

Institut für Geographie
Abteilung Geoinformatik

**Zeichenorientierte Landschaftsmodelle aus graphikfreien
Landschaftsmodellen für Anwendungen im Hochwasserschutz**

Dissertation

zur Erlangung des akademischen Grades
,doctor rerum naturalium'
(Dr. rer. nat.)

in der Wissenschaftsdisziplin
,Geofernerkundung, Kartographie, Geoinformatik'

eingereicht an der
Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Universität Potsdam

von
Julia Siemer

Potsdam, den 11.10.2004

Dank

Hiermit möchte ich mich für die Unterstützung während der Arbeit bei Prof. Dr. H. Asche (Universität Potsdam) und Herrn Dr. E. Seyfert (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg) bedanken, die jederzeit für Diskussionen zur Verfügung standen.

Zudem danke ich Prof. Dr. F. Ormeling (Universität Utrecht) für die Übernahme des dritten Gutachtens.

Den Mitarbeitern des Amtes für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree, des Innenministeriums Brandenburg, des Landesumweltamtes Brandenburg, des Landesbetriebes für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Halle/Saale) und des Umweltamtes der Stadt Dresden danke ich für die Bereitstellung von Daten und Informationen zum Hochwasserschutz sowie die fachliche Beurteilung der Arbeitsergebnisse.

Nicht zuletzt möchte ich Dr. Anja Wagner, Dipl.-Geogr. Jan-Arne Schwarz, Dipl.-Geogr. Tobia Lakes und Mag. Rixta Wundrak dafür danken, dass sie durch viele nützliche Hinweise und konstruktive Kritik zum Gelingen der Arbeit beitrugen.

Kurzfassung

Die Hochwasserereignisse der letzten Jahre haben Mängel bei der schnellen Verfügbarkeit des klassischen Darstellungs-, Entscheidungs- und Analyseinstruments Karte offenbart. Die Erfahrungen von 1997 und 2002 verdeutlichen, dass eine homogene digitale Datengrundlage, die neben rein topographischen zusätzlich auch fachspezifische Informationen des Hochwasserschutzes enthält, für eine effektive Bekämpfung solcher Ereignisse notwendig ist.

Mit den Daten des ‚Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems‘ (ATKIS) liegen topographische Basisdaten in grafikfreier Form als digitales Landschaftsmodell (DLM) flächendeckend für die Bundesrepublik vor. Anhand der exemplarischen Ableitung von nutzerorientierten Kartenmodellen aus diesen grafikfreien Daten wurde deren Eignung für den besonderen Verwendungszweck im Rahmen eines Hochwasserschutz-Informationssystems überprüft. Als Anwendungsbeispiel wurde das Gebiet der Ziltendorfer Niederung, die während des Oder-Hochwassers 1997 überflutet wurde, gewählt.

In Expertengesprächen wurden zunächst Inhalte identifiziert, die für einen wirksamen Hochwasserschutz Relevanz besitzen; diese Inhalte wurden anschließend analog zum ATKIS-Systemdesign strukturiert und als Objekte eines separaten Objektbereichs im digitalen Fachmodell (DFM) erfasst.

Bei der Ableitung von (Bildschirm-) Karten aus den grafikfreien Daten wurden jeweils unterschiedliche Kriterien für die Basiskarte und die Fachinhalte berücksichtigt. Dabei wurden verschiedene kartographische Regeln und Gesetze mit dem Ziel der prägnanten Visualisierung und damit der eindeutigen Lesbarkeit der Karten angewendet. Beispielfhaft sei hier die Schaffung einer visuellen Hierarchie zwischen Basiskarte und Fachinhalten genannt. Die besonderen Nutzungsbedingungen von Karten im Einsatzfall erfordern u.a., dass die Karten auch von Personen, die nur über geringe oder keine Erfahrung im Umgang mit Karten verfügen, schnell und einfach zu lesen sind, um so eine sichere Informationsvermittlung zu gewährleisten. Voraussetzung dafür ist einerseits die Beschränkung auf die Darstellung der wesentlichen Inhalte, andererseits die Verwendung leicht lesbarer Kartenzeichen. Aus diesem Grund wurden einheitliche Kartenzeichen zur Darstellung der Fachinhalte entwickelt, die entweder aus allgemein bekannten Symbolen, aus den im Katastrophenschutz üblicherweise verwendeten sog. taktischen Zeichen oder aus Fachzeichen des Hochwasserschutzes abgeleitet wurden.

Die entwickelten Kartenmodelle wurden abschließend in qualitativen Experteninterviews in Bezug auf ihre Qualität und Verwendbarkeit im Hochwasserschutz geprüft. Die Auswertung der Interviews ergab eine insgesamt positive Beurteilung der Karten für den Einsatz in Hochwasserschutz-Informationssystemen. Damit leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Entwicklung von (Bildschirm-) Karten zur Unterstützung bei der Entscheidungsfindung im Katastrophenmanagement.

Abstract

The flooding events of recent years have revealed shortcomings concerning the speedy availability of traditional presentation, decision-making and analysis instrument maps. The experiences of 1997 and 2002 show that a homogenous digital dataset comprising relevant information on flood control measures as well as purely topographical information is essential to effectively combat such events.

Data from the official cartographic and topographic information system (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem - ATKIS) provide basic non-graphic topographic data as digital landscape models (DLM) for the whole of the Federal Republic of Germany. By means of the exemplary derivation of user-oriented map models from these non-graphic data, their suitability for deployment in the context of a flood protection information system was verified. The Ziltendorfer Niederung area, which was flooded by the Oder in 1997, was chosen as an example.

First of all, in expert interviews subject matter that was relevant for effective flood control was identified. This subject matter was then structured analogous to the ATKIS system design and recorded in the digital thematic model (DFM).

Different respective criteria for the basis map and specialist content were taken into account with the derivation of (screen) maps from the non-graphic data. Thereby the different cartographic rules and guidelines were used with the aim of succinct visualisation and thus clear readability of the maps. The creation of a visual hierarchy between the components basis map and specialist content is cited as exemplary here.

Maps also sometimes need to be read quickly and easily by persons who have little or no knowledge of how to do this in order to assure reliable communication of information. This is conditional on the one hand on the presentation of the intrinsic content, and on the other the use of easily readable conventional map signs. For this reason standard conventional signs for the presentation of specialist content were developed that were either derived from commonly known symbols, from so-called tactical signs commonly used in disaster control, or from specialist signs from flood control.

The developed map model was finally verified with respect to its quality and usability in flood control. Evaluation of the interviews showed an overall positive assessment of the maps for use in flood protection information systems. This paper thus contributes to the development of (screen) maps to support the decision-making processes of disaster management.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	iii
Tabellenverzeichnis.....	iv
Abkürzungsverzeichnis	vi
1 Einleitung.....	1
1.1 Ziel der Arbeit.....	4
1.2 Gliederung der Arbeit.....	6
1.3 Modelltheorie in der Kartographie.....	8
1.4 Kartenmodelle im Katastrophenmanagement.....	12
2 Graphikfreie Landschaftsmodelle.....	15
2.1 Geobasisdaten.....	15
2.2 Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS).....	16
2.2.1 Aufbau und Inhalt von ATKIS.....	17
2.2.2 Inhalt des digitalen Basis-Landschaftsmodells in ATKIS.....	19
2.2.3 Der ATKIS-Objektartenkatalog.....	21
2.3 Fachinformationssysteme.....	22
2.4 Zusammenfassung.....	25
3 Zeichenorientierte Landschaftsmodelle	27
3.1 Digitale kartographische Modelle.....	27
3.2 Digitale kartographische Modelle in ATKIS	29
3.3 Informationstheorie	30
3.4 Zeichentheorie.....	31
3.5 Kartenzeichen.....	32
3.5.1 Visuelle Variablen bei der Signaturengestaltung	34
3.5.2 Graphische Strukturierung kartographischer Modelle.....	35
3.5.3 Graphische Mindestdimensionen.....	39
3.6 Zusammenfassung.....	40
4 Kommunikation und Nutzung zeichenorientierter Landschaftsmodelle	41
4.1 Kartographische Kommunikation.....	41
4.2 Modelle der kartographischen Kommunikation	43
4.3 Kognitive Karten.....	48
4.4 Kartennutzung.....	52
4.5 Überprüfung nutzerspezifischer Tertiärmodelle.....	53
4.6 Zusammenfassung.....	55

5	Digitales Fachmodell für den Hochwasserschutz	57
5.1	Topographische Geobasisdaten	57
5.2	Basiskarten thematischer Karten	59
5.3	Basiskarteninhalte für das Hochwasserschutz-Informationssystem der Ziltendorfer Niederung (HOWIS)	61
5.4	Integration von Fachdaten in ATKIS	65
5.5	Fachspezifische Inhalte für den Hochwasserschutz	66
5.6	Zusammenfassung	70
6	Kartenmodelle für den Hochwasserschutz.....	73
6.1	Karten als Entscheidungsgrundlage im Katastrophenschutz	73
6.2	Kartengestaltung in HOWIS	76
6.3	Kartenmodelle in HOWIS	77
6.3.1	Gestaltung der Basiskarte in HOWIS.....	79
6.3.2	Gestaltung der Fachinhalte in HOWIS	83
6.4	Zusammenfassung	87
7	Wahrnehmung von Kartenmodellen für den Hochwasserschutz	89
7.1	Besondere Nutzungsbedingungen im Hochwasserschutz.....	89
7.2	Überprüfung nutzerspezifischer Tertiärmodelle im Hochwasserschutz	91
7.2.1	Auswahl der befragten Experten	91
7.2.2	Aufbau der Experteninterviews.....	92
7.3	Ergebnisse und Auswertung der Experteninterviews.....	94
7.4	Anpassung des Fach- und des Kartenmodells	96
7.5	Zusammenfassung	97
8	Schlussbemerkungen.....	99
8.1	Fazit	99
8.2	Handlungsempfehlungen.....	100
	Quellenverzeichnis.....	105
Anhang		
A.1	Objektarten des ATKIS-DLM25 für die Länder Berlin und Brandenburg	A.1-1
A.2	Auszug aus dem ATKIS-Objektartenkatalog Berlin-Brandenburg	A.2-1-A.2-6
A.3	Auszug aus dem ATKIS-Signaturenkatalog der DTK10	A.3-1
A.4	Signaturen in HOWIS.....	A.4-1-A.4-3
A.5	Expertengespräche I – Fachspezifische Inhalte für HOWIS.....	A.5-1-A.5-3
A.6	Expertengespräche II – Beurteilung der Karten in HOWIS.....	A.6-1-A.6-6
A.7	Ergebnisse der Aufgaben Lokalisieren/Dekodieren von Signaturen.....	A.7-1
A.8	Leitfaden/Fragebogen zum Experteninterview II.....	A.8-1-A.8-4

Abbildungsverzeichnis

Abb.1-1:	Naturkatastrophen und ihre Auswirkungen	2
Abb.1-2:	Lage der Ziltendorfer Niederung (Gemeinde Brieskow-Finkenheerd) in Brandenburg	3
Abb.1-3:	Gliederung der Arbeit.....	7
Abb.1-4:	Modellbildung.....	8
Abb.1-5:	Modellfolge in der Kartographie	9
Abb.1-6:	Zusammenhänge zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiärmodell	10
Abb.1-7:	Digitale Objektmodelle	11
Abb.1-8:	Objektorientiertes Datenmodell.....	11
Abb.1-9:	Kreislauf des Katastrophenmanagement	12
Abb.2-1:	Aktuelles ATKIS-Systemdesign, Stand 2004	18
Abb.2-2:	ATKIS-Modelltypen	18
Abb.2-3:	Modellierung der Objektart ‚Straße‘	21
Abb.2-4:	Objektbildung in ATKIS	22
Abb.2-5:	Einordnung von Hochwasserschutz-Informationssystemen.....	23
Abb.2-6:	Einsatzmöglichkeiten von GIS im Katastrophenmanagement.....	24
Abb.3-1:	Schema der kartographischen Modellbildung	27
Abb.3-2:	Ablaufschema der DKM-Ableitung.....	28
Abb.3-3:	Schema der Informationsübertragung.....	30
Abb.3-4:	Beispiele sprechender und geometrischer punkthafter Signaturen	32
Abb.3-5:	Grundformen abstrakter Signaturen	33
Abb.3-6:	Ableitung von Sekundärsignaturen aus einer Primärsignatur	33
Abb.3-7:	Grundformen der taktischen Zeichen des Katastrophenschutzes	33
Abb.3-8:	Farb-Muster-Variablen nach BERTIN	34
Abb.3-9:	Flächenfüllung durch Muster bzw. Grauton	36
Abb.3-10:	Kombination verschiedener Muster in einer Karte.....	36
Abb.3-11:	Betonung von Objekten durch Konturen	36
Abb.3-12:	Größenwahrnehmung aufgrund unterschiedlicher optischer Nähe.....	37
Abb.3-13:	Ergänzung von Formen im Hintergrund	37
Abb.3-14:	Bildung von Scheinkanten	37
Abb.3-15:	Grundkartenvarianten.....	38
Abb.3-16:	Der ‚1+1=3-Effekt‘	38
Abb.4-1:	Kartographie als Prozess der Kommunikation von Informationen.....	41
Abb.4-2:	Map-Model Cycle	43
Abb.4-3:	Modell der kartographischen Kommunikation von KOLÁČNY	44
Abb.4-4:	Vereinfachtes Schema der kartographischen Kommunikation.....	45
Abb.4-5:	Map use cube	46
Abb.4-6:	Einordnung topographischer Karten und Einsatzkarten im Katastrophen- schutz in den map use cube	47
Abb.4-7:	Visualisierung und Kommunikation	47
Abb.4-8:	Schematische Darstellung des Wahrnehmungsprozesses.....	49

Abb.4-9:	Schemata in kognitiven Landkarten	50
Abb.4-10:	Direkte sensorische (visuelle) Aufnahme eines Objektes.....	50
Abb.4-11:	Informationsaufnahme des Menschen	51
Abb.4-12:	Eigenschaften der verschiedenen Arten der Informationsvermittlung.....	51
Abb.5-1:	Blatt 3753 Brieskow-Finkenheerd der TK25.....	61
Abb.5-2:	Bildung eines digitalen Fachmodells (DFM).....	65
Abb.5-3:	Erweiterung der ATKIS-Objektbereiche um den Objektbereich ‚10.000 Katastrophenschutz‘.....	66
Abb.6-1:	Ausschnitt aus der Serie M745 (Blatt L 3752 Frankfurt/Oder)	73
Abb.6-2:	Ausschnitt aus der zivil-militärischen DTK50 (Blatt L 2722 Sittensen)	74
Abb.6-3:	Ausschnitt aus der ‚Waldbrandeinsatzkarte‘ (Blatt L 2730 Boizenburg/Elbe)	75
Abb.6-4:	Ausschnitt aus DIKE (TÜK200) mit referenziertem Gefahrgut-Icon	76
Abb.6-5:	Phasen der Kartengestaltung	76
Abb.6-6:	Basiskarte Variante c, Maßstab 1:50.000	81
Abb.6-7:	Basiskarte Variante c, Maßstab 1:25.000	81
Abb.6-8:	Basiskarte Variante c, Maßstab 1:10.000	82
Abb.6-9:	Basiskarte mit ausgewählten Fachinhalten, Maßstab 1:25.000.....	86
Abb.7-1:	Struktur der Experteninterviews zur Beurteilung der Karten in HOWIS.....	92
Abb.7-2:	Karte im Maßstab 1:25.000 (Variante a).....	93
Abb.7-3:	Karte im Maßstab 1:25.000 (Variante b).....	93
Abb.7-4:	Karte im Maßstab 1:25.000 (Variante c).....	94

Tabellenverzeichnis

Tab.1-1:	Karten als Ergebnis der Risikoanalyse im Katastrophenmanagement	13
Tab.2-1:	ATKIS-Objektbereiche und ihre Objektgruppen.....	20
Tab.3-1:	Minstdimensionen in Karten	39
Tab.5-1:	Verwendbarkeit von Geobasisdaten im Hochwasserschutz für das Bundesland Brandenburg (Stand: 02/2004)	58
Tab.5-2:	Inhalte von Basiskarten nach SPIESS (1971).....	60
Tab.5-3:	Inhalte detailreicher und vereinfachter Basiskarten nach SPIESS (1971).....	61
Tab.5-4:	Inhalte des DLM25/2 für HOWIS (Blatt 3753).....	62
Tab.5-5:	Inhalte der Basiskarte in HOWIS als Auszug aus dem ATKIS-DLM25/2	64
Tab.5-6:	ATKIS-Objekte und deren Ergänzungen für HOWIS	67
Tab.5-7:	Ergänzende Fachdaten für HOWIS	68
Tab.5-8:	Kodierung der Fachinhalte des Objektbereichs ‚10.000 Katastrophenschutz‘ nach Objektgruppen	68
Tab.6-1:	Signaturenzuweisung im Objektbereich 4.000 Vegetation.....	80

Tab.6-2:	Kartographische Visualisierung der Basiskarte in HOWIS (Variante c).....	82
Tab.6-3:	Objektgruppen im Objektbereich ‚10.000 Katastrophenschutz‘	84
Tab.6-4:	Kartographische Visualisierung der Fachinhalte in HOWIS (Objektbereich ‚10.000 Katastrophenschutz‘).....	85
Tab.7-1:	Besondere Nutzungsart im Einsatzfall im Vergleich zur herkömmlichen Kartennutzung.....	90
Tab.7-2:	Nutzungsbedingungen im Einsatzfall im Vergleich zu herkömmlichen Nutzungsbedingungen	90

Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland
AFIS	Amtliches Festpunkt-Informationssystem
AGeoBw	Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr
AKS	Automatisiertes Kartographisches System
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem
ATKIS-OK	ATKIS-Objektartenkatalog
ATKIS-SK	ATKIS-Signaturenkatalog
BbgKatSG	Brandenburgisches Katastrophenschutzgesetz
BEV	(Österreichisches) Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen
BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde
BfL	(Schweizer) Bundesamt für Landestopografie
BKG	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
BOS	Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben
BRF	Breite der Fahrbahn, Attribut der Objektart ‚Straße‘ in ATKIS
CERCO	Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle
CHANGE	Institute of Cartography, University of Hanover Generalization-Software
DDGI	Deutscher Dachverband für Geoinformation e.V.
DFIRM	Digital Flood Insurance Rate Map
DFM	Digitales Fachmodell
DFNK	Deutsches Forschungsnetz Naturkatastrophen
DGfK	Deutsche Gesellschaft für Kartographie e.V.
DGM	Digitales Geländemodell
DHM	Digitales Höhenmodell
DIKE	Digitale Amtliche Karten für Einsatzleitungen von BOS der LGN
DISMA	Disaster Management System des TÜV Anlagentechnik Berlin
DKKV	Deutsches Komitee für Katastrophenvorsorge e.V.
DKM	Digitales Kartographisches Modell
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DLM25	Basis-DLM in ATKIS
DLM25/1	Erste Erfassungsstufe des Basis-DLM
DLM25/2	Zweite Erfassungsstufe des Basis-DLM
DLM50	Digitales Landschaftsmodell, basierend auf der TK50
DLM200	Digitales Landschaftsmodell, basierend auf der TÜK 200
DLM250	Digitales Landschaftsmodell, basierend auf dem Kartenwerk ‚Serie 1501‘
DLM1000	Digitales Landschaftsmodell, basierend auf der Internationalen Weltkarte 1:1 Mio.
DOM	Digitales Objektmodell
DOP	Digitales Orthophoto
dpi	dots per inch
DSM	Digitales Situationsmodell
DTK	Digitale Topographische Karte
DTK10	Digitale Topographische Karte 1:10.000
DTK10-V	Digitale Topographische Karte 1:10.000 – Vorläufige Ausgabe

DTK25	Digitale Topographische Karte 1:25.000
DTK25-V	Digitale Topographische Karte 1:25.000 – Vorläufige Ausgabe
DTK50	Digitale Topographische Karte 1:50.000
DTK50-V	Digitale Topographische Karte 1:50.000 – Vorläufige Ausgabe
DTK100-V	Digitale Topographische Karte 1:100.000 – Vorläufige Ausgabe
EGG	EuroGeographics
ESRI	Environmental Systems Research Institute
ETRS 89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
FEMA	Federal Emergency Management Agency der USA
FIRM	Flood Insurance Rate Map
FIS	Fachinformationssystem
FLORA	<u>Flood risk assessment and computer simulation</u> , System zur Hochwasseranalyse der Firma Dornier Satellitensysteme
GDV	Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V.
GIS	Geoinformationssystem
GRS 80	Geodetic Reference System 1980
HOWIS	Hochwasserschutz-Informationssystem für die Ziltendorfer Niederung
HSV	Farbmodell mit den Parametern ‚Hue‘, ‚Saturation‘ und ‚Value‘
HWSGIS-	
ODER	Hochwasserschutz-Geoinformationssystem für den Einzugsbereich der Oder
IDNDR	International Decade for Natural Disaster Reduction
IFL	Leibniz-Institut für Länderkunde
ISDR	International Strategy for Disaster Reduction
JOG	Joint Operation Graphics, militärisches Kartenwerk, Serie 1501 im Maßstab 1:50.000
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LGB	Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg
LGN	Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen
LISFLOOD	Software zur Simulation von Überflutungen des Space Applications Institute, Ispra
LUA	Landesumweltamt Brandenburg
LVA	Landesvermessungsamt
M745	Kartenserie des MilGeo im Maßstab 1:50.000
M745-RB	Straßen- und Brückenkarte des AGeoBw im Maßstab 1:50.000
M745-U-SG	Schutzgebietskarte des AGeoBw im Maßstab 1:50.000
M745-WBEK	Waldbrandeinsatzkarte der LGN im Maßstab 1:50.000
MdI	Ministerium des Inneren des Landes Brandenburg
MEGRIN	Multi-Purpose European Ground-Related Information Network
MERKIS	Maßstabsorientierte einheitliche Raumbezugsbasis für kommunale Informationssysteme
MilGeo	Amt für militärisches Geowesen
NHN	Normal Höhennull
NIM	Niedersächsisches Innenministerium
pt	Didot-Point (Typographischer Punkt: 0,375 mm)
RTK	Rasterdaten der Topographischen Karten
SABE	Seamless Administrative Boundaries of Europe

SDSS	Spatial Decision Support System
TIGER	Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing
TK	Topographische Karte
TK10	Topographische Karte 1:10.000
TK10 N	Topographische Karte 1:10.000 – Normalausgabe
TK10 L	Topographische Karte 1:10.000 – Luftbildkarte
TK25	Topographische Karte 1:25.000
TK50	Topographische Karte 1:50.000
TÜK200	Topographische Übersichtskarte 1:200.000
ÜK500	Übersichtskarte 1:500.000
UNDHA	United Nations Department of Humanitarian Affairs
UTM	Universales Transversales Mercator Koordinatensystem
VECTOR25	Digitale Geobasisdaten der Schweiz im Vektorformat (basierend auf der Landes- karte 1:25.000)
VECTOR200	Digitale Geobasisdaten der Schweiz im Vektorformat (basierend auf der Landes- karte 1:200.000)
VermLiegG	Gesetz über die Landesvermessung und das Liegenschaftskataster im Land Brandenburg
ZIPE	Zentralinstitut für Physik der Erde der DDR
ZÜRS	Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen der deutschen Versicherungswirtschaft

1 Einleitung

1990 haben die Vereinten Nationen die Internationale Dekade für die Reduzierung von Naturkatastrophen (International Decade for Natural Disaster Reduction (IDNDR)) ausgerufen, deren Zielsetzung u.a. die Vernetzung der verschiedenen Bereiche der Katastrophenvorsorge (Selbstschutz, Katastrophenschutz, Versicherungsschutz) war. Gleichwohl ist es trotz aller Bemühungen nicht gelungen, die häufig katastrophalen Auswirkungen von Naturkatastrophen zu minimieren; weltweit sind die Schäden während der Dekade sogar gestiegen (EIKENBERG 2000). Aus diesem Grunde wurde im Anschluss an die IDNDR die International Strategy for Disaster Reduction (ISDR) von den Vereinten Nationen ausgerufen. Als offizieller deutscher Vertreter der ISDR fungiert das Deutsche Komitee für Katastrophenvorsorge (DKKV), das die bisherigen Aktivitäten der IDNDR in Deutschland fortsetzt und versucht, die Vorsorge bezogenen Aktivitäten der verschiedenen Akteure aus Wissenschaft und Praxis miteinander zu vernetzen (EIKENBERG 2000). Darüber hinaus wurden weitere Programme und Initiativen wie z.B. das Deutsche Forschungsnetz Naturkatastrophen (DFNK), das vom GeoForschungsZentrum Potsdam initiiert wurde und an dem sich 14 weitere Einrichtungen aus Deutschland und Österreich beteiligen, ins Leben gerufen (MERZ & FRIEDRICH 2002). Die verschiedenen Projekte haben zum Ziel, Prozesse und Vorgänge bei Naturereignissen mit hohem Gefahrenpotenzial zu erforschen und besser zu verstehen und so u.a. den vorbeugenden und abwehrenden Katastrophenschutz zu verbessern, um potenzielle Schäden möglichst gering zu halten.

Von allen Naturkatastrophen treten nach einer Studie der MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT (1997) Überschwemmungen weltweit nach Stürmen am häufigsten auf, sie verursachen die größten materiellen Schäden und die meisten Todesfälle. Im Zeitraum von 1986 bis 1995 beispielsweise entfielen bei weltweit insgesamt 5.370 erfassten Schadenergebnissen etwa je ein Drittel der Schadenergebnisse auf Überschwemmungen und Stürme (Abb.1-1).

Überschwemmungen nehmen in ihrer Häufigkeit und Intensität zu (MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT 1997). Einerseits ist diese Zunahme auf eine Vielzahl von Ursachen, die meist in komplexen Mensch-Umwelt-Systemen vernetzt sind, zurückzuführen. Genannt seien hier das Wachstum der Bevölkerung, das häufig in Metropolen und in Regionen mit Naturrisiken stattfindet, die Konzentration volkswirtschaftlicher Werte auf Industrieräume und Ballungszentren sowie durch den Menschen hervorgerufene Umweltveränderungen. Diese und andere Sachverhalte steigern die Anfälligkeit der Umwelt für Naturrisiken, führen im Ereignisfall zu höheren Schäden und tragen in den ohnehin gefährdeten Regionen zu einer zusätzlichen Verschärfung der instabilen Umweltsituation bei. Andererseits werden kritische Naturereignisse, wie z.B. Hochwasser, durch die Öffentlichkeit heute eher als Katastrophen empfunden, weil sie immer häufiger große Schäden verursachen, weltweit hohe finanzielle, materielle und Personenschäden hervorrufen und in den Medien meist ausführlich über sie berichtet wird. Darüber hinaus gibt eine Studie des Dänischen Meteorologischen Institutes Hinweise darauf, dass in Europa trotz des generellen Trends zunehmend trockener Sommer mit Episoden starker Niederschläge und damit einer erhöhten Gefahr von Sommerhochwassern zu rechnen ist (CHRISTENSEN & CHRISTENSEN 2003).

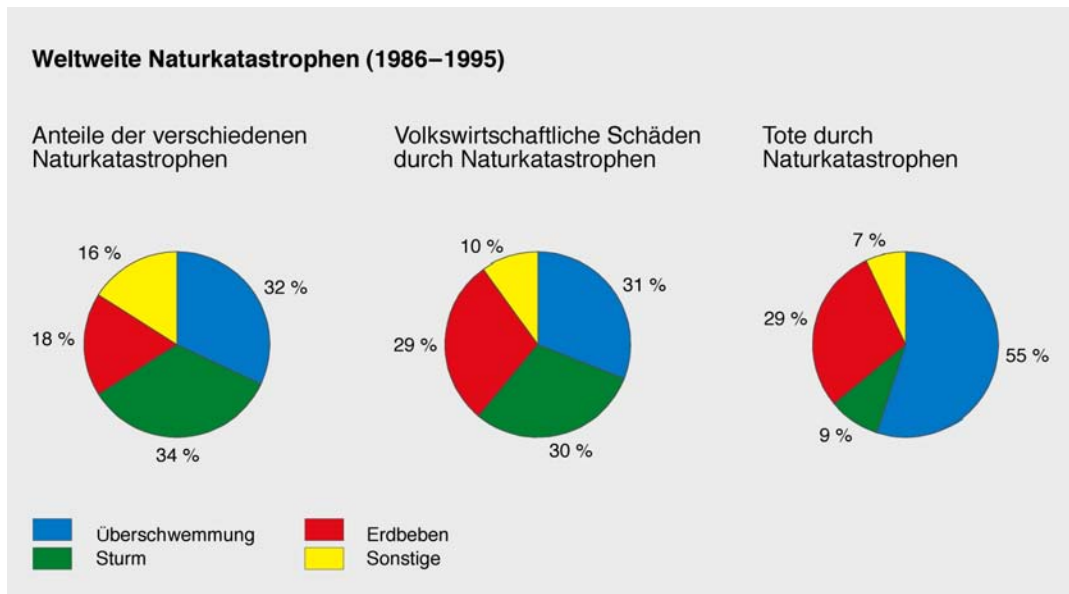


Abb.1-1: Naturkatastrophen und ihre Auswirkungen (nach MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT 1997)

Im Sommer 1997 bestimmten Berichte über die Hochwasser führende Oder die deutschen Massenmedien.¹ Extreme Niederschläge im oberen Einzugsgebiet der Oder hatten Anfang Juli 1997 in Polen und Tschechien zu massiven Hochwasserabflüssen geführt, die in beiden Nachbarländern katastrophale Auswirkungen hatten. Zwei unmittelbar aufeinander folgende Hochwasserwellen bedrohten nach mehreren Tagen auch den Bereich der Oder an der deutsch-polnischen Grenze. In den Brandenburger Landkreisen Oder-Spree, Märkisch-Oderland und der Kreisfreien Stadt Frankfurt/Oder wurde daraufhin der Katastrophenzustand ausgerufen. Durch den Einsatz tausender Helfer und technischer Hilfsmittel konnten die Schäden in Deutschland vergleichsweise gering gehalten werden. Trotz intensivster Bemühungen der Einsatzkräfte (Bundeswehr, Technisches Hilfswerk, Bundesgrenzschutz, Feuerwehr und andere) kam es aber am 23. und 24. Juli zu zwei Brüchen des Oderdeichs bei Brieskow-Finkenheerd und Aurith. Die einströmende Wassermenge überflutete die Ziltendorfer Niederung (Abb.1-2), eines der eingedeichten Niederungsgebiete der Oder. Ihre Bewohner konnten noch rechtzeitig evakuiert werden, so dass es ausschließlich zu materiellen und finanziellen Schäden kam.

Die Bekämpfung des Oder-Hochwassers hat, wie eine erste Analyse gezeigt hat (vgl. MDI o.J., LUA 1998), gravierende Mängel bei der schnellen Verfügbarkeit des klassischen Darstellungs-, Entscheidungs- und Analyseinstruments Karte offenbart. Für das Katastrophenmanagement wurden auf der deutschen Seite der Oder auch amtliche topographische Karten zur Orientierung verwendet. Dabei konnte unter anderem auf die aktuelle², flächendeckend vorlie-

1. Bereits fünf Jahre später (August 2002) ereignete sich ein weiteres, in seinen Ausmaßen wesentlich gravierendes Sommerhochwasser in Deutschland und seinen östlichen Nachbarländern. Betroffen war das Einzugsgebiet der Elbe und ihrer Zuflüsse. In Deutschland wurden dabei mehrere Todesfälle und ein materieller Schaden von insgesamt ca. 9 Mrd. Euro registriert (MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT 2003). Betroffen waren neben weiteren hauptsächlich die Bundesländer Sachsen und Sachsen-Anhalt. In Brandenburg war vor allem der Landkreis Prignitz betroffen, Auswirkungen waren aber auch in anderen Landkreisen zu spüren (z.B. Landkreise Havelland und Elbe-Elster) (MDI 2003).

2. Die Aktualisierung der Topographischen Karte 1:10.000 wurde im ersten Quartal 1997 abgeschlossen (LUA 1998).

gende amtliche Topographische Karte im Maßstab 1:10.000 (TK10 N) des Landesbetriebs Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB)³ zurückgegriffen werden. Darüber hinaus wurden ebenfalls vorhandene amtliche Luftbildkarten im Maßstab 1:10.000 (TK10 L) sowie aktuelle Luftbilder, die während des Hochwassers aufgenommen wurden, verwendet. Ergänzend wurden in die vorliegenden Luftbildkarten Höhenlinieninformationen aus den Topographischen Karten kopiert⁴, um auf diese Weise Kartenmaterial, das die aktuelle Besiedlung und die Geländehöhen zeigt, für mögliche Evakuierungsmaßnahmen zur Verfügung zu stellen. Zur Vorbereitung dieser Evakuierungen wurden zusätzlich manuell Höhenschichtenkarten aus

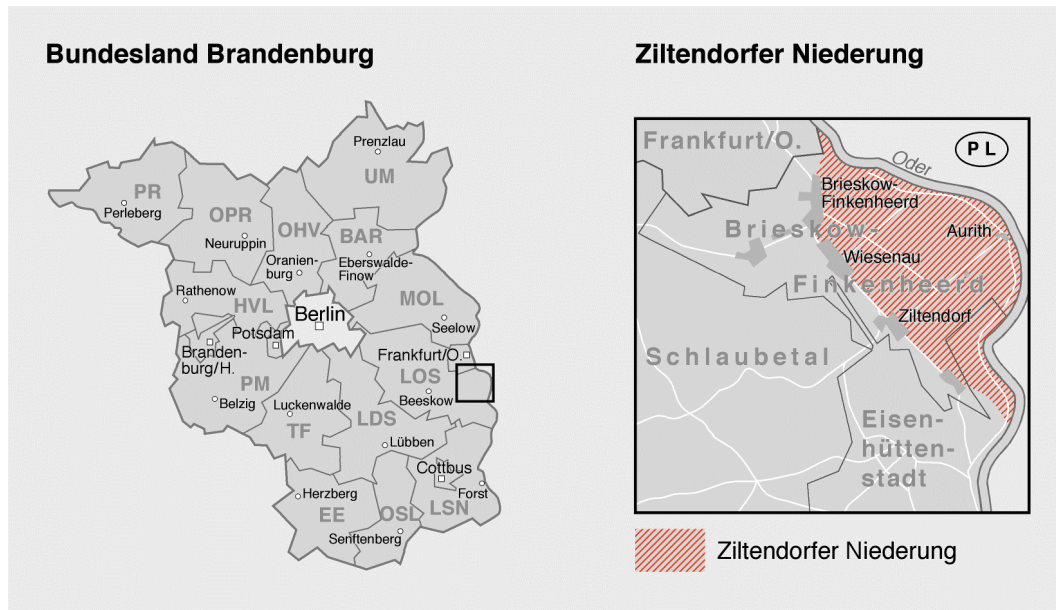


Abb.1-2: Lage der Ziltendorfer Niederung (Gemeinde Brieskow-Finkenheerd) in Brandenburg

den analogen Topographischen Karten erstellt, um abschätzen zu können, welche Bereiche im Falle eines Deichbruches überflutet würden. Von den zuständigen Behörden, z.B. dem Landesumweltamt (LUA), und den verschiedenen Einsatzgruppen wurden außerdem weitere Fachkartenwerke verwendet, die teilweise auf unterschiedlichen Koordinatensystemen basieren und sich auf unterschiedliche Referenzsysteme beziehen (LUA 1998). Zur großräumigen Planung und Organisation wurde aufgrund fehlender aktueller Karten auch auf die Topographische Karte im Maßstab 1:100.000 der DDR zurückgegriffen (MDI o.J.).

Für Planung und Organisation im Katastrophenmanagement wird in der Bundesrepublik Deutschland üblicherweise die Kartenserie M745 des Amtes für Geoinformationswesen der Bundeswehr genutzt. Diese Sonderausgabe der Topographischen Karte 1:50.000 (TK50) verwendet die UTM-Abbildung und enthält besondere zusätzliche Inhalte (z.B. graphisch hervorgehobene Höhenliniendarstellung). Aufgrund der Umstellung der amtlichen Kartenwerke von

3. Das Landesvermessungsamt Brandenburg wurde im Zuge der Umwandlung in einen Landesbetrieb mit Wirkung zum 01.01.2002 in Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg (LGB) umbenannt.

4. Insgesamt wurden 71 Kartenblätter der TK10 L mit den Relieffolien der TK10 N zusammenkopiert und zu je fünf Kopien auf Fotopapier ausgegeben. Diese Kopien wurden innerhalb von 24 Stunden zur Verfügung gestellt (DR. E. SEYFERT, LGB, mündliche Mitteilung am 21.03.2003).

den DDR- auf die aktuellen bundeseinheitlichen Standards lagen zum Zeitpunkt des Hochwassers keine einheitlichen Kartenwerke bei den zentralen und örtlichen Katastrophenschutzstäben vor (MdI o.J.). Auf das sehr heterogene Kartenmaterial⁵ war es u.a. zurück zu führen, dass es beispielsweise immer wieder zu Schwierigkeiten bei der Koordinatenbestimmung zur Position von Hubschraubern beim Transport von Sandsäcken kam (LUA 1998). Die von den an den Katastrophenschutzmaßnahmen im Sommer 1997 beteiligten Organisationen und Institutionen daraufhin geforderte Umstellung der amtlichen Geobasisdaten der LGB auf ein einheitliches Bezugs- und Koordinatensystem war bereits zuvor von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) beschlossen worden und wird in Brandenburg seit 1996 schrittweise umgesetzt.

Nach dem Sommerhochwasser 1997 wurden verschiedene Untersuchungen und Forschungsprojekte zu den Themenbereichen Hochwassersimulation, Hochwasserschutz, Hochwasserinformationssysteme etc. von den betroffenen Länder Deutschland, Polen und Tschechien, aber auch unter weiterer internationaler Beteiligung, initiiert. Eine Auflistung der verschiedenen Projekte ist u.a. bei GRÜNEWALD (2001) sowie in der Internetdatenbank des Deutschen Forschungsnetzes Naturkatastrophen (DFNK 2004, HÖVEL & HERRMANN 2002) zu finden. Diese und andere Projekte, Maßnahmen und Forschungsaufgaben zum Themenkomplex Hochwasserschutz befassen sich mehrheitlich mit Frühwarnsystemen auf der Grundlage hydrologischer und/oder meteorologischer Modelle und Simulationen sowie der Entwicklung und dem Ausbau von Monitoring- und Hochwasserinformationssystemen (z.B. BILL 2002, BURLANDO et al. 2001, GRÜNEWALD 2001, HERRMANN & TINZ 2002, PÖSCHKE 2004, TETZLAFF et al. 2002).

Die LGB hat in Zusammenarbeit mit dem LUA und der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) bereits im Frühjahr 1998 begonnen, mittels Laser-Scan-Daten ein hochgenaues digitales Geländemodell, wie es für solche Systeme zwingend notwendig ist, auf deutscher Seite für das Odereinzugsgebiet zu erstellen. Das Projekt wird u.a. in GIERK & SEYFERT (2002) näher beschrieben.

Die Erfahrungen von 1997 verdeutlichen, dass eine homogene digitale Datengrundlage, die neben rein topographischen Inhalten zusätzlich fachspezifische Informationen des vorbeugenden und abwehrenden Katastrophenschutzes enthält, für ein effektives Katastrophenmanagement notwendig ist.

