine größere Abweichung davon ergibt sich vor allem mit der bei den Vereinten Nationen (*United Nations 1951*) gegebenen Begriffsbestimmung. Danach schließt die Kartographie durch die Formulierung „... and includes every operation from original survey to final printing of maps.“ auch weite Teile der Geodäsie ein. Dem entspricht auch der Aufgabenkatalog der dortigen *Cartographic Section*.

1.3 Einteilung der Kartographie

Diese ist nach verschiedenen Gesichtspunkten möglich:

1. Die vom Standpunkt der Wissenschaftssystematik wichtigste Gliederung ist die nach *Stoffgebieten*. Sie führt zunächst zu der vielfach üblichen Zweiteilung in theoretische und praktische Kartographie. Die *theoretische* Kartographie – vereinzelt auch als *Kartologie* bezeichnet – bezieht sich im Anhalt an die erste Definition der Kartographie in 1.1 vorwiegend auf Entwurf und Gebrauch. Sie umfaßt daher neben den grundlegenden Betrachtungen zum Wesen kartographischer Ausdrucksformen vor allem

- a) Mathematische Kartographie (Kartennetzentwürfe),
- b) Kunde, Aufbereitung und Kritik der Quellen,
- c) Grundlagen und Methoden kartographischer Gestaltung,
- d) Redaktion kartographischer Darstellungen,
- e) Gebrauch kartographischer Darstellungen,
- f) Geschichte der Kartographie.

Die *praktische* oder *angewandte* Kartographie hat ihren Schwerpunkt im Bereich der Herstellung. Sie ist daher vor allem Kartentechnik, die von der Materialkunde bis zum Auflagedruck reicht und dabei alle anzuwendenden Technologien (z. B. Reproduktionstechnik, Automation) einschließt.

Diese Zweiteilung, die etwa in den Begriffen *Wissenschaft* und *Technik* der genannten Definition zum Ausdruck kommt, kann jedoch nicht viel mehr sein als ein stark vereinfachtes Schema. Tatsächlich durchdringen sich Theorie und Praxis in den einzelnen Stoffgebieten in mehr oder weniger starkem Ausmaß. Nach anderen Auffassungen ist es daher zutreffender, eine Zweiteilung in allgemeine und spezielle Kartographie vorzunehmen,

wobei jeder Bereich Theorie und Praxis aufweist. Die *allgemeine* Kartographie besitzt dabei einen mehr fundamentalen Charakter, während die *spezielle* Kartographie sich stärker an den jeweils technischen Möglichkeiten und wirtschaftlichen Erfordernissen orientiert. Schließlich wird vereinzelt im theoretischen Bereich noch unterschieden zwischen der Theorie im engeren Sinne als einem System von Begriffen und Aussagen und der Methodologie als einem System von Regeln (Freitag 1979).

Die Vielfalt solcher Meinungen ist neben persönlichen Standpunkten auch ein Zeichen für den allgemeinen Auffassungswandel und die anhaltende Entwicklung und Veränderung der Kartographie. Im Zusammenhang damit bemühen sich vertiefende Betrachtungsweisen, das Wesen kartographischer Darstellungen noch näher zu ergründen. Eine solche *Metakartographie* widmet sich vor allem den Beziehungen zu Sprache, Raum und Zeit. Weitere Hinweise und Meinungen zum mehr theoretischen Teil der Kartographie finden sich u. a. bei Witt 1977, 1979 und Ogrissek 1980 b. Bei einer von Freitag 1979 entwickelten Dreiteilung in allgemeine, vergleichende und historische Kartographie weist jeder Teil einen theoretischen, methodologischen und praktischen Bereich auf.

Entsprechend der Abgrenzung und Einteilung der Kartographie ergeben sich die Ziele der kartographischen *Forschung*. Dabei ist das Forschungsobjekt die kartographische Darstellung selbst einschließlich der Methoden und Techniken zu ihrer Verwirklichung. Daraus ergeben sich die Schwerpunkte der Forschung heute weltweit auf den Gebieten von Kommunikation und visueller Wahrnehmung, in der Anwendung von Methoden zur Aufbereitung, Verarbeitung und Wiedergabe der Objektinformationen unter Einschluß der Computertechnik und der graphischen Techniken sowie in den Untersuchungen zur Geschichte der Kartographie und einzelner kartographischer Darstellungen.

Der häufig benutzte Begriff *Kartenkunde* erstreckt sich im engeren Sinne auf die oben in a), c) und e) genannten Bereiche, wird aber auch – vor allem in Lehrbüchern – auf andere Stoffgebiete ausgedehnt und schließt dann auch meist die Besprechung bestimmter Karten und Kartenwerke sowie geschichtliche Betrachtungen ein.

2. Die Gliederung nach der *Herkunft* kartographischer Ausdrucksformen führt zur Einteilung in amtliche und private Kartographie.

Die *amtliche* Kartographie wird von öffentlichen Institutionen ausgeübt, die im Rahmen von Gesetzen, Verwaltungsanordnungen oder -vereinbarungen tätig sind. In diesen Bereich fallen die amtlichen topographischen Kartenwerke, die Katasterkarten sowie weitere Karten und Kartenwerke (z. B. Seekarten, Luftverkehrskarten), an deren Vorhandensein aus Gründen der Rechts- und Verkehrssicherheit, der Landesverteidigung, der Verwaltung, Planung usw. ein besonderes öffentliches Interesse besteht.

Die *private (gewerbliche)* Kartographie erfüllt dagegen, von öffentlichen Aufträgen abgesehen, in erster Linie die in der heutigen Zeit rasch wachsenden Bedürfnisse nach Information auf verschiedensten Gebieten. In ihren Bereich gehören vor allem die Atlanten, Schul-, Stadt-, Straßen- und Wanderkarten sowie zahlreiche thematische Karten.

3. Andere Möglichkeiten zur Einteilung der Kartographie entsprechen der Gruppierung der Karten (1.5.6). So ist es z. B. üblich, von topographischer und thematischer Kartographie zu sprechen, aber auch von der Kartographie großer, mittlerer und kleiner Maßstäbe.

1.4 Kartographische Ausdrucksformen als Kommunikationsmittel

Die Vorgänge bei Entstehung und Gebrauch kartographischer Ausdrucksformen lassen sich als Teile spezieller Kommunikationsprozesse auffassen und damit auch durch das Begriffssystem der Kommunikationstheorie beschreiben. Eine solche Betrachtungsweise gestattet es, das allgemeine Kommunikationsprinzip auch in der Kartographie zu erkennen und zugleich die Eigenarten kartographischer Kommunikation wahrzunehmen. Im Zusammenhang damit spielen auch Fragen der Wahrnehmungspsychologie eine zunehmende Rolle (4.2).

1.4.1. Kommunikationsphänomene

Jeder Kommunikationsvorgang läßt sich allgemein durch den Satz „Wer sagt was zu wem mit welcher Wirkung?“ beschreiben.

Zwischen den *Kommunikationsgrößen* oder *Kommunikatoren* (Menschen, Tiere und Automaten) gibt es dabei entweder

- dialogisierende Kommunikation als *wechselseitige*, sich gegenseitig beeinflussende Beziehungen oder
- diagnostische Kommunikation als *einseitige* Erfassung, Beobachtung, Analyse oder Erkenntnis der Außenwelt, wie sie sich für den einzelnen Kommunikator jeweils als Gesamtheit der belebten und unbelebten Umwelt ergibt.

Kommunikation dient der *Informationsübertragung*; ihre Wirkung besteht in dem Einfluß, den die empfangene Information auf den Kommunikator ausübt. Hierbei bedeutet Information soviel wie Nachricht oder Mitteilung.

Die *Informationstheorie* beschreibt den Vorgang der Informationsübertragung durch ein Schema, dessen Begriffe weitgehend der Nachrichtentechnik entstammen. Wie aus Abb. 1

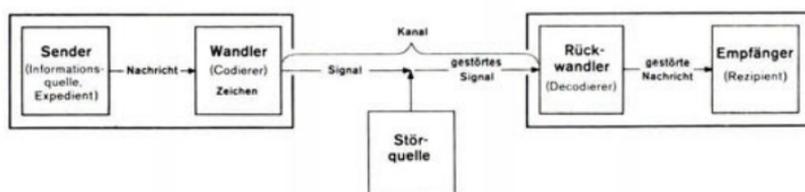


Abb. 1. Schema der Informationsübertragung

hervorgeht, wird ein Kommunikator zum *Sender* (Expedient) und der andere zum *Empfänger* (Rezipient) der Information. Der Inhalt dieser Information wird zunächst beim Sender im Wege der sog. *Codierung* (Verschlüsselung) in bestimmte *Zeichen* (z. B. Buchstaben) umgesetzt. Diese wiederum werden auf einem bestimmten *Kanal* als physikalische *Signale* (z. B. als Schallimpulse) ausgestrahlt und erreichen so den Empfänger. Dort werden sie wieder zu Zeichen zusammengesetzt, die ihrerseits dann im Wege der sog. *Decodierung* (Entschlüsselung) die Nachricht ergeben. Auf den Informationskanal können von außen *Störquellen* (z. B. Lärm) einwirken und die Zeichenbildung und damit auch den Inhalt der Nachricht beim Empfänger beeinflussen.

Aus dieser Beschreibung folgt, daß Informationen stets in codierter Form als Zeichen übertragen werden. Zeichen oder Zeichenfolgen lassen sich demnach auch als Realisationen von Informationsinhalten auffassen. Dabei beschränkt sich der Begriff des Zeichens keineswegs nur auf das, was sich im optischen Wege wahrnehmen läßt. Auch Laute, Gerüche und Berührungen gehören daher zu den Zeichen. Darüber hinaus spricht man von *Zeichensystemen*, wenn aus einem Zeichenvorrat mannigfaltige Kombinationen zusammenhängender Zeichen zu einer Vielzahl von Ausdrucksmöglichkeiten führen.

Die *Zeichentheorie*, die sog. *Semiotik*, befaßt sich als Wissenschaft von den Zeichen und Zeichensystemen mit den Beziehungen der Zeichen untereinander, zu den bezeichneten Objekten und den sie wahrnehmenden Subjekten. Naturgemäß spielt innerhalb der Semiotik das sprachliche Zeichensystem eine zentrale Rolle, da es in den menschlichen Kommunikationsprozessen am häufigsten auftritt.

Kommunikation ist offenbar eine existentielle und soziale Notwendigkeit. Die dabei übertragene Information erhält damit nach einigen Meinungen in der Grundlagenforschung den Wert einer Basisgröße neben Materie und Energie. Innerhalb der Kommunikationstheorie lassen sich Informationstheorie und Zeichentheorie als zwei verschiedene Aspekte auffassen. Die erste ist eine mehr mathematische Betrachtungsweise, die sich z. B. mit der Quantifizierung des Informationsgehalts und der Leistungsfähigkeit von Informationskanälen befaßt. Die zweite betrachtet in einer mehr erkenntnistheoretischen Weise die Zeichen, die die Information repräsentieren.

Das Normblatt DIN 44 300 „Informationsverarbeitung“ gibt folgende Definitionen:

- Zeichen: Ein Element aus einer zur Darstellung von Information vereinbarten endlichen Menge von verschiedenen Elementen. Die Menge wird Zeichenvorrat genannt.
- Signal: Die physikalische Darstellung von Nachrichten oder Daten.
- Daten: Zeichen oder kontinuierliche Funktionen, die zum Zwecke der Verarbeitung Information auf Grund bekannter oder unterstellter Abmachungen darstellen.

Dabei bestehen digitale Daten nur aus Zeichen, analoge Daten nur aus kontinuierlichen Funktionen.

Von besonderer Bedeutung für das Zustandekommen eines wechselseitigen, also dialogisierenden Kommunikationsvorganges ist es, daß die Kommunikatoren über ein bestimmtes gemeinsames Repertoire an Zeichen (Zeichenvorrat) und Zeichenbe-
 deutungen verfügen. Nur dann nämlich ist es dem Empfänger möglich, die Zeichen in ihrer Struktur zu erkennen und die durch die Zeichen codierten Informationen zu gewinnen. Wer z. B. das lateinische Alphabet nicht kennt und/oder die deutsche Sprache nicht beherrscht, wird den Inhalt dieses Buches seinem Sinne nach ohne weitere Hilfe nicht begreifen.

Bei jedem Kommunikationsvorgang ist mit Verfälschungen und Minderungen der Informationen zu rechnen (Abb. 2).

1. Bereits beim Sender können die Informationen über die Wirklichkeit von der Wirklichkeit selbst mehr oder weniger abweichen. Dies folgt daraus, daß von der gesamten Wirklichkeit stets nur Teilmengen erfaßt werden und daß daher gewisse Generalisierungen unvermeidbar sind. Hinzu kommt, daß

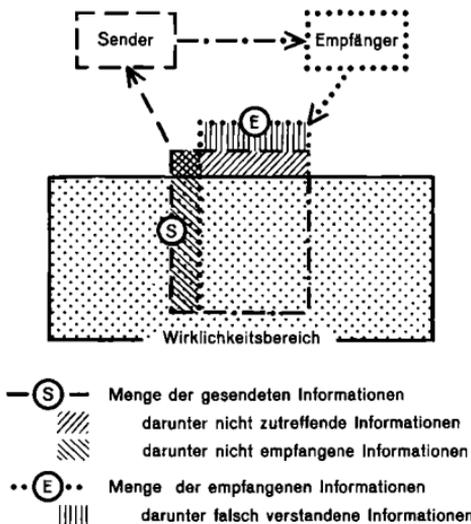


Abb. 2. Informationsverfälschung und -minderung beim Kommunikationsvorgang

- z. B. bei schwierigen fachwissenschaftlichen Erhebungen die Erkenntnisbildung nur im Rahmen des sinnlich und apparativ Wahrnehmbaren sowie des allgemeinen Wissenstandes und Weltbildes möglich ist.
- Die Abweichungen beim Empfänger sind – vom Einfluß äußerer Störungen abgesehen – im wesentlichen Probleme des oben besprochenen Zeichenrepertoires. Dabei werden Teilinformationen nicht aufgenommen oder falsch verstanden.