1.1 Ziel der Arbeit

Keines der Vorhaben, die nach dem Hochwasser 1997 initiiert wurden, befasst sich mit der Bereitstellung kartographisch gestalteter Informationen in Form von Karten zur Unterstützung bei der Entscheidungsfindung im Katastrophenschutz. Hier setzt die vorliegende Arbeit an, deren Ziel es ist, einen Beitrag zur Entwicklung solcher Karten zu leisten. Aufgrund der während des Hochwasserereignisses im Sommer 1997 gemachten Erfahrungen wird untersucht, ob die in den Vermessungsämtern der Bundesländer vorliegenden Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) für den Einsatz im Katastrophenschutz geeig-

5. Durch Umstellung der amtlichen Kartenwerke der ostdeutschen Länder von der Gauß-Krüger-Projektion mit dem Krassowskij-Ellipsoid als Bezugskörper auf das Europäische Terrestrische Referenzsystem 1989 (ETRS 89), GRS 80 als Bezugsfläche sowie der UTM-Projektion sowie einen einheitlichen Höhenbezug (NHN, Amsterdamer Pegel) lagen Topographische Karten mit unterschiedlichen geodätischen Grundlagen nebeneinander vor.

net sind. Dabei soll untersucht werden, ob und wie diese Daten gegebenenfalls inhaltlich und graphisch aufbereitet werden müssen, damit sie im Katastrophenfall rasch und einfach nutzbar sind. Fachspezifische Daten sind für derartige Anwendungen auch analog, in Form traditioneller Papierkarten, für Brandenburg nicht vorhanden. Eine in der Thematik vergleichbare Karte, eine Waldbrandeinsatzkarte (M745-WBEK), wurde in Deutschland bisher nur vom Land Niedersachsen nach den großen Waldbränden 1975 und 1976 erstellt.⁶ Die Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN) bietet derzeit außerdem den Landkreisen das Informationssystem DIKE (Digitale Amtliche Karten für Einsatzleitungen von BOS⁷) zur Einsatzleitung im Katastrophenschutz auf der Grundlage analoger topographischer Karten an. Die dort verwendeten amtlichen analogen topographischen Karten eignen sich allerdings aufgrund der besonderen Anforderungen im Katastrophenschutz nur bedingt als Kartenbasis für ein solches Informationssystem (vgl. Kapitel 6).

Entscheidende Bedeutung für die Verwendbarkeit der Geobasisdaten in einem Informationssystem für den Katastrophenschutz stellt neben der Ergänzung durch relevante Fachdaten eine automatisierbare Visualisierung in Form von Bildschirmkarten dar, damit eine schnelle graphische Darstellung der betroffenen Region, gegebenenfalls auch direkt vor Ort, gewährleistet werden kann. Dabei müssen Signaturen und Farbgestaltung so gewählt werden, dass sie den besonderen Nutzungsbedingungen im Einsatzfall – z.B. unzureichende Beleuchtung, Informationsentnahme unter Zeitdruck – entsprechen. Die Kartengraphik muss so prägnant gestaltet sein, dass sie auch für Personen ohne kartographisches Vorwissen leicht verständlich ist. Für die mit dem Einsatz verbundene Logistik, z.B. beim Transport von Sandsäcken, Schaufeln, Helfern etc., müssen die entsprechenden Daten graphisch präsentiert werden, damit eine rasche räumliche Einordnung der gegebenen Informationen in die vorhandene Realwelt gewährleistet ist. Geoinformationssysteme (GIS) können dabei zur Integration der verschiedenen Daten dienen (vgl. Abschnitt 2.3). Sie können um Simulationen, Entscheidungshilfen oder Trainingskomponenten ergänzt werden, so dass ein Einsatz als reines, integrierendes Informationssystem, aber auch als komplexes so genanntes ‚Spatial Decision Support System‘ (SDSS) möglich ist (HOLWEG & JASNOCH 2003).

Die Eignung der amtlichen Geobasisdaten wird in dieser Arbeit durch die exemplarische Bearbeitung eines Kartenmodells für den Katastrophenschutz als Bestandteil eines Hochwasserschutz-Informationssystems (HOWIS) überprüft. Die notwendigen bzw. möglichen Funktionalitäten eines solchen Informationssystems stehen in engem Zusammenhang mit den eingesetzten Karten und ihrer Gestaltung. Für das Anwendungsbeispiel der Ziltendorfer Niederung in Brandenburg, die während des Hochwassers im Sommer 1997 überflutet wurde, soll vor allem die Entscheidungsfindung im Einsatzfall, vornehmlich durch visuelle Interpretation und Datenabfragen, unterstützt werden. Räumliche Analysen wie Verschneidungen oder Zonengenerierung sowie Darstellung von Simulationsergebnissen stehen dagegen bei den im Rahmen dieser Arbeit erstellten Karten nicht im Vordergrund (vgl. Kapitel 6).

Mit den ATKIS-Daten liegen topographische Geobasisdaten flächendeckend für das Land Brandenburg vor. Diese Daten werden gemäß des Gesetzes über die Landesvermessung und das Liegenschaftskataster im Land Brandenburg (VermLiegG) von der Landesvermessung und Geo-

6. Diese Karte verwendet als Grundkarte die analoge Ausgabe der Kartenserie M745 der Topographischen Karte 1:50.000 und enthält zusätzliche Informationen wie Standorte von Hydranten oder Angaben zu Breite und Zustand von Waldwegen (vgl. Abschnitt 6.1).

7. Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben

basisinformation Brandenburg (LGB) erfasst. Die Aufgaben der Landesvermessung umfassen demnach die „Erfassung der Information über die topographischen Gegebenheiten des Landesgebietes sowie ihre Dokumentation und Bereitstellung in analoger und digitaler Form“ (VermLiegG, §5, Art.1). Um die erfassten Geobasisdaten auch für den Einsatz im Katastrophenschutz zu verwenden, müssen diese allerdings nach den spezifischen Anforderungen der Einsatzkräfte modifiziert werden. Dies betrifft einerseits den Inhalt, andererseits die besondere graphische Aufbereitung des Datensatzes, da die im Ereignisfall schwierigen äußeren Bedingungen berücksichtigt werden müssen. Voraussetzung hierfür ist die graphikfreie Modellierung der Geobasis- und Fachdaten. Dabei handelt es sich neben der Auswahl relevanter Objekte der Geobasisdaten vor allem um die ergänzende Integration zusätzlicher Fachdaten. Ergebnis ist das so genannte *Primärmodell*.

Im Vordergrund dieser Arbeit steht die anschließende graphische Modellierung der durch Fachdaten ergänzten amtlichen topographischen Geobasisdaten zur Verwendung im Ereignisfall (rapid reaction). Nur durch die themenspezifische Visualisierung der vorhandenen Daten kann das räumliche Nebeneinander der Realweltobjekte von den Einsatzkräften auf einen Blick erfasst werden. Das alphanumerische Primärmodell wird daher durch kartographische Modellierung in ein Graphikmodell, das so genannte *Sekundärmodell*, überführt. In einem dritten Schritt schließlich wird dieses Sekundärmodell, das in Kartenform vorliegt, durch die Wahrnehmung des einzelnen Nutzers in ein individuelles kognitives Modell, das so genannte *Tertiärmodell*, der Umwelt transformiert. Um eine möglichst große Übereinstimmung des Sekundärmodells mit den individuellen Tertiärmodellen zu ermöglichen, müssen verschiedene Kriterien der Wahrnehmung bzw. der kognitiven Psychologie bei der kartographischen Modellierung des Sekundärmodells berücksichtigt werden (vgl. Kapitel 3 und 6). Im Einsatzfall müssen Entscheidungen häufig unter großem Zeitdruck getroffen werden, der kein zeitintensives Studium des vorhandenen Kartenmaterials erlaubt. Zu diesem Stressfaktor kommen teilweise Unkenntnis der örtlichen Gegebenheiten der aus anderen Regionen hinzugezogenen Hilfskräfte einerseits und die oft mangelnden Kenntnisse im Kartenlesen andererseits hinzu (MDI o.J.).

1.2 Gliederung der Arbeit

Die Gliederung der vorliegenden Arbeit (Abb.1-3) orientiert sich an der im folgenden Abschnitt 1.3 näher erläuterten Modelltheorie in der Kartographie, die auf den Anwendungsfall im Hochwasserschutz bezogen ist. Im Rahmen dieser Arbeit wurden die verschiedenen Modelltypen zunächst nach den Grundlagen (Kapitel 2 bis 4) und anschließend nach der konkreten Anwendung bei der Konzeption und Bearbeitung des Prototyps eines Informationssystems zum Hochwasserschutz für die Ziltendorfer Niederung (HOWIS) im Einzugsgebiet der Oder in Brandenburg (Kapitel 5 bis 7) gegliedert.

Zunächst werden in Kapitel 2 ‚Graphikfreie Landschaftsmodelle‘ Hintergrundinformationen zu Geobasisdaten, im Besonderen zu den amtlich erfassten Geobasisdaten der Bundesrepublik Deutschland gegeben. Als ein Vertreter dieser Art werden Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) mit ihrer Struktur näher vorgestellt. Das Konzept und die Umsetzung des im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Primär- bzw. Fachmodells für den Katastrophenschutz orientiert sich an den hier erläuterten Modellierungsregeln. Kapitel 3 ‚Zeichenorientierte Landschaftsmodelle‘ gibt eine Einführung in die wichtigsten Grundlagen und Regeln der graphischen Kartengestaltung. Dabei werden vor allem diejenigen karto-

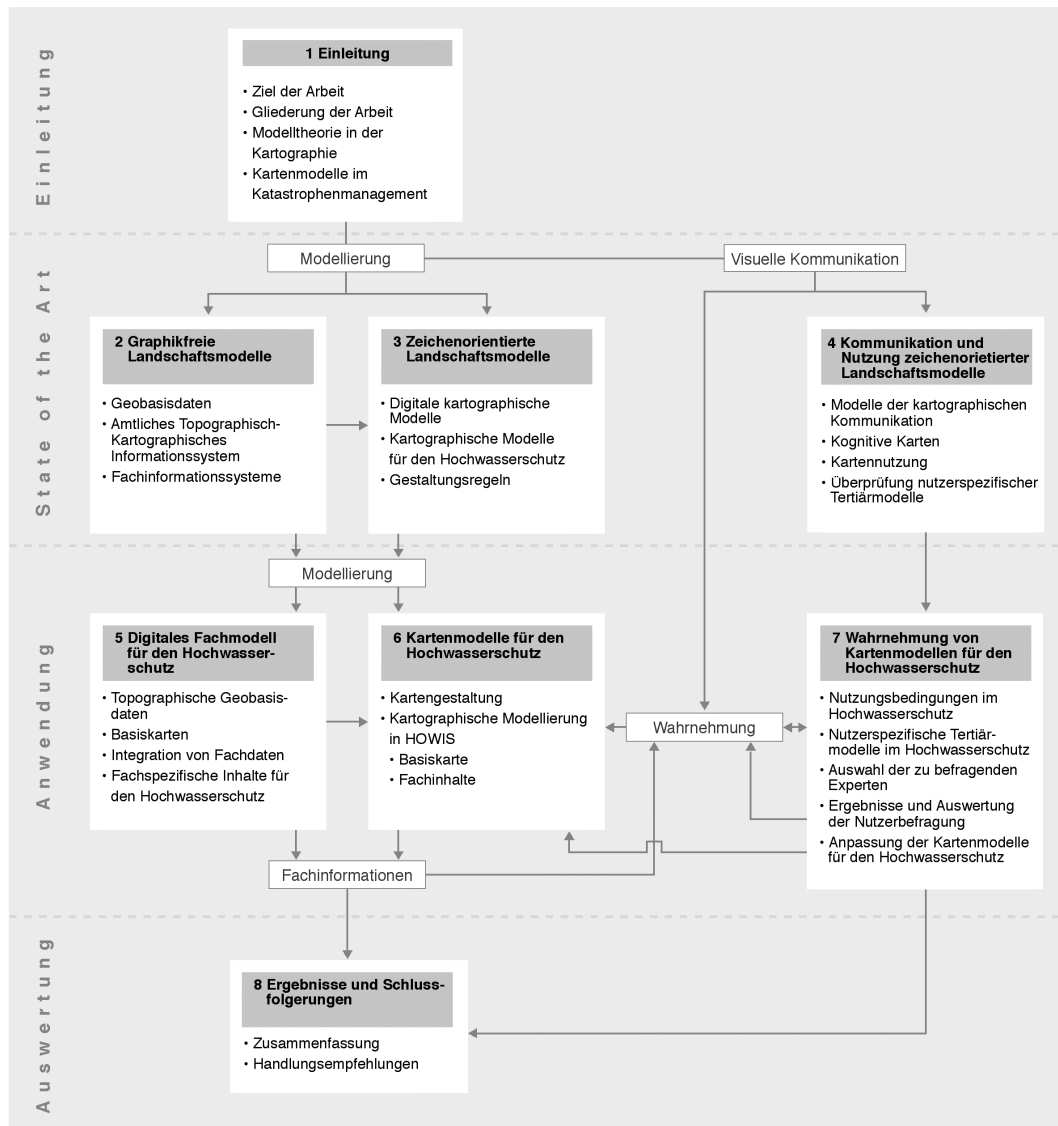


Abb.1-3: Gliederung der Arbeit

graphischen Gestaltungsgrundsätze näher erläutert, die für die graphische Modellierung der Karten bzw. Sekundärmodelle innerhalb des Prototyps HOWIS angewendet wurden. Kapitel 4 ‚Kommunikation und Nutzung zeichenorientierter Landschaftsmodelle‘ behandelt die Prozesse der kartographischen Kommunikation und die Bildung von individuellen Tertiärmodellen (sog. kognitiven Karten oder mental maps) beim Betrachter während des Kartenleseprozesses. Diese Informationen sind vor allem im Hinblick auf die nutzerorientierte Beurteilung des Prototyps durch verschiedene Anwendergruppen bedeutend, da sie die Grundlage für die Evaluierung des Arbeitsergebnisses darstellen.

Die Kapitel 5 bis 7 befassen sich mit der konkreten Umsetzung der in den vorangegangenen Kapiteln erläuterten Grundlagen am Beispiel der Karten in HOWIS. In Kapitel 5 ‚Digitales Fachmodell für den Hochwasserschutz‘ werden Inhalte und Modellierungsregeln des graphik-

freien Fachmodells für den Hochwasserschutz am Beispiel des Gebietes der Ziltendorfer Niederung dokumentiert. Kapitel 6 ‚Kartenmodell für den Hochwasserschutz‘ erläutert die graphische Modellierung des zuvor gebildeten graphikfreien Fachmodells in HOWIS. Einen wesentlichen Aspekt bei der kartographischen Bearbeitung stellte dabei die Berücksichtigung der besonderen Nutzungsbedingungen für die nutzerspezifische graphische Aufbereitung der Karten des Informationssystems dar. In Kapitel 7 ‚Wahrnehmung von Kartenmodellen für den Hochwasserschutz‘ werden die beim Benutzer entstehenden individuellen kognitiven Karten aus den zuvor erstellten Karten des HOWIS überprüft. Anhand von Experteninterviews, die mit ausgewählten Personen aus dem Bereich des Katastrophen- bzw. Hochwasserschutzes durchgeführt wurden, wurden die entwickelten Kartenmodelle auf ihre Nutzbarkeit im Katastrophenschutz überprüft.

Kapitel 8 gibt eine abschließende Zusammenfassung der Ergebnisse dieser Arbeit und nennt notwendige Maßnahmen und Handlungsempfehlungen für die Verwendung von ATKIS-Daten sowie deren kartographische Bearbeitung für den Einsatz im Hochwasserschutz.

1.3 Modelltheorie in der Kartographie

Um die Umwelt in ihren komplexen Strukturen besser verstehen zu können, wird in der Wissenschaft auf idealtypische Darstellungen der Wirklichkeit in Form von Modellen zurückgegriffen. Modelle bilden die Umwelt nicht in ihrer Gesamtheit ab, sondern geben ausgewählte und zum Verständnis notwendige Eigenschaften wieder. Nach HAGGETT (1991) ist ein Modell „eine idealisierte Darstellung (Repräsentation) der Wirklichkeit (...) [. Es] wird gebildet, um bestimmte Eigenschaften von ihr (der Wirklichkeit) aufzuzeigen“ (HAGGETT 1991, S. 52). Modelle sind zum Verständnis der Umwelt aufgrund deren Komplexität erforderlich; sie dienen als

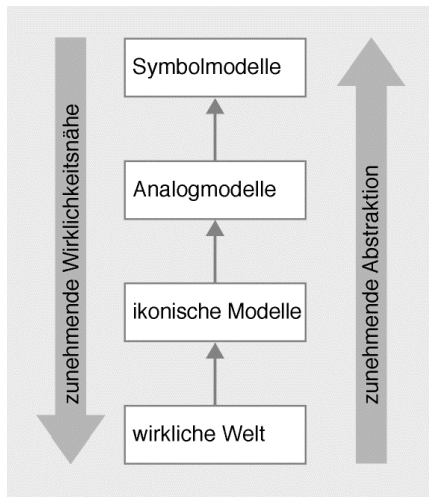


Abb.1-4: Modellbildung (nach HAGGETT 1991)

Anschauungshilfen für unser Denken und stellen eine Quelle für Arbeitshypothesen der Forschung dar. Modelle ermöglichen es, die regellose Fülle an Umweltinformationen durch Ordnung und Reduktion auf das Wesentliche fassbar zu machen. Aufbauend auf dem jeweiligen Kenntnisstand sind Modelle mehr oder weniger genaue Annäherungen an die Wirklichkeit oder Teilen davon. Durch den Ansatz mathematischer Beziehungen, graphischer Darstellungen, verbaler Formulierungen etc. machen sie die Wirklichkeit erst begreifbar und leichter verständlich. Die Modellbildung ist ihrem Wesen nach eine Verallgemeinerung (HAKE et al. 2002). Darüber hinaus sind Modelle Voraussetzung zur rechnergestützten Verarbeitung, da digitale Prozesse eine detaillierte und eindeutige Gliederung der zu verarbeitenden Daten voraussetzen (HAKE et al. 2002).

Bei der Modellbildung wird von einem dreistufigen Prozess mit zunehmender Abstraktion ausgegangen. Es werden ikonische Modelle (z.B. Bilder), Analogmodelle (z.B. Nachbildungen) und Symbolmodelle (z.B. Formeln) unterschieden (Abb.1-4).

Karten stellen eine besondere Form von Modellen dar; üblicherweise werden in der Mehrzahl der Wissenschaftsdisziplinen die Untersuchungsobjekte vergrößert, um sie zu erforschen. Karten und kartenverwandte Darstellungen dagegen geben die Umwelt verkleinert wieder. HAKE (1988) verdeutlicht in einer den heutigen technischen Möglichkeiten Rechnung tragenden Definition den Modellcharakter der Karte und bezeichnet sie als „ein maßgebundenes und strukturiertes Modell räumlicher Bezüge“. Sie ist darüber hinaus „im weiteren Sinne ein digitales, grafikbezogenes Modell, im engeren Sinne ein analoges, d.h. graphisches Modell“ (HAKE 1988, S. 68).

Ein erster Schritt zur kartographischen Modellbildung ist die Bildung von Objektklassen oder Objektgruppen, d.h. gleichartige Objekte (Objektarten), werden in einer übergeordneten Klasse zusammengefasst (siehe Abb.1-8). Unter Objekten werden in diesem Zusammenhang konkrete Gebilde der Umwelt, die einen möglichst exakten Raumbezug aufweisen, verstanden. Diese Gebilde sind sinnlich wahrnehmbar, meist sichtbar, wie z.B. Straßen, Häuser, Tiere. Darüber hinaus werden immanente Merkmale von Objekten und deren Beziehungen zu anderen Objekten erfasst. Bei den Merkmalen eines Objektes werden bestimmte, oft nicht sofort wahrnehmbare Eigenschaften und Attribute (z.B. Fahrtrichtung von Evakuierungsstrecken) erfasst. Die Beziehungen zu anderen Objekten basieren entweder auf einer einfachen Relation (z.B. Bevölkerungsdichte als Relation zwischen absoluter Bevölkerung und Bezugsfläche) oder auf raumzeitlichen Veränderungen (z.B. Pegelstände zu unterschiedlichen Erfassungszeitpunkten) (HAKE et al. 2002).

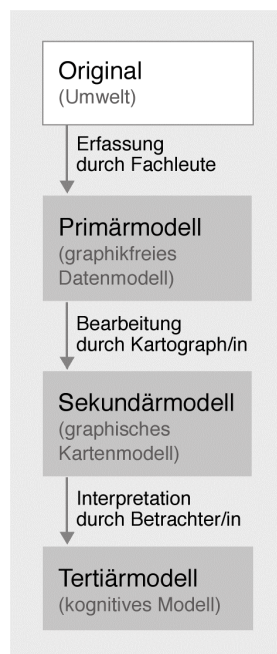


Abb.1-5: Modellfolge in der Kartographie

Zur digitalen Verarbeitung beispielsweise in einem Informationssystem werden Objekte durch Bildung von Klassen, Gruppen, Arten etc. in einem eindeutigen Schema hierarchisch geordnet und alphanumerisch kodiert. Durch eine solche Klassifizierung verliert ein Objekt seinen individuellen Charakter. Anstelle des realen Objektes tritt ein ideales Objekt mit den allgemeinen Merkmalen der zugeordneten Objektart. Eine solche Verallgemeinerung stellt ein wesentliches Kennzeichen der Generalisierung dar (HAKE et al. 2002).

Nach IMHOF (1965) bedeutet die Verwendung jedes Kartenzeichens, das einer bestimmten Objektklasse zugeordnet ist, bereits eine Generalisierung. Eine Karte ist aufgrund der verwendeten Kartenzeichen oder Symbole ein abstraktes Symbolmodell, gleichzeitig aber auch ein Strukturmodell, da in ihr räumliche Strukturen und Objektzusammenhänge gezeigt werden. Außerdem ist eine Karte nach ihrer Erscheinungsform auch ein graphisches Modell (HAKE 1988).

Modelle und damit auch Karten sind einerseits Arbeitsmittel der Wissenschaft, andererseits dienen sie auch als Mittel der täglichen Kommunikation. Die Zusammenhänge zwischen Informationsdarstellung in der Kartographie und der kartographischen Kommunikation werden in Kapitel 4 näher erläutert.

Wie Abbildung 1-5 zeigt, führt die Anwendung der Modelltheorie in der Kartographie zu einer Modellfolge, bei der zwischen dem Original sowie dem Primär-, dem Sekundär- und dem Tertiärmodell unterschieden wird. Dabei wird die physische und sozioökonomische Umwelt, gegebenenfalls auch unter Einbeziehung zusätzlicher Informationen, als Original, Realität oder Wirklichkeit bezeichnet (Abb.1-6). Bei der topographischen Aufnahme

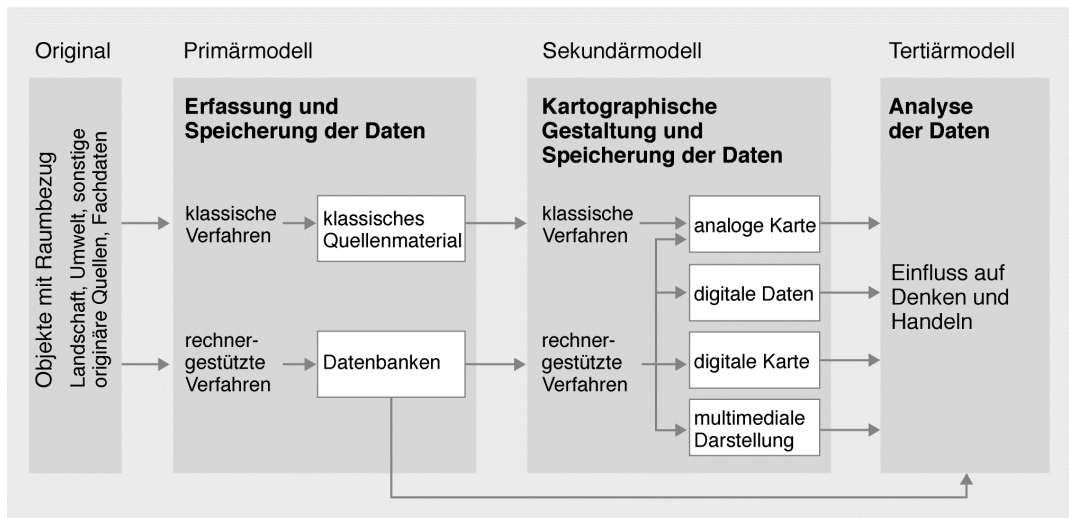


Abb.1-6: Zusammenhänge zwischen Primär-, Sekundär- und Tertiärmodell (verändert nach HAKE et al. 2002)

wird die Umwelt durch die jeweiligen Fachleute abstrahiert in Form eines mehr oder weniger generalisierten und strukturierten *Primärmodells* abgebildet. Die Strukturierung der Umwelt bei der Aufnahme setzt die Bildung von Objektklassen voraus.

Aus dem Primärmodell entsteht durch weitere kartographische Generalisierungs- und Modellierungsmaßnahmen ein *Sekundärmodell*. Das Sekundärmodell ist zunächst nur virtuell vorhanden und wird erst durch die graphische Ausgabe als analoge Karte oder Bildschirmdarstellung für den Betrachter optisch wahrnehmbar. Bei der Betrachtung und Auswertung der graphischen Ausgabe des Sekundärmodells entsteht ein für die Betrachter individuell unterschiedliches Abbild der Wirklichkeit, das so genannte *Tertiärmodell*. Dieses Modell unterscheidet sich von den beiden vorangegangenen Modellen dadurch, dass sich jeder Betrachter durch Dekodieren der kartographischen Symbole eine eigene räumliche Vorstellung von der Wirklichkeit macht. Dieses Vorstellungs- oder kognitives Modell wird auch als *mental map* oder *kognitive Karte* bezeichnet (HAKE et al. 2002). Die individuelle kognitive Karte ist dabei stark von den persönlichen Voraussetzungen wie beispielsweise Bildungsstand und Ortskenntnis der betrachtenden Person abhängig (FREITAG 1997) (vgl. Kapitel 4).

Während der Bildung der einzelnen Modelle werden mehrere Phasen der Generalisierung durchlaufen. Bei der fachbezogenen Erfassung der Landschaft wird sowohl eine inhaltliche als auch eine maßstabsbezogene Generalisierung durchgeführt. Die inhaltliche Generalisierung, die als Modellgeneralisierung bezeichnet wird, spiegelt sich in der Bildung und der Zuordnung der Objekte zu den Objektklassen wider. Das Primärmodell selbst besitzt keinen Maßstab, weist aber aufgrund der Auswahl der aufzunehmenden Objekte (z.B. Auswahl in Abhängigkeit von festgelegten Mindestgrößen) einen Maßstabsbezug auf und basiert damit auf einer maßstabsbezogenen Erfassungsgeneralisierung. Bei der Ableitung des kartographischen Modells aus dem Primärmodell findet durch die kartographische Generalisierung eine weitere Form der Generalisierung statt. Diese Generalisierungsvorgänge basieren teilweise auf individuellen, nicht automatisierten Arbeitsvorgängen und stellen somit auch mögliche, individuelle Störeinflüsse bei der Modellierung der Wirklichkeit dar.

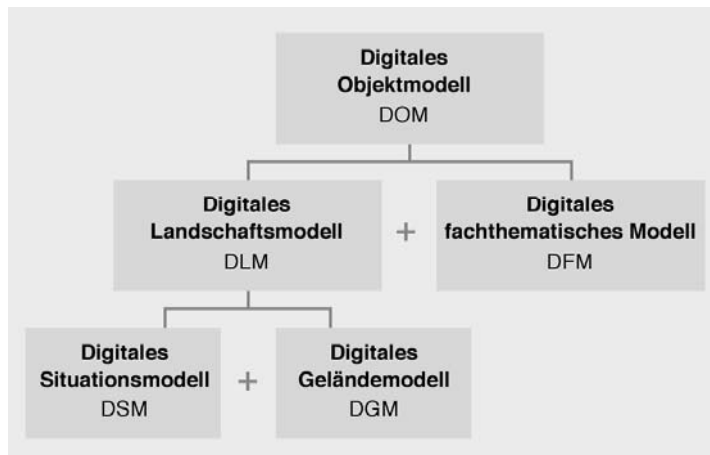


Abb.1-7: Digitale Objektmodelle

einem Situationsmodell (DSM) mit diskreten topographischen Objekten und einem digitalen Geländemodell (DGM), in dem Geländecharakteristika beschrieben werden, zusammen. Bei der Bildung eines digitalen Objektmodells wird ein bestimmter Ausschnitt der Umwelt auf der Grundlage eines objektorientierten Datenmodells interpretiert und beschrieben. In einem objektorientierten Datenmodell, wie es den in dieser Arbeit verwendeten ATKIS-Daten zugrunde liegt (vgl. Kapitel 2, Abb.2-3), werden aus den Objekten der Umwelt (sog. Entitäten) digitale Objekte mit zugeordneten Namen und Attributen gebildet (Abb.1-8). Die Attribute bestehen aus einem Attributtyp und einem Attributwert, womit sich eine bestimmte generalisierte Eigen-

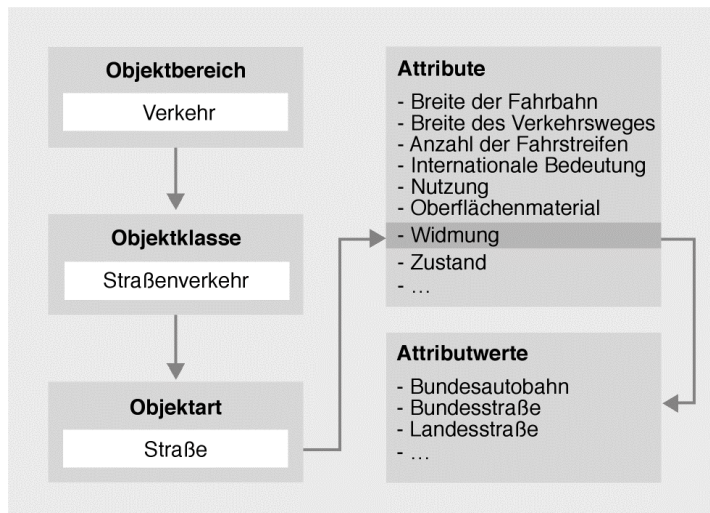


Abb.1-8: Objektorientiertes Datenmodell (nach FREVEL 1996)

erschaffenden Objektarten sowie ihre Erfassungskriterien werden in einem Datenkatalog erfasst und detailliert beschrieben. Die Ergebnisse der Interpretation der Umwelt werden entsprechend der vorgegebenen Datenstruktur digitalisiert und graphikunabhängig in einer Datenbank gespeichert (HAKÉ et al. 2002).

Eine Visualisierung des graphikfreien Primärmodells erfolgt durch Ableitung des Sekundärmodells, die auf der Zuweisung eines fachbezogenen Zeichenschlüssels, kartographischer Gene-

Wendet man die Modelltheorie auf die digitale Kartographie an, so stellt das Primärmodell im Allgemeinen ein digitales Objektmodell (DOM) dar, das sich aus einem digitalen Landschaftsmodell (DLM) und einem oder mehreren digitalen fachthematischen Modellen (DFM) zusammensetzt (Abb.1-7). Ein DLM repräsentiert nach HAKÉ et al. (2002) einen Sonderfall eines digitalen Objektmodells und besteht aus einem Situationsmodell (DSM) mit diskreten topographischen Objekten und einem digitalen Geländemodell (DGM), in dem Geländecharakteristika beschrieben werden, zusammen. Bei der Bildung eines digitalen Objektmodells wird ein bestimmter Ausschnitt der Umwelt auf der Grundlage eines objektorientierten Datenmodells interpretiert und beschrieben. In einem objektorientierten Datenmodell, wie es den in dieser Arbeit verwendeten ATKIS-Daten zugrunde liegt (vgl. Kapitel 2, Abb.2-3), werden aus den Objekten der Umwelt (sog. Entitäten) digitale Objekte mit zugeordneten Namen und Attributen gebildet (Abb.1-8). Die Attribute bestehen aus einem Attributtyp und einem Attributwert, womit sich eine bestimmte generalisierte Eigenschaft der Entität beschreiben lässt. Einzelne Objekte können komplexe Objekte bilden, gleichartige Objekte werden zu Objektarten zusammengefasst. Eine Objektart ist durch bestimmte Klassenattribute sowie Regeln und Funktionen gekennzeichnet, die für alle Objekte dieser Klasse zutreffen. Beziehungen zwischen den Objekten werden als Relationen (z.B. Verlauf einer Straße als Überführung oder Brücke über eine weitere Straße) modelliert. Alle zu

ralisierung und weiterer kartographischer Bearbeitung basiert. Die darzustellenden Objekte des DLM und ihre Beziehungen sind so festzulegen, dass sie dem Zweck der Karte entsprechen und sich durch Signaturen darstellen lassen. In einem Regelwerk wird die inhaltliche und graphische Gestaltung für die Ableitung des Sekundärmodells festgelegt. Dieses Regelwerk setzt sich einerseits aus einem Signaturenkatalog, der die graphischen Ausprägungen und deren Zuordnung zu DLM-Objekten in Abhängigkeit von ihren Attributen und Attributwerten festlegt, und andererseits aus Regeln zur kontextabhängigen kartographischen Gestaltung der DLM-Objekte zusammen. Dazu zählen Generalisierungsregeln und Festlegungen zu Darstellungsprioritäten der einzelnen Kartenobjektarten für den Fall von Überlagerungen und Darstellungskonflikten im Allgemeinen (HAKE et al. 2002).

Weitere Erläuterungen zur kartographischen Modelltheorie sind u.a. bei HAKE et al. (2002), HAKE & GRÜNREICH (1994), GRÜNREICH (1998) und ADV (1989, 1998) zu finden.

1.4 Kartenmodelle im Katastrophenmanagement

Katastrophenmanagement lässt sich nach PLATE et al. (2001) als „Summe aller Maßnahmen und Aktionen der Vor- und Nachsorge zur Verhinderung oder Bewältigung einer Katastrophe“ (PLATE et al., S. 12) definieren. Katastrophenmanagement kann in die vier Phasen *Mitigation*, *Preparedness*, *Response* und *Recovery* untergliedert werden (Abb.1-9). Da das Katastrophenmanagement als Gesamtkonzept zur Bewältigung von extremen Naturereignissen⁸ erst seit wenigen Jahren angewendet wird, existieren noch keine verbindlichen deutschen Begriffe und Zuordnungen zu den englischen Begriffen, wie sie vom United Nations Department of Humanitarian Affairs (UNDHA 1992) verwendet werden.

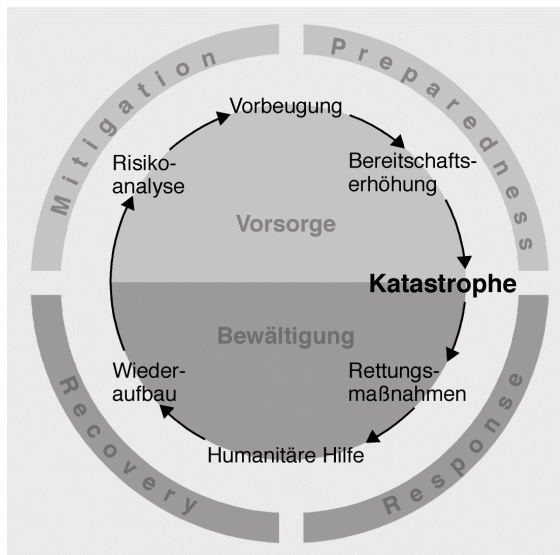


Abb.1-9: Kreislauf des Katastrophenmanagements

Die vier Phasen des Katastrophenmanagements lassen sich, wie in Abbildung 1-9 dargestellt, den folgenden Aktivitäten und Maßnahmen zuordnen, die teilweise ineinander greifen:

- **Mitigation** – Forschung und Entwicklung wissenschaftlicher Methoden zur Ermittlung von numerischen oder qualitativen Werten eines Risikos sowie daraus abgeleitete Maßnahmen technischer (z.B. bauliche Maßnahmen wie Deiche) und nicht-technischer Art (z.B. Ausweisung von besonders gefährdeten Flächen in Flächennutzungsplänen) zur Vorbeugung.

8. Das Katastrophenmanagement wurde aus dem Konzept des Risikomanagements, welches für die Handhabung industrieller Risiken entwickelt wurde, abgeleitet (PLATE et al. 2001). Es ist also nicht auf die Bewältigung extremer Naturereignisse beschränkt, sondern kann ebenso bei technogenen Katastrophen eingesetzt werden.

- Preparedness – Vorbeugemaßnahmen sowie Bereitschaftserhöhung auf der Grundlage von Frühwarnsystemen beispielsweise in Form von Bereitstellung benötigter Hilfsmittel im Einsatzfall.
- Response – Durchführung von Rettungsmaßnahmen und humanitärer Soforthilfe.
- Recovery – langfristige humanitäre Hilfe und Wiederaufbau zerstörter Bauwerke und Infrastruktur, wobei Versäumnisse der Vergangenheit behoben und Sicherheits- und Vorsorgemaßnahmen für die Abwehr einer möglichen nächsten Katastrophe berücksichtigt werden sollten. Nur so kann das Katastrophenmanagement tatsächlich als ein Kreislauf gesehen werden.

Die Planungen und Maßnahmen der verschiedenen Phasen können vielfach mit Hilfe von Geoinformationssystemen durchgeführt bzw. unterstützt werden (COVA 1999) (vgl. Abschnitt 2.3, Abb.2-6).

Im Katastrophenmanagement werden spezielle (Fach-) Karten vorrangig dazu genutzt, Gefahrenpunkte unterschiedlicher Art bzw. gefährdete Gebiete sowie die damit verbundenen Risiken aufzuzeigen. Im Hochwasserschutz als Teilbereich des Katastrophenschutzes werden vor allem mögliche Überschwemmungsflächen dargestellt, um auf die Gefährdung durch Hochwasser verschiedenster Ursachen hinzuweisen. Dies kann einerseits auf der Ebene der Information der Öffentlichkeit (z.B. Karten, in denen Überschwemmungsgebiete und Auflagen für mögliche Baumaßnahmen sowie weitere Nutzungen ausgewiesen werden) geschehen, andererseits werden in solchen Karten beispielsweise im Rahmen von Forschungsprojekten intern Ergebnisse von Hochwasser-Simulationen bzw. anderer Analysen und Modellberechnungen veranschaulicht (z.B. Bill 2002). Solche im Katastrophenmanagement eingesetzten Karten dienen in erster Linie den vorsorgenden Bereichen des Katastrophenschutzes (siehe Abb.1-9, Tabelle 1-1).

Nach PLATE et al. (2001) werden zur Darstellung vor allem der Ergebnisse von Risikoanalysen die folgenden verschiedenen Kartentypen im Katastrophenmanagement eingesetzt:

Tabelle 1-1: Karten als Ergebnis der Risikoanalyse im Katastrophenmanagement (nach PLATE et al. 2001)

Kartenart	Inhalte
Gefahrenhinweiskarten	Enthalten qualitative Hinweise auf Naturgefahren, wie z.B. rutschungsgefährdete Hänge
Gefahrenkarten ⁹	Enthalten quantitative Hinweise auf Naturgefahren, z.B. durch die Darstellung der erwarteten maximalen Stärke der Gefahr oder des bisher größten beobachteten Ereignisses
Gefährdungskarten	Enthalten Informationen über die Auftretenswahrscheinlichkeit von Gefahren zusätzlich zum Inhalt von Gefahrenkarten
Risikokarten	Enthalten zusätzlich zur Gefährdung eine Quantifizierung des Risikos, also der Auswirkung auf Menschen, Umwelt und Güter

Am Beispiel der USA gibt MONMONIER (1998) einen Überblick über verschiedene Kartentypen zu Natur- und anderen Gefahren (z.B. Gefährdung durch Kriminalität, technisch bedingte Katastrophen). Im Bereich des Hochwasserschutzes werden auch in den USA vor allem Karten für

9. Ein bekanntes Beispiel einer Gefahrenkarte ist die ‚Karte der Naturgefahren‘ der MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGSGESELLSCHAFT (1998).

die Versicherungsindustrie erstellt, die potenziell durch Hochwasser gefährdete Gebiete aufzeigen und als Grundlage zur Beitragsbemessung für mögliche Versicherungen dienen. In den USA werden die so genannten ‚Flood Insurance Rate Maps‘ (FIRMs) von der ‚Federal Emergency Management Agency‘ (FEMA) in den Maßstäben 1:4.800 bis 1:24.000 als analoge Karten sowie als digitale Ausgabe (DFIRM) für die Nutzung in Geoinformationssystemen angeboten. Für die Bundesrepublik Deutschland hat die Versicherungswirtschaft ein internes ‚Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen‘ (ZÜRS) entwickelt, auf dessen Grundlage Gebäudestandorte für die Elementarversicherung in verschiedene Risiko- bzw. Tarifgruppen eingestuft werden können. Zur detaillierten Ausweisung des Überschwemmungsrisikos wurden dazu deutschlandweit die Überschwemmungsflächen eines 10-jährigen und eines 50-jährigen Hochwassers entlang der wichtigen Flüsse und Nebenflüsse Deutschlands berechnet und anschließend in drei Gefährdungsklassen unterteilt (GDV 2004).