Auch die kartographische Darstellungsweise, die Kartographik, läßt sich als ein Zeichensystem auffassen. Seine Gesetzmäßigkeiten und Besonderheiten werden in 4.2 näher behandelt.

1.4.2 Das kartographische Kommunikationsnetz

Wendet man die allgemeinen Erkenntnisse über Kommunikation auf die Kartographie an, so ergibt sich ein Netz aus mehreren Kommunikationsvorgängen, wie es Abb. 3 in groben Zügen darstellt. Dabei wird die Umwelt zunächst durch eine weitgehend einseitige diagnostische Kommunikation erfaßt.

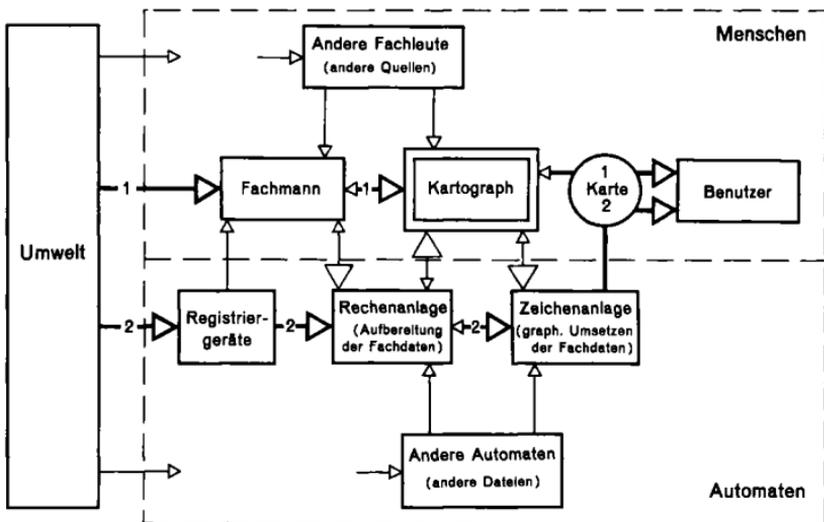


Abb. 3. Das kartographische Kommunikationsnetz

Innerhalb des dargestellten Kommunikationsnetzes liegt der Schwerpunkt kartographischer Aktivitäten rund um den Kartographen mit Einschluß der verwendeten Automaten. Der Kartograph ist einerseits Empfänger, dann aber wieder Sender von Informationen. Im letzteren Falle liegt eine vorwiegend visuelle Kommunikation mit dem Benutzer vor, bei der die *kartographische Ausdrucksform als Kommunikationsmittel*, d. h. als Träger kartographischer Zeichen dient. Eine eingehendere Betrachtung hierzu findet sich bei *Hake 1973*.

In Abb. 3 kennzeichnet die Netzlinie 1 den Ablauf der konventionellen Kartenherstellung wie folgt:

1. Informationsübertragung von der Umwelt zum Fachmann: Die Zeichen der Umwelt, die der Fachmann (z. B. Topograph, Geologe, Planer) auf verschiedenen physikalischen Kanälen als Signale empfängt, werden im Gedächtnis oder als Protokolle, Registrierungen, Karteneintragen usw. gespeichert und zu einer Vorstellung von der Umwelt, meist beschränkt auf die Fachthematik, verarbeitet.

2. Informationsübertragung vom Fachmann zum Kartographen: Die Zeichen des Fachmanns für seine Umweltvorstellung sind in neuen Unterlagen niedergelegt; der Fachmann wird mit diesen zum Sender für den Kartographen. Dieser wiederum verarbeitet die Unterlagen mit dem Ziel, seine aus ihnen gewonnene Umweltvorstellung in eine Kartendarstellung umzusetzen.

3. Informationsübertragung vom Kartographen zum Benutzer: Die Zeichen des Kartographen ergeben in ihrer Gesamtheit die kartographische Ausdrucksform. Der Benutzer als Empfänger verarbeitet die aus seinen Wahrnehmungen gebildeten Informationen zu seiner eigenen Umweltvorstellung. Diese Vorstellung wird mehr oder weniger von der Wirklichkeit abweichen; das Schema in Abb. 2 erläutert die Gründe hierfür.

Dieser zunächst sehr einseitig gerichtete Verlauf der Informationen gilt streng genommen nur dann, wenn der Benutzer auf diesem Wege neue Informationen über die Umwelt erhält. Wird dagegen die kartographische Wiedergabe vorwiegend zu Vergleichen benutzt, so erweitert sich die Informationskette zu einem oder mehreren Regelkreisen. Solche Vergleiche können sich beziehen a) auf die Umwelt selbst (z. B. Geländevergleich), b) auf eine andere kartographische Darstellung und c) auf eine bereits bestehende Vorstellung von der Umwelt. Die Folge solcher Vergleiche könnte darin bestehen, daß der Fachmann neue Sachinformationen

codieren muß, der Kartograph die Kartenzeichen zu ändern hat oder der Benutzer sein Weltbild korrigiert. Schließlich läßt sich das Netz noch erweitern um die vielen und wichtigen Fälle, in denen mehrere Benutzer mit Hilfe der Karte untereinander kommunizieren.

Gegenüber der Netzlinie 1 in Abb. 3 ergeben sich immer weitere Modifikationen, je mehr Geräte zur automatisierten Erfassung, Aufbereitung und Wiedergabe der Daten eingesetzt werden. Schließlich gibt die Netzlinie 2 den vollständigen automatisierten Datenfluß bis zur Karte an. Ein solcher Ablauf läßt sich z. B. heute bereits weitgehend verwirklichen bei der Herstellung von Flurkarten oder topographischen Grundkarten durch Registriertachymetrie oder digitale Luftbildauswertung, von Wetterkarten aus digitalen Wetterdaten oder von Flächendichtekarten aus Datenbanken. Aber auch diese Vorgänge erfordern den Einsatz von Menschen für gedankliche Leistungen (z. B. mathematische Formulierungen von Lösungswegen, Programmierung) und für operationelle Eingriffe (z. B. Gerätebedienung, Transport von Datenträgern). Da ferner die Herstellung und Anwendung neuer Karten auf diesem Wege vielfach überhaupt erst möglich oder sinnvoll wird, dürfte sogar schon deshalb mit einer weiteren Zunahme kartographischer Aktivitäten – auch personell – zu rechnen sein.

Die vorgestellte Betrachtung unter dem Aspekt der Kommunikation mag zunächst den Eindruck erwecken, als handele es sich um eine rein akademische Erörterung bereits bekannter Sachverhalte ohne jeden praktischen Bezug. Tatsächlich ergibt sich jedoch aus dieser Denkweise ein Gewinn in zweifacher Hinsicht:

- Eine solche Betrachtung schärft das Bewußtsein für Wesen und Zweck der kartographischen Ausdrucksform.
- Durch Anwendung allgemeiner Erkenntnisse der Kommunikationswissenschaft (bis hin zur Werbegrphik!) und durch fachspezifische Experimente (z. B. zur Zeichenwahrnehmung, *Vanecek 1980*) ergeben sich weitere Möglichkeiten, die Kartengrphik wirkungsvoller einzusetzen.

Die Einstellung der Kartographie hierzu kommt auch zum Ausdruck in den Tätigkeiten und Veröffentlichungen der Kommission „Kartographische Kommunikation“ der Internationalen Kartographischen Vereinigung. Eine Reihe solcher Publikationen befindet sich im *Internationalen Jahrbuch für Kartographie 18 (1978)* und *19 (1979)*. Mit der Gesamtproblematik befassen sich u. a. *Bollmann 1978, 1980* und *Ucar 1979*.

1.5 Die Karte – Begriffe, Eigenschaften, Gruppierungen

Die weiteren Ausführungen dieses Bandes befassen sich ausschließlich mit der *Karte* als der wichtigsten kartographischen Ausdrucksform. Über die *kartenverwandten Darstellungen* enthält Band II,3 weitere Einzelheiten.

1.5.1 Herkunft und Wandel der Bezeichnungen

Der Name Karte kommt vom lateinischen *charta* (Brief, Urkunde), bürgerte sich jedoch erst im 15. Jahrhundert ein. Bis dahin war die Bezeichnung *mappa* üblich, die im englischen Sprachgebiet noch als *map* für Landkarten erhalten geblieben ist, während mit *chart* ausschließlich Seekarten und Luftfahrtkarten gemeint sind. Vom 15. bis 17. Jahrhundert wurde häufig auch noch die Bezeichnung *Landtafel* bzw. das dieser Bezeichnung entsprechende lateinische Wort *tabula* benutzt. Zum Alter der Begriffe Karte und Kartographie äußert sich eingehend u. a. *Sališček 1979a*.

Die Bezeichnung *Landkarte* im *weiten* Sinne soll die Karte in der hier geltenden Bedeutung sprachlich klarer abgrenzen gegen alle anderen Bedeutungsinhalte des Wortes Karte (z. B. Spielkarte, Fahrkarte usw.). Im *engeren* Sinne versteht man unter Landkarte alle Karten, die im Gegensatz zu den Seekarten ganz oder überwiegend Landflächen darstellen.

1.5.2 Begriff der Karte

Wie zum Begriff „Kartographie“ gibt es auch über die Karte eine Vielzahl von Definitionen. So bezeichnet z. B. das Wörterbuch der *Internationalen Kartographischen Vereinigung 1973* die Karte als „maßstäblich verkleinerte, generalisierte und erläuterte Grundrißdarstellung von Erscheinungen und Sachverhalten der Erde, der anderen Weltkörper und des Weltraumes in einer Ebene“.

Aus den übrigen Definitionen seien einige herausgegriffen. Nach *Finsterwalder 1952* ist die Karte „die möglichst richtige und vollständige, durch Bezeichnungen erläuterte Darstellung der Landschaft in der zweidimensionalen Papierfläche unter Hervorhebung und Zusammenfassung des Wesentlichen. Feinheit der Wiedergabe, zugleich aber auch Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit bei der Herstellung und Vervielfältigung

sind Kennzeichen und Voraussetzung für eine Karte und ein Kartenwerk“. *Imhof 1968* nennt Karten „verkleinerte, vereinfachte, inhaltlich ergänzte und erläuterte Grundrißbilder der Erdoberfläche oder von Teilen derselben“. Schließlich spricht *Krallert 1963* von „verebneten Abbildungen der Erdoberfläche mittels konventioneller Zeichen und darauf beruhende Darstellungen verschiedener Thematik“. Weitere Definitionen hat z. B. *Witt 1979* zusammengestellt.

1.5.3 Bestandteile der Karte

Eine Karte läßt sich sowohl in formaler als auch in sachlicher Hinsicht in verschiedene Bestandteile gliedern:

a) *Formale (äußere) Gliederung* (Abb. 4 a)

1. Das *Kartenfeld* (*Kartenbild*, *Kartenspiegel*) ist die Fläche, in der der Karteninhalt dargestellt ist. Nach der Gestalt des Kartenfeldes unterscheidet man zwischen Rahmenkarten und Inselkarten. Die heutigen Karten sind meist *Rahmenkarten*; ihr Kartenfeld ist von quadratischer, rechteckiger oder trapezartiger Form, wobei die Begrenzungslinien (Kartenschnittlinien, Blatt-schnittlinien) meist durch Linien des Kartennetzes gebildet werden (5.5.1). *Inselkarten* stellen bestimmte topographische oder politische Bereiche ohne ihre Nachbarschaft, also inselartig dar.

Mitunter (z. B. bei Stadtkarten) tritt im Kartenfeld neben der *Hauptkarte* noch eine *Nebenkarte* auf. Diese enthält entweder einen Hauptkartenausschnitt in größerem Maßstab (z. B. Stadtzentrum) oder einen Anschlußbereich, der bei richtiger Lage über das Kartenfeld hinausgehen würde. *Leerflächen* sind Flächen des Kartenfeldes, die keinen Inhalt aufweisen; *Überzeichnungen* sind Inhaltsdarstellungen, die über die Begrenzungslinien des Kartenfeldes hinausgehen. Vereinzelt bei Karten, häufiger bei Kartenausschnitten und -zusammenfügungen fällt der Kartenrahmen ganz oder teilweise fort, und das Kartenfeld reicht ganz oder an einigen Stellen bis an die Blattbegrenzung. Die sonst im Kartenrand anzutreffenden Angaben befinden sich dann in der restlichen Randfläche oder im Kartenfeld.