Die Einsatzplanung von Hilfsmaßnahmen vor Ort im Rahmen des Katastrophenmanagements als ein weiterer Aspekt im Hochwasser- und allgemeinen Katastrophenschutz wird dagegen bisher nur selten in entsprechenden (meist analogen) Spezialkarten berücksichtigt. Existieren solche Karten in Deutschland für ausgewählte Gefahren wie z.B. Waldbrände (vgl. Abschnitte 1.1 und 6.1) liegen diese nur für einzelne Bundesländer oder Regionen vor und sind damit nicht bundesweit einheitlich einsetzbar. Spezialkarten zur Verwendung in Informationssystemen für das Katastrophenmanagement, wie sie im Rahmen dieser Arbeit entwickelt wurden, sind dagegen dem Bereich der Bewältigung zuzuordnen (siehe Abb.1-9) und können als ‚Einsatzkarten‘ bezeichnet werden. Sie dienen nicht in erster Linie zur Lokalisierung von Gefahren bzw. der Darstellung des damit verbundenen Risikos, sondern der Planung und Durchführung konkreter Maßnahmen zur Bewältigung von Katastrophen.

DYMON (1990) weist auf die Bedeutung von Karten auch in den Phasen der Vorbeugung (Preparedness) und der Bewältigung (Response) einer Katastrophe hin. Karten können dabei zu folgenden Anwendungen eingesetzt werden (vgl. Kapitel 6):

- Koordinierung der verschiedenen Einsatzgruppen;
- Hilfestellung, Anweisungen für die Öffentlichkeit;
- Planung und Unterstützung bei der Verteilung des (Hilfs-) Materials oder der Einsatzkräfte;
- Aufzeigen und Bewertung der Einfluss nehmenden Objekte im betroffenen Bereich;
- Visualisierung der physischen Bedingungen in den von dem Ereignis betroffenen Bereichen;
- Erstellen von Informationsmaterial für die Medien.

HOLWEG & JASNOCH (2003) betonen ebenfalls die Bedeutung der Visualisierung der Daten in Informationssystemen zur Unterstützung im Katastrophenmanagement. Da die Visualisierung dem Ziel dient, Entscheidungen zu erleichtern bzw. zu ermöglichen, muss sie auf mögliche Nutzer und die besonderen Nutzungsbedingungen angepasst werden (vgl. Kapitel 4 und 7).

2 Graphikfreie Landschaftsmodelle

2.1 Geobasisdaten

Als Geobasisdaten werden in der Regel amtliche Geodaten bezeichnet, die für die digitale Modellierung der Landschaft und ihrer Objekte mit dem Zweck der automatischen Herstellung amtlicher topographischer Karten erfasst werden (BOLLMANN & KOCH 2001). In der Bundesrepublik Deutschland werden vor allem die Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems (ATKIS) als Geobasisdaten bezeichnet. Der Deutsche Dachverband für Geoinformation e.V. (DDGI) nennt neben den geotopographischen auch liegenschaftsbeschreibende Daten (z.B. Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK)) als Geobasisdaten. Im weiteren Sinne sind Geobasisdaten raumbeschreibende Basisdaten, die flächendeckend verfügbar sind, kontinuierlich oder periodisch fortgeführt werden, einem allgemeinen Standard entsprechen und nicht für einen speziellen, alleinigen Anwendungszweck, sondern als Basis für vielfältige Anwendungen erfasst und vorgehalten werden (DE LANGE 2002). Demnach können auch nicht amtlich erfasste Geodaten als Geobasisdaten bezeichnet werden, sofern sie die genannten Kriterien erfüllen. In der Regel werden diese Daten aber eher den Fachdaten zugerechnet, da sie üblicherweise für eine Fachanwendung erfasst werden.

Etwa zeitgleich zur Entwicklung von ATKIS in der Bundesrepublik (siehe Abschnitt 2.2) wurden seit Beginn der 80er Jahren des vergangenen Jahrhunderts international vergleichbare Vorhaben begonnen. Vorreiter waren die USA mit der Entwicklung des Statistischen Informationssystems TIGER (Topologically Integrated Geographic Encoding and Referencing) des US Bureau of the Census. In TIGER werden räumliche und objektbeschreibende Daten in einer eigenen topologisch strukturierten Datenstruktur verwaltet. Ziel war es beim Beginn der Arbeiten im Jahre 1981, alle kartographischen und geographischen Arbeiten bei der Datengewinnung, Datenaufbereitung und -organisation sowie deren Verarbeitung für die im regelmäßigen Turnus durchgeführten Volkszählungen zu automatisieren (BILL 1999). TIGER hat sich zwischenzeitlich als einer von mehreren in den USA verwendeten Austauschstandards von Geodaten etabliert.

Als Beispiel amtlicher europäischer Geobasisdaten seien die Systeme der Schweiz und Österreichs genannt. Das Bundesamt für Landestopografie der Schweiz bietet derzeit die digitalen Landschaftsmodelle VECTOR25 und VECTOR200 an. VECTOR25 basiert inhaltlich und geometrisch auf der Landeskarte 1:25.000 und ist als Basisdatensatz konzipiert, der aufgrund des Vektorformats für ein breites Spektrum von Anwendungen in Geoinformationssystemen eingesetzt werden kann. Die Objekte von VECTOR25 sind in ihrer Lage, Form und ihren Nachbarschaftsbeziehungen sowie weiteren Sachattributen erfasst und in 9 thematische Ebenen strukturiert. Der Vektordatensatz des digitalen Landschaftsmodells VECTOR200 orientiert sich inhaltlich und geometrisch an der Landeskarte 1:200.000, die erfassten Objekte sind in 6 Ebenen unterteilt (BFL 2003). Das österreichische Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen (BEV) bietet mit dem DLM ebenfalls ein digitales Landschaftsmodell an, welches originäre Messdaten enthält, die maßstabsfrei sind und nicht durch kartographische Bearbeitung verändert wurden. Die erfassten Objekte sind in 7 Objektbereiche gegliedert und werden nach Objektarten erfasst und durch Attribute ergänzt. Darüber hinaus wird in der Digitalen Katastralmappe der graphische Datenbestand des Katasters angeboten (BEV 2004).

Mit dem Projekt MEGRIN (Multi-Purpose European Ground-Related Information Network) wurde von dem Comité Européen des Responsables de la Cartographie Officielle (CERCO)¹⁰ das Ziel verfolgt, ein europaweites Netzwerk für Geobasisdaten der amtlichen Kartographie zu erstellen. Ein solches System soll Daten einheitlicher Standards für grenzüberschreitende Anwendungen liefern. Als Pilotprojekt wurde die Erstellung eines einheitlichen europaweiten Datenbestandes der Verwaltungsgrenzen auf der Basis vorhandener Daten der nationalen Vermessungsverwaltungen bearbeitet. Die aufgrund der verschiedenen nationalen Standards sehr heterogenen Datensätze müssen dabei nach einem gemeinsamen Datenmodell und einheitlichem Raumbezug homogenisiert werden. Diese Vereinheitlichung der Daten setzt die Existenz von Metadaten zum semantischen Modell, der Qualität der Daten und ihrer Herkunft voraus (ILLERT 1995). Ergebnis dieser Bemühungen ist der Datensatz SABE (Seamless Administrative Boundaries of Europe), dessen Bearbeitung von der 2000 neu gegründeten Organisation EuroGeographics, einem Zusammenschluss von CERCO und MEGRIN, geleitet wird (EGG 2004).

2.2 Das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS)

„Die Landesvermessungsbehörden der Bundesländer haben den gesetzlichen Auftrag, aktuelle Informationen über die Topographie der Erdoberfläche zu erfassen, zu dokumentieren und dem Benutzer anzubieten“ (AdV 1989, S. 5). Bis Ende der siebziger Jahre des 20. Jahrhunderts wurden diese topographischen Informationen von den Landesvermessungsämtern der Länder ausschließlich in Form von Topographischen Karten in den Maßstäben bis 1:100.000 angeboten. Mit der zunehmenden Verbreitung der graphischen Datenverarbeitung und der Entwicklung immer komplexerer und leistungsfähigerer Informationssysteme wächst jedoch seit Anfang der achtziger Jahre des vergangenen Jahrhunderts der Bedarf an digitalen topographischen Informationen.

Um dieser Entwicklung gerecht zu werden, wurde 1985 im Auftrag der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) die ‚Studie zum Aufbau eines rechnergestützten amtlichen topographisch-kartographischen Informationssystems‘ erarbeitet. Die Arbeitsgruppen ‚Technisches Konzept‘ und ‚Informationsausgabe‘ wurden von der AdV gebildet, um ein Konzept zur Umstellung der topographischen Landeskartenwerke in die digitale Form, zur Festlegung der zu digitalisierenden Objekte, für das Datenbanksystem sowie die graphische Ausgabe der digitalen Daten zu erarbeiten.¹¹

10. Unter dem Dach des Europarates wurde CERCO 1980 als Zusammenschluss der meisten europäischen nationalen Vermessungsverwaltungen gegründet. CERCO wurde 2000 durch die Vereinigung ‚EuroGeographics‘, die zur Zeit aus 44 Organisationen aus 40 Ländern besteht, abgelöst (BOLLMANN & KOCH 2001, EGG 2004).

11. In der DDR wurde bereits 1984 mit dem Automatisierten Kartographischen System (AKS) ein vergleichbares Vorhaben unter Leitung des Zentralinstituts für Physik der Erde (ZIPE) der Akademie der Wissenschaften der DDR begonnen. Ziel des AKS war es, alle topographischen Karten, topographischen Stadtpläne, militärischen Spezialkarten und Seekarten auf automatisiertem Wege herzustellen. Die Konzeption des AKS basierte auf vorangegangenen Arbeiten des Militärtopographischen Dienstes der UdSSR. Vorgesehen war, das AKS zu einem späteren Zeitpunkt auch für die Herstellung nicht militärisch genutzter Karten einzusetzen. Anhand eines Probeblattes einer Topographischen Karte im Maßstab 1:50.000 wurde 1990 die Durchführbarkeit der konzeptionellen Arbeitsschritte bestätigt (BRÜLKE & HERRMANN 1991). Mit dem Beitritt der DDR zum Bundesgebiet wurden 1990 die Arbeiten am AKS eingestellt; die Neuen Länder begannen mit dem Aufbau der digitalen Landschaftsmodelle im ATKIS-Systemdesign.

Mit der Gesamtdokumentation des Vorhabens wurde 1989 die Grundlage für die Umsetzung der Arbeiten an dem bundeseinheitlichen ‚Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem‘ (ATKIS) geschaffen (AdV 1989).

Ergänzungen und Änderungen des ursprünglichen Konzeptes von 1989 sind in der aktualisierten Gesamtdokumentation von 1998 sowie den aktuellen Objektarten- und Signaturenkatalogen erläutert. Die Fortschritte und der Stand der Realisierung des Projektes ATKIS sind in der Literatur ausführlich beschrieben. Neben den Veröffentlichungen der AdV 1988, 1989, 1995 und 1998 sind stellvertretend die zu den ATKIS-Symposien veröffentlichte Reihe ‚Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung‘ (HARBECK 1994a, KOPHSTAHL & SELIGE 1995, LVA RHEINLAND-PFALZ 1996, LVA BADEN-WÜRTTEMBERG 1998) sowie weitere Veröffentlichungen von HARBECK (1988, 1996 und 2001), der DGFK (1997), SEYFERT (2000) sowie BILL & SCHMIDT (2000) zu nennen.

2.2.1 Aufbau und Inhalt von ATKIS

Das Informationssystem ATKIS ist im Grundsatz nach der in Abschnitt 1.3 beschriebenen Modelltheorie strukturiert. Die Realwelt wird dabei wie folgt modelliert: Die topographischen Gegebenheiten der Erdoberfläche, zu denen Siedlungen, Wirtschaftsflächen, Verkehrswege und Grenzen, das Gewässernetz, Geländeformen und Höhenverhältnisse, Bodenbewachsung sowie Einzelobjekte wie Kirchen, Schlösser etc. zählen (WILHELMY 2002), werden zur Bildung des Primärmodells strukturiert. Dazu werden sie nach Objekten und Objektteilen und deren gegenseitigen Beziehungen (Relationen) gegliedert. Die Objekte werden nach Form, Lage und topologischen Relationen erfasst, den Objektarten zugeordnet sowie durch Attribute beschrieben und anschließend alphanumerisch verschlüsselt und gespeichert. Durch diese Modellierung entsteht ein digitales topographisches Landschaftsmodell, das sog. Digitale Landschaftsmodell¹² (DLM). Je nach Erfassungsgenauigkeit und Strukturierungsgrad der Realwelt werden vier verschiedene DLM unterschiedlicher Informationsdichte erstellt. Zunächst wird das Basis-DLM¹³ in mehreren Realisierungsstufen von den Vermessungsbehörden der Länder bearbeitet; zu einem späteren Zeitpunkt ist vorgesehen, das DLM50 zu erstellen. Die DLM250 und DLM1000 werden bundesweit vom Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) bearbeitet.¹⁴

Aus dem DLM wird das Sekundärmodell der Realwelt abgeleitet. Dabei werden den gespeicherten topographischen Objekten unter Berücksichtigung kartographischer Generalisierungsgrundsätze und Gestaltungsregeln Signaturen zugeordnet. Dieser Vorgang der kartographischen Modellierung bildet ein digitales kartographisches Landschaftsmodell, das sog. Digitale Kartographische Modell (DKM). Aus einem DLM können je nach Generalisierungsgrad und unterschiedlichen Signaturenschlüsseln mehrere DKM verschiedener Maßstäbe abgeleitet werden.

12. Die Bezeichnung ‚DLM‘ für die Landschaftsmodelle in ATKIS ist gemäß der Definition, die auch die AdV verwendet, nicht korrekt, da diese lediglich die Objektbereiche 2.000 bis 5.000 und 7.000 umfassen und somit eigentlich als Digitale Situationsmodelle (DSM) bezeichnet werden müssten. Erst durch die Kombination eines DSM mit einem digitalen Geländemodell (DGM) wird ein DLM gebildet, welches auch geländespezifische Objektinformationen enthält (siehe Abschnitt 2.2.2).

13. Das im ursprünglichen Konzept als DLM25 bezeichnete Landschaftsmodell wird auch als Basis-DLM bezeichnet.

14. Nach Überarbeitung des ATKIS-Konzeptes wird statt des ursprünglich vorgesehenen DLM200 abweichend das DLM250 erstellt werden. Das Basis-DLM/DLM25 und das DLM1000 sind weiterhin im ATKIS-Konzept enthalten. Zusätzlich wurde das DLM50 in die ATKIS-Produktpalette aufgenommen.

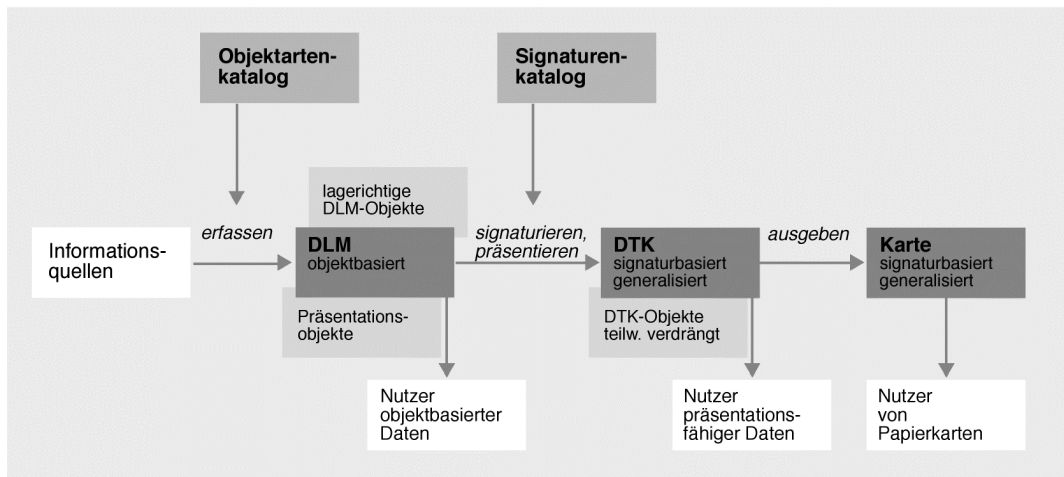


Abb.2-1: Aktuelles ATKIS-Systemdesign, Stand 2004 (verändert nach HARBECK 2001)

Grundlage für die Erfassung des Originals und die Zuordnung der Objekte zu Objektarten bildet der ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK). Der Signaturenkatalog (ATKIS-SK) bildet dagegen die Grundlage für die Zuordnung einer Kartensignatur zu einer Objektart. Er entspricht damit dem Musterblatt der analogen topographischen Karte, in dem die graphischen Parameter der einzelnen Signaturen festgelegt sind.

In der aktuellen Struktur des Informationssystems (Abb.2-1) wird die Landschaft bei der Erfassung nach den Vorgaben des ATKIS-OK verschlüsselt und in einer DLM-Datenbank in Form eines graphikfreien DLM gespeichert. Aus dieser Datenbank können die topographischen Daten je nach Bedarf in unterschiedlichem Umfang entnommen und anschließend mit Hilfe des ATKIS-SK modelliert werden.

Da in der praktischen Umsetzung des ATKIS-Konzeptes das DKM aufgrund nicht ausreichend erforschter automatisierter Generalisierungsvorgänge bisher nicht gebildet wird (HERDEG & URBANKE 1998), entfällt das DKM des ursprüngliche Konzeptes von 1989 und wird durch die Digitale Topographische Karte (DTK) ergänzt. Bei der Ableitung der DTK aus dem DLM werden

Die ATKIS-Modelltypen			
Modelltyp	Beispiel	Charakteristik	Modellierungsmedium
DLM Digitales Landschaftsmodell		Objektbasiert Landschaft in Objekte zerlegt	Alphanumerische Kodierung Objektarten und Attribute in vektorieller Geometrie
DGM Digitales Gelände- modell		Punktbasiert Geländeoberfläche in Punkte zerlegt	Alphanumerische Kodierung Regelmäßig verteilte und besondere Punkte mit x,y,z-Koordinaten
DTK Digitale Topographische Karte		Graphikbasiert Landschaft durch Signaturen veranschaulicht	Anschauliche Kartenzeichen Kirche Krankenhaus Denkmal
DOP Digitales Ortho- photo		Bildbasiert Landschaft durch Luftbild veranschaulicht	Geokodierte Luftbilder Entzerrt, maßstabtreu, farbig oder schwarzweiß

Abb.2-2: ATKIS-Modelltypen (nach HARBECK 2001)

die graphikfreien Daten auf der Grundlage des ATKIS-SK signaturiert und anschließend, wo dies notwendig ist, interaktiv generalisiert und entsprechend der Verdrängungsregeln positioniert. Die so entstehenden Präsentationsobjekte werden redundant gespeichert.

Die kartographisch aufbereiteten Daten können zur digitalen Nutzung am Bildschirm oder für die analoge Ausgabe in Form von Karten verwendet werden. Aus dem Basis-DLM werden zum gegenwärtigen Zeitpunkt von den Landesvermessungsbehörden Ausgaben der DTK10 im Maßstab 1:10.000 (z.B. in Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt) und der DTK25 im Maßstab 1:25.000 (z.B. in Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen) abgeleitet.

Das Informationssystem ATKIS wurde 1998 auf Beschluss der AdV zusätzlich zu den vorhandenen Modelltypen DLM, Digitales Geländemodell (DGM)¹⁵ und DTK durch einen vierten Modelltypen, das digitale Orthophoto (DOP), ergänzt (Abb.2-2). Damit soll der Zielsetzung von ATKIS, unterschiedliche, multifunktionale Erdoberflächenbeschreibungen zu führen und anzubieten, entsprochen werden. Ein bundesweit gültiger Rahmenstandard, der bei der Befliegung, Auswertung und Produktion von Orthophotos einzuhalten ist, soll die Einheitlichkeit sichern (HARBECK 2001).

2.2.2 Inhalt des digitalen Basis-Landschaftsmodells in ATKIS

Ein DLM enthält die Struktur der Erdoberfläche in Form von digital gespeicherten Objekten. Diese Objekte sind maßstabsunabhängig nach Lage und Form in einem festgelegten Koordinatensystem (z.B. Referenzsystem, Ellipsoid) geometrisch genau beschrieben. Die Gesamtheit der im DLM gespeicherten Objekte ist nach sachlogischen Zusammenhängen in Objektarten gegliedert, die wiederum zu Objektklassen oder -gruppen zusammengefasst werden. Diese Objektgruppen werden in insgesamt sechs Objektbereiche gegliedert (Tab.2-1).¹⁶

Die Objektbereiche 2.000 bis 5.000 und 7.000 bilden gemeinsam das Digitale Situationsmodell (DSM), während der Objektbereich 6.000 (Relief), mit Ausnahme einer Objektart (Damm, Wall, Deich), die im Basis-DLM als Lageinformation erfasst wird, durch ein separates Digitales Geländemodell (DGM) realisiert wird.

„Im DGM wird das Relief durch eine rasterförmig oder linienförmig angeordnete, nach Lagekoordinaten, Höhenwerten und geomorphologischen Informationen bestimmte Punktmenge gebildet, die die Geländeoberfläche in der gewünschten Genauigkeit und Annäherung beschreibt“ (AdV 1989, S. 9). Der Objektbereich 6.000 wird zum gegenwärtigen Zeitpunkt weitestgehend als Übergangslösung in Form von vektorisierten Rasterdaten, die aus den analogen Topographischen Karten (TK10 bzw. TK25) gewonnen werden, realisiert. Das Basis-DLM wird daher auch als 2,5D-DLM im Gegensatz zu einem echten 3D-DLM bezeichnet.

Darüber hinaus werden in Brandenburg die Landhöhen ausgewählter Gebiete, für die beispielsweise aus Gründen des Hochwasserschutzes ein detailgenaues Höhenmodell benötigt wird, mittels Laser-Scan-Verfahren in hoher Auflösung erfasst (vgl. Kapitel 1).

15. Bei dem DGM handelt es sich genau genommen um ein Digitales Höhenmodell (DHM), in dem zwar die Geländehöhen von Messpunkten erfasst sind, aber keine attribuierten Objektklassen (z.B. Bruchkanten, markante Höhenpunkte etc.) oder Interpolationsvorschriften (z.B. Verbot der Interpolation über eine Geländekante) gespeichert werden. Nach BOLLMANN & KOCH 2001 ist erst ein um diese Angaben ergänztes DHM als ‚Digitales Geländemodell‘ zu bezeichnen.

16. Der ursprünglich enthaltene Objektbereich ‚1.000 Festpunkte‘ entfällt im aktuellen Systemdesign. Festpunkte werden separat im Amtlichen Festpunkt-Informationssystem (AFIS) gespeichert

Theoretisch kann die gesamte Landschaft in einem einzigen DLM gespeichert werden. Da dies aufgrund des hohen Detaillierungsgrades der erfassten Objekte für das Basis-DLM zu einem sehr umfangreichen Datenbestand führen würde, hat die AdV in ihrem Konzept festgelegt, dass in ATKIS vier verschiedene, an den Kartenmaßstäben 1:25.000, 1:50.000, 1:250.000 und 1:1 Mio. orientierte DLM erstellt und angeboten werden sollen. Für Anwendungen im mittleren und kleinen Maßstabsbereich ist die Detailgenauigkeit des Basis-DLM nicht notwendig, da die Objekte ohnehin für den jeweiligen Maßstab kartographisch generalisiert werden müssten.

Tabelle 2-1: ATKIS-Objektbereiche und ihre Objektgruppen

Kennzeichnung	Objektbereiche	Kennzeichnung	Objektgruppen
2000	Siedlung	2100	Baulich geprägte Flächen
		2200	Siedlungsfreiflächen
		2300	Bauwerke und sonstige Einrichtungen
3000	Verkehr	3100	Straßenverkehr
		3200	Schienerverkehr
		3300	Flugverkehr
		3400	Schiffsverkehr
		3500	Anlagen und Bauwerke für Verkehr, Transport und Kommunikation
4000	Vegetation	4100	Vegetationsflächen
		4200	Bäume und Büsche
5000	Gewässer	5100	Gewässerflächen
		5200	Besondere Objekte in Gewässern
		5300	Einrichtungen und Bauwerke an Gewässern
6000	Relief	6100	Digitales Geländemodell
		6200	Besondere Geländeoberflächenformen
7000	Gebiete	7100	Verwaltungsgebiete
		7200	Geographische Gebietseinheiten
		7300	Schutzgebiete
		7400	Gefahrengebiete, sonstige Sperrgebiete

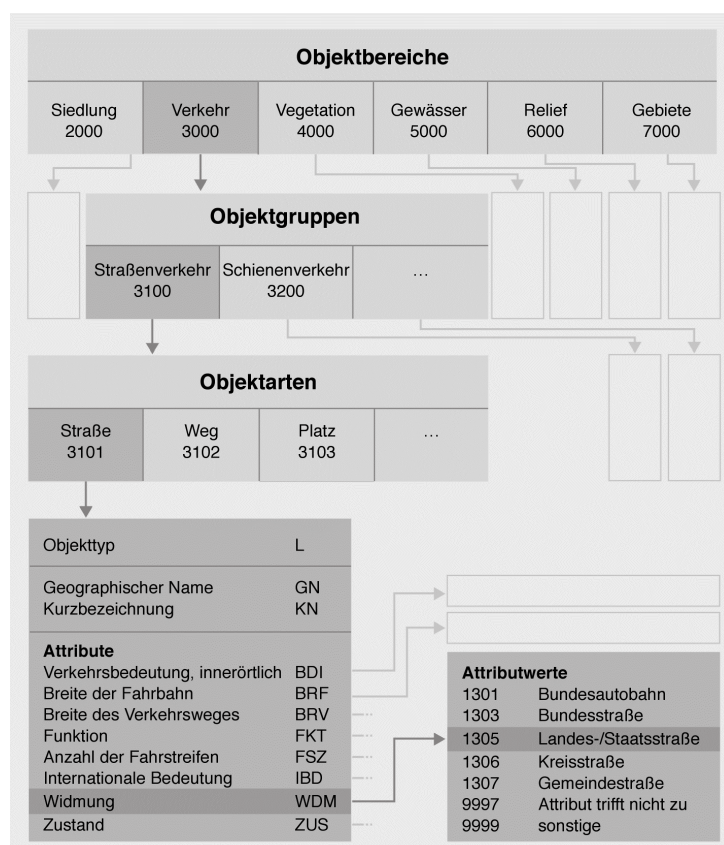
Diese DLM entsprechen hinsichtlich der Erfassungsgenauigkeit und des Inhaltes in etwa den analogen topographischen Landeskartenwerken des großen, mittleren und kleinen Maßstabsbereiches. Dabei bezieht sich das Basis-DLM auf die Topographische Karte 1:25.000 (TK25) bzw. die Topographische Karte 1:10.000 (TK10), das DLM50 auf die Topographische Karte 1:50.000 (TK50), das DLM250 auf das militärische Kartenwerk ‚Serie 1501‘ (Joint Operation Graphics, JOG) im Maßstab 1:250.000 und das DLM1000 auf die Übersichtskarte 1:500.000 (ÜK500). Im Ausgangskonzept waren als Bezugskartenwerke neben der TK25 für das Basis-DLM/DLM25 die Topographische Übersichtskarte 1:200.000 (TÜK200) für das DLM200 sowie die Internationale Weltkarte im Maßstab 1:1 Mio. für das DLM1000 aufgeführt. Zur Verdeutlichung dieses Bezuges wurden die DLM im Konzept von 1989 in Anlehnung an diese Kartenwerke benannt.

Das Konzept der DLM-Bildung hat sich bei der Realisierung des Basis-DLM durchgesetzt und wird in dieser Form angewendet. Aufgrund der aufwändigen Erfassung werden die DLM schrittweise in mehreren Erfassungs- oder Realisierungsstufen erstellt. In der ersten Erfassungsstufe wurden beim Basis-DLM die wichtigsten 68 Objektarten und deren wesentliche Attribute erfasst. Dabei wurden alle linienförmigen Objekte wie Verkehrsnetz, Gewässer und Grenzen erfasst. In den folgenden Realisierungsstufen werden weitere flächen- und punktförmige Objektarten ergänzt (LVA BRANDENBURG 2000). Die Inhalte, die für die einzelnen Realisierungsstufen verbindlich zu erfassen sind, wurden von der AdV festgelegt, weitere Objektarten können zusätzlich erfasst werden.

Im Landschaftsmodell ist also die Erdoberfläche in strukturierter Form, nach festgelegtem Beschreibungs- und Genauigkeitsgrad alphanumerisch beschrieben. Diese Beschreibung ist durch die Objektauswahl und deren Modellierungsregeln, also durch die Erfassungsgeneralisierung bestimmt. Sie erlaubt eine unbeeinflusste Analyse der Daten oder die Ergänzung durch weitere Fachdaten und deren digitale Weiterverarbeitung (HARBECK 1994b).

2.2.3 Der ATKIS-Objektartenkatalog

„Der Objektartenkatalog (ATKIS-OK) des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystems hat die Aufgabe, die Landschaft nach vornehmlich topographischen Gesichtspunkten zu gliedern, die topographischen Erscheinungsformen und Sachverhalte der Landschaft



(...) zu klassifizieren und damit den Inhalt der DLM festzulegen sowie die für den Aufbau der DLM erforderlichen Modellierungsvorschriften bereitzustellen“ (LVA BRANDENBURG 1998). Der ATKIS-OK ist objektorientiert aufgebaut (vgl. Abschnitt 1.3, Abb.1-8), demnach wird die Landschaft nach Objektarten grob und nach Attributen fein gegliedert. Abbildung 2-3 zeigt diese Struktur beispielhaft für die Objektart ‚Straße‘ des Objektbereiches 3.000 Verkehr. Die Erfassung nach Objekten und deren Objektteilen zeigt beispielhaft Abbildung 2-4. Die

Abb.2-3: Modellierung der Objektart ‚Straße‘, (aktualisiert nach HAKE et al. 2002)

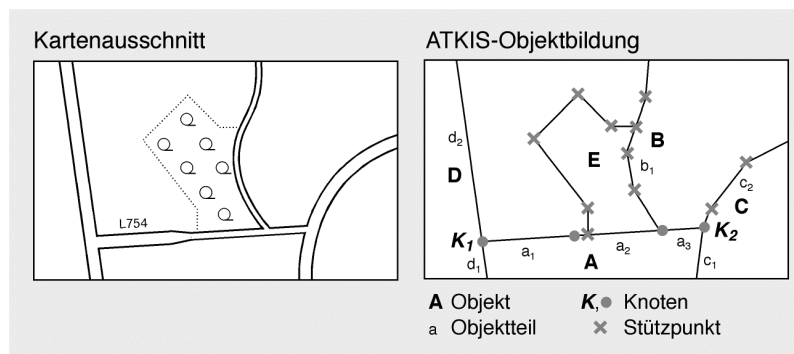


Abb.2-4: Objektbildung in ATKIS (nach AdV 1989)

im Kartenausschnitt mit L754 bezeichnete Straße wird nach den Modellierungsregeln in ATKIS als ein Objekt A, das sich von Knoten K_1 bis K_2 erstreckt, erfasst. Zwei weitere, zwischen K_1 und K_2 liegende Knoten ergeben sich für dieses Objekt, da sich das untergeordnete Attribut ‚Breite der Fahrbahn‘ (BRF) des Objektes A ändert bzw. eine weitere Straße (Objekt B) einmündet. Somit besteht das Objekt A aus insgesamt drei Objektteilen a_1 bis a_3 . Das benachbarte Objekt E, eine angrenzende Waldfläche, hat dagegen keine Auswirkung auf die Objektbildung des Objektes A.

Für die verschiedenen DLM in ATKIS wurden den unterschiedlichen Inhalten gemäß eigene, aufeinander abgestimmte Objektartenkataloge erarbeitet. Jeder ATKIS-OK kann durch zusätzliche Objektarten und Attribute aus topographischer sowie aus anderer fachthematischer Sicht ergänzt werden. Das ermöglicht die Nutzung der ATKIS-Daten als topographische Grundlage für die Erfassung und Visualisierung fachspezifischer raumbezogener Daten.

Ausführliche Informationen zur Untergliederung der Objektbereiche in Objektgruppen und Objektarten mit ihren Attributtypen und -werten, sowie die Modellierungsvorschriften bieten die ATKIS-Gesamtdokumentation von 1989 und deren Ergänzung von 1998. Ein Auszug aus dem aktuellen ATKIS-Objektartenkatalog für das Basis-DLM der Länder Berlin und Brandenburg¹⁷ sowie eine Auflistung aller im Basis-DLM derzeit aufgenommenen Objektarten ist im Anhang zusammengestellt.

2.3 Fachinformationssysteme

Als Fachinformationssystem (FIS) wird ein Geoinformationssystem (GIS) mit einer fachspezifischen Ausrichtung und den damit verbundenen eigenen Anforderungen an Daten und Funktionen bezeichnet (BOLLMANN & KOCH 2001). Ein solches Informationssystem, mit dessen Datenbanksystem ein raumbezogenes, objektstrukturiertes Fachdatenmodell verwaltet wird, beschreibt einen fachspezifisch modellierten Ausschnitt der Umwelt (HAKE et al. 2002). Neben den Fachdaten enthalten FIS Geobasisdaten, die den räumlichen Bezug der Fachinhalte erst ermöglichen (vgl. Kapitel 5).¹⁸

17. Zur Erfassung des Basis-DLM der zweiten Erfassungsstufe wird in Brandenburg der ATKIS-OK für das DLM25/2 der Länder Brandenburg und Berlin vom 01.10.1997 mit letzten Änderungen vom 01.03.2003 verwendet.

18. In der vorliegenden Arbeit wird ATKIS analog zur Abgrenzung topographischer Karten von thematischen Karten als Quelle topographischer Basisdaten verstanden und ist damit nicht als Fachinformationssystem im engeren Sinn zu verstehen.

Die Anwendungsbereiche von Fachinformationssystemen sind breit gefächert, nach HAKE et al. (2002) lassen sie sich nach ihren Anbietern in die zwei Bereiche *FIS im Bereich öffentlicher Aufgaben* und *FIS in der Industrie* unterteilen (Abb.2-5). Erstere gliedern sich wiederum in die sechs Bereiche *Basisinformationssysteme*, *Kommunale Informationssysteme*, *Statistische Informationssysteme*, *Umweltinformationssysteme*, *GIS für die Raumplanung* und *GIS in der Nautik*. Stellvertretend für Fachinformationssysteme in der Industrie seien *Informationssysteme der Ver- und Entsorgungsindustrie* sowie *FIS im Bereich der Kfz-Navigation* genannt.

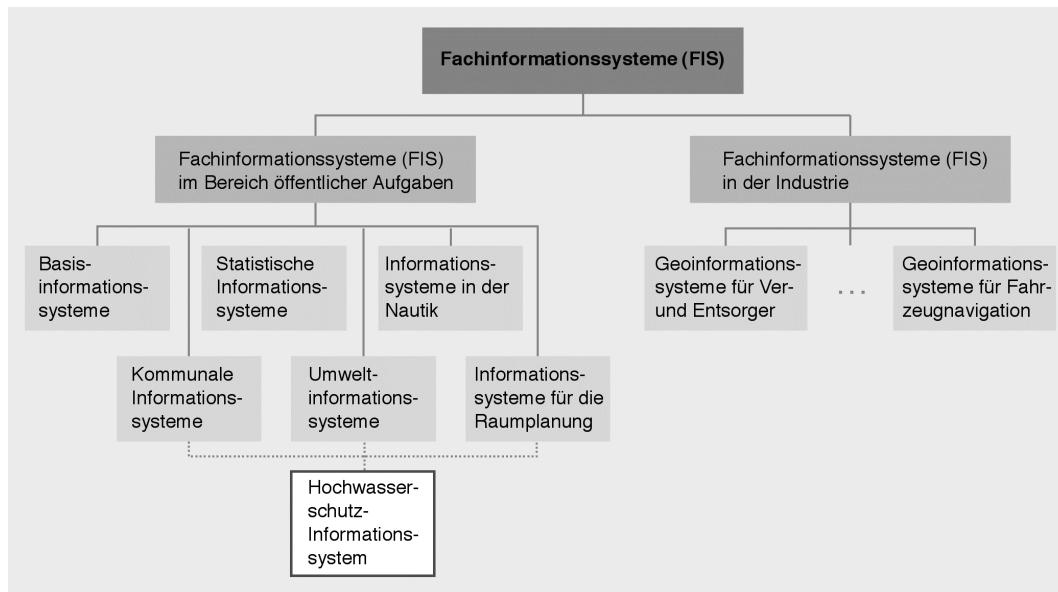


Abb.2-5: Einordnung von Hochwasserschutz-Informationssystemen

Fachinformationssysteme für den Katastrophenschutz, damit auch für den Hochwasserschutz als ein Bereich des Katastrophenschutzes, sind mehreren Informationssystemen im Bereich öffentlicher Aufgaben vergleichbar. Einerseits enthält ein solches FIS Elemente der Landesplanung (z.B. die Darstellung von Flächen mit Bauauflagen, andererseits werden Aspekte des Umweltschutzes berücksichtigt (Ausweisung von Überschwemmungsflächen und geschützten Gebieten). Darüber hinaus kann ein Fachinformationssystem für den Hochwasserschutz, ähnlich wie ein kommunales Informationssystem, zur (vorsorgenden) Planung technischer und nicht technischer Maßnahmen und zum Schutz der natürlichen Lebensgrundlagen der betroffenen administrativen Gebietseinheit dienen. Dabei umfasst ein solches FIS ähnlich einem Kommunalen Informationssystem die Integration der spezifischen Datenbestände der verschiedenen Fachämter zur Ressort übergreifenden Bereitstellung der Daten im Einsatzfall. Der Einsatz solcher Fachinformationssysteme kann verschiedene Aktionen und Maßnahmen, die während der vier Phasen des Katastrophenmanagements *Mitigation*, *Preparedness*, *Response* und *Recovery* (vgl. Abschnitt 1.4) geplant und durchgeführt werden, unterstützen (COVA 1999). Abbildung 2-6 zeigt verschiedene Einsatzmöglichkeiten von Geoinformationssystemen während der verschiedenen Phasen des vorbeugenden und abwehrenden Katastrophenmanagements. Dazu zählen beispielsweise neben der üblicherweise im Vorfeld durchgeführten Analyse und Bewertung von möglichen Gefahren und deren Auswirkungen die Frühwarnung, die Planung

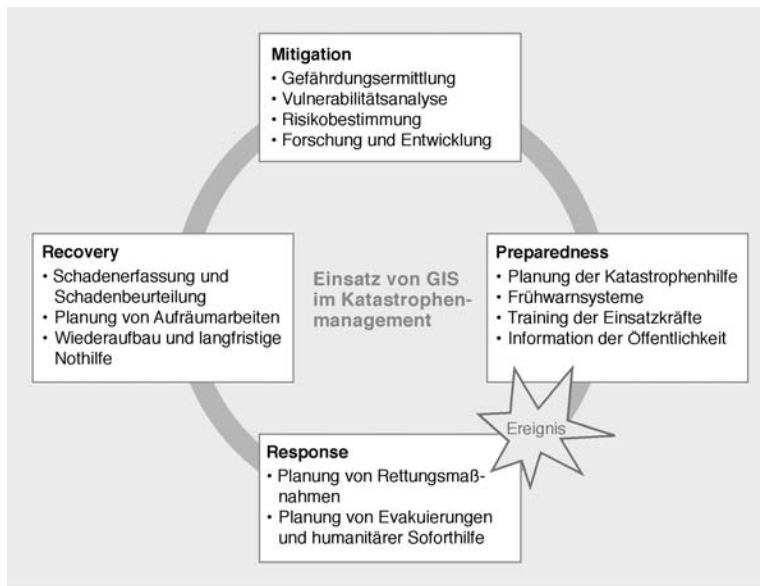


Abb.2-6: Einsatzmöglichkeiten von GIS im Katastrophenmanagement

konkreter Maßnahmen im Ereignisfall (rapid reaction), die langfristige Nachsorge sowie die Auswertung der Ereignisse und deren Dokumentation (DRANSCH 2003).

Aufgrund der in der föderalen Struktur der Bundesrepublik Deutschland geltenden Zuständigkeit der Länder für den Katastrophenschutz muss ein solches FIS mindestens das Gebiet des betroffenen Landkreises oder der Kreisfreien Stadt umfassen, wobei der Schwerpunkt

der fachthematischen Bearbeitung auf den Hochwasser gefährdeten Bereichen innerhalb der Gebietseinheit liegen kann.¹⁹ Diese Beschränkung auf administrative Gebietseinheiten ist aufgrund der rechtlichen Rahmenbedingungen des Katastrophenschutzes folgerichtig; im Fall von (Natur-) Katastrophen, die sich naturgemäß auch über diese künstlich geschaffenen Einheiten hinweg ereignen, müssen Maßnahmen grenzüberschreitend geplant und durchgeführt werden können. Aus diesem Grund ist die Verwendung einheitlicher Daten, die von allen Beteiligten zu beziehen und zu verwenden sind, zweckmäßig (vgl. Abschnitt 5.1).

Neben den von öffentlicher Seite übergeordnet auch auf Länderebene und in Grenzregionen staatenübergreifend bearbeiteten oder sich in Planung befindlichen FIS für den Katastrophen- und Hochwasserschutz, wie z.B. das HWSGIS-ODER unter Beteiligung amtlicher Stellen in Deutschland und Polen, werden verschiedene Anwendungen von Industrie und Privatunternehmen angeboten. Beispielhaft seien das Disaster Management System DISMA (TÜV Anlagentechnik Berlin), LISFLOOD (Space Applications Institut) sowie das System FLORA zur Hochwasseranalyse (Dornier Satellitensysteme) genannt, die zum Teil amtliche Daten verwenden.

19. In Brandenburg werden die Zuständigkeiten für den Katastrophenschutz im Brandenburgischen Katastrophenschutzgesetz (BbgKatSG) von 1996/2001 geregelt. Demnach sind das Land, die Landkreise und die kreisfreien Städte Träger des Katastrophenschutzes. Sie haben die Aufgabe, Maßnahmen zum vorbeugenden und abwehrenden Katastrophenschutz zu treffen. Die Aufgaben der unteren Katastrophenschutzbehörden werden von den Landkreisen und kreisfreien Städten als Sonderordnungsbehörden wahrgenommen. Oberste Katastrophenschutzbehörde ist das Ministerium des Inneren, das weisungsberechtigt für den kreisübergreifenden Katastrophenschutz ist und die Funktion der obersten Aufsichtsbehörde wahrnimmt. Wird es notwendig, grenzübergreifend einheitliche Aufgaben durchzuführen, kann das Ministerium des Inneren eine örtliche Katastrophenschutzbehörde für zuständig erklären oder die Aufgabe an sich ziehen.

2.4 Zusammenfassung

Als Geobasisdaten werden üblicherweise amtliche Geodaten bezeichnet, die mit dem Zweck der automatischen Herstellung amtlicher topographischer Karten erfasst werden. In Deutschland wird von den Vermessungsbehörden derzeit ein Geodatenbestand im mittel- und kleinmaßstäbigen Bereich für das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) aufgebaut. ATKIS setzt sich, der modernen Modelltheorie der Kartographie folgend, aus einem graphikfreien Primärmodell, dem Digitalen Landschaftsmodell (DLM), einem graphischen Sekundärmodell, dem Digitalen Kartographischen Modell (DKM) sowie dem Tertiärmodell, der individuellen kognitiven Karte des Nutzers, zusammen. Seit Beginn der Arbeiten an ATKIS, die in den westdeutschen Ländern 1989 und in den ostdeutschen Ländern 1990 begonnen wurden, wurde das Systemdesign kontinuierlich modifiziert und an die aktuellen Erfahrungen beim Aufbau angepasst. Ein solches Ergebnis war beispielsweise der Verzicht auf die Entwicklung des DKM und der Ersatz durch die teilweise interaktiv bearbeitete Digitale Topographische Karte (DTK). Heute beinhaltet die ATKIS-Produktpalette mit dem Digitalem Landschaftsmodell (DLM), dem Digitalem Geländemodell (DGM), der Digitalen Topographische Karte (DTK) und dem Digitalen Orthophoto (DOP) vier verschiedene Modelltypen.

In ATKIS werden insgesamt vier graphikfreie Landschaftsmodelle, das Basis-DLM/DLM25, die DLM50, DLM250 und DLM1000 geführt. In den verschiedenen Modellen wird die Landschaft in Form von digital gespeicherten Objekten modelliert; die Objekte sind nach sachlogischen Zusammenhängen in Objektarten gegliedert, die wiederum zu Objektgruppen und -bereichen zusammengefasst werden.

Das Basis-DLM, dessen Inhalte sich an der analogen Topographischen Karte 1:25.000 (TK25) orientieren, wurde von allen Bundesländern prioritär aufgebaut und liegt inzwischen flächendeckend vor. Die erfassten Objekte werden in sechs Objektbereiche (Siedlung, Verkehr, Vegetation, Gewässer, Relief und Gebiete) gegliedert. Ein Objektartenkatalog, der für jedes der verschiedenen DLM separat erarbeitet wurde, enthält verbindliche Vorgaben zu den zu erfassenden Objekten, deren Klassifikation sowie Modellierungsvorschriften für die verschiedenen DLM. Auf diese Weise wird die Einheitlichkeit und Vergleichbarkeit der DLM, die jeweils von den einzelnen Bundesländern bearbeitet werden, gewährleistet.

Graphikfreie Landschaftsmodelle wie das Basis-DLM dienen über ihren eigentlichen Verwendungszweck, der automatisierten Herstellung der topographischen Karten, hinaus als Grundlage in Fachinformationssystemen (FIS), die den räumlichen Bezug der Fachdaten ermöglicht. Einer Untergliederung von Fachinformationssystemen von HAKE et al. (2002) folgend, können Informationssysteme für den Einsatz im Katastrophenmanagement den Kommunalen Informationssystemen zugeordnet werden. Sie lassen sich sowohl zur Planung konkreter Maßnahmen im Ereignisfall, zur langfristigen Nachsorge als auch zur Auswertung der Ereignisse und deren Dokumentation einsetzen. Aus solchen Fachinformationssystemen können Präsentationen und Karten abgeleitet werden, die im Einsatzfall zur Entscheidungsfindung vor Ort eingesetzt werden.

3 Zeichenorientierte Landschaftsmodelle

3.1 Digitale kartographische Modelle

Aus dem grafikfreien Primärmodell der Realwelt wird nach der kartographischen Modellbildung (vgl. Abschnitt 1.3) das graphische Sekundärmodell, das so genannte Digitale Kartographische Modell (DKM), abgeleitet. Theoretischen Überlegungen zufolge wird das DOM oder die auf dem DOM basierenden Berechnungen (Analysen, Simulationen) in einem ersten Teilschritt in einem kartographischen Gestaltungsprozess graphisch modelliert (Abb.3-1). Es entsteht zunächst ein virtuelles DKM. Anschließend wird dieses virtuelle Sekundärmodell der Umwelt mittels geeigneter Software in eine optisch wahrnehmbare kartographische Darstellung in Form einer analogen Papier- oder Bildschirmkarte überführt (HAKE et al. 2002). In der praktischen Umsetzung ist die derartige Ableitung des DKM aus dem DLM aufgrund der fehlenden automatischer kartographischen Generalisierung bisher nicht umsetzbar (siehe Abschnitt 3.2).

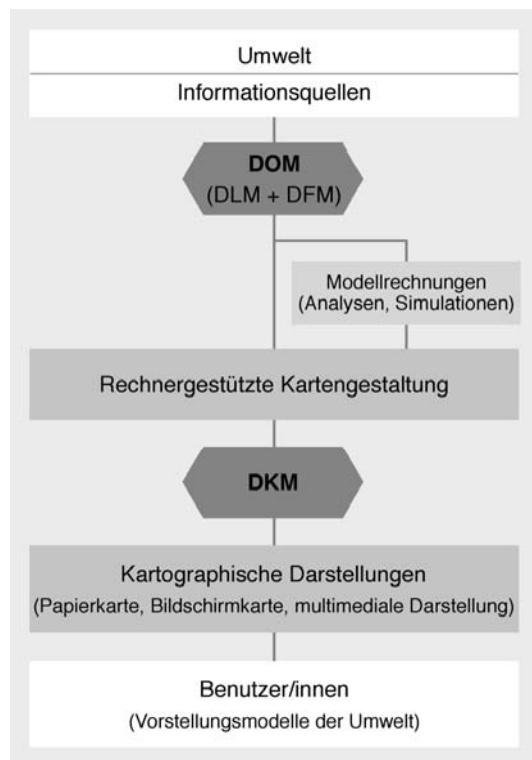


Abb.3-1: Schema der kartographischen Modellbildung (nach HAKE et al. 2002)

werden Kartenobjekte unter Berücksichtigung eines objektorientierten DKM-Datenmodells aus den DOM-Objekten gebildet und rechnergestützt kartographisch modelliert. Dabei werden den Kartenobjekten Positionen, Achsen oder Flächen zugewiesen; ihre Fachattribute werden mittels kartographischer Signaturen visualisiert. Die geometrischen Dimensionen der Objekte sind abhängig vom Kartenmaßstab und dem gewählten Abbildungssystem. Ihre Merkmale werden alphanumerisch kodiert und als DKM gespeichert (HARBECK 1995).

Bei der kartographischen Modellierung werden Primärmodelldaten ausgewählt und mit Hilfe geeigneter Transformationen, z.B. der kartographischen Generalisierung, in ein kartographisches Datenmodell für einen festen Maßstab oder einen Maßstabsbereich überführt. Bei der Übertragung eines Primärmodells in ein Sekundärmodell werden neben der klassischen Kartengraphik zunehmend auch multimediale Gestaltungselemente verwendet.

Der im DOM erfasste Ausschnitt der Umwelt ist in objektstrukturierter, semantisch und geometrisch abstrahierter Form gespeichert. Erst die Präsentation dieser grafikfreien Daten ermöglicht die Veranschaulichung der räumlichen Zusammenhänge. Daher bildet die Visualisierung der Geoobjekte einen wichtigen Bestandteil der vollständigen Objektbeschreibung in einem Geoinformationssystem (ADV 1998).

Der Prozess der DKM-Erstellung umfasst die automatische Klassifizierung der DOM-Objekte sowie die Auswahl der darzustellenden Objektinformationen. Auf dieser Grundlage

Für die Ableitung eines DKM aus einem DOM ist ein vollständiger Signaturenkatalog zur inhaltlichen und graphischen Gestaltung der Karte oder kartenverwandten Darstellung Voraussetzung. Bei der Konzeption dieses Regelwerks müssen nach HAKE et al. (2002) die folgenden Punkte berücksichtigt werden:

- Die zweckgebundene Auswahl von Objekten aus dem DOM muss nach geometrischen und qualitativen Merkmalen möglich sein.
- Den Objekten des DOM müssen dem Zweck der Karte entsprechende Signaturen zugeordnet werden.
- Die Signaturen, die mit den geometrischen und topologischen Merkmalen der DOM-Objekte verknüpft werden, müssen geometrisch und graphisch genau beschrieben sein.
- Die Attribute (und Werte) der DOM-Objekte, d.h. die semantischen Objektinformationen, müssen mit geeigneten graphischen Variablen (siehe Abschnitt 3.5.1) dargestellt werden.
- Die kontextabhängige Verwendung der Kartenobjekte und damit auch der Signaturen muss in Regeln (z.B. Darstellungsprioritäten) festgelegt werden.
- Regeln zur automatischen kartographischen Generalisierung (z.B. Auswahl, Vergrößerung, Verdrängung) müssen festgelegt werden.

Wegen des gegebenen Papier- oder Bildschirmformates, des daher nur begrenzt zur Verfügung stehenden Platzes sowie wegen des Darstellungsmaßstabes des DKM muss dieses nach kartographischen Generalisierungsregeln modelliert werden. Vor allem die elementaren Vorgänge

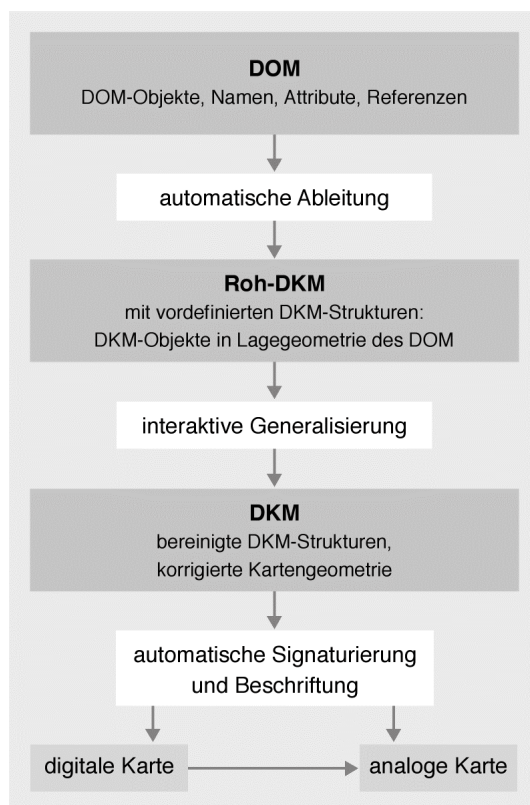


Abb.3-2: Ablaufschema der DKM-Ableitung (nach JÄGER 1995, 1996)

der geometrischen kartographischen Generalisierung wie Auswahl, Verdrängung und Vereinfachung müssen dabei durchgeführt werden. Die digitalen kartographischen Daten des DKM beschreiben Objekte, die zum Teil gegenüber dem DOM durch die Generalisierung in ihrer Geometrie verschoben bzw. verändert sind, und in einer inhaltlich und graphisch definierten Karte durch Signaturen dargestellt werden. Das DKM erlaubt die Ausgabe einer nach kartographischen Regeln generalisierten, gestalteten und signaturierten Karte oder die, wenn auch durch die kartographische Generalisierung beeinflusste, Weiterverarbeitung der Daten (HARBECK 1995). Für die DKM-Bildung führt die bisher nur teilweise realisierbare automatische Generalisierung dazu, dass keine automatische Ableitung aus einem DLM möglich ist. Einen Überblick über Stand und Entwicklungstendenzen der rechnergestützten kartographischen Generalisierung gibt WEIBEL (2004).

Während die Definition von Signaturen und deren Zuordnung zu den Objekten sowie die automatische Auswahl der DOM-Objekte beispielsweise aufgrund von festgelegten

Mindestdimensionen durchführbar ist, ist die Erkennung typischer geometrischer Merkmale und die maßstabsgerechte Generalisierung komplexer Formen unter Berücksichtigung spezifischer Objektmerkmale derzeit nur eingeschränkt möglich. Für den Bereich der Generalisierung von Gebäuden (z.B. Zusammenfassen mehrerer kleiner Gebäude zu einem Gebäude oder die Vereinfachung von detailliert erfassten Formen) sowie der geometrischen Verdrängung von Objekten (z.B. Verdrängung von Gebäuden an verbreitert dargestellten Straßenzügen) existieren bereits programmierte Lösungen wie die Programmsysteme CHANGE und MOVE des Instituts für Kartographie und Geoinformatik der Universität Hannover (GRÜNREICH 1998, BOBRICH 2002). Die Generalisierung von komplexen Formen wie beispielsweise Flussschleifen dagegen kann noch nicht adäquat automatisiert werden. Die Zusammenfassung mehrerer Objektteile bzw. Objekte zu einem Objekt, die keine eindeutigen Rückschlüsse mehr auf die örtliche Situation zulässt, aber die typischen Eigenschaften der Objektteile bzw. des Objektes wiedergibt, kann nicht oder nur schwer in formale Regeln gefasst werden. Hier, wie bei der maßstabsbezogenen Generalisierung typischer Merkmale im Kontext benachbarter Objekte, die z.B. eine Verdrängung und anschließende Veränderung der Geometrien weiterer Objekte nach sich zieht, muss weiterhin interaktiv intuitiv generalisiert werden (HAKE et al. 2002, WODTKE 1997).

Dies führt zum jetzigen Zeitpunkt zu dem in Abbildung 3-2 gezeigten Ablauf bei der DKM-Bildung im Allgemeinen, bei dem zunächst ein ‚Roh-DKM‘ (JÄGER 1995, 1996) automatisch aus dem DOM abgeleitet wird. Dieses wird dann interaktiv bearbeitet und anschließend wiederum automatisch signaturiert (JÄGER 1995, 1996).

3.2 Digitale kartographische Modelle in ATKIS

In der praktischen Umsetzung des ATKIS-Konzeptes wird das DKM entgegen dem ursprünglichen Konzept nicht gebildet (vgl. Abschnitt 2.2.1 und 3.1). HARBECK (1995) sieht aber weiterhin die Notwendigkeit an der Realisierung des DKM zu arbeiten, da es im internen Gebrauch von den Vermessungsbehörden zur standardisierten Ableitung der topographischen Karten benötigt wird. In der ATKIS-Produktpalette (vgl. Abb.2-2) wird das DKM aber ab 1995 nicht mehr aufgeführt (HARBECK 1995). VICKUS (1994, 1995) beschreibt Ansätze für Lösungsstrategien zur DKM-Bildung in ATKIS. Bisher wurden aber keine Verfahren zur DKM-Bildung bei der Kartenableitung aus den ATKIS-DLM entwickelt, die operationalisiert eingesetzt werden können (siehe Abschnitt 3.1). MENG & TÖLLNER (2004) beschreiben verschiedene aktuelle Ansätze zur kartographischen Generalisierung topographischer Daten.

Für den Ableitungsprozess der topographischen Karten aus dem ATKIS-DLM bedeutet der Verzicht auf das DKM, dass zunächst auf der Grundlage des jeweiligen ATKIS-SK eine so genannte ‚Roh-‘ oder ‚Primärkarte‘ abgeleitet wird. Bei der Vorgehensweise, wie sie z.B. in Brandenburg angewendet wird, muss diese Rohkarte anschließend interaktiv bearbeitet werden (NEUPERT 2000). Dabei werden Verdrängungsgeometrien von Signaturen und Relief sowie die Kartenschriften interaktiv bearbeitet und als so genannte Präsentationsobjekte als Zusatzdaten mit der Kennzeichnung des Objektbereichs 1.000 im ATKIS-DLM gespeichert. Die so erstellte DTK stellt in diesem Sinne keine kartographische Modellierung, sondern eine interaktiv bearbeitete Präsentationsgraphik unter Verwendung der DTK-spezifischen Signaturen dar.

Für jeden Maßstab der topographischen Karten, die aus den ATKIS-DLM abgeleitet werden, wurde unter Federführung der AdV ein eigener Signaturenkatalog entwickelt. Jeder ATKIS-Signaturenkatalog setzt sich aus zwei Teilen zusammen. Dabei enthält Teil A Regeln zur Ablei-

tung der Präsentationsobjekte aus den DLM-Objekten, während in Teil B die graphischen und geometrischen Merkmale der verwendeten Signaturen beschrieben sind. Ein Auszug aus dem Signaturenkatalog für die Topographische Karte 1:10.000 ist im Anhang zusammengestellt.

Grundlage der kartographischen Gestaltung von Karten stellen neben der allgemeinen Informationstheorie und der Zeichenlehre verschiedene Grundsätze und Regeln der allgemeinen Graphik sowie der Kartographie dar. Eine Auswahl der wichtigsten Prinzipien werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

3.3 Informationstheorie

Die klassische Informationstheorie hat ihre Ursprünge in der Nachrichtentechnik. Dabei wird von einer einseitigen (unidirektionalen) Informationsübertragung ausgegangen (Abb.3-3). Dabei werden Informationen von einem Sender (Expedient) gesendet, indem ihr Inhalt als Nachricht verschlüsselt (kodiert), also in bestimmte Zeichen umgewandelt und über einen Übertragungskanal als physische Signale ausgestrahlt wird. Der Empfänger (Rezipient) nimmt diese Signale auf, wandelt sie wiederum in Zeichen um und dekodiert diese, so dass sie eine

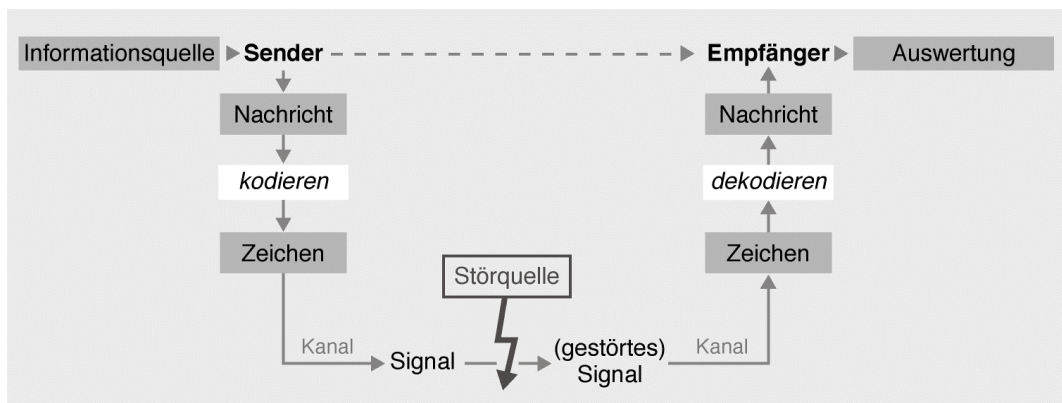


Abb.3-3: Schema der Informationsübertragung

Nachricht ergeben. Während dieses Vorgangs können Störquellen (z.B. Lärm bei akustischen Signalen oder unzureichende Beleuchtung bei optischen Signalen) auf die Signale einwirken und so den Inhalt der Nachricht für den Empfänger beeinträchtigen (HAKE et al. 2002).

Unter einem Zeichen wird dabei ein Element aus einer zur Darstellung von Informationen vereinbarten Menge von verschiedenen Elementen bezeichnet. Man spricht in diesem Zusammenhang auch von einem Zeichensystem, wenn aus einem Zeichenvorrat verschiedene Kombinationen von Zeichen zur Informationsvermittlung verfügbar sind (HAKE et al. 2002). Als Signal wird die physikalische Darstellung von Nachrichten verstanden (MILDENBERGER 1990).

Die Übertragung von Informationen in Form kodierter Zeichen ist nicht auf den optischen Kanal beschränkt, sondern bezieht alle menschlichen Sinne ein (z.B. Wahrnehmung akustischer Signale).

Die Informationstheorie befasst sich ausschließlich mit den syntaktischen Aspekten der Informationsübertragung. Dabei spielen die formalen Regeln der Zeichenbildung, also die Kodierung der Information in Zeichen, und deren Beziehungen zueinander eine Rolle. Darüber hinaus beinhaltet die Informationstheorie die Beschreibung und Bewertung von Übertragungs-

kanälen zur möglichst störsticheren Übertragung der Zeichen. Die Bedeutung der Zeichen dagegen ist aus dieser Sicht irrelevant (MILDENBERGER 1990).

3.4 Zeichentheorie

Geht man von einer wechselseitigen (bidirektionalen) Kommunikation aus, ist es Voraussetzung, dass die beteiligten Personen über ein gemeinsames Zeichensystem verfügen. Nur so kann sichergestellt werden, dass der Empfänger den Inhalt der in Zeichen kodierten Nachricht des Senders verstehen kann. Schreibt der Sender beispielsweise einen Brief in arabischer Schrift und der Empfänger ist nicht in der Lage, diese Schriftzeichen zu lesen, kann er den Inhalt des Briefes nicht verstehen. Ebenso ermöglicht eine Karte nur dann die Kommunikation bestimmter Inhalte, wenn die Bedeutung der verwendeten Kartenzeichen vorausgesetzt werden kann bzw. eine Zeichenerklärung (Legende) mitgeliefert wird.

In der Zeichentheorie wird neben der Struktur der Zeichen auch die Informationsübertragung in Verbindung mit dem Inhalt der Zeichen und deren Wirkung beim Empfänger untersucht.

Die Zeichentheorie unterscheidet drei verschiedene Zeichendimensionen. Die syntaktische Dimension beschreibt die Regeln der Zeichenbildung sowie die Beziehungen der Zeichen zueinander. Eine Kartensignatur ist beispielsweise dann syntaktisch korrekt, wenn sie graphisch klar erkennbar ist und sich eindeutig von anderen Signaturen unterscheidet. Die semantische Dimension dagegen beschreibt die Beziehungen der Zeichen zu ihren Bedeutungen. Zeichen müssen beim Empfänger eine Nachricht, die mit der Nachricht der Informationsquelle möglichst weit übereinstimmt, erzeugen. Für eine syntaktisch korrekte Kartensignatur bedeutet dies, dass die Merkmale eines Geoobjektes (z.B. Darstellung einer Einbahnstraße mittels eines zusätzlichen Fahrtrichtungshinweises) korrekt erfasst werden. Die pragmatische Dimension von Zeichen beschreibt deren Beziehungen zu den Menschen, welche die Zeichen zur Kommunikation einsetzen. Für eine syntaktisch richtige und semantisch korrekt erfasste Signatur regelt die pragmatische Dimension damit die Handlungsweise des Menschen (z.B. Routenplanung eines Autofahrers unter Berücksichtigung der Einbahnstraße) (BOLLMANN & KOCH 2002).

Bei der Übertragung der informations- und zeichentheoretischen Ansätze auf die Kartographie und die Prozesse der kartographischen Kommunikation (vgl. Kapitel 4) spricht man von der Karto- bzw. Kartosemiotik (HAKE et al. 2002). Weitere Informationen zur Zeichentheorie und Kartosemiotik sind stellvertretend bei MORRIS (1972) und NÖTH (1994, 2000) zu finden. Für die Kartosemiotik gelten nach HAKE et al. (2002) vier typische Merkmale:




- In der Kartographie werden Informationen mittels graphischer Zeichen angeboten. Das bedeutet, alle realen Erscheinungen und abstrakten Sachverhalte auf der Erde werden so aufbereitet und visualisiert, dass sie in der Regel über den optischen Kanal aufgenommen werden können. Im Bereich der multimedialen Kartographie ist beispielsweise auch eine Kombination mit akustischen Signalen möglich (MÜLLER et al. 2001).
- Die graphischen Zeichen sind aufgrund ihres Raumbezugs geometrisch gebunden. Aus der je nach Kartenmaßstab unterschiedlich genauen Verortung im Raum lassen sich die absolute Position und die Nachbarschaftsbeziehungen zu anderen Objekten ableiten.
- Kartenzeichen lassen sich nach ihrer geometrischen Ausbreitung in punkt-, linien- und flächenhafte Kartenzeichen unterteilen. Des Weiteren können sie als zusammengesetzte Zeichen komplexe Signaturen bilden. Schließlich können graphische Gefüge aus mehreren Signaturen gebildet werden, die typische Objektstrukturen wiedergeben.

- Kartenzeichen bilden in ihrer Gesamtheit eine begrenzte Menge, deren Bedeutungen definiert sind. Die Menge der Kartenzeichen ist aufgrund der Objektklassifizierung begrenzt (vgl. Abschnitt 1.3). Jede Kartensignatur repräsentiert eine Objektart bzw. ein Objektmerkmal. Zusätzliche spezifische Informationen eines Objektes können durch Schriftzusätze ergänzt werden. Die graphische Ausprägung von Kartenzeichen wird durch die Syntax und Semantik bestimmt, die Erläuterung ihrer Bedeutung wird den Kartennutzern in der Legende angeboten.

3.5 Kartenzeichen

Kartenzeichen, auch als Signaturen bezeichnet, sind in der topographischen Kartographie durch Konventionen mit ganz bestimmten Inhalten verbunden. In der thematischen Kartographie dagegen sind Signaturen, die einen bestimmten Sachverhalt darstellen, im Allgemeinen jeweils nur für eine Karte bzw. ein Kartenwerk gültig. So kann beispielsweise eine Kreissignatur in verschiedenen Karten für ganz unterschiedliche Inhalte stehen. Es gibt also kein allgemeingültiges kartographisches Alphabet, wohl aber Regeln der kartographischen Visualisierung, die die Erkenntnisse des allgemeinen Informationstransfers (siehe Abschnitte 3.3 und 3.4) berücksichtigen (ARNBERGER 1997).

Es werden grundsätzlich drei Arten von Signaturen nach den graphischen Grundelementen Punkt, Linie und Fläche unterschieden:

-  punktförmige Signaturen repräsentieren ortsgebundene Objekte; sie werden auch als Orts- oder Positionssignatur bezeichnet;
-  linienhafte Signaturen repräsentieren streckengebundene oder linienhaft vereinfachte Objekte;
-  flächenhafte Signaturen repräsentieren flächenbezogene Objekte.

Man unterscheidet darüber hinaus sprechende (konkrete) Signaturen von geometrischen (abstrakten) Signaturen. Konkrete Signaturen sind derart gestaltet, dass sie assoziativ verstanden werden, während abstrakte Signaturen beim Betrachtenden keine Assoziation mit einer bestimmten Bedeutung auslösen (Abb.3-4).

Konkrete Signaturen weisen meist filigrane, detailreiche Formen auf, sie können aber auch die Form eines geometrischen Symbols annehmen, sofern dieses allgemein gebräuchlich ist und damit assoziativ verstanden werden kann.

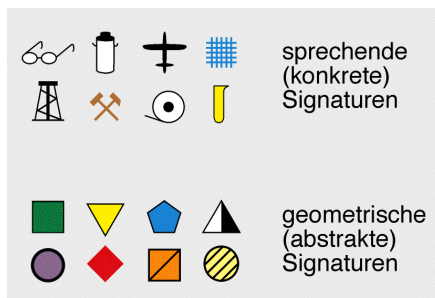


Abb.3-4: Beispiele sprechender und geometrischer punkthafter Signaturen

Während konkrete Signaturen in der Regel besser erinnert und in ihrer Bedeutung assoziativ verstanden werden, sind sie gleichzeitig aufgrund ihrer hohen graphischen Auflösung relativ schwer im Kartenbild wahrnehmbar. Vor allem im Falle einer hohen Inhaltsdichte kann die Informationsaufnahme stark beeinträchtigt sein. Abstrakte Signaturen dagegen sind nicht ohne Vorkenntnisse für den Betrachter verständlich und müssen in ihrer Bedeutung erlernt oder in einer Legende erläutert werden. Der Vorteil



Abb. 3-5: Grundformen abstrakter Signaturen

dieser Signaturenart liegt in der hohen Kombinationsmöglichkeit mit anderen abstrakten Signaturen und der eindeutigen hierarchischen Gliederungsmöglichkeit. Darüber hinaus sind abstrakte Signaturen auch bei hoher Inhaltsdichte noch eindeutig wahrnehmbar, da die klaren, geschlossenen Formen eine gute Lesbarkeit gewährleisten (ARNBERGER 1997).

Abstrakte punktförmige Signaturen basieren auf den Grundformen Kreis, Quadrat, Rechteck, Dreieck sowie dem regelmäßigen Fünf- und Sechseck. Diese Formen erlauben die Ableitung von Sekundärsignaturen aus einer Primärsignatur. Sekundärsignaturen ermöglichen die eindeutige Zuordnung von Objektinhalten zu Begriffen und Oberbegriffen. Objekte, die sich

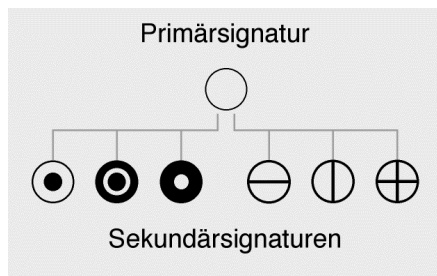


Abb. 3-6: Ableitung von Sekundärsignaturen aus einer Primärsignatur

durch gemeinsame Merkmale auszeichnen oder von einem übergeordneten Objekt abgeleitet werden können, sollen nach ARNBERGER (1966) durch identische Signaturformen dargestellt werden. ARNBERGER bezeichnet die Eigenschaft der eindeutigen Zuordnung von Signaturen zu Oberbegriffen als Gruppenfähigkeit. Konkret bedeutet die Ableitung von Sekundärsignaturen aus einer Primärsignatur, dass unter Beibehaltung wesentlicher Formelemente und gleichzeitiger geringer zeichnerischer Veränderungen oder Ergänzungen eine Mehrzahl verwandter Signaturen gebildet werden (siehe Abb. 3-6).

Dieses Prinzip wird auch bei der Bildung der so genannten *taktischen Zeichen* des Katastrophenschutzes verwendet, die auf wenigen Grundformen basieren (Abb. 3-7). Das heißt, durch Kombination mehrerer Grundformen oder Ergänzung durch zusätzliche Elemente werden neue Symbole aus vorhandenen Symbolen abgeleitet. In der hier vorgestellten Arbeit wurden einige

Grundformen der taktischen Zeichen	
	Dienststelle
	Befehlsstelle
	Stelle, Einrichtung
	Person
	Gebiet, Fläche
	Maßnahme, allgemein
	Anlass, Ereignis
	Gefahr
	ortsgebunden
	Gebäude

Abb. 3-7: Grundformen der taktischen Zeichen des Katastrophenschutzes (nach BUNDESANSTALT TECHNISCHES HILFSWERK 2000)

taktische Zeichen direkt verwendet bzw. Signaturen entwickelt, die sich graphisch an diesen Zeichen orientieren. Dies hat den Vorteil, dass die Zeichen den Einsatzkräften in der Regel vertraut sind und somit schnell und sicher erkannt werden, ohne dass ihre Bedeutung in der Legende überprüft werden muss. Da die taktischen Zeichen im Katastrophenmanagement zur konkreten Einsatzleitplanung verwendet werden, dient die Mehrzahl der Zeichen zur Darstellung von Maßnahmen, aktuellen Ereignissen und zeitlich begrenzten, für den Einsatzfall installierten, Einrichtungen. Aus diesem Grund eignen sich nur einige ausgewählte Zeichen zur direkten Übernahme in die hier vorgestellten Kartenvarianten. Andere Zeichen dienten als Vorlage für neu zu entwickelnde Signaturen (vgl. Abschnitt 6.3.2).

DYMON (2003a, b) hat vorhandene Symbolsammlungen, die zum Teil international im Katastrophenschutz verwendet werden, zusammengestellt und eine Vielzahl verschiedener Symbole identifiziert, die zur Darstellung gleicher Objekte verwendet werden. Für den Katastrophenschutz in Deutschland existiert zum jetzigen Zeitpunkt keine einheitliche und verbindliche Symbolsammlung, die alle notwendigen Einrichtungen und Gegebenheiten zeigen und als Kartensignaturen verwendet werden können.

3.5.1 Visuelle Variablen bei der Signaturengestaltung

Die Darstellung der Topographie oder Auszügen davon und zusätzlicher themenspezifischer Sachverhalte in einer Karte verlangt die unterschiedliche graphische Ausprägung der verschiedenen Inhalte. Jede Objektart wird durch eine eigene Signaturart dargestellt; verwandte Arten werden mittels Signaturen ähnlicher Ausprägung wiedergegeben. Durch die unterschiedliche

Variable	Signaturenart		
	punktförmig	linienhaft	flächhaft
Form			
Größe			
Helligkeit			
Muster			
Farbe			
Richtung			

Abb. 3-8: Farb-Muster-Variablen nach BERTIN

graphische Ausprägung von Signaturen gleicher Form können verschiedene Attribute der einzelnen Objekte einer Objektklasse wiedergegeben werden.

BERTIN (1974) unterscheidet für die Gestaltung von Signaturen in statischen Karten²⁰ acht visuelle oder graphische Variablen. Neben den x- und y-Koordinaten einer Signatur in der Ebene betreffen die weiteren sechs so genannten Farb-Muster-Variablen die Parameter Form, Größe, Helligkeit, Muster, Farbe und Richtung. Den Einfluss der

Farb-Muster-Variablen auf die Gestaltung einzelner Signaturen zeigt Abbildung 3-8.

20. BERTIN (1974) bezieht seine Überlegungen zu den visuellen Variablen lediglich auf statische Karten, für dynamische Karten kommt die Bewegung als weitere Variable hinzu, die eine gesonderte Stellung einnimmt. Auch 3D-Darstellungen lassen sich nicht ohne Weiteres in das hier genannte System der acht visuellen Variablen einordnen.

SPIESS (1970)²¹ hat die Anwendung der graphischen Variablen nach BERTIN für die praktische Anwendung bei der Gestaltung thematischer Karten überprüft und kommt zu dem Ergebnis, dass die visuellen Variablen vor allem beim Entwurf von thematischen Karten, die diese nicht in ihrer elementaren Form, sondern in Kombinationen verwenden, nur als Anhaltspunkte dienen und nicht als zwingend und eindeutig zu bewerten sind. Als grundlegende Darstellungsprinzipien fasst SPIESS die folgenden Grundsätze zusammen:

Gleiches	— gleich darstellen,
Verschiedenes	— verschieden darstellen,
Geordnetes	— graphisch nach gleicher Ordnung darstellen,
Quantitatives	— quantitativ schätzbar, zählbar oder messbar darstellen,
Gemeinsames	— zusammenfassend darstellen,
Zusammengehörendes	— auch in seiner Gesamtheit als zusammengehörend gestalten,
Gegensätzliches	— kontrastierend darstellen.

Weitere Informationen zur Gestaltung von Signaturen in der thematischen Kartographie bieten u.a. ARNBERGER (1997), BERTIN (1974, 1982), IMHOF (1972) sowie SPIESS (1970).

3.5.2 Graphische Strukturierung kartographischer Modelle

In die Gestaltung von graphischen Darstellungen und damit auch von Karten müssen verschiedene Phänomene der optischen Wahrnehmung des Menschen einfließen, sollen sie die Funktion effektiver Kommunikationsmittel erfüllen. Genannt seien die folgenden Phänomene:

Formbildung durch Muster und Konturen

Flächen werden, wenn sie mit einem Muster gefüllt sind, als geschlossene Form wahrgenommen und heben sich von der Umgebung ab. Wie Abbildung 3-9 beispielhaft zeigt, lässt eine mit einem Flächenmuster gefüllte Fläche den Unterschied zwischen Land- und Gewässerfläche am besten wahrnehmen. Beim Entwurf von Mustern ist neben den Variablen Form, Größe, Helligkeit und Farbe der graphischen Grundform des Musters vor allem dessen Richtung mit dem darzustellenden Inhalt (z.B. Muster waagerechter Linien zur Darstellung von Seen, siehe Abb.3-9) und anderen in der Karte verwendeten Mustern abzustimmen (Abb.3-10). Neben Mustern können auch Grautöne zur visuellen Hervorhebung von Flächen eingesetzt werden.

21. SPIESS bezieht sich dabei auf die französische Originalausgabe von BERTINS ‚Graphischer Semiologie‘ von 1967.

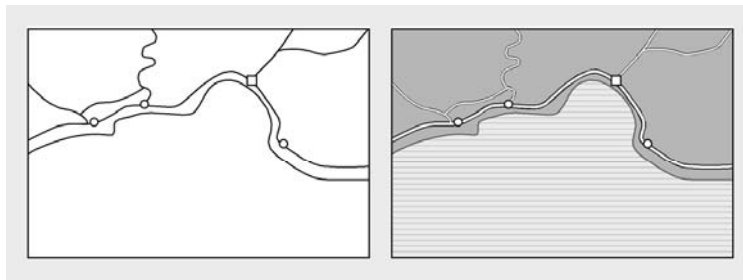


Abb.3-9: Flächenfüllung durch Muster bzw. Grauton

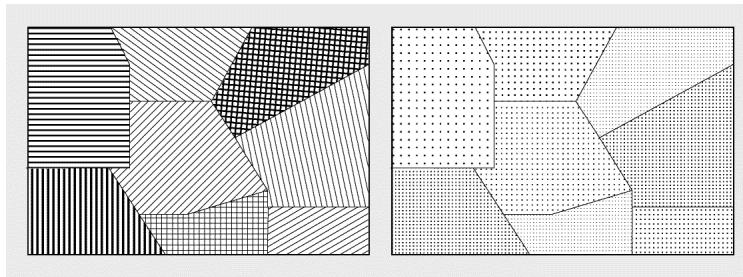


Abb.3-10: Kombination verschiedener Muster in einer Karte (nach DENT 1999)

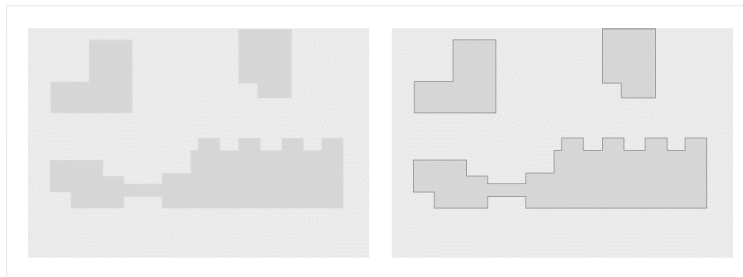


Abb.3-11: Betonung von Objekten durch Konturen

Ein weiteres Mittel zur klaren Abgrenzung von Flächen im Kartenbild stellen Kanten bzw. Konturen dar. Durch den Einsatz von Konturen wird beispielsweise die Bebauung in Abbildung 3-11 im Gegensatz zu der Darstellung ohne Kontur sehr deutlich hervorgehoben. Diese Begrenzung der Flächen kann darüber hinaus eine gliedernde Funktion übernehmen, die im Abschnitt ‚Visuelle Hierarchie‘ näher erläutert wird.