2. Der *Kartenrahmen* ist eine streifenförmige schmale Fläche zwischen der Kartenschnittlinie (Kartenfeldrandlinie), die das Kartenfeld abgrenzt, und einer äußeren Begrenzungslinie, an der

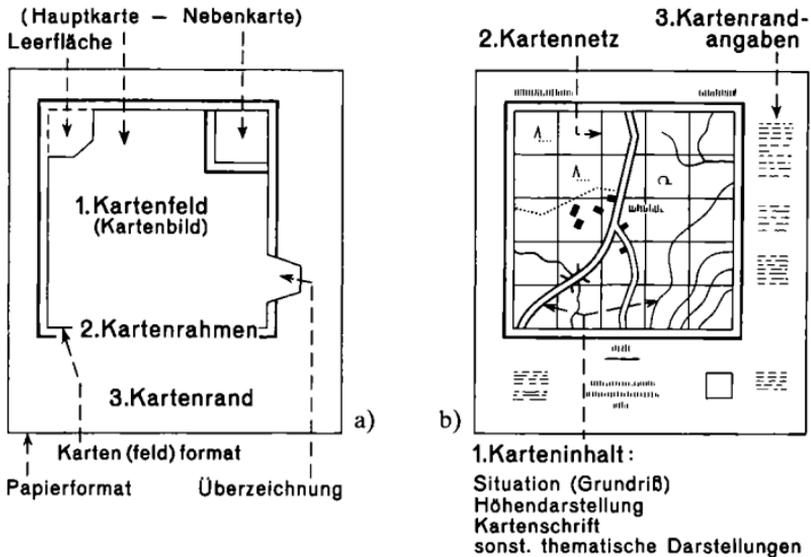


Abb. 4. Bestandteile der Karte

der Kartenrand beginnt. Vereinzelt besteht der Kartenrahmen nur aus einer Begrenzungslinie zwischen Kartenfeld und Kartenrand. Inselkarten gibt es sowohl mit als auch ohne Kartenrahmen.

3. Der *Kartenrand* ist die Kartenfläche außerhalb des Kartenrahmens. Er wird durch das quadratische oder rechteckige *Blattformat* (Papierformat) abgegrenzt.

b) *Sachliche (innere) Gliederung* (Abb. 4b)

1. Der *Karteninhalt* liegt innerhalb des Kartenfeldes und ist

- im engeren Sinne die Gesamtheit der graphischen Strukturen, d. h. der Zeichen im Sinne von 1.4,
- im weiteren Sinne die Gesamtheit der Informationen, für die diese Zeichen stehen (Kartenthema).

Er besteht aus der Situation (Grundriß), Höhendarstellung, Schrift und solchen thematischen Angaben, die sich nicht den anderen Teilen des Karteninhalts zuordnen lassen (z. B. Diagramme). Karten ohne Schrift gelten als *stumme* Karten (z. B. die

sog. Fragekarten oder Lernkarten des Unterrichts, oft in der Form der Umrißkarte).

2. Das *Kartennetz* stellt bestimmte Linien des geodätischen oder geographischen Koordinatennetzes in der Kartenebene dar und ermöglicht damit die geometrisch einwandfreie Darstellung des Karteninhalts. Ist das Kartennetz nicht dargestellt, so liegt in den meisten Fällen wenigstens dem Entwurf oder der Vorlage ein Kartennetz zugrunde. Karten, die ein Kartennetz, aber keinen Karteninhalt aufweisen, gelten als *Leerkarten*.

3. Die *Kartenrandangaben* umfassen alle textlichen und graphischen Darstellungen im Kartenrand (z. B. Maßstab, Zeichenklärung), aber auch im Kartenrahmen (z. B. Koordinatenwerte, Anschlußhinweise). Nebenkarten im Kartenrand werden auch als *Beikarten* bezeichnet.

1.5.4 Erscheinungsformen der Karte

Als *Kartenwerk* (z. B. topographisches Kartenwerk, Flurkartenwerk) bezeichnet man die Gesamtheit der Karten, die auf einer systematischen Grundlage von Kartennetz, Blattschnitt und -bezeichnung in einheitlicher Gestaltung und meist in gleichem Maßstab ein bestimmtes Gebiet (z. B. den Bereich eines Staates) lückenlos überdecken. Das einzelne Stück daraus ist das *Karten-* oder *Einzelblatt*.

Als *Atlas* gilt die systematische, meist buchförmig gebundene Sammlung von Karten ausgewählter Maßstäbe für ein bestimmtes Gebiet (z. B. Weltatlas, Nationalatlas), zur Darstellung besonderer Themen (z. B. Klimaatlas, Seuchenatlas) oder typischer topographischer Erscheinungen (z. B. topographischer Atlas, Luftbildatlas). Näheres siehe Band II,2.

Wandkarten sind Karten sehr großen Formats und relativ grober graphischer Gestaltung, um bei Unterricht und Vortrag die Lesbarkeit auch bei größerem Betrachtungsabstand zu ermöglichen. Im Gegensatz dazu bezeichnet man auch Karten des üblichen, handlichen Formats als *Handkarten*. *Textkarten* sind kleinformatige, meist einfarbige Karten im Zuge fachwissenschaftlicher Texte, von Pressemeldungen usw.

Über Rahmenkarten, Inselkarten, Hauptkarten, Nebenkarten, stumme Karten sowie Umriß-, Leer- und Beikarten siehe 1.5.3.

Deckblattkarten, auch *Oleatenkarten* genannt, sind Karten auf durchsichtiger Folie. Sie lassen sich über anderen Karten einpassen und gestatten damit die Zusammenschau verschiedener Darstellungen (graphische Addition) für Sach- oder Zeitvergleiche, für kartometrische Arbeiten oder zur Orientierung. In besonderen Fällen enthalten sie Angaben über inzwischen eingetretene oder über geplante Veränderungen.

Blindenkarten (tactual maps) enthalten erhabene Punkt- und Linienelemente sowie Blindenschrift zum Abtasten.

Der Begriff *Plan* wird noch sehr unterschiedlich benutzt:

1. Die überlieferte Auffassung versteht darunter eine geometrisch exakte, aber kartographisch einfach gestaltete Kartierung in sehr großen Maßstäben (z. B. Katasterplan 1: 1000).
2. Dagegen gilt als Plan häufig auch eine Karte, die vorwiegend der Übersicht dienen soll und daher ihrem Maßstab entsprechend geometrisch und inhaltlich stärker vereinfacht ist (z. B. Stadtplan).
3. Als Plan gilt mitunter auch eine Karte, die nur einen Teil der endgültigen Darstellung enthält (z. B. Lageplan).
4. In neuerer Zeit bezieht man den Begriff Plan im Sinne von „Planung“ immer mehr auf die Darstellung eines künftigen Vorhabens (z. B. Bbauungsplan, Regionalplan), unter anderem auch im Rahmen gesetzlicher Formulierungen. Ein solcher Plan besteht in vielen Fällen aus dem Kartenteil und einem vorgeschriebenen Textteil.

Als *Arbeitskarten* gelten 1) Karten, die für bestimmte Eintragungen bereitgehalten werden (mitunter in der einfachen Form der *Umrißkarte*), aber auch 2) solche Karten, in denen erstmalig (und evtl. nur vorläufig) die Ergebnisse von Vermessungen oder thematischen Aufnahmen dargestellt sind.

Unter *Kartogramm* versteht man 1) die Darstellung eines Zahlenwertes je Bezugsfläche (z. B. Bevölkerungsdichte) oder 2) eine topographisch nicht exakte, mehr schematische Darstellung von

Raumbezügen, evtl. auch auf der Grundlage themenbezogener, nicht geometrischer Maßstäbe.