Figur-Grund-Phänomen

Der Mensch nimmt Objekte, die sich von einem einheitlichen, formlosen Hintergrund abheben, als separate Form wahr. Die Gliederung des betrachteten Ausschnitts in Formen und Hintergrund erfolgt dabei automatisch (METZGER 1975). Eine einheitliche, nicht differenzierte Darstellung erlaubt dagegen keine visuelle Gliederung.

Als Figur wahrgenommene Elemente werden von den übrigen Elementen getrennt und erscheinen optisch näher. Abbildung 3-12 zeigt die Auswirkung einer solchen optischen Nähe. Obwohl die beiden Kreise die gleiche Größe haben, erscheint der rechte Kreis größer, weil er als in größerer Entfernung liegend wahrgenommen wird.

Der Hintergrund wird in der Vorstellung des Betrachters unter den Formen fortgesetzt, wie in Abbildung 3-13 a verdeutlicht wird. Werden die verdeckenden Objekte verschoben oder entfernt, können andere Formen sichtbar werden, als zunächst erwartet (siehe Abb.3-13 b). Darüber hinaus tendiert der Mensch dazu, unvollständige Formen mental zu ergänzen (Abb.3-14) (DENT 1999). Diese so genannten Scheinkanten (KANIZSA 1976) entstehen beispielsweise

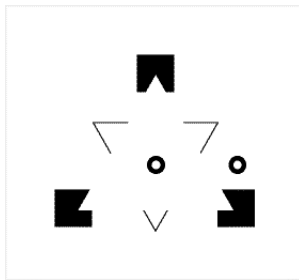


Abb. 3-12: Größenwahrnehmung aufgrund unterschiedlicher optischer Nähe (nach METZGER 1975)

dann, wenn in der Umgebung unvollständige, offene Gebilde Anhaltspunkte für solche Kanten bieten (Abb. 3-14 a). Ein weiteres Beispiel für die Entstehung von Scheinkanten zeigt Abbildung 3-14 b. Hier werden die Schattenstriche vom Betrachter so ergänzt, dass der Buchstabe ‚E‘ gebildet wird, wobei die an die Scheinkanten anschließenden Flächen über die Umgebung emporgehoben werden.

Dieses Phänomen verdeutlicht die kontextabhängige und wechselseitige Natur graphischer Elemente. Die Einbeziehung des graphischen und inhaltlichen Kontextes in die Gestaltung einzelner Signaturen bzw. von Kartenbestandteilen ist daher für die Kommunikation der Karteninhalte von großer Bedeutung.

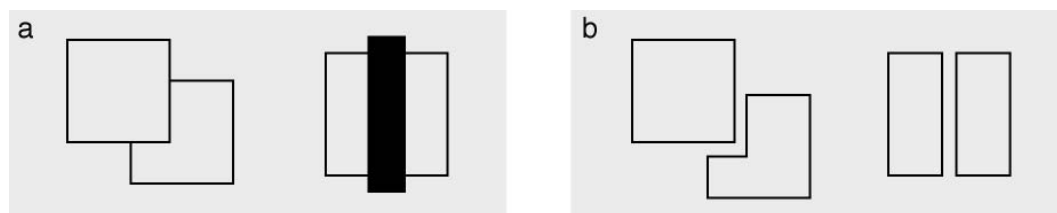


Abb. 3-13: Ergänzung von Formen im Hintergrund

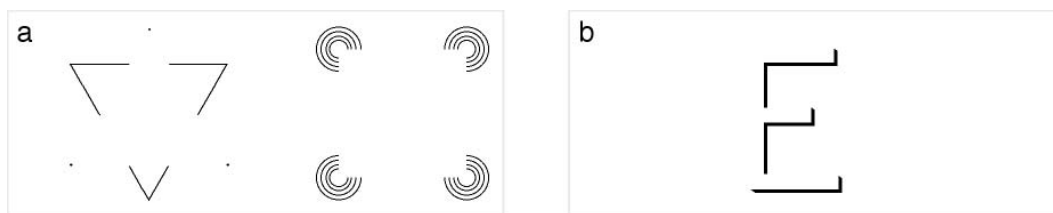


Abb. 3-14: Bildung von Scheinkanten

Visuelle Hierarchie

Zur Strukturierung einer graphischen Darstellung werden deren Inhalte in visuelle Ebenen unterteilt. So wird eine optische Verwirrung und Häufung vermieden. Die zu vermittelnden Informationen werden nach ihrer Bedeutung geordnet, wobei die wichtigste Information im Vordergrund steht und weniger bedeutsame Inhalte in der Hierarchie weiter unten stehenden Ebenen zugeordnet werden. Die visuellen Verhältnisse müssen dabei proportional zur Bedeutung der Daten, deren Inhalt und dem Zweck der graphischen Darstellung sein (TUFT 2001). In der thematischen Kartographie haben Signaturen beispielsweise die höchste Priorität, während Inhalte der Grundkarte (Situation) unteren Ebenen zugeordnet werden. Diese Ebenenreihenfolge ist abhängig vom Kartenthema: In einer hydrologischen Karte z.B. hat dagegen das Gewässernetz die höchste Darstellungspriorität.

Die Aufgabe der Grundkarte einer thematischen Karte ist es, Hintergrundinformationen zur räumlichen Verortung des darzustellenden Themas zu vermitteln (vgl. Abschnitt 5.2). Diese müssen visuell zurückgenommen werden, um die thematischen Informationen der Karte nicht zu beeinträchtigen. Abbildung 3-15 zeigt verschiedene Varianten einer Grundkarte, wobei

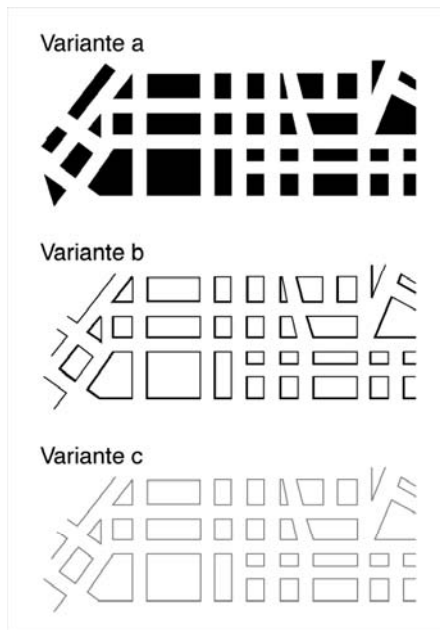


Abb.3-15: Grundkartenvarianten (nach TUFTE 2001)

lediglich Variante c eine angemessene graphische Zurückhaltung aufweist und ohne weiteres zusätzliche thematische Informationen aufnehmen kann. Die Varianten a und b sind aufgrund der graphischen Dominanz der schwarzen Flächen bzw. Konturen weniger gut als Grundkarte geeignet. Zur visuellen Trennung der einzelnen Elemente einer graphischen Darstellung und zur Strukturierung in Ebenen eignen sich besonders die Variablen Form, Größe, Helligkeitswert und Farbe (TUFTE 2001).

Überlegte visuelle Gliederung ist keine graphische Spielerei, sondern beeinflusst auf die Wirkung und Informationsvermittlung mittels graphischer Darstellungen. Wichtiges wird auf diese Weise hervorgehoben, weniger Wichtiges tritt visuell zurück. Die Aufmerksamkeit des Betrachters kann bei unstrukturierteren oder überfrachteten Darstellungen schnell ermüden und so zu ungenauer Informationsentnahme führen.

Wechselwirkungen zwischen graphischen Elementen

Die graphische Trennung in Vorder- und Hintergrund kann durch Wechselwirkungen einzelner Elemente die Bildung zusätzlicher Elemente begünstigen. Dieses Phänomen wird auch als ‚1+1=3-Effekt‘ (ALBERS 1969) bezeichnet, bei dem zwei graphische Elemente drei oder mehr Elemente bilden (Abb.3-16 a) (TUFTE 2001). Dieser Effekt kann gewollt sein (siehe Abb.3-16 b, c), häufig ist er aber unbeabsichtigt und hat eher störenden Einfluss. Diese zusätzlich entstehenden Formen besitzen häufig keine Informationen, sondern bringen Unruhe in das (Karten-) Bild. Eine solche Unruhe ist proportional zum Kontrast (hell/dunkel) zwischen Form und Hintergrund. Auf weißem Hintergrund bewirken helle Farben weniger zufällige, störende Effekte, während sich dunkle Farben auf weißem Grund stärker auswirken (TUFTE 2001).

Weiterführende Informationen zur graphischen Strukturierung und visuellen Gliederung von Graphiken und Karten geben z.B. BERTIN (1974), DENT (1999), MAC EACHREN (1995), METZGER (1975), SPIESS (1970, 1971, 1996) sowie TUFTE (2001).

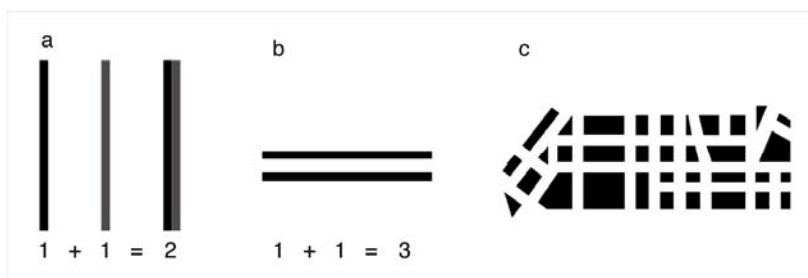


Abb.3-16: Der ‚1+1=3-Effekt‘ (nach TUFTE 2001)

3.5.3 Graphische Mindestdimensionen

Ein wichtiges Kriterium der syntaktischen Zeichenerkennung stellt die graphische Mindestdimension von Kartenelementen dar. Nach HAKE et al. (2002) werden zwei Arten von Mindestgrößen unterschieden:

- Grenzwerte von Breiten, Strichstärken und Abständen, die in Zeichenvorschriften (Musterblatt, Signaturenkatalog) zusammengefasst werden; dazu zählen auch Mindestlängen und -dimensionen von Objekten wie z.B. Flussläufen oder Gebäuden bei Generalisierungsmaßnahmen,
- verschiedene Auflösungen von Eingabe- und Ausgabemedien (Auflösung von Scanner, Bildschirm und Druckerzeugnissen, Wahrnehmungsvermögen des menschlichen Auges).

Bei der Bestimmung von Mindestdimensionen von Kartenelementen ist zunächst das Ausgabemedium entscheidend. Papierkarten können als Druckerzeugnis bei guter Papierqualität eine sehr hohe Auflösung von 1.200 bis 2.500 dpi aufweisen, die es ermöglicht, auch feinste Strichstärken und filigrane, detaillierte Formen exakt wiederzugeben. Bildschirmkarten werden dagegen aufgrund der Bildschirmauflösung, die bei den üblicherweise verwendeten Monitoren zwischen 70 dpi und 140 dpi liegt (BRUNNER 2001), mit einer vergleichsweise geringen Auflösung angezeigt, die keine genaue Wiedergabe feiner graphischer Strukturen erlaubt. Hinzu kommen Bildstörungen in Form des Aliasing („Treppeneffekt“) durch den Rasteraufbau des Monitorbildes, der beispielsweise sehr kleine Kreise als Quadrate wiedergibt.

Die Mindestgrößen graphischer Elemente werden zudem vom graphischen Kontext wie dem Farbkontrast zwischen Signatur und Umgebung, verwendeten Flächenmustern etc. beeinflusst. Je nach Ausgabemedium (Papier bzw. Bildschirm) gelten unterschiedliche Mindestgrößen, die in Tabelle 3-1 für ausgewählte graphische Elemente gegenübergestellt werden (HAKE et al. 2002, WILFERT 1998). Weitere empirische Angaben sind in MALIC (1998) und THISSEN (2000) zu finden. Generell ist in der modernen Kartographie eine Tendenz zu größeren Mindestdimensionen, einfacheren Formen und geringerer Inhaltsdichte zu beobachten, die das Ziel verfolgt, sich an die Sehgewohnheiten der Nutzer anzupassen und eine schnelle Informationsaufnahme auch unter wechselnden Bedingungen, wie verschiedener Bildschirmqualität oder unterschiedliche Betrachtungsabstände, zu ermöglichen (HAKE et al. 2002).

Tabelle 3-1: Mindestdimensionen in Karten

	Punkthafte Signatur	Linienhafte Signatur	Flächenhafte Signatur	Kartenschrift
Papierkarte ²²				
Mindestgröße in mm	Gefüllter Kreis: \emptyset 0,7 Hohler Kreis: \emptyset 1,0	Strichstärke: 0,08 Lichte Weite bei - dünnen Linien: 0,2 - dicken Linien: 0,3	Einzelmaß: 0,4 Zwischenraum bei - große Flächen: 0,2 - kleine Flächen: 0,25	4 pt
Bildschirmkarte				
Mindestgröße in mm	Kreis: \emptyset 2,0	Strichstärke: 0,35	Einzelmaß: 3,0	Serifenlose Schrift, 12 pt

22. Für mehrfarbige Karten mit geringem Farbkontrast.

3.6 Zusammenfassung

Aus grafikfreien digitalen Primärmodellen werden mittels kartographischer Modellierung graphische Sekundärmodelle, die so genannten Digitalen Kartographischen Modelle (DKM), abgeleitet. Der im Digitalen Objektmodell (DOM) in objektorientierter, semantisch und geometrisch abstrahierter Form erfasste und gespeicherte Ausschnitt der Umwelt wird dabei mit Hilfe geeigneter Transformationen (z.B. der kartographischen Generalisierung) in ein graphisches Modell für einen festen Maßstab oder Maßstabsbereich überführt. Der Gesamtprozess der DKM-Erstellung umfasst die automatische Klassifizierung der DOM-Objekte, die Auswahl der darzustellenden Objektinformationen sowie die rechnergestützte kartographische Modellierung der DOM-Objekte in Form von Kartenobjekten. Diesen Kartenobjekten werden Positionen, Achsen oder Flächen zugewiesen; die Attributinformationen der DOM-Objekte werden mittels kartographischer Signaturen visualisiert, deren Parameter in Signaturenkatalogen definiert sind.

Die DKM-Bildung wird bei der praktischen Umsetzung des ATKIS-Konzeptes nach aktuellem Stand (2004) aufgrund fehlender Verfahren zur qualitativ befriedigenden automatischen kartographischen Generalisierung nicht durchgeführt. Aus diesem Grund wurde das DKM im ATKIS-Systemdesign durch die teilweise interaktiv bearbeitete Digitale Topographische Karte (DTK) ersetzt.

Grundlage der kartographischen Gestaltung zeichenorientierter Landschaftsmodelle sind neben Theorien zur Informationsvermittlung und der Verwendung von Zeichen zur Kommunikation im Allgemeinen Grundsätze zur Gestaltung von punkt-, linien- und flächenhaften Kartenzeichen im Besonderen. Am Beispiel punkthafter Signaturen werden verschiedene Ausprägungen von Kartenzeichen wie sprechende/konkrete und geometrische/abstrakte Signaturen sowie die Entwicklung von Sekundärsignaturen aus Primärsignaturen betrachtet. Ein Beispiel solcher aus einer bzw. wenigen Grundformen entwickelten Zeichen stellen die taktischen Zeichen des Katastrophenschutzes dar, die unter anderem als Vorlage für die Entwicklung neuer Signaturen für Kartenmodelle im Hochwasserschutz-Informationssystem HOWIS verwendet wurden.

Darüber hinaus sind vor allem die graphischen/visuellen Variablen nach BERTIN (1974) zu nennen, auf welchen die Gestaltung von Kartenzeichen basiert. Zudem fließen verschiedene Phänomene, die sich teilweise aus der optischen Wahrnehmung des Menschen ergeben, in die Gestaltung kartographischer Modelle ein. Dies betrifft vorrangig die Formbildung durch Muster und Konturen, das Figur-Grund-Phänomen, visuelle Hierarchien sowie mögliche Wechselwirkungen zwischen einzelnen graphischen Elementen. Ferner muss das Ausgabemedium des fertigen kartographischen Produktes berücksichtigt werden, da je nach Medium unterschiedliche Gestaltungsregeln und Mindestdimensionen beachtet werden müssen. Die Berücksichtigung dieser verschiedenen Phänomene und Grundsätze sind Voraussetzung für die Entwicklung einer eindeutigen und leicht verständlichen Kartengraphik.

4 Kommunikation und Nutzung zeichenorientierter Landschaftsmodelle

4.1 Kartographische Kommunikation

Dem gegenwärtigen Forschungsparadigma zufolge wird Kartographie heute als eine spezielle Form der graphischen Kommunikation verstanden (FUHRMANN & KRAAK 2001) (Abb.4-1). Dieses Verständnis hat sich seit den späten 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts herausgebildet. Frühen Überlegungen zufolge stellt die Kommunikation zwischen Kartograph und Nutzer die Hauptfunktion von Kartographie dar; Karten dienen dabei als Medium der Kommunikation.

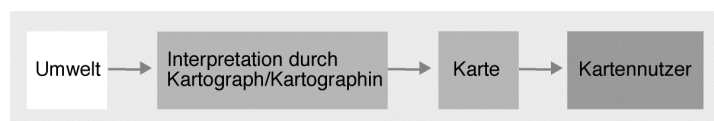


Abb.4-1: Kartographie als Prozess der Kommunikation von Information (nach MACEACHREN 1995)

Ziel ist bei dieser Betrachtungsweise, optimale Karten (sog. *optimal maps*) zur optimalen Informationsvermittlung zu erstellen, deren Inhalt und graphische Gestaltung für einen bestimmten,

der Funktion entsprechenden, Anwendungszweck optimal aufbereitet wird. Die Funktionalität hängt dabei von der graphischen Form und diese wiederum von Gestaltungsentscheidungen des Kartographen ab. Um die Wirkungsweise von Karten zu verstehen und zu verbessern, müssen also die Auswirkungen verschiedener graphischer Darstellungsweisen auf den Prozess des Kartenlesens bekannt sein und berücksichtigt werden. „The work that makes the data intelligible to the reader (...) is the essential cartographic technique“ (ROBINSON 1985, S. 4).

In ersten Arbeiten zur kartographischen Kommunikation wurde von der in Abschnitt 3.3 beschriebenen Theorie der Informationsvermittlung ausgegangen. Die Umwelt (oder ein Auszug davon) wird von Fachleuten erfasst, anschließend werden die Daten von dem bearbeitenden Kartographen interpretiert und graphisch kodiert als Karte visualisiert. Die Informationsvermittlung kann durch verschiedene Hindernisse bzw. Störquellen beeinträchtigt werden (vgl. Abb.3-3). Dies kann einerseits zwischen der Umwelt und der Karte, also bei der Datenerfassung bzw. der Erstellung der Karte, andererseits zwischen Karte und Nutzer, also während des Kartenleseprozesses, auftreten. Zunächst wurden erste Wahrnehmungsuntersuchungen, basierend auf der rein nachrichtentechnisch ausgerichteten Informationstheorie, durchgeführt. Bei diesen Untersuchungen wurden Karteninformationen im Sinne von ‚Informations-Primitiven‘ zu Beginn und am Ende des Kommunikationsprozesses gezählt; die berechnete Differenz wurde dabei als Qualitätsmaß der Informationsvermittlung betrachtet (MACEACHREN 1995). Diese und andere psychophysikalische Untersuchungen (z.B. Wahrnehmung von quantitativen Symbolen, Kartenschrift, Grauwerten etc.) haben den Nachteil, dass sie meist einzelne Signaturen oder stark vereinfachte Karten als Untersuchungsgegenstand verwenden. Eine direkte Übertragbarkeit auf die reale Verwendung komplexer Karten ist damit nicht gegeben (MEDYCKYI-SCOTT & BOARD 1991).

Die Qualität der Kommunikation der Karteninhalte hängt bei der nachrichtentechnisch beeinflussten Sicht allein von der Reduzierung möglicher Störeinflüsse ab. Faktoren wie die Auswahl des Karteninhaltes durch den Kartographen, sowie Einflüsse, die aus individuellem Vorwissen der Kartennutzer resultieren, werden nicht berücksichtigt (MACEACHREN 1995). Diese

Faktoren nehmen aber Einfluss auf die Informationsvermittlung; auf der Seite der Kartographen sind dies die folgenden Größen:

- Fachwissen;
- Erfahrung und Fähigkeiten des Bearbeitenden (z.B. bei Aufgaben wie der Auswahl der Projektion, der Klassifikation der Daten, der Generalisierung etc.);
- Darstellungsgegenstand sowie
- Wünsche und Vorstellungen des Auftraggebers.

Auf Nutzerseite nehmen die folgenden Aspekte Einfluss auf die Informationsentnahme aus der Karte:

- individuelles Vorwissen und Bildung;
- Fähigkeit, das verwendete Zeichensystem zu verstehen;
- Zielsetzung der Kartennutzung;
- Einflüsse, die im jeweiligen Kulturkreis des Nutzers begründet sind, sowie
- äußere Bedingungen wie Beleuchtungsverhältnisse, Zeitdruck etc.

Nach MACEACHREN (1995) können zudem keine verlässlichen Aussagen über die tatsächliche Qualität der Informationsvermittlung getroffen werden, denn der Nutzer kann, wie neuere Untersuchungen zeigen, durch Kombination von Karteninhalten mit vorhandenem individuellem Wissen Schlussfolgerungen ziehen, ohne dass diese mit den in der Karte tatsächlich enthaltenen Informationen identisch sein müssen (MACEACHREN 1995).

Die zunächst vom Behaviorismus²³ beeinflusste Methodik bei Untersuchungen des Kartenlesens, bei denen allein die messbaren Reaktionen der Probanden beim Kartenlesen berücksichtigt wurden, gilt heute als veraltet, denn die Reaktion des Nutzers beim Kartenlesen allein sagt nichts über die Art und Weise der menschlichen Informationsaufnahme aus Karten aus (MACEACHREN 1995). Will man eine effiziente Informationsvermittlung mittels Karten erreichen, müssen nach heutiger Auffassung perzeptions- und kognitionsspezifische Prozesse beim Kartenlesen berücksichtigt werden. In den späten 70er Jahren des 20. Jahrhunderts gewann daher die Kognitionspsychologie immer stärkeren Einfluss auf die Forschung der kartographischen Kommunikation. Dabei stand die Frage, wie Karten mental verarbeitet und erinnert werden, im Vordergrund (PETERSON 1994). Vorreiter dieser Richtung für die Kartographie waren ROBINSON & BARTZ PETCHENIK (1976), die die kognitionsspezifischen Aspekte bei der Kartennutzung hervorhoben.

Kognition befasst sich mit allen psychischen Prozessen, die der Aufnahme, Verarbeitung, Speicherung oder Nutzung von Informationen zugrunde liegen (NEISSER 1967). Sie wird daher manchmal auch als Psychologie der Informationsverarbeitung bezeichnet (PETERSON 1984). Besondere Bedeutung in der kognitiven Psychologie hat das Gedächtnis und die damit verbundenen Abbildungen im Gehirn. Das Gedächtnis fungiert dabei als Grundlage der organischen Informationsverarbeitung; diese umfasst die Aufnahme, Speicherung und Wiedergewinnung von Informationen und ist Voraussetzung und Ergebnis von Lernprozessen (PETERSON 1984).

23. Behaviorismus bezeichnet die „erkenntnistheoretische, methodologische und therapeutische Schule, die um 1920 in den USA entstand und die amerikanische Psychologie bis in die 1950er Jahre dominierte. Forschungsgegenstand der Psychologie sind im Behaviorismus nicht die mentalen Zustände oder Prozesse, sondern ausschließlich das intersubjektiv beobachtbare Verhalten (Reaktionen) und die das Verhalten beeinflussenden Umweltgegebenheiten (Reize)“ (LEXIKON DER PSYCHOLOGIE 2000).

Solche Abbilder entstehen nicht durch passive Aufnahme von Informationen bzw. Eindrücken, sondern durch aktive Handlungen der erkennenden Personen, die Informationen filtern, auswählen, Erfahrungen einfließen lassen und neu bilden können (MEDYCKYI-SCOTT & BOARD 1991).

4.2 Modelle der kartographischen Kommunikation

BOARD (1967) gilt als Begründer der Modelltheorie der kartographischen Kommunikation, von ihm stammt ein erstes, relativ komplexes Modell der kartographischen Kommunikation (Abb.4-2). BOARD nennt dieses Modell den *Map-Model Cycle*, der sich in die beiden Hauptbereiche ‚Transformation der Realwelt in ein Modell‘ (und damit in eine Karte) und ‚Überprüfung des Modells‘ gliedert.

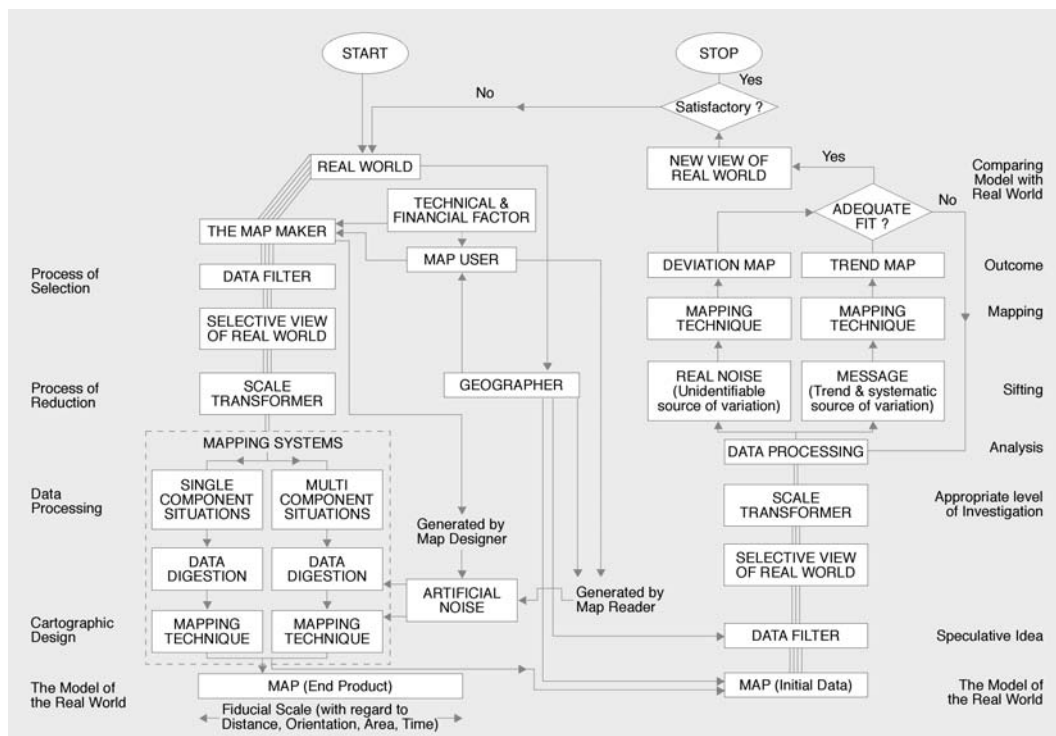


Abb.4-2: Map-Model Cycle (nach BOARD 1967)

KOLÁČNY (1969) entwickelte auf dieser Grundlage das heute in seinen Grundzügen noch gültige Modell der kartographischen Kommunikation (Abb.4-3). Einen bedeutenden Aspekt dieses Modells stellt der enge Zusammenhang zwischen Kartenerstellung und Kartennutzung dar. KOLÁČNY plädiert dafür, dass bei der kreativen kartographischen Arbeit die Bedürfnisse und jeweiligen Gegebenheiten der Nutzer stärker berücksichtigt werden müssen (vgl. Kapitel 6 und 7).

Nach MACEACHREN (1995) kann die Fokussierung auf den kommunikationstheoretischen Aspekt der kartographischen Forschung heute allerdings nicht mehr in der bisherigen Form aufrecht erhalten werden. Als die drei wichtigsten, von verschiedenen Seiten geäußerten, Gründe für diese Sichtweise nennt MACEACHREN (a) die Erkenntnis, dass die unterschiedliche Art des Kartengebrauchs durch die Nutzer nicht berücksichtigt wird, (b) der Einfluss der Kunst in Form von ansprechendem Kartendesign zur Unterstützung der Vermittlung von Informationen nicht beachtet wird und (c) dass es, aus philosophischer Perspektive betrachtet, keine objektiven, unvoreingenommenen Repräsentationen der Realwelt gibt und damit fraglich ist, ob objektive kartographische Forschung möglich ist.

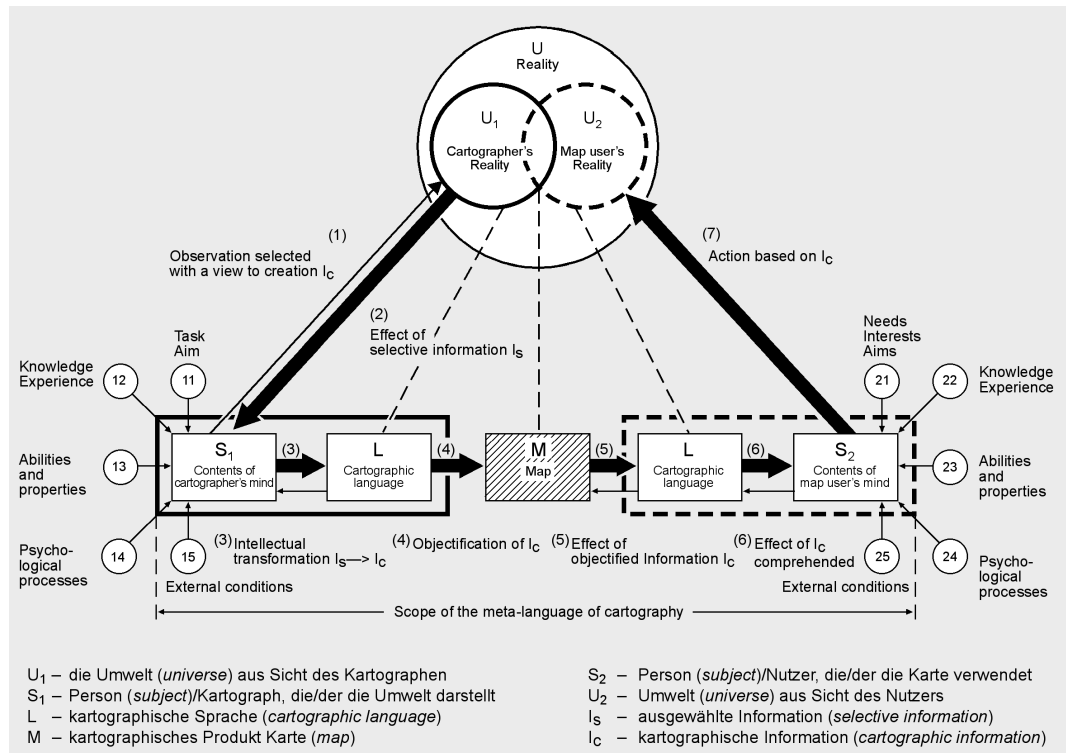


Abb. 4-3: Modell der kartographischen Kommunikation von KOLÁČNY (1969)

Die Annahme, dass Karten jeweils eine bestimmte festgelegte Botschaft kommunizieren, kann für die Mehrzahl der Karten ebenfalls nicht aufrecht erhalten werden. Die meisten Karten haben zwar eine eindeutige Funktion, die spätere tatsächliche Anwendung bzw. Fragestellung, unter der der Nutzer die Karte verwendet, ist aber bei der Erstellung in der Regel nicht bekannt und kann damit auch nicht in die Informationsdarstellung einfließen (MACEACHREN 1995).

Eine von KOLÁČNYs Modell abgeleitete Darstellung der kartographischen Kommunikation zeigt Abbildung 4-4. Die erfasste Realwelt wird nach der in Kapitel 1 beschriebenen Modelltheorie in Form des Primärmodells gespeichert, anschließend als Sekundärmodell kartographisch modelliert und in Kartenform ausgegeben. Das Tertiärmodell wird von der Karten lesenden Person auf der Grundlage der Karteninhalte in Kombination mit eventuell bereits vorhandenem Wissen gebildet. Dabei können Informationen neu konstruiert werden, die als solche nicht

direkt in der Karte enthalten sind. Ist eine Karte korrekt lesbar und für den Nutzer eindeutig verständlich, ist der Überschneidungsbereich (Infomodell) von Sekundärmodell (Karteninfo) und Tertiärmodell des Nutzers (Nutzerinfo) relativ groß. Handelt es sich aber beispielsweise um eine Karte, deren Zeichensystem vom Nutzer zwar wahrgenommen, aber in ihrer Bedeutung nicht verstanden wird, wird das Tertiärmodell in der Regel nur eine relativ geringe Übereinstimmung mit dem Sekundärmodell aufweisen. Eine völlige Übereinstimmung des individu-

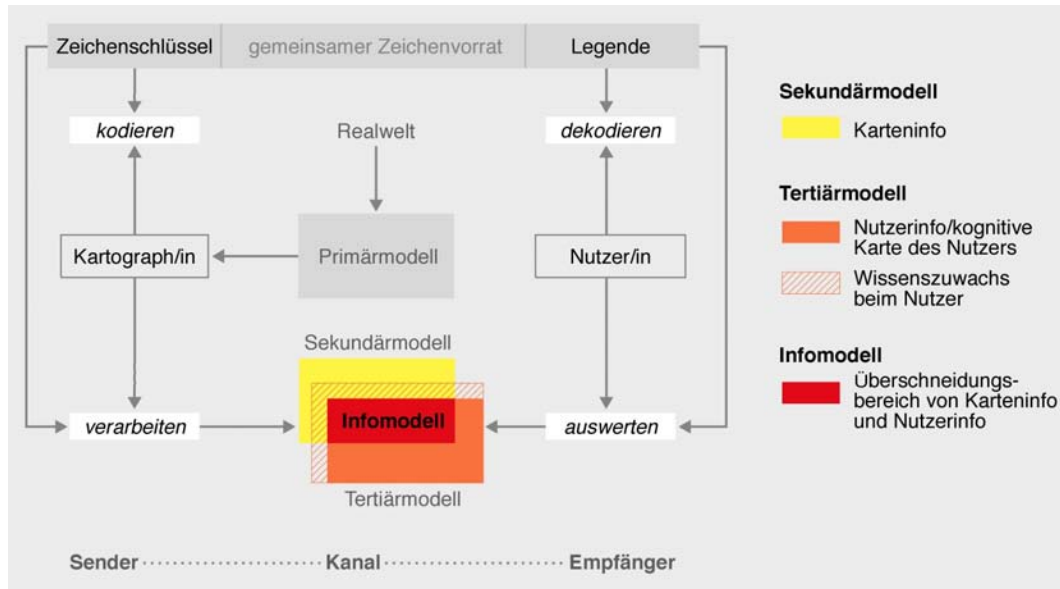


Abb.4-4: Vereinfachtes Schema der kartographischen Kommunikation

ellen Tertiärmodells mit dem dargebotenen Kartenmodell ist praktisch unmöglich, da die individuellen Voraussetzungen des Nutzers sowie die spezifischen Nutzungsbedingungen immer Auswirkungen auf die Bildung desselben haben. Ziel muss es daher sein, günstige Voraussetzungen für einen möglichst großen Überschneidungsbereich zu schaffen, um so, je nach Anwendungszweck der Karte, die Kommunikation der zu vermittelnden Informationen zu ermöglichen.

Basierend auf der oben genannten Kritik an dem Kommunikationsparadigma schlägt MACEACHREN (1994) ergänzend zum traditionellen Verständnis der kartographischen Kommunikation eine neue, vom Konstruktivismus²⁴ beeinflusste Betrachtungsweise von Kartographie und ihrer Funktion vor. Die so genannte *cartographic representation* hat demnach das Ziel, statt der *optimal map* mehrere, verschiedene graphische Visualisierungen räumlicher Informationen zur Datenexploration, Datenanalyse und Kommunikation der Ergebnisse zu erstellen. Diese Visualisierungen können dann zur Erstellung verbesserter funktionaler Karten dienen.

24. Konstruktivismus ist ein Sammelbegriff für unterschiedliche erkenntnistheoretische Konzepte, die davon ausgehen, dass Menschen mit ihren Wahrnehmungen die Welt nicht einfach ‚abbilden‘, sondern sie erst ‚konstruieren‘. Die heute diskutierten konstruktivistischen Positionen entstanden in den 1960er und 1970er Jahren, gehen aber philosophisch bis auf Vico und Kant zurück. Es wird zwischen dem radikalen und dem sozialen Konstruktivismus unterschieden (LEXIKON DER PSYCHOLOGIE 2001).

Nach MAC EACHREN (1994) lässt sich die Kartennutzung in Form eines dreidimensionalen so genannten *map use cube* (Abb.4-5) veranschaulichen. Eine erste Dimension repräsentiert dabei den Kartenzweck, der zwischen der Präsentation des Bekannten und dem Aufzeigen von Unbekanntem variiert. Die zweite Dimension zeigt die Interaktion zwischen Nutzer und Karte. Die dritte Dimension präsentiert den Kartengebrauch, der den privaten, nicht öffentlichen bis öffentlichen Gebrauch umfasst. *Visualisierung* wird demnach durch das Aufzeigen von Unbekanntem, ein hohes Maß an Interaktion und privaten, nicht öffentlichen Gebrauch definiert. Kartographische *Kommunikation* dagegen zeichnet sich durch die Darstellung von Bekanntem, geringer Interaktion zwischen Nutzer und Karte und öffentlichem Gebrauch aus. Alle Visualisierungen in Kartenform enthalten Anteile an Kommunikation, ebenso enthält jede Kommunikation mit Karten auch Anteile von Visualisierung. Innerhalb des *map use cube* bestehen keine klaren Grenzen.

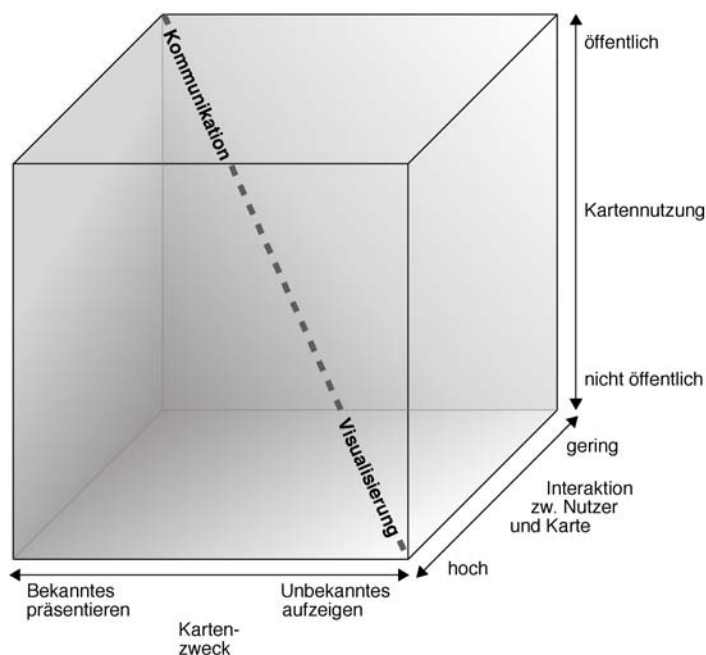


Abb.4-5: *Map use cube*
(nach MAC EACHREN 1994)

Abbildung 4-6 zeigt eine grobe Einordnung topographischer Karten und Karten für den Einsatz im Katastrophenschutz als Beispiele thematischer Karten gemäß der drei Dimensionen in den *map use cube*. Thematische Karten im Allgemeinen sind aufgrund ihrer vielfältigen Inhalte, Darstellungsarten und in ihren Verwendungszwecken sehr heterogen, so dass sie von öffentlicher bis nicht öffentlicher Verwendung einzuordnen sind. Sie können sowohl Unbekanntes aufzeigen als auch bereits Bekanntes präsentieren. Ebenso können sie, je nach Verwendungszweck und Darstellungsart, von relativ hoher bis relativ geringer Interaktion zwischen Nutzer und Karte variieren. Eine Einordnung in diese Art der Darstellung erscheint daher ohne detailliertere Angaben zu Inhalt, Darstellungsart und Verwendungszweck der thematischen Karte wenig sinnvoll.