Eine *Kartenskizze* ist eine einfache kartographische Darstellung, die weder geometrisch noch graphisch exakt ist. Wird sie örtlich nach einfachen Messungen oder Schätzungen gefertigt, so bezeichnet man sie auch als *Geländeskizze*.

Die im angloamerikanischen Sprachgebiet übliche Bezeichnung *mental map* (Gould/White 1974) meint die gedanklichen und visuellen Vorstellungen, die Menschen in Form einer Karte von bestimmten geographischen Bereichen haben. Diese lassen sich als Kartenskizze abfragen und gestatten Rückschlüsse auf Bildungsstand, räumliches Vorstellungsvermögen, Erfahrungen und Gewohnheiten.

Nach der zeitlichen Einstufung liegen *alte Karten* oder *Karten aus früherer Zeit* dann vor, wenn sie ein gewisses Alter erreicht haben und nicht mehr bearbeitet werden oder bereits durch neuere Karten in anderer Darstellungsweise ersetzt wurden. Dagegen sollten als *historische Karten* nur solche Karten gelten, die geschichtliche Themen behandeln.

Luftbildkarten (*Photokarten*) entstehen auf der Grundlage entzerrter Luftbilder, die mit kartographischen Gestaltungsmitteln ergänzt werden. Dabei liegen *Orthophotokarten* vor, wenn die Entzerrung wegen der Höhenunterschiede im Gelände durch Orthoprojektion, d. h. differentiell, entstanden ist (2.1.4.2 und Bd. II, 3.1). Zur Unterscheidung von solchen Karten bezeichnet man die anderen Karten häufig als *Strichkarten*.

Die Bezeichnung als *Computerkarte* wird benutzt 1) in sehr allgemeiner und relativ unscharfer Weise für alle Karten, die mit Geräten der elektronischen Datenverarbeitung entstehen oder 2) nur für Karten, die mit Hilfe eines sonst für alphanumerische Ausgaben verwendeten Zeilendruckers erzeugt werden (*Zeilendruckerkarten*, *Printerkarten*).

Im Zusammenhang mit der kartographischen Anwendung der Computertechnik steht auch die *digitale Karte*. Diese sprachlogisch unbefriedigende Bezeichnung meint den auf einem Speichermedium befindlichen digitalen und damit maßstabsunab-

hängigen Datenbestand, der für eine Umwandlung in analoge Kartendaten jederzeit verfügbar ist. Zutreffender ist daher die Benennung dieses Bestandes als *digitales Modell*, *digital gespeicherte Karte* oder *latente Karte*. Näheres siehe 2.2.2.5 und Band II, 5.

Eine Klassifizierung der Karten als *real map* oder verschiedener Typen der *virtual map* nach den Merkmalen „bildhaft oder nicht“ und „materiell oder nicht“ stammt von *Moellering 1980*.

1.5.5 Eigenschaften der Karte

Die Eigenschaften der Karte lassen sich beschreiben durch die Merkmale, in denen sie sich von anderen Kommunikationsmitteln unterscheidet. Dies gelingt am einfachsten durch eine Analyse der in 1.5.2 gegebenen Definition für den Begriff der Karte. In den Abschnitten 1.5.5.1 bis 1.5.5.3 wird daher jeweils auf Teile dieser Definition Bezug genommen.

Eckert 1921 fordert von der Karte, daß sie richtig, vollständig, zweckentsprechend, klar und verständlich, lesbar und schön sein soll. Diese Forderungen lassen sich gleichfalls als notwendige Eigenschaften erläutern. Sie sind jedoch der Eigenart und dem Maßstab der einzelnen Karte entsprechend auszulegen.

1.5.5.1 Kartenmaßstab

Karten sind „maßstäblich verkleinerte . . . Grundrißdarstellungen . . .“ und beruhen daher – im Gegensatz zu den originalen Bildern der Künstler und Photographen – auf einfachen und meist eindeutigen geometrischen Beziehungen.

Als Kartenmaßstab gilt das *lineare* Verkleinerungs- oder Verjüngungsverhältnis der Karte gegenüber der Natur (Längenmaßstab). Aus dem Vergleich einer Kartenstrecke s' mit der ihr entsprechenden Naturstrecke s ergibt sich der *Maßstab* zu $M = s' : s$ oder in anderer Schreibweise zu $M = s'/s$. Streng genommen handelt es sich bei der Naturstrecke s stets um den auf Meereshöhe reduzierten horizontalen Anteil der räumlichen Entfernung zwischen zwei Punkten. Nur dann nämlich ist eine widerspruchsfreie grundrißliche Darstellung möglich.

Anstelle der Maßstabsangabe $M = s'/s$ für den Einzelfall eines Streckenvergleichs erhält man eine allgemeine normierte Aussage, wenn man im Zähler statt der variablen Größe s' die Längeneinheit 1 einführt. Das entspricht einer Kürzung des Bruches s'/s durch s' , und man erhält

$$M = \frac{1}{\frac{s}{s'}}$$

Wird $\frac{s}{s'} = m$ gesetzt, so ergibt sich mit

$$M = 1 : m$$

die übliche Form der Angabe des *numerischen* Kartenmaßstabes. Sie besagt, daß einer Längeneinheit in der Karte m Einheiten in der Natur entsprechen. Dabei wird m als *Maßstabszahl* oder *Maßstabsfaktor*, seltener als *Modul* bezeichnet.

Die *Umrechnung von Kartenmaßen in Naturmaße* und umgekehrt läßt sich mit Hilfe der Formeln $s = m \cdot s'$ und $s' = s : m$ leicht durchführen. Auf einigen Kartenwerken ist neben dem numerischen Kartenmaßstab zusätzlich angegeben, welcher Kartenstrecke in cm die Naturstrecke von 1 km entspricht, z. B. „1 : 25 000 (4 cm der Karte = 1 km der Natur)“.

Die Kartenmaßstäbe beruhen allgemein auf runden Maßstabszahlen, z. B. 1 : 25 000, 1 : 100 000 usw. Unrunde Maßstabsangaben ergeben sich aus nichtmetrischen Maßsystemen. So liegt z. B. der britischen Karte 1 : 63 360 das Verhältnis 1 Zoll (inch) zu 1 Meile (mile) zugrunde; damit ergibt sich (siehe 2.1.2.1) $1 : (12 \cdot 5280) = 1 : 63 360$. Die alten hannoverschen Separationskarten, die später zum Teil auch noch bei der Aufstellung des Grundsteuerkatasters als Grundlagen dienten, besaßen vielfach einen Maßstab von 1,5 Fuß zu 200 Ruten. Bei 1 Rute = 16 Fuß ergibt sich $1,5 : (16 \cdot 200) = 1 : 2 133,3$.

Der Maßstab einer Karte ist streng genommen innerhalb des Kartenfeldes nicht konstant, da es theoretisch keine vollständig längentreue Abbildung der definierten Erdoberfläche geben kann (3.1.3.3). In Karten größerer Maßstäbe wirkt sich dies jedoch praktisch nicht aus. Bei kleinmaßstäbigen Karten, die große Teile der Erdoberfläche darstellen, treten dagegen relativ große Längenverzerrungen auf. Dann wird entweder der Maßstab der längentreuen Bereiche, ein Maßstabsdiagramm, der Mittelpunktmaßstab oder ein Durchschnittswert angegeben.

Die von *Eckert 1921* erhobene Forderung nach *Richtigkeit* der Karte (1.5.5) ist in geometrischer und graphischer Hinsicht abhängig von a) der geodätischen Grundlage, b) der topographischen Vermessung und thematischen Aufnahme, c) der Wahl des Netzentwurfes, d) der Kartierung und Zeichnung und e) dem Vervielfältigungsverfahren.

Setzt man in die Formel $M = 1 : m$ Zahlenwerte für m ein, so wird der Betrag von M um so größer, je kleiner m ist. Dementsprechend spricht man von *großen* Maßstäben (bzw. großmaßstäbigen Karten) bei relativ kleinen Maßstabszahlen; umgekehrt bezeichnet man als *kleine* Maßstäbe (bzw. kleinmaßstäbige Karten) solche mit relativ großen Maßstabszahlen.

Neben dem numerischen Kartenmaßstab enthalten Karten meist auch einen *graphischen* Maßstab. Dieser hat die Form einer *Maßstabsleiste* (*Maßstabsskala*), mit deren Hilfe Abgriffe und Vergleiche möglich sind. In topographischen Karten findet man oft einen *Schrittmaßstab*. Der früher bei Karten größerer Maßstäbe übliche *Transversalmaßstab* ist heute kaum noch anzutreffen. Als graphischer Kartenmaßstab eignet sich auch das dargestellte Kartennetz. Einfach gestaltete Karten enthalten oft nur eine Maßstabsleiste.

Der Vorteil graphischer Maßstäbe ergibt sich, wenn z. B. bei einer auf Papier gedruckten Karte durch Schwankungen der Luftfeuchtigkeit Dimensionsänderungen auftreten. Da der graphische Maßstab die Längenänderungen mitmacht, kann man ihn direkt und relativ zuverlässig zur Längenbestimmung heranziehen (Bd. II,6). Man erhält ferner den tatsächlichen mittleren Maßstab einer solchen Karte, wenn man für das Kartennetz oder die Maßstabsleiste die Istwerte dem Soll gegenüberstellt.

Zum *Flächenverhältnis* zwischen Natur und Karte führt folgende Überlegung: Eine beliebig begrenzte Fläche kann man sich in ein Rechteck mit den Seiten a und b verwandelt denken. Die Naturlängen der Rechteckseiten ergeben sich aus den Kartenlängen zu $a = m \cdot a'$ bzw. $b = m \cdot b'$; die Naturfläche des Rechteckes ist

$$F = a \cdot b = m \cdot a' \cdot m \cdot b'.$$

Da das Produkt $a' b'$ die Kartenfläche F' darstellt, ist

$$F = F' \cdot m^2,$$

d. h., die Naturfläche ist gleich Kartenfläche mal Maßstabsfaktor zum Quadrat. Umgekehrt ist $F' = F : m^2$.

Die *Umrechnung zwischen verschiedenen Maßstäben* gestaltet sich wie folgt: Im Kartenmaßstab $M_1 = 1 : m_1$ entspricht der Naturstrecke s die Kartenstrecke $s'_1 = s : m_1$, im Maßstab $M_2 = 1 : m_2$ entspricht derselben Strecke s eine Kartenstrecke $s'_2 = s : m_2$. Daraus folgt das Verhältnis

$$s'_1 : s'_2 = m_2 : m_1,$$

d. h. Kartenlängen in verschiedenen Maßstäben verhalten sich umgekehrt wie die entsprechenden Maßstabszahlen. Analog ergibt sich für die Flächen

$$F'_1 : F'_2 = m_2^2 : m_1^2,$$

d. h., Kartenflächen in verschiedenen Maßstäben verhalten sich umgekehrt wie die Quadrate der entsprechenden Maßstabszahlen.

Der erhebliche Verlust an Zeichenfläche, der damit beim Übergang von einer Karte größeren Maßstabs in eine solche kleineren Maßstabs eintritt, ist die Hauptursache für die bei der Kartengestaltung (4.4) auftretenden Probleme. So geht z. B. bei der Ableitung einer Karte 1 : 100 000 aus einer Karte 1 : 25 000 die Darstellungsfläche auf 1/16 ihrer ursprünglichen Größe zurück.

Als *Maßstabsfolge* bezeichnet Freitag 1962 den Fall, bei dem die Maßstabszahlen verschiedener Karten durch einen einfachen Faktor (z. B. 2) oder eine festgelegte Folge von Faktoren miteinander verbunden sind. Dagegen liegt eine *Maßstabsreihe* vor, wenn verschiedene Faktoren ohne Regelmäßigkeit auftreten. Häufig werden jedoch beide Begriffe als Synonyme angesehen. Die Wahl einer Maßstabsfolge spielt eine wichtige Rolle in der Atlaskartographie und in der amtlichen Kartographie.

Die manuelle Herstellung von Karten findet mitunter in einem besonderen *Arbeitsmaßstab* statt, der gewöhnlich größer ist als der endgültige *Originalmaßstab*. Durch die anschließende Verkleinerung lassen sich dann die geometrischen und graphischen Ungenauigkeiten soweit reduzieren, daß sie kaum noch wahrnehmbar sind.

Neben dem graphischen Längenmaßstab können in Karten noch zwei weitere Arten graphischer Maßstäbe auftreten:

1. Der *Neigungsmaßstab* (*Böschungsdigramm*) erleichtert die Bestimmung des Geländeneigungswinkels aus den Höhenlinien topographischer Karten (Bd. II,6).

2. Der *Wertmaßstab* (*Signaturenmaßstab*) gestattet die Entnahme quantitativer Angaben aus thematischen Karten mit Hilfe von Diagrammen oder Wertskalen (Bd. II,1).

1.5.5.2 Die Karte als Konfiguration

Die Karte kann nur solche Teile der Wirklichkeit darstellen, die einen Raumbezug besitzen, eignet sich also nicht zur Wiedergabe von räumlich nicht fixierbaren Sachverhalten wie z. B. Formeln, Empfindungen oder Kunstwerken.

Die Informationstheorie unterscheidet zwischen räumlichen und zeitlichen Folgen physikalischer Signale. Die räumliche Folge, die *Konfiguration*, ist an Ortskoordinaten, nicht aber an die Zeitkoordinate gebunden. Dagegen hängt die zeitliche Folge, der *Vorgang* (die Sequenz), nur von der Zeitkoordinate ab wie z. B. Sprache und Musik.