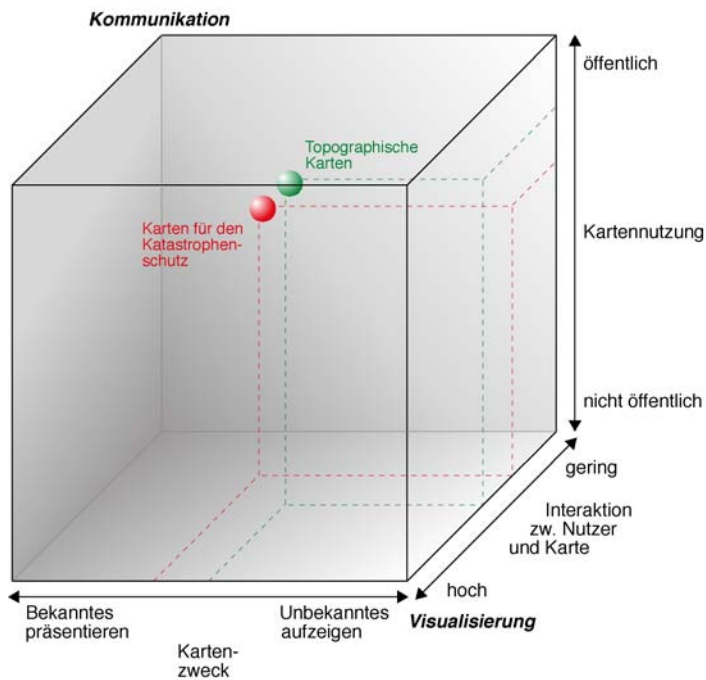


Abb.4-6: Einordnung topographischer Karten und Einsatzkarten im Katastrophenschutz in den map use cube

Topographische Karten als eine besondere Form der thematischen Karte zeichnen sich durch einen potenziell breiten Nutzerkreis und damit durch die öffentliche Nutzung, etwa ausgeglichener Interaktion zwischen Nutzer und Karte sowie der Präsentation von Bekanntem bei gleichzeitigem Aufzeigen von Unbekanntem aus. Karten für den Einsatz im Katastrophenschutz, die in der Regel von topographischen Karten abgeleitet werden oder diese als Basiskarte verwenden, sind ebenfalls für den öffentlichen Gebrauch bestimmt. Da sie in aller Regel nur einem begrenzten Nutzerkreis zur Verfügung stehen, sind sie allerdings als weniger öffentlich

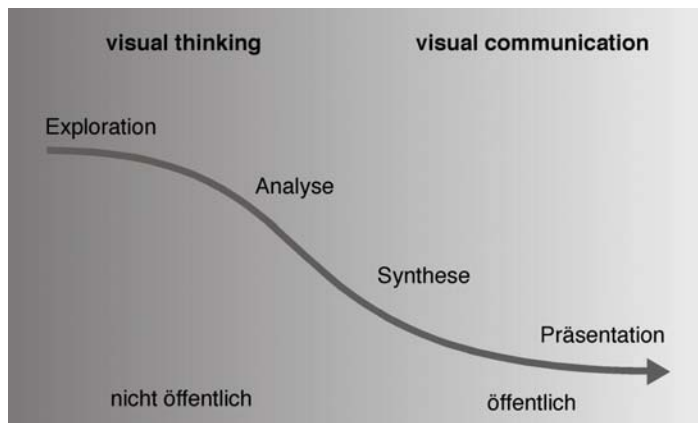


Abb.4-7: Visualisierung und Kommunikation (nach DiBIASE 1990)

einzuordnen. Die Interaktion zwischen Nutzer und Karte ist bei dieser Art der thematischen Karte aufgrund der geringeren Inhaltsdichte und der Darstellungsart, die auf einfache und schnelle Erfassbarkeit ausgerichtet ist, niedriger als bei topographischen Karten. Bei Karten wie den in der vorliegenden Arbeit, die in Informationssystemen im Katastrophenschutz eingesetzt werden, findet Interaktion vorrangig in Form von Datenbankabfragen und Handlungen zu Unterstützung der visuellen Interpretation (z.B. Zoomen oder Scrollen) statt. In den Karten des Katastrophenschutzes wird generell eher Bekanntes präsentiert, sie dienen hauptsächlich der Kommunikation von Informationen, die für den

abwehrenden oder vorbeugenden Katastrophenschutz von Bedeutung sind. Dieses Kriterium hängt allerdings vom jeweiligen Vorwissen der Nutzer ab.

Der *map use cube* basiert zum Teil auf Überlegungen von DIBIASE (1990), der bei der Darstellung des Zusammenhanges zwischen Visualisierung und Kommunikation zwischen *visual thinking* und *visual communication* beim Kartenerstellungsprozess unterscheidet (Abb.4-7). Nach DIBIASE basiert jede Karte zunächst auf nicht öffentlichen Überlegungen, die im Anschluss an Datenexploration, -analyse und -synthese zur Präsentation der Ergebnisse erstellt wird.

Einen Überblick über die Entwicklung der Forschung zur kartographischen Kommunikation geben z.B. GUELKE (1981), BOARD (1981, 1984), MEDYCKYI-SCOTT & BOARD (1991), aktuelle Trends im Bereich der kartographischen Kommunikation werden bei MACEACHREN (1995), MACEACHREN & KRAAK (2001) und MONTELLO (2002) beschrieben.

4.3 Kognitive Karten

Das Tertiärmodell des Kartennutzers wird auch als kognitive Karte²⁵, mental map, geistige oder gedankliche Landkarte sowie Vorstellungskarte bezeichnet. All diese Begriffe können aufgrund der Verwendung des Begriffs ‚Karte‘ missverständlich sein, es entsteht der Eindruck als seien kognitive Karten geistige Bilder der Umgebung. In der Kartographie impliziert die Bezeichnung Karte ein Blatt Papier mit graphischen Zeichen, auf dem Auszüge der Realität festgehalten sind. Die kognitive Karte ist aber eher eine Metapher für die Tatsache, dass die menschliche Wahrnehmung und die anschließende Speicherung im Gehirn den räumlichen Bezug nicht anders auszudrücken vermag als durch das Wort ‚Karte‘ (FREITAG 1997).²⁶

Der Prozess der visuellen Wahrnehmung ist ein komplizierter Vorgang, bei dem das menschliche Gehirn nicht passiv ist, sondern den Gesamtprozess aufgrund von Vorinformationen, Erfahrungen und Erwartungen aktiv lenkt und strukturiert (ALBERTZ 1997b). Die Wahrnehmung lässt sich in einen physikalischen, einen physiologischen und einen psychologischen Bereich gliedern (Abb.4-8). Der physikalische Bereich basiert auf einer Reizquelle, von der elektromagnetische Strahlung ausgeht. Erst durch Reflexion auftretender elektromagnetischer Strahlung werden Objekte für den Menschen sichtbar. Der physiologische Aspekt der Wahrnehmung basiert auf der Funktionsweise des menschlichen Auges. Die Aufnahme der Lichtreize und der anschließende Transport der gewonnenen Signale zum Gehirn sind physiologische

25. Der Begriff ‚Kognitive Landkarte‘ geht auf TOLMAN (1948) zurück, der in Experimenten zum Ortslernen aufzeigen konnte, dass selbst Ratten in der Lage sind, ein ‚mentales Bild‘ ihrer gegenwärtigen Position (in diesem Fall ein Labyrinth) zu entwerfen, mit dessen Hilfe sie bestimmte Ziele (z.B. Futter) erreichen, sofern sie ausreichend motiviert sind. In den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts wurde der Begriff der ‚Kognitiven (Land-) Karte‘ im Zuge der Entwicklung der Kognitiven Psychologie wieder aktuell, dabei wurden Probleme der räumlichen Orientierung des Menschen untersucht.

26. Die Kartenmetapher wird auch zur Informationsvisualisierung nichträumlicher Phänomene verwendet. So werden zweidimensionale Reliefkarten und dreidimensionale Geländemodelle eingesetzt, um abstrakte Strukturen zu repräsentieren. Dabei wird die Darstellung räumlicher Nachbarschaft genutzt, um nichträumliche semantische Bezüge und Strukturen leicht verständlich zu veranschaulichen und zu kommunizieren. Beispielhaft hierfür sind die so genannten thematischen Landschaften (CHEN 2003), die nichträumliche Bezüge in Form eines dreidimensionalen Geländemodells darstellen. Dabei symbolisiert die topologische Anordnung der Begriffe ihre semantische Beziehung, die vertikale Positionierung die kontextuelle Bedeutung.

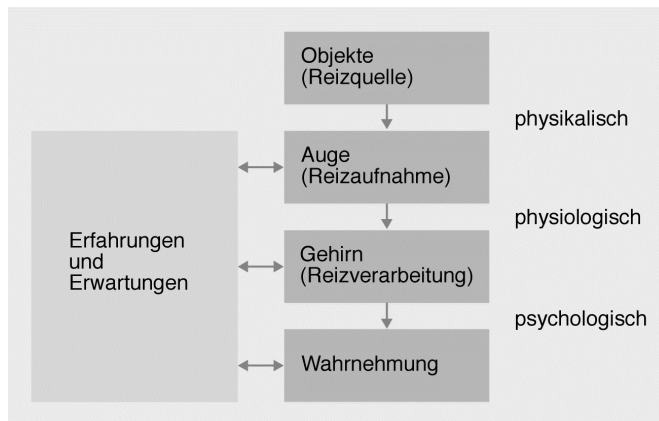


Abb.4-8: Schematische Darstellung des Wahrnehmungsprozesses (nach ALBERTZ 1997b)

Prozesse, auf die hier nicht näher eingegangen werden soll.²⁷ Den dritten, besonders schwierigen Bereich der Wahrnehmung, stellt der psychologische Aspekt dar. Die Wahrnehmungspsychologie befasst sich mit der Frage, wie aus den physikalisch verursachten und physiologisch aufgenommenen Reizen die Wahrnehmung wird.

NEISSER (1996) bezeichnet die kognitive Karte als *Orientierungsschema*, um zu betonen, dass es sich um aktive, Information aufsuchende Strukturen handelt. Statt die kognitive Landkarte als eine Art Bild zu definieren, schlägt er vor, die räumliche Vorstellung selbst nur als einen Aspekt des Wirkens der Orientierungsschemata aufzufassen (Abb.4-9). Wie andere Schemata²⁸ nehmen sie Informationen auf und leiten Verhalten.

Über den Wahrnehmungsprozess selbst, die Art und Weise, wie Vorinformationen genutzt und Erfahrungen aufgebaut werden, wie den Strukturen, die wir sehen, Objektcharakter und Bedeutungen zugeordnet werden, wie die visuelle Wahrnehmung mit anderen Sinneswahrnehmungen zusammenhängt und wirkt, ist bisher relativ wenig bekannt. Gesichert dagegen ist, dass der Einfluss des Einzelnen mit seinen subjektiven Erfahrungen und Kenntnissen ein wesentlicher Faktor der Wahrnehmung ist. „Was wir wahrnehmen, das ist nicht ‚die‘ Wirklichkeit, sondern es ist ‚unsere‘ Wirklichkeit. Das heißt nicht, dass die Welt in der wir leben, denken, planen und handeln, nicht ‚die Welt an sich‘ ist, sondern das Bild der Welt, das wir uns machen. Wir orientieren uns, wir planen, wir verändern, in dem, was wir als Bild, als ‚Modell‘ der Welt in uns tragen. (...) Wahrnehmung ist ein offener Prozess. Sie verändert sich mit unserer Erfahrung und auch mit dem Wandel unserer Erwartungen“ (ALBERTZ 1997b, S. 38).

27. Grundlegende Informationen zum Aufbau des Auges und seiner Funktionsweise geben z.B. ISSING et al. (1986) und, aus Sicht der Kartographie KEATES (1995) und MACEACHREN (1995).

28. Als Schema wird in der Kognitiven Psychologie eine Repräsentationsform (große Wissensseinheit), die mehr als nur Begriffe oder bestimmte Einzelinformationen umfasst, verstanden. Schemata dienen dazu, künftige Handlungen zu planen und auszuführen sowie entsprechend zu verarbeiten. NEISSER (1967) spricht von antizipatorischen Schemata, die wir bilden, um uns angemessen in unserer Umwelt zu bewegen und zu verhalten. Das reiche Informationsangebot der Umwelt wird ständig gemustert, es werden allerdings immer nur bestimmte Aspekte der Reizvielfalt wahrgenommen. Die Reizselektion wiederum speist und modifiziert unsere Schemata und ermöglicht unseren Vorerfahrungen in die Antizipation zukünftiger Ereignisse einzufließen (GERSTENMAIER 1995). Nach NEISSER (1967) ist dieser Wahrnehmungszyklus Kernstück aller kognitiven Prozesse.

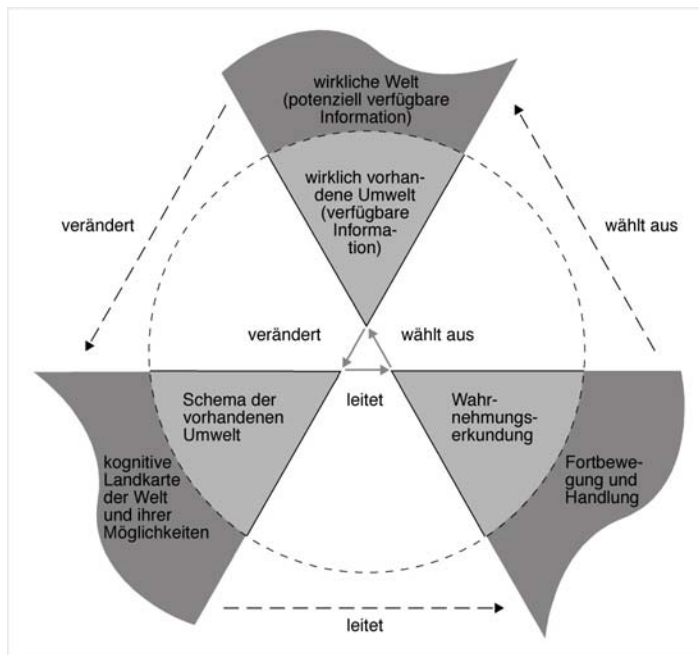


Abb.4-9: Schemata in kognitiven Landkarten (nach NEISSER 1996)

Was wir von unserer Umwelt wissen, hängt also von der generellen Art und Weise, wie wir denken und kommunizieren, ab. Das Wissen wird dabei nicht durch passives Aufnehmen erzeugt; es entsteht durch einen aktiven Prozess des Sammelns von Informationen, deren Strukturierung und Assoziationen auf der Grundlage der Informationen. Die Sammlung von Informationen beinhaltet deren Transformation in Form und Inhalt, die wiederum unser Wissen über die Umgebung beeinflussen. Dabei sind nach MUEHRCKE & MUEHRCKE (1998) mehrere Prozesse beteiligt: Die direkte sensorische Aufnahme von Informationen, z.B. in Form des Sehens oder Anfassens eines Objektes. Der Mensch ist aber keineswegs auf die direkte Wahrnehmung über die Sinne beschränkt; vielmehr kommt noch abstraktes Denken, also der aktive Vorgang des Kategorisierens, hinzu. Sensorisch bzw. sinnlich Aufgenommenes wird kognitiv gefiltert: Der Baum wird nicht als grünes Etwas gesehen, sondern im Gehirn klassifiziert. Ergebnis sind damit objektorientierte Informationen (Abb.4-10).

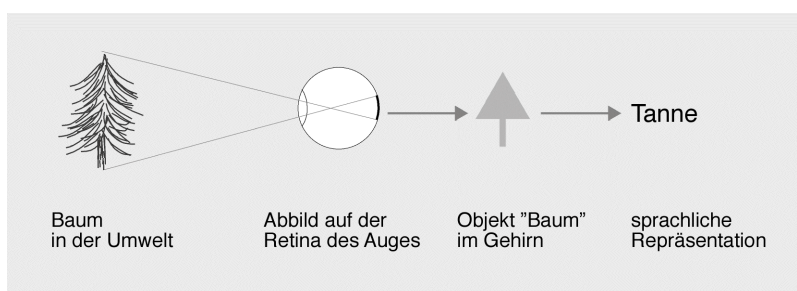


Abb.4-10: Direkte sensorische (visuelle) Aufnahme eines Objektes (nach MUEHRCKE & MUEHRCKE 1998)

Kategorien haben so genannte Prototypen, d.h. optimale Beispiele oder Vorbilder. Der Prozess der Kategorisierung kann nicht von den Erfahrungen des Menschen und seinen Vorstellungen getrennt werden, durch die Verwendung von Kategorien wird die Sicht auf die Umwelt vereinfacht. Kategorien stellen aber nur einen Teil des abstrakten Denkens dar: Zur Wissens-

repräsentation wird mehr benötigt, als ein Objekt in eine Kategorie einzuordnen. Etwas muss stellvertretend für dieses Objekt stehen; dies kann z.B. ein Symbol sein (Abb.4-10). Symbole können dabei sowohl für konkrete Objekte (z.B. Baum) als auch für abstrakte Konzepte stehen. Die letztere Form der Verwendung von Symbolen stellt die Basis für die Entwicklung und den Gebrauch von Sprachen, Mathematik und bildhaften Darstellungsformen zur Vermittlung von Gedanken und Kommunikation dar. Auf diese Weise wird die eingeschränkte, rein sinnliche Wahrnehmung ergänzt (Abb.4-11).

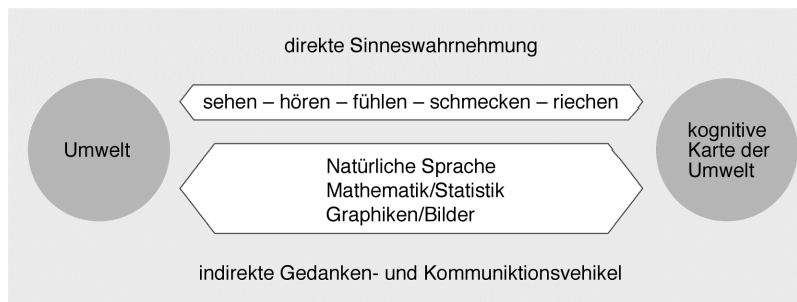


Abb.4-11: Informationsaufnahme des Menschen (nach MUEHRCKE & MUEHRCKE 1998)

Die Sprache ist die häufigste Form der Kommunikation zwischen Menschen. Mathematische oder formale logische Ausdrücke sind im Vergleich dazu abstrakter, hier wird die Umwelt in Zahlen repräsentiert. Bilder (Graphiken oder Abbilder) schließlich sind weniger abstrakt als Sprachen oder Mathematik, sie stellen eine weitere Unterstützung der Denkleistung des Menschen dar. Jede dieser Arten der Informationsvermittlung ist auf ihre Weise beschränkt, keine Art kann alle Bedürfnisse und Anforderungen erfüllen. Abbildung 4-12 verdeutlicht die jeweilig vorherrschende Eigenschaft der verschiedenen Arten von Informationsvermittlung. Ordnet man Worte, Zahlen und Bilder (hier Karten als eine Form von Bildern) auf einer Geraden zwischen der Realität und der Abstraktion der Realität an, wird deutlich, dass bei größerer Nähe zur Realität die Kraft der Visualisierung stärker ist; je größer die Nähe zur Abstraktion dagegen ist, um so besser ist die Art der Informationsvermittlung für analytische Zwecke geeignet.

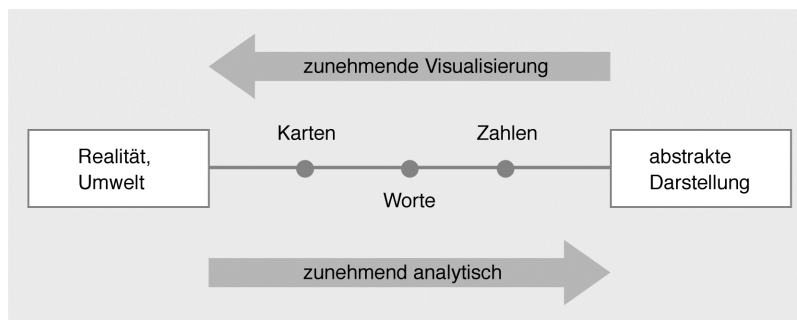


Abb.4-12: Eigenschaften verschiedener Arten der Informationsvermittlung (nach MUEHRCKE & MUEHRCKE 1998)

Die kognitive Karte jedes Einzelnen wird im Kindesalter zunächst durch direkte Erfahrungen in Form von tatsächlich zurückgelegten Wegen im persönlichen Wirkungskreis gespeichert. Mit zunehmendem Alter wird diese Struktur der kognitiven Karte weniger bedeutend, sie wird um abstrakte Systeme wie z.B. das Referenzsystem Nord, Süd, Ost und West ergänzt. Darüber hinaus wird die kognitive Karte auch um indirekte Erfahrungen aus anderen Quellen als der direkt erfahrenen Umwelt wie Beschreibungen, Photographien, Unterhaltungen, Karten etc. erweitert. Weitere Einflüsse, die nicht aus externen Stimuli stammen, sondern deren

Hauptquelle das Denken (aber auch Phantasien und Vorstellungen) darstellt, beeinflussen die Ausprägung der individuellen kognitiven Karte zusätzlich. Da die Wahrnehmung ein im hohen Maß selektiver Prozess ist, sind auch direkte und indirekte Erfahrungen nur bedingt verlässlich (MUEHRCKE & MUEHRCKE 1998).

Die kognitive Karte ist keine stabile, statische Vorstellung, sondern ändert sich fortwährend. Sie ist eine variierende Vorstellung der uns umgebenden Umwelt, die aus wesentlichen räumlichen Erkenntnissen und Erfahrungen besteht, die im Gedächtnis gespeichert sind und für eine oft zielgerichtete Handlung im Raum ausgewählt und angeordnet werden. Sie integriert zudem neue räumliche Erkenntnisse, die durch Handlung und Problemlösung in der Umwelt gewonnen werden. Wissensauswahl, Strukturierung und anpassende Umordnung sind die einander bedingenden ständig ablaufenden Prozesse während der räumlichen Wahrnehmung. Dieser Prozess wird als kognitives Kartieren bezeichnet (FREITAG 1997); das Ergebnis dieses Prozesses, die kognitive Karte, wird durch die ständige Anpassung nicht etwa komplizierter, sondern erleichtert vielmehr durch die Vielfalt der Informationen und Kenntnisse deren Auswahl und Strukturierung. Die Informationen werden vielseitiger und ihre Umordnung zur Problemlösung leichter. Kognitives Kartieren ist also ein kontinuierlicher Lernprozess, der permanent stattfindet. Dabei ist der Mensch nicht an visuelle Eigenschaften gebunden; mit visuellen Vorstellungsbildern können auch Eigenschaften assoziiert werden, die z.B. auf taktilen Empfindungen beruhen. So bilden nach DOWNS & STEA (1982) auch nicht sehende Menschen kognitive Karten.

Eine Quelle indirekter Erfahrungen zur Bildung der individuellen kognitiven Karte stellen kartographische Modelle in Form von Karten dar. Sie eignen sich besonders zur Vermittlung räumlicher Information, da sie in ihrer Struktur der Umwelt ähnlich sind. Sie zeigen z.B. im Gegensatz zu geschriebenen oder gesprochenen Beschreibungen die räumlichen Gegebenheiten und Beziehungen auf ‚einen Blick‘ und nicht sequenziell. Die Realität wird aber auch in der Karte nicht 1:1 abgebildet. Ein grundlegendes Merkmal der Karte ist vielmehr die Auswahl des Wesentlichen und das Weglassen des Unwesentlichen (vgl. Abschnitt 1.3).

Weiterführende Informationen zu Bildung und Ausprägung kognitiver Karten geben stellvertretend DOWNS & STEA (1982), FREITAG (1997) sowie GOULD & WHITE (1986).

4.4 Kartennutzung

Der Prozess der visuellen Wahrnehmung kartographischer Zeichen und deren Verständnis, also die kartographische Kommunikation, lässt sich in die methodisch komplementären Bereiche Kartenherstellung und Kartennutzung gliedern (OGRISSEK 1987).

- Die *Kartenherstellung* beginnt mit der räumlichen Kognition des Bearbeitenden. Es folgt die intellektuelle Transkription der räumlichen Sachverhalte in graphische Zeichen und Konstrukte und schließt mit der technischen Herstellung der Karten ab.
- Die *Kartennutzung* setzt sich einerseits aus dem Wahrnehmen und Lesen von Karten, die der Kartennutzer mittels intellektueller Transkription in räumliche Sachverhalte umsetzt und in seine kognitiven Karten einordnet, und andererseits dem Wiedererkennen dieser Sachverhalte in der Umwelt zusammen.

MUEHRCKE & MUEHRCKE (1998) fassen den kartographischen Prozess folgendermaßen zusammen: „If the entire cartographic process operates at its full potential, communication takes

place between map maker and user. The map maker translates reality into the clearest possible picture under the circumstances, and the map reader converts this picture back into an impression of the environment“ (MUEHRCKE & MUEHRCKE 1998, S. 18).

Sie bezeichnen die Kartennutzung als Prozess der Transkription der physisch vorhandenen Karte in ein mentales Abbild der Realität und gliedern diesen Prozess in die drei Bereiche Lesen, Analyse und Interpretation, die sich nicht scharf voneinander abgrenzen lassen, sondern ineinander greifen.

- Beim (Karten-) Lesen werden Elemente der Karte identifiziert und in Bestandteile der kognitiven Karte ‚übersetzt‘.
- Während des Analyseprozesses werden räumliche Strukturen und ihre Beziehungen erkannt und beschrieben. Auf diese Weise wird die Informationsfülle der Karte geordnet. Es wird zwischen quantitativer und qualitativer Analyse unterschieden. Das Analyseergebnis ist einerseits von den intellektuellen Fähigkeiten und der subjektiven Wahrnehmung des Kartennutzers, andererseits von der Qualität der Karte abhängig.
- Die Interpretation der Analyseergebnisse gibt Antworten auf die Frage ‚Warum...?‘. Sie erklärt die gefundenen Strukturen und Beziehungen und zeigt Zusammenhänge auf. Oft enthalten Karten keine direkt ablesbaren Antworten, sondern geben nur Hinweise auf mögliche Antworten; sie fungieren sozusagen als Startpunkt für die Lösungsfindung.

Ergänzend zu diesen Teilprozessen muss die Konstruktion zusätzlicher, neuer Information aus den in der Karte gezeigten Sachverhalte betont werden, denn Kartennutzung geht über das visuell Wahrnehmbare hinaus (siehe Abschnitt 4.2, Abb.4-4). Gerade die Konstruktion neuen Wissens, das Entdecken neuer Zusammenhänge aus den dargestellten Karteninhalten, ist ein bedeutender Bestandteil der Kartennutzung. WOOD (2003) bezeichnet Kartenherstellung und Kartennutzung daher zutreffend als „processes of knowledge analysis and construction and not just knowledge transfer or communication“ (WOOD 2003, S. 112).

4.5 Überprüfung nutzerspezifischer Tertiärmodelle

Die Überschneidung der Tertiärmodelle – den kognitiven Karten der einzelnen Kartennutzer – mit den Sekundärmodellen kann nach heutigem Wissensstand nicht exakt festgestellt werden, da Bildung und Speicherung kognitiver Karten noch nicht vollständig bekannt sind (siehe Abschnitt 4.2). Folglich besteht keine Gewähr für die adäquate graphische Kommunikation der räumlichen Gegebenheiten und ihrer spezifischen Fachinformationen – und damit die weitgehende Übereinstimmung von Primär-, Sekundär- und Tertiärmodell des abgebildeten Erdraumes. Über die hier berührte Perzeption graphischer Kartenmodelle existieren nur wenige Untersuchungen. Sie beschränken sich zumeist auf die Perzeption vereinfachter Kartengraphiken sowie häufig auf die isolierte Wahrnehmung einzelner Kartenzeichen (ARNBERGER 1982, VANECEK 1980, 1992). Dabei greifen die Forschungen auf das Methodenpotenzial der empirischen Wahrnehmungsforschung zurück. Untersuchungen zur Perzeption kompletter Kartengraphiken sind wenig verbreitet (u.a. ANTES et al. (1985), BRODERSEN et al. (2002a, b), CASTNER & LYWOOD (1978), CASTNER & EASTMAN (1984, 1985), DOBSON (1977, 1979)) und überwiegend nicht-thematischen (topographischen) Karten gewidmet. Empirische Untersuchungen zum Prozess des Kartenlesens bzw. der Informationsgewinnung aus Karten wurden ab der zweiten Hälfte des 20. Jahrhunderts durchgeführt (siehe Abschnitt 4.1). In den siebziger Jahren des vergan-

genen Jahrhunderts befassten sich zahlreiche Arbeiten mit der isolierten Wahrnehmung von zwei- und dreidimensionalen geometrischen Formen; die Wechselwirkung der kartographischen Ausdrucksformen mit dem graphischen Strichgefüge (topographische Grundlage) blieb dabei weitgehend unberücksichtigt (ARNBERGER 1982). Seit den achtziger Jahren haben wahrnehmungspsychologische Aspekte (Erkennen, Auffinden und Unterscheiden von Karteninhalten), lernpsychologische Aspekte (Erlernen und Reproduzieren bestimmter Inhalte) und semantische Aspekte (Sinn-Symbol-Zusammenhänge, Frage der optimalen Gestaltung von Signaturen) in der kartographischen Forschung an Bedeutung gewonnen. Vor allem wahrnehmungspsychologische Aspekte können beispielsweise in Untersuchungen mittels Augenbewegungsregistrierung erfasst werden. Dabei werden die Betrachtungsreihenfolge und die Verweildauer auf einzelnen Kartenbereichen, die Rückschlüsse auf die Erkennungsgeschwindigkeit ermöglichen, erfasst. Diese Untersuchungsmethode kann mit Aufgaben bezogenen Fragestellungen oder Befragungen zum inhaltlichen Verständnis kombiniert werden. Beispiele für diese Art der Untersuchungen zur Kartennutzung geben u.a. ANTES et al. (1985), CASTNER & EASTMAN (1984, 1985), WENNER (1987), ASCHE (1988) und BRODERSEN et al. (2002a, b).

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, durch verschiedene andere Methoden Hinweise auf die Tertiärmodelle der Nutzer zu erhalten. Beispielsweise können Versuchspersonen mit konkreten Aufgaben konfrontiert werden, die mit Hilfe von Karten gelöst werden sollen. Die erzielten Lösungen können dann Rückschlüsse auf die Informationsentnahme durch die Probanden aus dem Kartenmaterial und damit auf die individuell gebildeten Tertiärmodelle ermöglichen. Eine Form der Auswertung der Ergebnisse kann auf der Grundlage von Video- oder Audioaufzeichnungen während der Untersuchung durchgeführt werden. Die Probanden werden bei der Form des ‚think-aloud-Interviews‘ z.B. nach ihren Lösungsstrategien befragt oder aufgefordert, während der Bearbeitung einer Aufgabe den Lösungsweg zu kommentieren.

Des Weiteren können qualitative Interviews geführt werden, die dazu dienen, so genanntes Expertenwissen zu ermitteln. Der Adressatenkreis der ‚Experten‘ ist dabei breit gefächert. Üblicherweise werden unter diesem Begriff Personen zusammengefasst, die in irgendeiner Weise Verantwortung tragen für den Entwurf, die Implementierung oder die Kontrolle von Problemlösungen oder über einen privilegierten Zugang zu Informationen über Entscheidungsprozesse oder handelnde Personengruppen verfügen (MEUSER & NAGEL 1991). DEEKE (1995, S. 9) bezeichnet als Experten solche Personen, die als ‚Sachverständige‘ über relativ exklusives Wissen zu einem Sachverhalt verfügen. Experten zeichnen sich durch „Fachwissen aus oder verfügen als Beteiligte an einem bestimmten Prozess oder Ereignis über exklusives Ereignis- oder Fallwissen“. Diese Fachleute sind in der Lage, ihr Wissen unter Abstraktion persönlicher Wertung zu vermitteln bzw. praktisch anzuwenden. DEEKE bezeichnet sie daher auch als ‚professionelle Experten‘, die wiederum in die Typen des ‚Theoretikers‘ und des ‚Anwenders‘ unterteilt werden können (DEEKE 1995).

Häufig werden in den so genannten Experteninterviews nicht Personen, die der obersten Entscheidungsebene in einer Organisation zuzuordnen sind, angesprochen, sondern Personen der zweiten oder dritten Ebene, da dort in der Regel Entscheidungen vorbereitet und umgesetzt werden, sowie das umfangreichste und detaillierteste Wissen über interne Strukturen und Ereignisse vorhanden ist. Die Zuständigkeiten, Aufgaben und Tätigkeiten dieser Personen sowie die daraus gewonnenen Kenntnisse und Erfahrungen sind Gegenstand des Experteninterviews. Dabei beziehen diese sich auf klar definierte Bereiche der Wirklichkeit; die individuellen persönlichen Erfahrungen, die darüber hinaus gehen, werden ausgespart. Experten sind

vielmehr als Vertreter einer Organisation oder Institution anzusehen, die Problemlösungen und Entscheidungsstrukturen repräsentieren (MEUSER & NAGEL 1991). DEEKE (1995, S. 11) betont, dass in Experteninterviews als Erhebungsverfahren „nicht die Person der Experten oder deren berufliche Position in einer (...) Organisation, sondern das Wissen der Experten um die Sachverhalte, die im Kontext der Fragen zum Untersuchungsgegenstand für die Forscher relevant sind“, interessieren. Grundsätzlich ist damit aus methodischer Sicht offen, wer als relevanter Experte befragt werden kann. Die Wahl wird allein über das Forschungsinteresse und dem damit verbundenen Forschungsdesign sowie der zu untersuchenden Problemstellung bestimmt.

Zur Ermittlung solchen Expertenwissens steht eine Vielfalt verschiedener Formen qualitativer Interviews zur Verfügung. Diese können nach HOPF (2003) nach ihrem Strukturierungsgrad und dem Grad der Konzentration auf eine Thematik, deren Erörterung im Mittelpunkt des Interviews steht, unterschieden werden. Qualitative Interviews können sich an ausformulierten Fragen orientieren, deren Abfolge ebenfalls festgelegt ist, oder sehr offen auf der Grundlage weniger, vorab fixierter Fragen oder Fragerichtungen geführt werden. Die besonders häufig eingesetzte Variante des qualitativen Interviews steht zwischen diesen Extremen und ist als teilstandardisiertes Interview zu bezeichnen. Dabei liegt ein Interview-Leitfaden vor, der aber Spielraum in den Frageformulierungen, Nachfragestrategien und in der Abfolge ermöglicht (HOPF 2003). Qualitative Interviews, welche eine solche relative offene Form aufweisen, werden als ‚fokussierte Interviews‘ bezeichnet. Diese Interview-Form wurde in den 40er Jahren des vergangenen Jahrhunderts im Zusammenhang mit der Kommunikationsforschung und der Propagandaanalyse entwickelt. Charakteristisch für diese Interviews ist die Fokussierung auf einen vorab bestimmten Gesprächsgegenstand – wie etwa einen Film, den die Befragten gesehen haben, eine bestimmte Situation, an der sie teilhatten – und den Versuch, Reaktionen, Interpretationen und Bewertungen im Interview in relativ offener Form zu erheben (HOPF 2003). Das fokussierte Interview weist nach LAMNEK (1989) qualitative und interpretative Orientierungen auf, wobei nicht die Hypothese oder Theorie im Vordergrund steht, sondern der Versuch, eine formulierte Hypothese an der Realität zu prüfen.

4.6 Zusammenfassung

Nach heutigem Forschungsstand wird Kartographie als eine spezielle Form der graphischen Kommunikation verstanden. Frühere Überlegungen, denen zufolge die Kommunikation zwischen Kartograph und Nutzer mittels so genannter *optimal maps* die Hauptfunktion von Kartographie darstellte, wurden durch den konstruktivistisch beeinflussten Ansatz abgelöst, der davon ausgeht, dass die Informationsvermittlung von verschiedenen Faktoren auf Nutzerseite und auf Seite der Kartographen beeinflusst wird. Über die tatsächliche Qualität der Informationsvermittlung können daher keine verlässlichen Aussagen getroffen werden, da der Nutzer durch Kombination von Karteninhalten mit vorhandenem individuellen Vorwissen Informationen ableiten kann, die als solche unter Umständen gar nicht in der Karte enthalten sind. Die Weiterentwicklung der Modelle der kartographischen Kommunikation aus den späten 60er Jahren des vergangenen Jahrhunderts führte zum *map use cube* (MACEACHREN 1994), der auf Überlegungen zum Zusammenhang zwischen Visualisierung und Kommunikation von DI BIASE (1990) basiert. In dem *map use cube* wird die Kartennutzung nach den drei Parametern Nutzungsart, Interaktion zwischen Nutzer und Karte sowie dem Grad der Darstellung von Bekanntem bzw. Unbekanntem dargestellt.

Tertiärmodelle bzw. kognitive Karten jedes Einzelnen entstehen durch kognitives Kartieren, einem aktivem Prozess, bei dem aufgrund von Vorinformationen und Erfahrungen die Umwelt selektiv wahrgenommen wird. Dabei ist der Mensch zunächst auf direktes Erleben angewiesen, erst mit zunehmendem Alter werden auch abstrakte Systeme und indirekte Erfahrungen aus anderen Quellen einbezogen. Eine mögliche Quelle indirekter Erfahrung zur Bildung individueller kognitiver Karten können Karten darstellen. Die kognitive Karte als Ergebnis des kognitiven Kartierens ist keine stabile, statische Vorstellung der Umwelt, sondern ändert sich fortwährend.

Das Maß der Überschneidung der Tertiärmodelle der einzelnen Kartennutzer mit den Sekundärmodellen kann als ein Qualitätskriterium für die Informationsvermittlung betrachtet werden. Allerdings kann diese Übereinstimmung bisher nicht exakt festgestellt werden. In der Vergangenheit (bis in die 80er Jahre des 20. Jahrhunderts) wurden verschiedene Untersuchungsmethoden zur Wahrnehmung vereinfachter Karten oder isolierter Signaturen durchgeführt. Anschließend wurden in Untersuchungen mittels Augenbewegungsregistrierung beim Kartenlesen auch wahrnehmungspsychologische Aspekte berücksichtigt. Neben solchen Untersuchungen besteht die Möglichkeit, durch anwendungsorientierte Aufgabenstellungen und deren Lösungen durch Probanden, eingeschränkt Rückschlüsse auf die Informationsvermittlung mittels Karten zu ziehen. Ferner können qualitative Interviews dazu dienen, Expertenwissen zu ermitteln, welches wiederum Schlussfolgerungen auf die Qualität der beurteilten kartographischen Visualisierungen zulässt. Vor allem die Auswahl der befragten Experten besitzt dabei eine besondere Bedeutung, denn eine übertragbare Einschätzung der Karten kann nur von solchen Personen vorgenommen werden, die in ihren Funktionen innerhalb von Organisationen oder Institutionen Verantwortung für den Entwurf, die Implementierung oder die Kontrolle von Problemlösungen mit Hilfe von Karten tragen bzw. der Gruppe der handelnden Personen zuzuordnen sind.

5 Digitales Fachmodell für den Hochwasserschutz

5.1 Topographische Geobasisdaten

Fachinformationssysteme enthalten neben den Fachinhalten zusätzlich Geobasisdaten, die den räumlichen Bezug der Fachinhalte zur Umwelt ermöglichen. Bei Hochwasserschutz-Informationssystemen als einer Ausprägung von Fachinformationssystemen kommen topographische Basisdaten sowohl privatwirtschaftlicher als auch amtlicher Erfassung in Frage.