Da die Karte als „... Grundrißdarstellung . . . in einer Ebene“ definiert ist, läßt sie sich als zweidimensionale Konfiguration auffassen. Bei ihrem Gebrauch treten allerdings sowohl konfigurative wie sequentielle Wahrnehmungen auf. Dabei liefert die Konfiguration einen besonders hohen Grad von Anschaulichkeit und spontanen Erkennens in bezug auf räumliche Beziehungen im Vergleich zur Beschreibung durch Text, Tabellen usw.

Die Karte als Konfiguration läßt sich allgemein wie folgt beschreiben:

- Sie ist ein hervorragendes *Informationsmittel* über räumliche Beziehungen.
- Sie ist zugleich ein *Informationsspeicher*, der jedoch wegen der Eigenarten der Kartengraphik im Vergleich zu anderen Konfigurationen (z. B. Luftbild, Mikrofilm) eine relativ geringe Speicherkapazität je Flächeneinheit besitzt.

1.5.5.3 Die Karte als Modell

Modelle sind Arbeitsmittel der Wissenschaft, aber auch Gebilde der täglichen Kommunikation. Sie ermöglichen es, die zunächst regellose Fülle der Umweltinformationen durch Ordnung und Reduktion faßbar zu machen. Aufbauend auf dem jeweiligen Erkenntnisstand sind Modelle mehr oder weniger gute Annähe-

rungen an die Wirklichkeit oder Teile davon. Durch Ansatz mathematischer Beziehungen, graphischer Darstellungen, verbaler Formulierungen, körperlicher Nachbildungen usw. machen sie die Wirklichkeit in ihren Merkmalen erst begreifbar oder leichter verständlich. Diese Modellbildung, die mehr oder weniger fachbezogen sein kann, ist nach ihrem Wesen eine Verallgemeinerung (Generalisierung).

Auch die Karte läßt sich unter diese allgemeinen Betrachtungen einordnen: „Jedes Kartenzeichnen ist ein Generalisieren“ (*Imhof 1965*). Die Begriffsbestimmung der Karte (1.5.2) als „... generalisierte und erläuterte Grundrißdarstellung von Erscheinungen und Sachverhalten ...“ bringt ihren Modellcharakter zum Ausdruck. Die Karte entsteht jedoch nicht unmittelbar nach der Wirklichkeit. Vielmehr bildet zunächst der jeweilige Fachmann (z. B. Topograph, Geologe, Sozialgeograph) aus den von ihm erfaßten Informationen ein Primärmodell der Umwelt. Der Fachmann informiert den Kartographen über dieses Modell; damit wird die Karte ein *Sekundärmodell* der Wirklichkeit. Der Benutzer der Karte bildet sich daraus sein tertiäres Modell der Umwelt (*Hake 1974*).

Die Theorie der Modellbildung unterscheidet nach steigendem Abstraktionsgrad zwischen ikonischen (z. B. Bilder), analogen (z. B. Nachbildungen) und symbolischen (z. B. Formeln) Modellen. Soweit die Karte wegen ihrer spezifischen Kartengraphik in bezug auf die dargestellten Objekte symbolhaft ist, kann man sie als Symbolmodell auffassen. Da die Karte Objektzusammenhänge und damit räumliche Strukturen erkennbar macht, ist sie insoweit auch ein Strukturmodell. Schließlich ist die Karte nach ihrer Erscheinungsform ein graphisches Modell. Dieses kann jedoch aus einem digitalen Modell (z. B. Datenbank) entstanden sein.

Hinsichtlich ihrer Bestandteile kann die Karte noch unterschiedlichen Modellcharakter aufweisen: Die Darstellung des Kartennetzes, einer Planung oder eines Geoids ist eine theoretische Konstruktion und damit ein deduktives Modell. Dagegen ergibt die graphische Umsetzung lokaler Informationen wie Topographie, Bodenarten, Bevölkerungsstruktur ein ortsgebundenes Abbildungsmodell; soweit dieses jedoch typische allgemeingültige Aussagen enthält (z. B. zur Küstenform), ist es auch ein induktives Modell. Weitere Betrachtungen zur Karte als Modell finden sich u. a. bei *Board 1967*, *Papay 1972* und *Witt 1979*.

Auch einige von *Eckert 1921* genannten Forderungen an die Karte (1.5.5) lassen sich mit dem Modellbegriff erläutern. So bezieht sich die Forderung nach *Richtigkeit* auch auf die qualitative und quantitative Richtigkeit der Objektinformationen (z. B. die richtige Angabe von Nutzungsarten, Wegeklassen; Temperaturen, Transportmengen) mit Einschluß der graphisch zutreffenden Wiedergabe. Mit kleiner werdendem Maßstab nimmt auch die Detailrichtigkeit ab (4.4). Die Forderung nach *Vollständigkeit* kann selbstverständlich nicht bedeuten, daß überhaupt alle erfaßbaren Objekte wiedergegeben sind. Die Karte soll vielmehr die Objekte vollständig enthalten, die nach bestimmten Auswahlregeln in Betracht kommen. Eine solche *relative* Vollständigkeit hängt natürlich sehr stark vom Maßstab ab, denn je kleiner der Maßstab, desto weniger Einzelheiten lassen sich darstellen. Schließlich wird die Vollständigkeit auch durch die ständigen Veränderungen beeinflusst, die sich durch Naturkräfte und menschliche Eingriffe ergeben. Als letztes bestimmt der *Zweck* der Karte sehr stark die Wahl des Maßstabs, des Netzentwurfs, der Inhaltsgestaltung, der Abgrenzung und des Formats. Er ist damit von entscheidendem Einfluß auf Form und Inhalt der Modellbildung.

Der Grad der Übereinstimmung zwischen Karten als Modellen und der Wirklichkeit kann durch mehrere Umstände beeinträchtigt sein:

- a) Der Erkenntnisstand zur sachgerechten Wirklichkeitserfassung und deren Auswertung ist nicht ausreichend (Fachproblem).
- b) Die kartographische Darstellung ist sachlich und/oder graphisch unzulänglich (kartographisches Problem).
- c) Die visuelle Wahrnehmung ist erschwert und führt zu falscher oder reduzierter Auswertung (z. B. schlechtes Licht, vermindertes Sehvermögen: Störproblem).
- d) Das Eigenrepertoire des Kartenbenutzers reicht für die Auswertung der Karte nicht aus (Bildungsproblem).
- e) In der zwischen Erfassung und Auswertung liegenden Zeit hat sich die Wirklichkeit teilweise verändert (Aktualitätsproblem).
- f) Bei den Informationsübertragungen fehlt das Bemühen um Wahrhaftigkeit (Karte als Lüge, z. B. bei historischen Fälschungen: ethisches Problem).

Die Konsequenzen daraus liegen für die Kartographie bei b) in intensiven Anstrengungen in Forschung und Praxis, bei d) in dem Bemühen um Schulung im Kartenlesen und bei e) in einer möglichst kurzfristigen Fortführung der Karten.