Amtliche Geobasisdaten haben den Vorteil, dass sie im staatlichen Auftrag bundesweit von den Landesvermessungsverwaltungen nach einheitlichen Standards erfasst und fortgeführt werden (vgl. Kapitel 2). Die von der AdV vorgegebene geometrische Genauigkeit der Daten und deren Struktur ist damit auch über einen längeren Zeitraum gewährleistet. Das Land Brandenburg hat 1994 zudem mit dem ‚Vorhaben Digitale Karte‘ (MDI 1994) beschlossen, dass in allen Informationssystemen innerhalb der Landesverwaltung die amtlichen Geobasisdaten des Informationssystems ATKIS, der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) oder Rasterdaten topographischer Karten (RTK) verwendet werden müssen. Den Kommunen wird an gleicher Stelle empfohlen, entsprechend zu verfahren.²⁹ Es ist daher davon auszugehen, dass amtliche Geobasisdaten bei den für den Katastrophenschutz zuständigen Verwaltungseinheiten vorhanden sind bzw. diese die Daten für die hoheitlichen Aufgaben unentgeltlich beziehen können.

Tabelle 5-1 fasst Merkmale amtlicher Geobasisdaten zusammen.³⁰ Die Auswertung der erfassten Merkmale führte zu dem Ergebnis, dass in dem hier bearbeiteten Hochwasserschutz-Informationssystem für das Testgebiet der Ziltendorfer Niederung (HOWIS) ATKIS-Daten verwendet werden. Ausschlag gebend für diese Festlegung waren zum einen die topographischen Inhalte sowie deren Aufnahme- und Nutzungsmaßstab und der daraus resultierende Detaillierungsgrad der erfassten Objekte. Zum anderen ist die langfristige Verfügbarkeit sowie die regelmäßige Aktualisierung von ATKIS-Daten durch den gesetzlichen Auftrag, auf dessen Grundlage die Daten erfasst werden, garantiert. Darüber hinaus ist die länderübergreifende Einheitlichkeit der Daten vorteilhaft, um das System auch über die Grenzen der Bundesländer hinweg erweitern zu können.³¹ Die inhaltlichen Anforderungen an ein Informationssystem zum Hochwasserschutz (siehe Abschnitt 5.5) setzen zudem die Möglichkeit zur Bearbeitung vorhandener Daten voraus. Die Struktur der ATKIS-Daten erlaubt eine solche Erweiterung um

29. Darüber hinaus existieren Empfehlungen von Seiten des DEUTSCHEN STÄDTETAGES (1988) mit dem Aufbau und der Einrichtung kommunaler raumbezogener Informationssysteme eine standardisierte digitale Datenbasis für raumbezogene kommunale Informationssysteme für Planung und Verwaltung zu schaffen. Zu diesem Zweck wurde das Konzept der ‚Maßstabsorientierten einheitlichen Raumbezugsbasis für Kommunale Informationssysteme‘ (MERKIS) erstellt. Nach Aktualisierungen aus dem Jahre 1994 (DREVES 1994) wird heute die Verwendung von zwei Raumbezugsebenen – 1. Raumbezugsebene ALK für den Maßstabsbereich 1:5.00 bis 1:2.000 und 2. Raumbezugsebene (ATKIS) für den Maßstabsbereich 1:5.000 und kleiner – empfohlen. Ziel dieser Empfehlungen ist es, eine standardisierte und einheitliche Speicherung aller Geometriedaten der Topographie sowie der fachlichen Objekte von Gemeindegebieten in verschiedenen Maßstabsebenen zu gewährleisten, um somit die Geometriedaten für einen großen Benutzerkreis bereitzustellen und Doppelarbeit zu vermeiden.

30. Von privatwirtschaftlichen Anbietern erfasste Geobasisdaten wurden nicht berücksichtigt, da diese aufgrund ihrer heterogenen Standards sowie der im Vergleich zu amtlichen Daten hohen Beschaffungskosten für die Kommunen nicht geeignet sind.

31. Die Bundesländer verwenden teilweise verschiedene Versionen des Objektartenkataloges. Es wird aber ein einheitlicher Standard verwendet, so dass von weitestgehend einheitlichen Daten ausgegangen werden kann (vgl. Kapitel 2).

Tabelle 5-1: Verwendbarkeit von Geobasisdaten im Hochwasserschutz für das Bundesland Brandenburg (Stand: 02/2004)

	ATKIS (DLM 25)	ALK	RTK³²
Aufnahme- maßstab	1:10.000	-	je nach Digitalisiervorlage unterschiedlich
Nutzungs- maßstab	1:10.000 bis 1:25.000	1.500 bis 1:5.000	je nach Digitalisiervorlage unterschiedlich (1:10.000 bis 1:100.000)
Bezugssystem	ETRS 89 UTM	ETRS 89 UTM	wie analoge TK (ETRS 89, Gauß-Krüger-System)
Genauigkeit	± 3 m	cm-/dm-Bereich	wie analoge TK
Inhalte	Topographie	Grundstücksgrenzen, Einzelgebäude	Topographie
Vollständigkeit	bundesweit: DLM25/1, DLM25/2 im Aufbau Brandenburg: DLM25/2: 50 %	Nach Bundesland unter- schiedlich; Deutschland:73% Brandenburg: 36%	nach Bundesland unter- schiedlich; Brandenburg: 1:10.000: flächendeckend
Detaillierungs- grad erfasster In- halte	ausreichend	hoch	wie TK10, TK25
Ergänzung neuer Objekte, neuer Attribute	möglich	möglich	nicht möglich
Fortführung	gesichert	gesichert	langfristig nicht gesichert, da Übergangslösung
Einheitlicher Er- fassungsstandard: je Bundesland	ja	ja	ja
international	ja	ja	ja
Kosten	gering/ für hoheitliche Aufgaben unentgeltlich	gering/ für hoheitliche Aufgaben unentgeltlich	gering/ für hoheitliche Aufgaben unentgeltlich

fehlende fachspezifische Daten, wie beispielsweise die Auswahl für die Basiskarte relevanter Inhalte bzw. Entfernen inhaltlich nicht benötigter Daten, Hinzufügen von Objekten oder die Ergänzung vorhandener Objekte durch zusätzliche Attribute. Darüber hinaus können die ATKIS-Daten auch durch ALK-Daten ergänzt werden, wo dies möglich und inhaltlich sinnvoll ist (z.B. Einzelhausdarstellung im großmaßstäbigen Bereich).

32. In den Bundesländern werden verschiedene RTK, die durch Digitalisierung der analogen Topographischen Karten 1:10.000 bis 1:100.000 erstellt werden, vorgehalten. In Brandenburg werden die folgenden rasterisierten topographischen Karten angeboten: DTK10-V, DTK25-V, DTK50-V und DTK100-V. Diese Kartentypen liegen flächendeckend bzw. nahezu flächendeckend (DTK10-V) vor.

5.2 Basiskarten thematischer Karten

Als Basis- oder Grundkarte wird in der Regel der topographische Kartengrund, auf den der Fachinhalt thematischer Karten in der geographischen Lage bezogen wird, bezeichnet (SPIESS 1971). Die Basiskarte dient damit der äußeren Identifizierung der Fachinformationen, ohne welche diese weder geographisch eingeordnet noch regional verglichen werden können und damit wertlos sind. Die Basiskarte erlaubt neu gewonnene Erkenntnisse in ein vorhandenes geographisches Erinnerungsbild (*mental map*, vgl. Abschnitt 4.3) einzuordnen. Aussagekraft sowie Informationsgehalt thematischer Karten hängt damit entscheidend von der Qualität der Basiskarte ab. Aufgabe der Basiskarte ist neben der Herstellung des Bezugs zum Georaum auch die sachliche Verknüpfung der Fachinformationen. Die Basiskarte kann darüber hinaus auch eine indirekte Erklärungsfunktion besitzen (z.B. das Relief bei Karten des Niederschlags³³) (BOLLMANN & KOCH 2001).

Nahezu alle Inhalte topographischer Karten sind als Basiselemente verwendbar. Die vollständige Übernahme der topographischen Inhalte würde allerdings eine Überlastung des Kartenbildes bedeuten. Die Inhalte der Basiskarte sind vielmehr von dem Kartenmaßstab, dem Kartenzweck, der anvisierten Zielgruppe sowie den verwendeten Darstellungsmethoden abhängig. Die Inhalte topographischer Karten, die in Auswahl als Basiskarte verwendet werden sollen, müssen daher auf diese Parameter sowie das jeweilig darzustellende Thema abgestimmt werden. Es ist nicht Aufgabe der Basiskarte, dem Nutzer möglichst viele topographische Einzelheiten anzubieten, vielmehr muss sie die räumlichen Informationen, die zum Verständnis des Kartenthemas notwendig und unentbehrlich sind, enthalten.

SPIESS (1971) betont die Notwendigkeit der sorgfältigen Bearbeitung der Basiskarte, da die thematischen Informationen der Karte nur dann effizient vermittelt werden können, wenn die Basiskarte das richtige und ausgewogene Maß an Informationen, die in Beziehung zum Kartenthema stehen, enthält. Diese Notwendigkeit hat auch im Zeitalter der digitalen Erstellung und Bearbeitung von Karten weiterhin Gültigkeit.

Nach BERTIN (1974) soll die Basiskarte alle Bezugselemente enthalten, die notwendig und hinreichend sind, um bisher unbekannte Aspekte zu identifizieren. Allgemein betrachtet, sollen die folgenden Aspekte berücksichtigt werden (BERTIN 1974, S. 318):

- Elemente aufnehmen, die den thematischen Inhalten benachbart sind und daher für die Informationsvermittlung Bedeutung besitzen;
- Solche Elemente aufnehmen, die keinen oder nur geringen zeitlichen Veränderungen unterliegen;
- Räumliche Kenntnisse des Durchschnittsnutzers berücksichtigen.

33. In einer Karte, die die Niederschlagsverteilung für ein Gebiet zeigt, kann das Relief zur Erklärung der regionalen Verteilung herangezogen werden. Die Entstehung von Niederschlag z.B. als Steigungsregen hängt mit dem Aufsteigen von Luftmassen sowie dem frontalen Auftreffen dieser Luftmassen auf Hindernisse wie Gebirge zusammen (LESER 1998). Auch die Verteilung der Jahresniederschläge in Deutschland, die von dem vorherrschenden zyklonalen Niederschlags-typ, bei dem eine Zunahme des Niederschlags bis in Höhen von 3000 m NHN zu verzeichnen ist, bestimmt wird, kann durch ein in die Basiskarte integriertes Relief verdeutlicht werden. So wird hervorgehoben, dass die Mittelgebirge und das Hochgebirge der Alpen hohe Niederschläge, die Beckenlagen dagegen niedrige Niederschläge verzeichnen (IFL 2003, S. 43).

Bei der Wahl der darzustellenden Inhalte der Basiskarte und deren Gestaltung müssen nach SPIESS (1971) zunächst die folgenden verschiedenen Arten des Lesens bzw. der Nutzung thematischer Karten berücksichtigt werden:

- Kartieren thematischer Inhalte;
- Rückübertragen thematischer Inhalte;
- Vergleichen thematischer Inhalte verschiedener Karten desselben Gebietes;
- Lokalisieren thematischer Inhalte im vorhandenen geographischen Erkenntnisfeld;
- Vergleichen des thematischen Inhaltes mit den Komponenten der Basiskarte.

Für die Nutzung der Karten innerhalb des Hochwasserschutz-Informationssystems HOWIS muss vor allem das Lokalisieren thematischer Inhalte der Karte in der Realwelt berücksichtigt werden. Als Voraussetzung für das einwandfreie Lokalisieren von Objekten sind nach SPIESS (1971) die folgenden Kriterien bei der Festlegung der Inhalte der Basiskarte zu beachten:

- Inhalte der Basiskarte auf das Thema abstimmen;
- Auswahl möglichst anschaulicher Inhaltselemente;
- punkt- und linienhafte Inhaltselemente sowie raumabgrenzende Umrisse berücksichtigen; flächenhafte Elemente, sofern dies inhaltlich möglich ist, unberücksichtigt lassen;
- Beschränkung auf ein inhaltlich notwendiges Minimum an Bezugselementen.

Darüber hinaus wird bei enger inhaltlicher Nähe von Komponenten der Basiskarte mit Fachinhalten die Auswahl durch die Korrelation der topographischen Objekte zum Thema beeinflusst. Inhalte der topographischen Basiskarte, die auch den Fachinhalten zuzuordnen sind (z.B. Straße als Evakuierungsstrecke) müssen dann entsprechend der kartographischen Modellierungsregeln getrennt von den Elementen der Basiskarte behandelt werden (vgl. Kapitel 6).

SPIESS (1971) schlägt insgesamt sechs Inhaltsgruppen für Basiskarten vor, die das Lokalisieren von Objekten in der Realwelt unterstützen sollen (Tab.5-2). Zusätzlich zu den genannten Inhalten muss die Basiskarte um die Beschriftung wichtiger Objekte ergänzt werden.

Tabelle 5-2: Inhalte von Basiskarten nach SPIESS (1971)

Inhalte von Basiskarten	
Namen	Verkehrswege
Gewässernetz	Gelände
Grenzen administrativer Einheiten	Bodenbedeckung

SPIESS unterscheidet Basiskarten ferner nach ihrem Detaillierungsgrad in zwei Arten, da die Aufbereitung einer Basiskarte für jeden Typ des Kartenlesens in der Regel zu aufwändig ist. Er nennt diese die ‚detailreiche Basiskarte‘ bzw. die ‚vereinfachte Basiskarte‘. Erstere eignet zum Kartieren thematischer Inhalte, zur Beantwortung von Einzelfragen, für interne Vergleiche und zur genauen Lokalisierung von Objekten, während letztere relativ wenige, aber möglichst charakteristische Elemente enthält und sich daher besonders für regionale Vergleiche, zur Beantwortung von Gesamtfragen und zur ungefähren Lokalisierung von Objekten anbietet. SPIESS schlägt für diese beiden Typen die folgenden Inhalte vor:

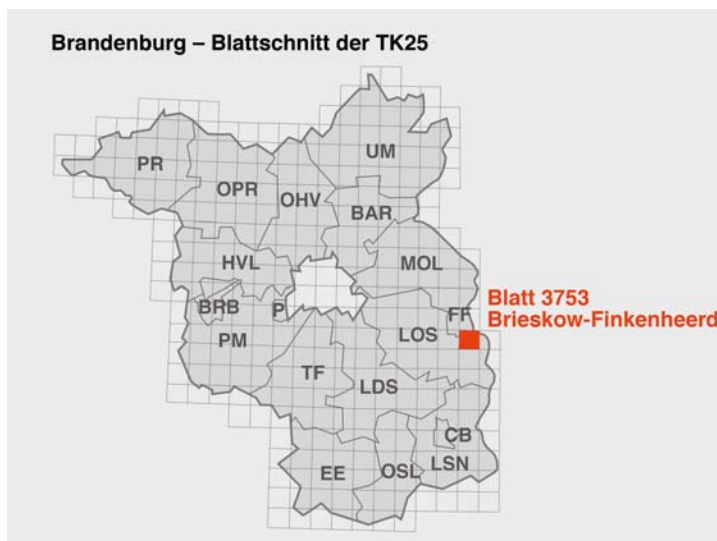
Tabelle 5-3: Inhalte detailreicher und vereinfachter Basiskarten nach SPIESS (1971)

Inhalte detailreicher Basiskarten	Inhalte vereinfachter Basiskarten
Kartennetz oder Kartengitter	Kartennetz oder Kartengitter (eher locker)
Auswahl von Vermessungsfixpunkten	Auswahl von Gewässern
Bauwerke	administrative Grenzen (nur eventuell)
Gewässernetz	Auswahl an Namen (von Fall zu Fall und auf das Thema abgestimmt)
Topographie (Höhenlinie und Koten oder Reliefschummerung)	
Namen	
administrative Grenzen	
Kulturgrenzen (von Fall zu Fall)	

Entsprechend dieser Auffassung sind im Allgemeinen vorrangig linien- und punkthafte Objekte, die in inhaltlichem Bezug zum Kartenthema stehen, aufzunehmen, da sie das Kartenbild weniger belasten als flächenhafte Objekte und somit die Übersichtlichkeit und Tragfähigkeit der Karte unterstützen. Überwiegend flächenhafte Objektgruppen sollten nur begrenzt in die Basiskarte aufgenommen werden; diese wird sonst leicht graphisch überlastet, was die Lesbarkeit erschwert. Jede darüber hinaus aufgenommene topographische Aussage, die inhaltlich nicht zwingend notwendig ist, senkt die Belastbarkeit der Basiskarte für die Aufnahme fachlicher Inhalte zusätzlich.

5.3 Basiskarteninhalte für das Hochwasserschutz-Informationssystem der Ziltendorfer Niederung (HOWIS)

Die Berücksichtigung der vorangegangenen Überlegungen zum Inhalt von Basiskarten für thematische Karten wirkt sich auch auf die Gestaltung der Kartengrundlage eines Informationssystems zum Hochwasserschutz aus. Da die Hauptaufgabe der Basiskarte in HOWIS in der Orientierungsfunktion liegt, muss die Basiskarte relativ detailreich sein. Allerdings sind für diesen besonderen Anwendungsfall teilweise andere Inhalte als die von SPIESS (1971) genannten zu berücksichtigen



zu berücksichtigen (siehe Tabelle 5-3 und 5-5). Dies liegt einerseits in den vorhandenen Objektarten der ATKIS-Daten, andererseits auch in den inhaltlichen Anforderungen an ein Hochwasserschutz-Informationssystem begründet (siehe Abschnitt 5.5).

Abb.5-1: Blatt 3753 Brieskow-Finkenheerd der TK25

Für HOWIS wurden Daten des ATKIS-DLM25 der zweiten Erfassungsstufe³⁴ (DLM25/2) des Testgebietes Ziltendorfer Niederung (Blatt 3753 Brieskow-Finkenheerd) verwendet (Abb.5-1). Dieser Datensatz enthält die in Tabelle 5-4 aufgelisteten topographischen Objektarten. Diese Objektarten wurden im Hinblick auf ihre Verwendbarkeit als Bestandteile der Basiskarte in HOWIS überprüft. Dazu wurden die Objektarten in die folgenden vier Kategorien unterteilt:

1. Objektarten, die zur Orientierung dienen,
2. Objektarten, die inhaltlich oder in ihrer Geometrie mit Fachinhalten identisch sind oder durch Attribute des Hochwasserschutzes ergänzt werden können,
3. Objektarten, die fachverwandte Informationen bieten, die aber weder aus Sicht des Hochwasserschutzes noch zur Orientierung zwingend notwendig sind,
4. Objekte, die weder für die Orientierung noch den Hochwasserschutz Relevanz besitzt.

Tabelle 5-4: Inhalte des DLM25/2 für HOWIS (Blatt 3753)

Objektbereiche ATKIS-DLM25/2	Objektarten	Objekttyp	Kategorie	
2000 Siedlung	2101	Ortslage	flächenhaft	1
	2111	Wohnbaufläche	flächenhaft	1
	2112	Industrie- und Gewerbefläche	flächenhaft	1
	2113	Fläche gemischter Nutzung	flächenhaft	3
	2114	Fläche besonderer funktionaler Prägung	flächenhaft	3
	2127	Umspannwerk	flächenhaft	3
	2129	Kläranlage	flächenhaft	2
	2132	Gärtnerei	flächenhaft	4
	2201	Sportanlage	flächenhaft	4
	2202	Freizeitanlage	flächenhaft	4
	2213	Friedhof	flächenhaft	4
	2222	Sportplatz	flächenhaft	4
	2223	Schießstand	flächenhaft	4
	2224	Schwimmbad, Freibad	flächenhaft	4
	2228	Campingplatz	flächenhaft	4
	2301	Tagebau, Grube, Steinbruch	flächenhaft	3
	2313	Vorratsbehälter	punkthaft	4
	2316	Turm	punkthaft	1
	2317	Schornstein, Schlot, Esse	punkthaft	1
	2324	Kran	flächenhaft	4
	2325	Pumpe, Pumpstelle	flächenhaft	4
	2351	Mauer	linienhaft	4
	3000 Verkehr	3101	Straße	linienhaft
3102		Weg	linienhaft	1/2
3103		Platz	flächenhaft	1
3201		Schienenbahn	linienhaft	1
3205		Bahnstrecke	linienhaft	1

34. Die zu erfassenden Inhalte des DLM25/2 für Brandenburg richten sich nach dem ATKIS-Objektartenkatalog der Länder Brandenburg und Berlin vom 01.10.1997, letzte Änderung vom 01.03.2003.

Objektbereiche ATKIS-DLM25/2	Objektarten	Objekttyp	Kategorie
noch 3000 Verkehr	3301 Flugplatz, Landeplatz	flächenhaft	2
	3501 Bahnhofsanlage	flächen-/punkthaft	1
	3514 Brücke, Überführung, Unterführung	linienhaft	1
	3533 Freileitung	linienhaft	3
	3532 Rohrleitung	linienhaft	3
	3541 Mast	punkthaft	4
4000 Vegetation	4101 Ackerland	flächenhaft	4
	4102 Grünland	flächenhaft	4
	4103 Gartenland	flächenhaft	4
	4104 Heide	flächenhaft	4
	4106 Sumpf, Ried	flächenhaft	4
	4107 Wald, Forst	flächenhaft	1
	4108 Gehölz	flächenhaft	1
	4110 Brachland	flächenhaft	2
	4111 Nasser Boden	flächenhaft	4
	4120 Vegetationslose Fläche	flächenhaft	4
	4198 Schneise	linienhaft	4
	4199 Fläche, z.Z. unbestimmbar ³⁵	flächenhaft	4
	4201 Baum	punkthaft	4
	4202 Baumreihe	linienhaft	4
	4203 Hecke, Knick	linienhaft	4
5000 Gewässer	5101 Strom, Fluss, Bach	Linien-/flächenhaft	1
	5102 Kanal (Schifffahrt)	Linien-/flächenhaft	1
	5103 Graben, Kanal (Wasserwirtschaft)	linienhaft	1
	5105 Quelle	punkthaft	4
	5112 Binnensee, Stausee, Teich	flächenhaft	1
	5301 Durchlass	linienhaft	3
	5302 Talsperre, Wehr	linienhaft	2
	5321 Uferbefestigung	linienhaft	2
6000 Relief	6201 Damm, Wall, Deich	linienhaft	2
7000 Gebiete	7101 Verwaltungseinheit	flächenhaft	1
	7211 Insel	flächenhaft	1
	7299 Grenze	linienhaft	1
	7302 Naturschutzgebiet	flächenhaft	3
	7304 Landschaftsschutzgebiet	flächenhaft	3
	7499 Ehemaliges militärisches Sperrgebiet	flächenhaft	3

Unter Berücksichtigung der Orientierungsfunktion als Hauptfunktion der Basiskarte in HOWIS ergeben sich daraus die folgenden in Tabelle 5-5 genannten Inhalte für die Karten-

35. Hier ist die Bezeichnung der ATKIS-Objektart ungenau: Gemeint sind Flächen, deren Nutzung zur Zeit nicht bestimmbar ist.

grundlage. Eine nähere Betrachtung dieser Inhalte ergibt eine Diskrepanz zu der von SPIESS geforderten möglichst weitgehenden Beschränkung auf punkt- und linienhafte Elemente bei der Gestaltung der Basiskarte. Die Dominanz flächenhafter Objekten liegt einerseits in den im ATKIS-DLM enthaltenen Objektarten begründet, andererseits steht der Objekttyp in Zusammenhang mit dem Darstellungs- und Erfassungsmaßstab eines Elementes: Ein flächenhaft erfasstes Element kann in einem kleinerem Darstellungsmaßstab als dem Erfassungsmaßstab unter Umständen linien- oder punkthaft wiedergegeben werden (z.B. Flug- bzw. Landeplatz). Da die Erfassung der ATKIS-Daten des DLM25 an der Grenze zur Großmaßstäbigkeit liegt, wird somit eine Vielzahl der Objektarten flächenhaft erfasst. Darüber hinaus wurden auch bei der Identifizierung der Inhalte der Basiskarte die inhaltlichen Anforderungen an ein Hochwasserschutz-Informationssystem berücksichtigt, die die Aufnahme flächenhafter Elemente fordern (siehe Abschnitt 5.5). Ergänzt wurden diese Objekte durch ausgewählte Beschriftungen wie beispielsweise Ortsnamen (vgl. Abschnitt 6.3.1).

Tabelle 5-5: Inhalte der Basiskarte in HOWIS als Auszug aus dem ATKIS-DLM25/2

Objektbereiche ATKIS-DLM25/2	Objektarten	Objekttyp	Kategorie
2000 Siedlung	2101 Ortslage	flächenhaft	1
	2111 Wohnbaufläche	flächenhaft	1
	2112 Industrie- und Gewerbefläche	flächenhaft	1
	2316 Turm	punkthaft	1
	2317 Schornstein, Schlot, Esse	punkthaft	1
3000 Verkehr	3101 Straße	Linienhaft	1
	3102 Weg	linienhaft	1
	3103 Platz	flächenhaft	1
	3201 Schienenbahn	linienhaft	1
	3205 Bahnstrecke	linienhaft	1
	3501 Bahnhofsanlage	flächenhaft	1
	3514 Brücke, Überführung, Unterführung	linienhaft	1
4000 Vegetation	4107 Wald, Forst	flächenhaft	1
	4108 Gehölz	flächenhaft	1
5000 Gewässer	5101 Strom, Fluss, Bach	Linien-/flächenhaft	1
	5102 Kanal (Schifffahrt)	Linien-/flächenhaft	1
	5103 Graben, Kanal (Wasserwirtschaft)	linienhaft	1
	5112 Binnensee, Stausee, Teich	flächenhaft	1
7000 Gebiete	7101 Verwaltungseinheit	flächenhaft	1
	7211 Insel	flächenhaft	1
	7299 Grenze	linienhaft	1

Die aufgenommenen Objektarten sind alle der Kategorie 1 zuzuordnen, Objektarten der weiteren Kategorien 2 bis 4 wurden dagegen teilweise den Fachinhalten zugeordnet und sind damit nicht eigentlicher Bestandteil der Basiskarte bzw. wurden nicht für das kartographische Modell in HOWIS berücksichtigt. Zusätzlich zu den Objektarten der Kategorie 1 wurden solche Objektarten aufgenommen, die zur vollständigen Flächenabdeckung des Testgebietes in HOWIS

dienen, aber keine inhaltliche Relevanz besitzen. Diese Objektarten wurden, wie in Kapitel 6 näher beschrieben, derart visualisiert, dass sie für den Nutzer nicht als solche wahrnehmbar sind. Einige Objektarten (z.B. Wege) wurden der Kategorie 1 zugeordnet, wurden aber je nach dem angewendeten Maßstab nur in Auswahl in die Basiskarte aufgenommen. Die Zusammensetzung der Basiskarte aus überwiegend flächenhaften Objektarten erfordert ihre besonders sorgfältige graphische Modellierung, so wurden beispielsweise die enthaltenen Verwaltungseinheiten (z.B. Gemeinden) nicht flächenhaft, wie sie in ATKIS geführt werden, sondern lediglich als Grenzen in Form linienhafter Elemente dargestellt (vgl. Abschnitt 6.3.1).

5.4 Integration von Fachdaten in ATKIS

Bei der Integration von Fachdaten in ein topographisches Geobasisdatensystem sind nach GRÜNREICH (1994) im Allgemeinen folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

- Die fachlich-semantische Modellierung der Fachdaten muss in Beziehung zur topographischen Modellierung der Geobasisdaten gebracht werden;
- Die Beschreibung aller Objektgeometrien muss sich auf ein einheitliches geodätisches Referenzsystem beziehen;
- Fachliche Objekte müssen sich, wenn möglich, auf die topographischen Objekte des Geobasisdatensystems beziehen, um Fehler bei der Interpretation auszuschließen.³⁶

Fachdaten können auf verschiedene Weise in vorhandene Geobasisdatensätze integriert werden. Liegen Attribute und deren Werte für bereits erfasste Objekte digital, z.B. in Fachdatenbanken, vor, können sie über einen Objektschlüssel mit diesen verknüpft werden. Liegen die Fachdaten in analoger Form vor, müssen sie zunächst alphanumerisch kodiert oder auf dem Digitalisiertablett bzw. am Bildschirm digitalisiert und anschließend in den Geobasisdatenbestand integriert werden.

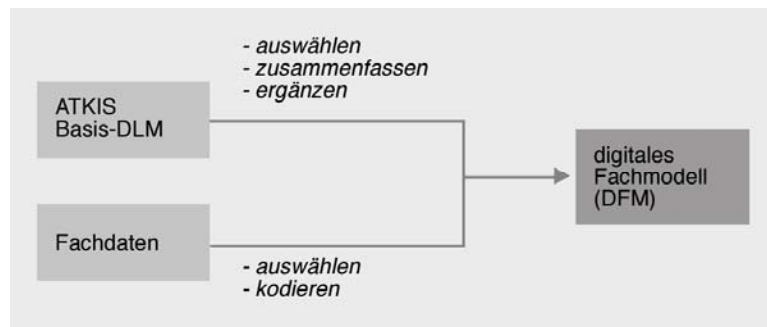


Abb.5-2: Bildung eines digitalen Fachmodells (DFM)

Zur Integration der Fachinhalte in die vorhandene ATKIS-Systemstruktur wurde für HOWIS ein zusätzlicher Objektbereich geschaffen. Da dieser Objektbereich darüber hinaus für die Integration von weiteren für den allgemeinen Katastrophenschutz relevanten Inhalten offen ist, kann er als Objektbereich des Katastrophenschutzes bezeichnet werden (SIEMER et al. 2001).

36. GRÜNREICH (1994) fordert zusätzlich die redundanzfreie Speicherung identischer geometrischer Informationen diskreter Objekte. Diese Bedingung wurde bei der Konzeption von HOWIS nicht eingehalten. Die Gründe für diese Vorgehensweise wird in Abschnitt 5.5 näher erläutert.

ATKIS-Objektbereiche						Ergänzender Objektbereich
2 000 Siedlung	3 000 Verkehr	4 000 Vegetation	5 000 Gewässer	6 000 Relief	7 000 Gebiete	10 000 Katastrophenschutz

Abb.5-3: Erweiterung der ATKIS-Objektbereiche um den Objektbereich ‚10.000 Katastrophenschutz‘

Um diesen Bereich deutlich von den vorhandenen Objektbereichen der Geobasisdaten (Objektbereiche 2.000 bis 7.000) abzuheben, wurde als zusätzlicher Bereich für die Fachdaten des Hochwasserschutzes der Objektbereich ‚10.000 Katastrophenschutz‘³⁷ definiert (Abb.5-3).

Die Kodierung der Fachdaten dieses Objektbereiches erfolgte unter Berücksichtigung der obigen Bedingungen zur Integration von Fachdaten in ATKIS nach den Regeln der ATKIS-Struktur. Die alphanumerische Kodierung aller zusätzlichen Objektarten von HOWIS, sowie deren Attribute ist in Tabelle 5-8 dokumentiert.

5.5 Fachspezifische Inhalte für den Hochwasserschutz

Die Erfahrungen während des Oder-Hochwassers im Sommer 1997 haben gezeigt, dass gravierende Mängel bei der schnellen Verfügbarkeit und Analyse raumbezogener Grundlagendaten für den Hochwasserschutz bestehen. Die Auswertung dieser Erfahrungen wurde einerseits auf der Grundlage der Erfahrungsberichte beteiligter Behörden (z.B. MDI o.J., LUA 1998) durchgeführt. Darüber hinaus wurden Expertengespräche mit Mitarbeitern des Amtes für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree, des Innenministeriums sowie des Landesumweltamtes des Landes Brandenburg geführt, um Fachinhalte zu identifizieren, die für einen effektiven Hochwasserschutz notwendig sind. Die Auswertung der Expertengespräche sowie der Erfahrungsberichte ergab einerseits die von allen Beteiligten gesehene Notwendigkeit, einheitliches Kartenmaterial in den verschiedenen Amtsstellen bereitzuhalten sowie generelle Anstrengungen in Hinblick auf die Entwicklung eines Hochwasserschutz-Informationssystems zu unternehmen. Ferner wurden für ein solches Informationssystem gemeinsam mit den Fachleuten der zuständigen Stellen Inhalte identifiziert, die helfen können, künftige Hochwasserereignisse besser zu bewältigen. Diese Inhalte sind nach ihrer weiteren Bearbeitung im HOWIS untergliedert und in den Tabellen 5-6 und 5-7 aufgeführt. Tabelle 5-6 nennt bereits erfasste Objekte des ATKIS-DLM, die durch zusätzliche Attribute und Attributwerte, welche den genannten Inhalten entsprechen, ergänzt werden können. In Tabelle 5-7 sind solche Objekte mit ihren fachspezifischen Attributen und Attributwerten aufgeführt, die bisher noch nicht Bestandteil der ATKIS-Daten sind und daher neu erfasst werden müssen.

37. Die Attributtabelle der ATKIS-Daten werden standardmäßig mit einer Beschränkung auf vier Zeichen für den Objektschlüssel erstellt. Eine solche Beschränkung kann jedoch mit entsprechender Software aufgehoben werden. Die Erweiterung auf mindestens fünf Zeichen erscheint generell sinnvoll, um neu geschaffene Objektbereiche wie den Objektbereich ‚Katastrophenschutz‘ deutlich von den Objektbereichen der Geobasisdaten abzuheben. Eine Beschränkung auf vier Zeichen für den Objektschlüssel stellt eine unnötige Begrenzung auf maximal zwei zusätzliche Objektbereiche (2.000 bis 7.000 für die Geobasisdaten; 8.000 und 9.000 für Fachdaten) dar.

Die Verknüpfung der Fachinhalte mit den ATKIS-Daten wurde unter Berücksichtigung der genannten Modellierungsbedingungen – 1) Einklang der fachlich-semantischen Modellierung der Fachdaten mit der Modellierung der Geobasisdaten, 2) einheitliches geodätisches Referenzsystems sowie 3) Bezug fachlicher Objekte auf topographische Objekte des Geobasisdatensystems (siehe Abschnitt 5.4) – vorgenommen. Zur Erfüllung der ersten und dritten Bedingung wurde für jede neu aufzunehmende Objektart des Fachmodells geprüft, ob eine Modellierung mittels einer vorhandenen Objektart des ATKIS-OK für das DLM25/2 möglich war. Traf dies zu, war es ausreichend, neue, fachspezifische Attribute und deren Werte für vorhandene Objektarten zu definieren und diese im konkreten Fall an vorhandene Objekte und deren Geometrien anzufügen. Wurde dagegen eine neue Objektart, die nicht im ATKIS-OK enthalten ist, definiert, musste der neue Objektschlüssel formal in Anlehnung an den ATKIS-OK sowie den neu definierten Objektbereich 10.000 (Katastrophenschutz) formuliert werden. Anschließend wurde jedes neu aufzunehmende Objekt mit der objekt eigenen Geometrie und seinen Fachattributen und Attributwerten erfasst.

Tabelle 5-6: ATKIS-Objekte und deren Ergänzungen für HOWIS

ATKIS-Objektbereich	Bereits erfasste Objekte	Zusätzliche Attribute	Quelle
2000 Siedlung	Einzelgebäude	Not- und Sammelunterkunft, Krankenhaus, Kindergarten, Schule, Kapazität, Kontaktinformation, Standort von Heizöltanks	Gemeinde
	Industrie- und Gewerbefläche	Gefahrgutlagerstätte, Gefahrgut, Kontaktinformation	Gemeinde
3000 Verkehr	Straße, Weg	Evakuierungsstrecken, Deichzufahrtsweg, Deichverteidigungsweg	Gemeinde, Kat.-Schutz ³⁸
	Brücke, Überführung	Max. Durchfahrtshöhe, Breite, Tonnage	Gemeinde, Kat.-Schutz
	Tunnel	Max. Durchfahrtshöhe, Breite	Gemeinde, Kat.-Schutz
4000 Vegetation	Wald, Forst	Durchschnittl. Baumhöhe, zuständige Forstverwaltung	Forstverwaltung
5000 Gewässer	Fluss, Strom, Bach	Flusskilometrierung	LUA
6000 Relief	Damm, Wall, Deich	Deichkilometrierung	LUA, Kat.-Schutz
7000 Gebiete	Grenze	Kilometrierung	Gemeinde

38. Unter der Abkürzung ‚Kat.-Schutz‘ werden die für den Katastrophenschutz zuständigen amtlichen Stellen zusammengefasst. Für das Testgebiet der Ziltendorfer Niederung ist das Amt für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree zuständig.

Tabelle 5-7: Ergänzende Fachdaten für HOWIS

ATKIS-Objektbereich	Neu zu erfassende Objekte	Attribute	Quelle
3000 Verkehr	Wendeplatz, Ausweichstelle	-	Gemeinde, Kat.-Schutz
4000 Vegetation	Kiesentnahmestelle	Kontaktinformation	Gemeinde, Kat.-Schutz
6000 Relief	Deichläuferabschnitt	Name, Kontaktinformation, Lageinformation	Gemeinde, Kat.-Schutz
	Eiswachhaus	-	Gemeinde, Kat.-Schutz
	Wasserwirtschaftliche Anlagen	Art, Kontaktinformation, Lageinformation	LUA, Kat.-Schutz
	Pegel	Art, Kontaktinformation, Lageinformation	LUA, Kat.-Schutz
	Gefahrenstellen	Art, Lageinformation	LUA, Kat.-Schutz

Die Einsetzbarkeit von HOWIS auch über den Hochwasserschutz hinaus lassen es sinnvoll erscheinen, die Objekte des Objektbereichs 10.000 getrennt nach den verschiedenen Bereichen des Katastrophenschutzes zu gliedern. Diese Gliederung in die Objektgruppen ‚Infrastruktur‘, ‚Besonders schützenswerte Einrichtungen/Gebiete‘, ‚Gewässer‘, ‚Hochwasserschutz‘ und ‚Gefahrenstoffe‘, die sich auch in der graphischen Gestaltung der Karten wieder spiegelt (vgl. Abschnitt 6.3.2), ist in Tabelle 5-8 dokumentiert. In HOWIS sind die Fachinhalte nach dieser Struktur als verschiedenen Themen gegliedert.

Tab. 5-8: Kodierung der Fachinhalte des Objektbereichs ‚10.000 Katastrophenschutz‘ nach Objektgruppen

Kodierung	Objektgruppen und Objektarten	Attribute
10 100	<i>Infrastruktur</i>	
10 110	Straßenkilometrierung	-
10 111	Evakuierungsstrecke	Name, Besonderheiten
10 112	Wendeplatz, Ausweichstelle	-
10 113	Brücke, Überführung	max. Durchfahrtshöhe, Breite, Tonnage
10 114	Tunnel	max. Durchfahrtshöhe, Breite
10 115	Fährverbindungen	-
10 116	Durchschnittl. Baumhöhe (Wald)	Eignung als Hubschrauberlandeplatz
10 120	Technische Einsatzleitung (TEL)	Kontaktinformation
10 130	Materiallagerstelle	Kontaktinformation
10 140	Kiesentnahmestelle	Kontaktinformation
10 150	Sammel- oder Notunterkunft	Betroffener Personenkreis, Kapazität, Kontaktinformation
10 160	Krankenhaus	Kapazität, Kontaktinformation

Kodierung	Objektgruppen und Objektarten	Attribute
10 200	<i>Besonders schützenswerte Einrichtungen/ Gebiete</i>	
10 220	Hauptversorgungsleitung	Art, Kontaktinformation
10 221	Schaltkasten	Art, Kontaktinformation
10 230	Kindergärten, Schulen etc.	Art der Einrichtung, Anzahl der Personen, Kontaktinformation
10 240	Größere Tier- bzw. Viehbestände	Art, Anzahl, Kontaktinformation
10 250	Trinkwasserschutzgebiet	-
10 300	<i>Gewässer</i>	
10 310	Gewässerkilometrierung	-
10 320	Festgesetztes Überschwemmungsgebiet	-
10 330	Polder	Art
10 400	<i>Hochwasserschutz</i>	
10 401	Deich	Art, Name, Höhe, Erneuerungsjahr
10 402	Notdeich	-
10 410	Deichkilometrierung	-
10 411	Zufahrt zum Deich, Deichverteidigungsweg	Name, Besonderheiten
10 412	Wendeplatz, Ausweichstelle	-
10 413	Brücke, Überführung	max. Durchfahrtshöhe, Breite, Tonnage
10 414	Tunnel	max. Durchfahrtshöhe, Breite
10 420	Deich(läufer)abschnitt	Lageinformation, Bezeichnung, Deichläufer, Kontaktinformation
10 430	Eiswachhaus	Lageinformation
10 440	Pegel	Art, Kontaktinformation
10 450	Wasserwirtschaftliche Anlagen	Art, Kontaktinformation
10 460	Gefahrenstelle am Deich	Art
10 500	<i>Gefahrenstoffe</i>	
10 520	Gefahrenschwerpunkte wie Gefahrgutlagerstätte, Standort von Ölheizungen, Erdölfördersonde etc.	Art, Kontaktinformation
10 530	Ehemaliges militärisches Sperrgebiet	Kontaktinformation

Neu erfasste Objekte wurden im geodätischen Referenzsystem (ETRS 89, UTM), auf dem auch die ATKIS-Daten basieren, erfasst. Sie sind somit kompatibel mit den Basisdaten und erfüllen die zweite Bedingung zur Integration von Fachdaten in ein topographisches Basissystem.

Sofern vorhandene Geobasisobjekte aus fachlicher Sicht um Attribute ergänzt werden mussten, wurden diese Objektgeometrien redundant im Objektbereich 10.000 gespeichert und durch die jeweiligen Fachdaten ergänzt. Eine andere Möglichkeit der Integration der Fachda-

ten wäre nach GRÜNREICH (1994) die redundanzfreie Speicherung der Objektgeometrien sowie die separate Speicherung der Fachinformationen im Objektbereich 10.000, welche auf die ATKIS-Objektgeometrien verweisen. Für HOWIS wurde die erste Variante gewählt, da der Objektbereich 10.000 (Katastrophenschutz) so unabhängig von den übrigen Objekten der Geobasisdaten genutzt werden kann und damit eine höhere Flexibilität aufweist. Die Frage der redundanten Speicherung stellt aber eine weitere Aufgabe dar, deren Lösung allerdings nicht Bestandteil dieser Arbeit war; für eine mögliche Weiterentwicklung des Prototyps HOWIS zu einer einsatzreifen Anwendung muss diese Problemstellung jedoch gelöst werden. Solange der neue Objektbereich für den Katastrophenschutz nicht fest etabliert ist, stellt die redundante Speicherung der Objektgeometrien sowie der Fachinformationen eine praktikable Übergangslösung dar. Eine weitere Frage, die bei der Entwicklung des Prototyps nicht berücksichtigt wurde, betrifft die Aktualisierung der Daten durch den Nutzer. Dieser hat zwar die Möglichkeit, die von ihm selbst integrierten Fachdaten zu aktualisieren, er hat aber keine Rechte zur Aktualisierung der ATKIS-Daten. Auch dieser Aspekt spricht für die Einrichtung des separaten Objektbereiches 10.000 Katastrophenschutz.

5.6 Zusammenfassung

Die Grundlage digitaler Fachmodelle für den Katastrophenschutz stellen im Allgemeinen topographische Geobasisdaten dar. In der Regel werden darunter Geodaten zusammengefasst, die vorrangig für den Zweck der automatisierten Ableitung topographischer Karten von amtlicher Seite erfasst werden. In Deutschland werden derzeit Daten des Amtlichen Topographisch-Kartographischen Informationssystem (ATKIS), der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) sowie rasterisierte analoge Topographische Karten (RTK) angeboten. Eine Untersuchung der Struktur und Parameter der verschiedenen Typen von Geobasisdaten ergab, dass sich für den Aufbau der Basiskarten in HOWIS vorrangig ATKIS-Daten eignen, wobei diese im Einzelfall durch ALK-Daten (Einzelhausdarstellung) ergänzt werden können.

Basis- oder Grundkarten thematischer Karten dienen in erster Linie der äußeren Identifizierung der thematischen bzw. Fachinformation, ohne welche diese weder geographisch eingeordnet noch regional verglichen werden können. Nahezu alle Inhalte topographischer Karten und damit auch von Geobasisdaten sind als Basiselemente verwendbar. Demzufolge musste eine sorgfältige Auswahl getroffen werden, welche Inhalte tatsächlich in den Basiskarten in HOWIS verwendet werden konnten. Dabei sind die Inhalte einer Basiskarte von dem Kartenmaßstab, dem Kartenzweck, der Zielgruppe sowie den verwendeten Darstellungsmethoden abhängig. Aufgabe der Basiskarte ist es nicht, dem Nutzer möglichst viele topographische Einzelheiten anzubieten, vielmehr muss sie die räumlichen Informationen, die zum Verständnis des Kartenthemas und zur effektiven Nutzung der Karte notwendig sind, enthalten.

SPIESS (1971) unterscheidet Basiskarten nach ihrem Detaillierungsgrad in ‚detailreiche‘ und ‚vereinfachte Basiskarten‘. Für das Hochwasserschutz-Informationssystem HOWIS wurde der Typ der detailreichen Basiskarte verwendet, der um einige, aus fachlicher Sicht relevante, Objektarten ergänzt wurde. Für die Bearbeitung des digitalen Fachmodells in HOWIS wurden ATKIS-Daten des Blattes ‚3753 Brieskow-Finkenheerd‘ der TK25 verwendet. Dazu wurden zunächst die Objektarten dieses Datensatzes in vier Kategorien unterteilt, um ihre Zuordnung zur Basiskarte, den Fachinhalten und den sonstigen Inhalten zu ermitteln.

Zur Identifizierung der in HOWIS zu integrierenden Fachinhalte wurden Erfahrungsberichte vom Oder-Hochwasser 1997 ausgewertet sowie Expertengespräche mit Mitarbeitern verschiedener am Hochwasserschutz beteiligten amtlichen Stellen geführt. Als Ergebnis wurden zwei Arten von Fachinhalten definiert, wobei einerseits vorhandene ATKIS-Objektarten um Fachattribute ergänzt und andererseits weitere Objekte mit ihren Attributen neu erfasst wurden. Zur Integration der Fachinhalte wurde ein eigener Objektbereich für die Fachdaten des Hochwasserschutzes mit der Bezeichnung ‚10.000 Katastrophenschutz‘ geschaffen, der auch für Inhalte weiterer Bereiche des Katastrophenschutzes offen ist. Die interdisziplinär zu erfassenden Fachinhalte wurden anschließend in Anlehnung an die ATKIS-Struktur in die fünf Objektgruppen ‚Infrastruktur‘, ‚Besonders schützenswerte Einrichtungen/Gebiete‘, ‚Gewässer‘, ‚Hochwasserschutz‘ und ‚Gefahrenstoffe‘ gegliedert und kodiert.

6 Kartenmodelle für den Hochwasserschutz

6.1 Karten als Entscheidungsgrundlage im Katastrophenschutz

Für eine wirkungsvolle, schnelle und damit kostengünstige Reaktion auf Hochwasser- und andere Ereignisse, die koordinierte Hilfseinsätze erfordern, stellen Karten ein unverzichtbares Werkzeug dar. Sie können als Entscheidungsgrundlage in allen Bereichen des Katastrophenmanagements eingesetzt werden (vgl. Abschnitt 1.4, Abb.1-9). Karten werden sowohl in der Vorsorge, also im vorbeugenden Katastrophenschutz (z.B. Darstellung von Gefahrenzonen oder Simulation von Deichbrüchen), als auch bei der Bewältigung eines Ereignisses im abwehrenden Katastrophenschutz (z.B. Planung konkreter Maßnahmen wie Evakuierungen, Transport von Helfern und Material) eingesetzt. Darüber hinaus finden sie bei der Schadenanalyse und Auswertung vergangener Ereignisse Anwendung. Während in der Vergangenheit vor allem im Bereich des abwehrenden Katastrophenschutzes häufig analoge Karten verwendet wurden (z.B. Abb.6-1 bis 6-3), ist der Einsatz von Karten heute in zunehmendem Maß eng mit der Nutzung von Geoinformationssystemen verknüpft (vgl. Abschnitte 1.4 und 2.3).

Die im Rahmen dieser Arbeit erstellten digitalen Karten sind für die Verwendung in der Phase der Bewältigung im Katastrophenmanagement, die nach DYMOM (1990) in besonderem Maß durch Karten unterstützt werden kann, konzipiert. Sie sollen vor allem zur Planung und Unterstützung der Verteilung des (Hilfs-) Materials oder der Einsatzkräfte, dem Aufzeigen Einfluss nehmender Objekte (z.B. Privathäuser mit Heizöltanks) im betroffenen Bereich sowie zur allgemeinen Koordination der verschiedenen Einsatzgruppen dienen (vgl. Abschnitt 1.4).

Bisher wurde in der Bundesrepublik üblicherweise mit der auch vom Militär genutzten Serie M745 eine Sonderausgabe der Topographischen Karte 1:50.000 (TK50) als Entscheidungsgrundlage im Katastrophenschutz eingesetzt (Abb.6-1). Mit der Umstrukturierung (und Umbe-



Abb.6-1: Ausschnitt aus der Karte M745 (Blatt L 3752 Frankfurt/Oder)

nennung) des Amtes für Militärisches Geowesen (MilGeo) in das Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr (AGeoBw) wurde die Bearbeitung der Serie M745 eingestellt. An ihre Stelle tritt die Digitale Topographische Karte 1:50.000 (DTK50), die von den Landesvermessungsämtern bearbeitet und gemeinsam mit dem Amt für Geoinformationswesen der Bundeswehr herausgegeben wird. Diese zivil-militärische Kartenserie basiert auf dem digitalen ATKIS-Landschaftsmodell DLM50 (vgl. Kapitel 2) und beinhaltet neben den üblichen topographischen Inhalten wie die Vorgängerserie der M745 bundeswehrspezifische Erläuterungen sowie eine dreisprachige Legende. Als erstes Kartenblatt dieser neuen DTK50 wurde von der LGN die Karte L 2722 Sittensen bearbeitet und herausgegeben (Abb.6-2). In Brandenburg liegt derzeit allerdings noch keines der insgesamt 64 Blätter dieser neuen DTK50 vor.

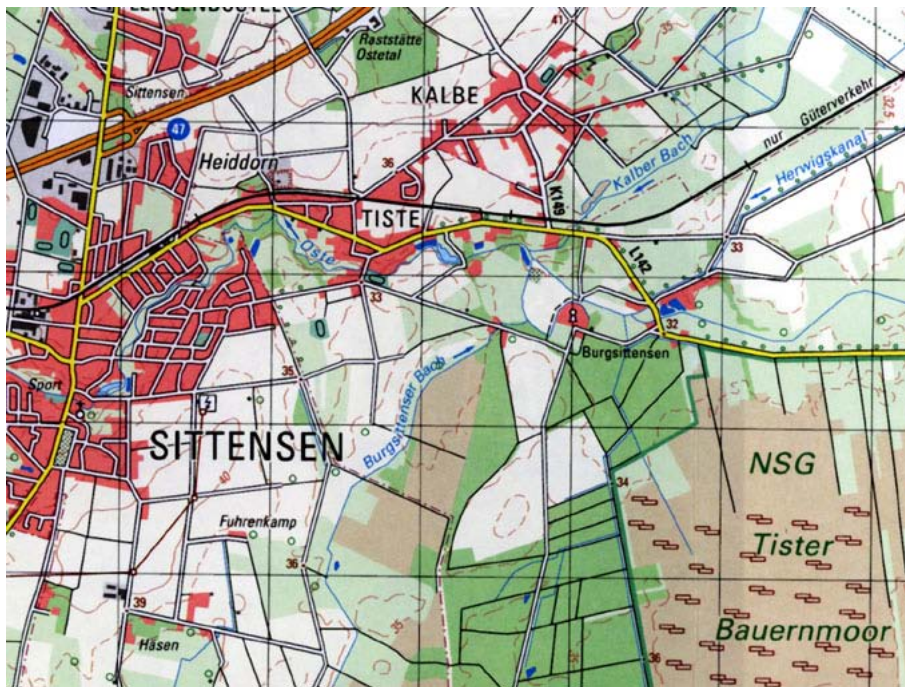


Abb.6-2: Ausschnitt aus der zivil-militärischen DTK50 (Blatt L2722 Sittensen)

Neben diesen Karten werden weitere amtliche Karten wie die TK10, die TK100 sowie Fachkartenwerke hinzugezogener amtlicher Stellen (z.B. Landesumweltamt) verwendet (vgl. Kapitel 1). Für den rein militärischen Bereich existieren weiterhin andere Ausgaben der Kartenserie M745, wie die Ausgabe M745-RB (Straßen- und Brückenkarte), die Angaben über die Nutzbarkeit des Straßennetzes sowie die Tragfähigkeit von Straßenbrücken enthält, oder die Schutzgebietskarte M745-U-SG. Die Inhalte dieser Karte werden mit den betroffenen Fachbehörden und der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) abgestimmt (KÖHLER & HAFENEDER 2002).

Darüber hinaus existiert beispielsweise in Niedersachsen mit der so genannten ‚Waldbrandeinsatzkarte‘ (Serie M745-WBEK) (Abb.6-3) eine weitere Ausgabe der M745, die im Brandschutz eingesetzt wird (vgl. Kapitel 1). Diese Karte wurde aufgrund der Erfahrungen der Einsatzkräfte während der großen Waldbrände in Niedersachsen in den Sommern 1975 und 1976 eingeführt. Da Einsätze während eines Großfeuers im Einzelfall auch über kommunale Grenzen hinweg durchgeführt werden, wurde die Erstellung dieses Kartenwerkes als zentrale Aufgabe betrachtet und in Zusammenarbeit von Forstbehörden, den Feuerwehren in den Waldbrand gefährdeten Gebieten sowie dem Innenministerium des Landes Niedersachsen entwickelt. Die Karte

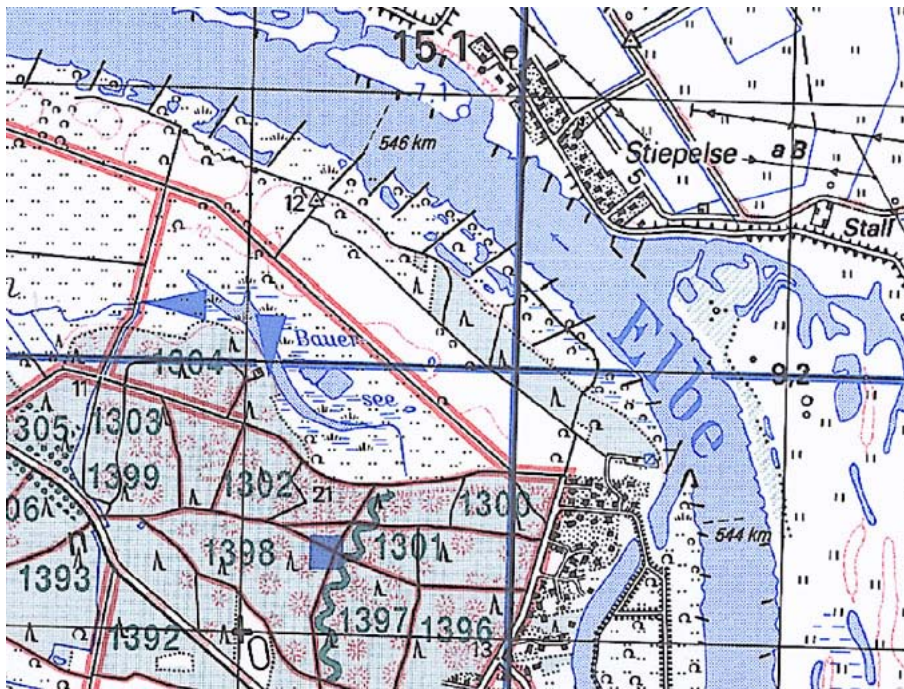


Abb.6-3: Ausschnitt aus der 'Waldbrandeinsatzkarte' (Blatt L 2730 Boizenburg/Elbe)

wird vor allem von den Feuerwehren bei Einsätzen auch unterhalb des Katastrophenzustandes eingesetzt (schriftliche Mitteilung von Herrn THOMAS (NIM) vom 18.02.1999). Des Weiteren existieren kommerzielle Lösungen zum Einsatz im Katastrophenmanagement; genannt sei hier beispielsweise das auf den amtlichen topographischen Karten basierende System DIKE (Digitale Amtliche Karten für Einsatzleitungen von Behörden und Organisationen mit Sicherheitsaufgaben) der Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen (LGN), das zur Einsatzplanung eingesetzt werden soll (Abb.6-4). Das System richtet sich an die Feuerwehren der Städte und Gemeinden sowie die technischen Einsatzleitungen der Landkreise und wird mit einer Gebietsausdehnung von etwa Landkreisgröße angeboten. Es beinhaltet die amtlichen Karten der Maßstäbe 1:1.000 (Lageplan mit allen Gebäuden, Hausnummern und Grundstücksgrenzen), 1:10.000 (digitaler Orts- bzw. Stadtplan inkl. Flächendeckung in Wald- und Feldlagen), 1:50.000 (Waldbrandeinsatzkarte oder TK50) und 1:200.000 (Übersichtskarte mit Landkreis- und Gemeindegrenzen). Mit dem System können in allen Maßstäben Einsatzorte über Straßennamen und Hausnummern identifiziert, Streckenmessungen und Flächenberechnungen durchgeführt sowie eigene Datenbestände gespeichert werden (LGN 2001). Da hier die amtlichen Karten mit ihrer filigranen und detaillierten graphischen Struktur, die für gänzlich andere Verwendungszwecke erstellt wurden (vgl. Kapitel 1), verwendet werden, kann vermutet werden, dass die Inhalte der Karten vor allem von ortsfremden oder im Kartenlesen ungeübten Personen nicht schnell und eindeutig erkannt und aufgenommen werden können. In einem solchen System ist, ebenso wie in HOWIS, bei dem Karten am Bildschirm ausgewertet werden, eine an die besonderen Bedingungen angepasste kartographische Gestaltung dieser Karten unverzichtbar, um die Kommunikation aller relevanten Informationen schnell und sicher zu gewährleisten. Der entscheidende Vorteil der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Kartenmodelle liegt in dieser an die Nutzer und die besonderen Nutzungsbedingungen (vgl. Abschnitt 7.1) angepassten kartographischen Gestaltung (siehe Abschnitt 6.3).

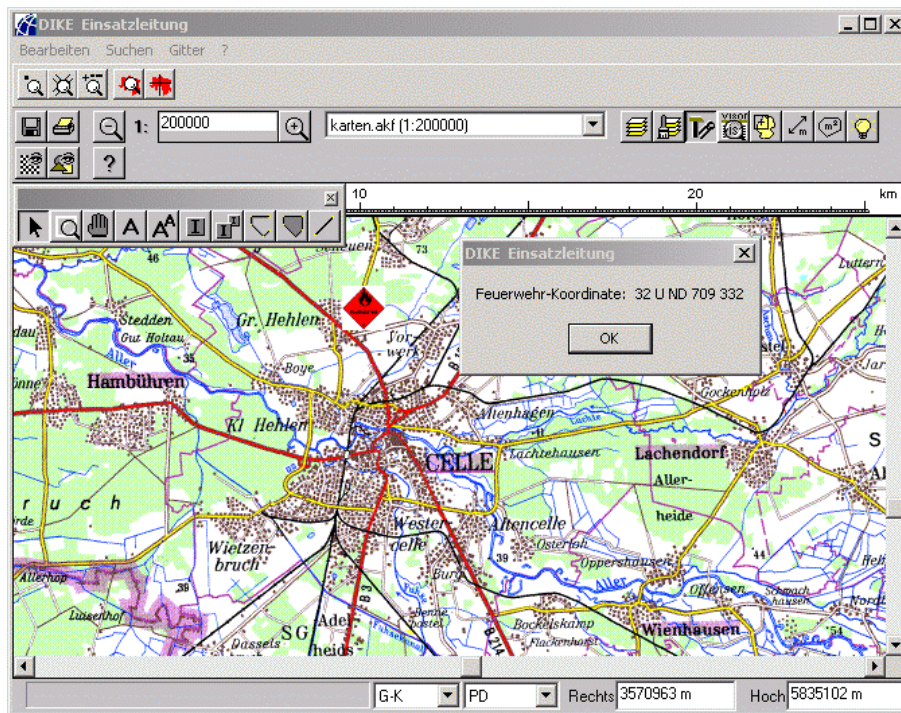


Abb.6-4: Ausschnitt aus DIKE (TÜK 200) mit referenzierterem Gefahrgut-Icon (verkleinerter Screenshot)

6.2 Kartengestaltung in HOWIS

Bei der Gestaltung der Karten in HOWIS wurde nach den allgemein gültigen Schritten des Kartengestaltungsprozesses vorgegangen. Der Prozess der Kartengestaltung umfasst die drei Bereiche Problemdefinition, Problemlösung und anschließende Umsetzung bzw. Implementierung (DENT 1999, ASCHE & HERRMANN 2002) (Abb.6-5). Aus dem Zusammenwirken der drei Parameter

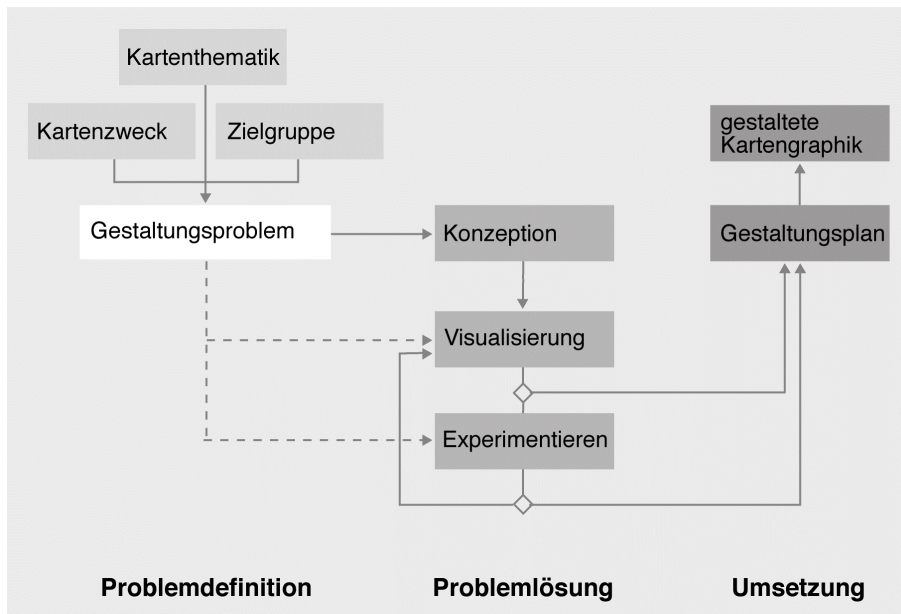


Abb.6-5: Phasen der Kartengestaltung (nach ASCHE & HERRMANN 2002)

Kartenthematik, Zweck der Karte oder kartenverwandten Darstellung sowie Zielgruppe ergibt sich das Problem der kartographischen Gestaltung für den gewählten Raum mit seinen darzustellenden Erscheinungen und Sachverhalten. Ziel ist dabei, eine adäquate Kartengraphik zu erzeugen, die den Prozess der kartographischen Kommunikation (vgl. Kapitel 4) wirksam unterstützt. Auf der Grundlage einer Idee zur Lösung des Gestaltungsproblems wird in der Phase der Problemlösung zunächst ein mögliches Konzept erarbeitet. Die darauf basierende Visualisierung wird in der Regel durch mehrmaliges Experimentieren überarbeitet, bis ein in sich konsistenter Gestaltungsplan abgeleitet werden kann. Dieser Plan dient dann als Gestaltungsanleitung bei der Erstellung des Endprodukts in Form einer Karte oder kartenverwandten Darstellung. Bei der Übertragung dieses allgemeinen Ablaufs der Kartengestaltung auf die Visualisierung der Daten in HOWIS sind zunächst die folgenden Parameter zu berücksichtigen:

- **Kartenthematik**
Es sollen Karten für den Einsatz im Hochwasserschutz am Beispiel der ‚Ziltendorfer Niederung‘ gestaltet werden. Inhaltlich müssen alle aus Sicht des Hochwasserschutzes und damit auch zum Teil des allgemeinen Katastrophenschutzes relevanten Fachinformationen sowie eine geeignete topographische Grundlage dargestellt werden. Die zu ergänzenden Fachinformationen wurden in Expertengesprächen, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wurden (vgl. Abschnitt 5.5), ermittelt und analog der ATKIS-Vorgaben kodiert.
- **Kartenzweck**
Die Karten sollen als Bildschirmkarten in Informationssystemen zum Einsatz vor Ort im konkreten Einsatzfall verwendet werden. In den Karten sollen die wichtigsten Fachinformationen in leicht verständlicher Form dargeboten werden, wobei zusätzliche Hintergrundinformationen zu einzelnen Einrichtungen wie beispielsweise Kapazitäten von Krankenhäusern nur bedingt graphisch im Kartenbild veranschaulicht werden können. Hier ist es sinnvoll auf die Funktionen eines Informationssystems (z.B. Abfrage mit anschließender Ausgabe der Ergebnisse) zurückzugreifen. Die Karten haben vorrangig den Zweck, zur Orientierung im Raum unter Berücksichtigung der besonderen Thematik zu dienen.
- **Zielgruppe**
Zielgruppe sind die Einsatzkräfte vor Ort im Einsatzfall. Dieser Personenkreis hat im Gegensatz zu den leitenden Personen in den Einsatzleitzentren in der Regel keine vertieften Kenntnisse im Umgang mit topographischen oder anderen Fachkartenwerken, die bisher im Einsatzfall verwendet wurden. Zudem muss davon ausgegangen werden, dass die Einsatzkräfte eventuell keine oder nur geringe Ortskenntnisse haben.

6.3 Kartenmodelle in HOWIS

Die Kartengraphik, wie sie in den einzelnen ATKIS-SK festgelegt ist, ist auf die topographische Karten der verschiedenen Maßstäbe ausgerichtet. Diese haben in erster Linie den Zweck, über die topographischen Erscheinungen der Erdoberfläche einer bestimmten Gebietseinheit zu informieren. Sie dienen darüber hinaus zur Orientierung im Gelände, als Arbeits-, Planungs- und Entscheidungsgrundlage für Verwaltung und Politik sowie der wissenschaftlichen Interpretation und Ergebnisdarstellung. Topographische Karten können für diesen Zweck in ihrer Gesamtheit oder in Auszügen als Grundkarte für thematische Karten verwendet werden. Allerdings ist die Kartengraphik der topographischen Karten nicht zur Darstellung aller Themen geeignet. Bei Karten zur Entscheidungsunterstützung in HOWIS handelt es sich um thematische Karten,

deren fachlicher Inhalt über die Topographie hinausgeht, und damit einer anderen, sich von der der topographischen Karten unterscheidenden Kartengraphik, bedürfen. Da diese Karten mit anderer Zielsetzung und unter besonderen äußeren Bedingungen im Einsatzfall verwendet werden, die so für den allgemeinen Gebrauch von topographischen Karten nicht zu erwarten sind, muss die Kartengraphik dieser Situation angepasst sein. An die Einsatzkräfte werden hohe Anforderungen beim Kartenlesen gestellt, die neben dem allgemeinen Stress und dem Zeitdruck, unter dem Entscheidungen getroffen werden müssen, zusätzlich durch ungünstige äußere Bedingungen (z.B. unzureichende Beleuchtung) negativ beeinflusst werden können. Neben der individuellen mentalen Stärke spielt dabei vor allem das Vorwissen in Form von Ortskenntnissen, Vertrautheit mit den verwendeten Zeichen sowie Übung im Kartenlesen eine bedeutende Rolle. Eine wesentlich vereinfachte, schnell zu erfassende Visualisierung der Karteninhalte erleichtert eine rasche und eindeutige Informationsaufnahme auch unter ungünstigen Bedingungen.

Wie in Kapitel 5 ausgeführt wurde, können die modifizierten und durch Fachdaten ergänzten ATKIS-Primärmodelldaten als Basisdaten für Karten im Katastrophenschutz verwendet werden. Das fachthematisch ergänzte ATKIS-DLM (vgl. Abschnitte 5.3 und 5.5) dient in der vorliegenden Arbeit als Basis für die in den Abschnitten 6.3.1 und 6.3.2 beschriebenen Visualisierung der Daten in HOWIS.

Bei der Visualisierung der Sekundärmodelle für das Hochwasserschutz-Informationssystem HOWIS wurden Regeln und Gesetze der allgemeinen Graphik (z.B. visuelle Hierarchien), kartographische Gestaltungsregeln (z.B. Auswahl von Objekten bzw. Objektarten als ein Bereich der kartographischen Generalisierung) sowie Grundsätze der kartographischen Kommunikation (z.B. Wahrnehmung der Signaturen) berücksichtigt (vgl. Kapitel 3 und 4).

Da die kartographische Generalisierung mit Ausnahme der Auswahl darzustellender Objektarten und einzelner Objekte nicht durchgeführt werden konnte (vgl. Kapitel 3), handelt es sich bei den Karten in HOWIS nicht um kartographische Modellierungen im eigentlichen Sinn, sondern um die nutzergerechte Ableitung der Karten direkt aus der DLM-Datenbank. Aufgrund des fehlenden DKM in ATKIS konnte nicht auf Objekte, die in ihren Geometrien generalisiert wurden, zurückgegriffen werden (vgl. Abschnitte 2.2.1, 3.1 und 3.2).

Die Visualisierung der DLM-Daten wurde mit der weit verbreiteten Software ArcView der Firma ESRI durchgeführt, die die wesentlichen Möglichkeiten zur Visualisierung der Daten erlaubt. Da es sich bei diesem Programm nicht um eine Visualisierungs-Software im eigentlichen Sinn handelt, sind die Möglichkeiten der kartographischen Gestaltung allerdings sehr begrenzt. Trotz der Mängel bei der Visualisierung wurde diese Software verwendet, da die Kommunen aufgrund einer Empfehlung der Vermessungsverwaltung Brandenburg³⁹ beim Einsatz von Geoinformationssystemen die Software der Firma ESRI verwenden. Neben der Verfügbarkeit beeinflusste vor allem auch die begrenzte Zeit, die im Ereignisfall zur Visualisierung der Daten zur Verfügung steht, die Entscheidung für die verwendete Software. Im Einsatzfall steht keine Zeit zur Einarbeitung in eine neue Software zur Verfügung, so dass es von Vorteil ist, wenn zusätzlich hinzugezogenes Personal bzw. weitere Fachbehörden, die Fachdaten liefern, bereits Erfahrung im Umgang mit dem System besitzen.

39. Die Vermessungsverwaltung Brandenburg hat bereits 2001 empfohlen, beim Einsatz von Geoinformationssystemen in der Landesverwaltung die Software der Firma ESRI (ArcView bzw. ArcInfo) zu verwenden, um die Wirtschaftlichkeit insbesondere bei Schulungen und Beschaffungen zu erhöhen. Für die Software ArcView besteht ein Rahmenvertrag mit der Herstellerfirma ESRI (MdI 2004). Schulungen werden im landeseigenen Schulungszentrum angeboten.

Der Nutzung der bereits vorhandenen Software wurde daher Vorrang vor der kartographischen Visualisierung eingeräumt. Es existiert allerdings die Möglichkeit, über zusätzliche Software⁴⁰ die in ArcView erstellten Karten in Graphikprogramme zu exportieren und dort die entsprechenden Änderungen vorzunehmen. Aufgrund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit kann eine solche kartographische Aufbereitung aber im Einsatzfall nicht vorgenommen werden. Erst in der Nachbereitung eines Ereignisses kann mit Hilfe der genannten Software eine kartographische Bearbeitung von Fachleuten durchgeführt werden.

Die Visualisierung in HOWIS wurde, unter Berücksichtigung der in Kapitel 3 genannten Regeln und Grundsätze der Kartengestaltung, getrennt nach Basisinformationen und Fachinformationen vorgenommen. Dabei wurden aufgrund der spezifischen Funktionen von Basiskarte und Fachinformationen unterschiedliche Kriterien, die unter 6.3.1 und 6.3.2 näher erläutert werden, angewendet. Es wurden mehrere Varianten der Karten entwickelt, die u.a. auch von Experten, die über Erfahrungen im Umgang mit Karten im Hochwasserschutz verfügen, beurteilt wurden (vgl. Kapitel 7). Deren, aus den verschiedenen Fachdisziplinen resultierenden, Anregungen wurden in einer zweiten Phase der Problemlösung innerhalb der Kartengestaltung (siehe Abb.6-5) in den Gestaltungsplan einbezogen. Das im Folgenden dargestellte Gestaltungskonzept zeigt die Ergebnisse dieser Anpassung.

Die Karten in HOWIS wurden für die drei Maßstäbe 1:10.000, 1:25.000 und 1:50.000 optimiert, die sich an den üblicherweise im Katastrophenschutz verwendeten Kartenmaßstäben orientieren (vgl. Kapitel 1). Je nach Maßstab werden verschiedene Inhalte gezeigt; so wird im Maßstab 1:50.000 beispielsweise auf die Wiedergabe innerörtlicher Straßen oder der Einzelhausdarstellung verzichtet, während im Maßstab 1:25.000 das Verkehrsnetz verdichtet ist und im Maßstab 1:10.000 zusätzlich Einzelhäuser dargestellt werden.

Da die Karten innerhalb des Hochwasserschutz-Informationssystems HOWIS primär für die Bildschirmdarstellung entwickelt wurden, mussten andere Mindestdimensionen als bei analogen Karten (z.B. Breite von Linienelementen wie Straßen oder Größen von Beschriftungen, vgl. Abschnitt 3.5.3) berücksichtigt werden.

6.3.1 Gestaltung der Basiskarte in HOWIS

Die Basiskarte setzt sich aus den Inhalten des modifizierten ATKIS-DLM, welches in Abschnitt 5.3 beschrieben ist, zusammen. Über die inhaltlich bedeutenden Objektarten hinaus wurden solche Objektarten der Basiskarte zugeordnet, die notwendig sind, um eine vollständige Abdeckung des Kartenfeldes zu ermöglichen. Um die Hauptfunktion der Basiskarte (vgl. Abschnitt 5.2) zu unterstützen und die Karten graphisch zu entlasten, wurden zudem einzelne Objekte des ATKIS-DLM, die flächenhaft erfasst wurden (z.B. Verwaltungseinheit), als Liniensignatur (z.B. Grenzlinie) visualisiert. Darüber hinaus wurde die Vielzahl an flächenhaften Informationen, die entgegen den Empfehlungen von SPIESS (1971) in die Basiskarte aufgenommen werden mussten, als flächenhafte Signaturen ohne Konturen (vgl. Abschnitt 3.5.2) dargestellt, um so den Eindruck einer homogenen Fläche zu schaffen. Diese Vorgehensweise wird am Beispiel des Objektbereiches 4.000 Vegetation verdeutlicht (vgl. Tabelle 6-1). Die Objektarten des Objektbereiches, die in der Basiskarte enthalten sind, wurden durch lediglich zwei verschiedene flä-

40. Beispielsweise Mapublisher der Firma Avenza.

chenhafte Signaturen wiedergegeben, so dass die notwendige graphische Zurückhaltung gewahrt wird.

Neben den Hintergrundflächen, die fester Bestandteil der Basiskarte sind, können solche Flächen (z.B. Naturschutzgebiet, ehem. militärisches Schutzgebiet) wahlweise zusätzlich einblendet werden, die nur in Ausnahmefällen von Bedeutung sind. Alle Objektarten, die graphisch zu Signaturen zusammengefasst wurden, sind weiterhin als einzelne Objekte mit ihren individuellen Attributen interaktiv durch den Nutzer im Informationssystem anwähl- und erweiterbar. So wird gewährleistet, dass alle Datenbankinformationen erhalten bleiben bzw. den Objekten zusätzliche Fachattribute und deren Werte zusätzlich zugewiesen werden können.

Tabelle 6-1: Signaturenzuweisung im Objektbereich 4.000 Vegetation

Objektbereiche ATKIS-DLM25/2	Objektarten	HOWIS-Thema	Objekttyp	Signatur
4000 Vegetation	Ackerland	Vegetation	flächenhaft	Fläche # 1
	Grünland		flächenhaft	Fläche # 1
	Gartenland		flächenhaft	Fläche # 1
	Heide		flächenhaft	Fläche # 1
	Sumpf, Ried		flächenhaft	Fläche # 1
	Brachland		flächenhaft	Fläche # 1
	Nasser Boden		flächenhaft	Fläche # 1
	Vegetationslose Fläche		flächenhaft	Fläche # 1
	Fläche, z.Z. unbestimmbar		flächenhaft	Fläche # 1
	Wald, Forst			flächenhaft
	Gehölz	-	flächenhaft	Fläche # 2
	Baum	-	punkthaft	-
	Baumreihe	-	linienhaft	-
	Hecke, Knick		linienhaft	-

Die Abbildungen 6-6 bis 6-8 zeigen verschiedene Variante der Basiskarte beispielhaft im Maßstab 1:25.000 als Ergebnis dieser und weiterer Überlegungen zu den übrigen Objektbereichen. Zunächst wurde eine Basiskarte (Variante a) in Anlehnung an die Farbgebung der neuen DTK50 (vgl. Abschnitt 6.1, Abb.6-2) gestaltet. Nachdem diese Farbgebung, die die Landnutzung farblich wiedergibt, als optisch zu dominant empfunden wurde (vgl. auch Kapitel 7), wurde eine optisch zurückgenommene Variante der Basiskarte (Variante b) entwickelt, die im Wesentlichen nur die Objektarten des Bereichs Siedlung farblich hervorgehoben darstellt. Auch bei dieser Version wurde die Basiskarte noch als zu störend bei der Informationsentnahme empfunden, so dass eine dritte Variante entwickelt wurde, die eine deutliche visuelle Hierarchie zwischen Basiskarte und Fachinhalten aufweist (Variante c). Die Farbwahl der Basiskartenelemente wurde hier der Art gewählt, dass die Inhalte vom Betrachter optisch im Hintergrund wahrgenommen werden und nicht mit der Darstellung der Fachinhalte (siehe Abschnitt 6.3.2) konkurrieren. Unter Berücksichtigung dieser Einschränkung wurden die verschiedenen Elemente der Basiskarte, wie Tabelle 6-2 beispielhaft für Variante c zeigt, graphisch dargestellt.

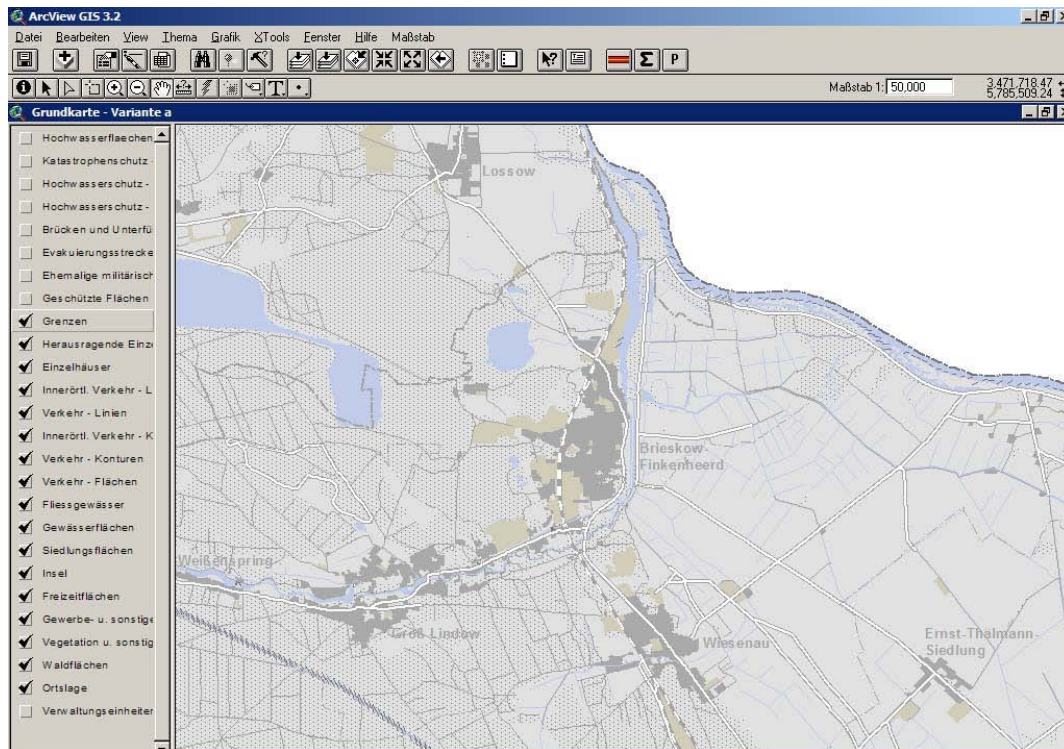


Abb.6-6: Basiskarte Variante c, Maßstab 1:50.000 (verkleinerter Screenshot)

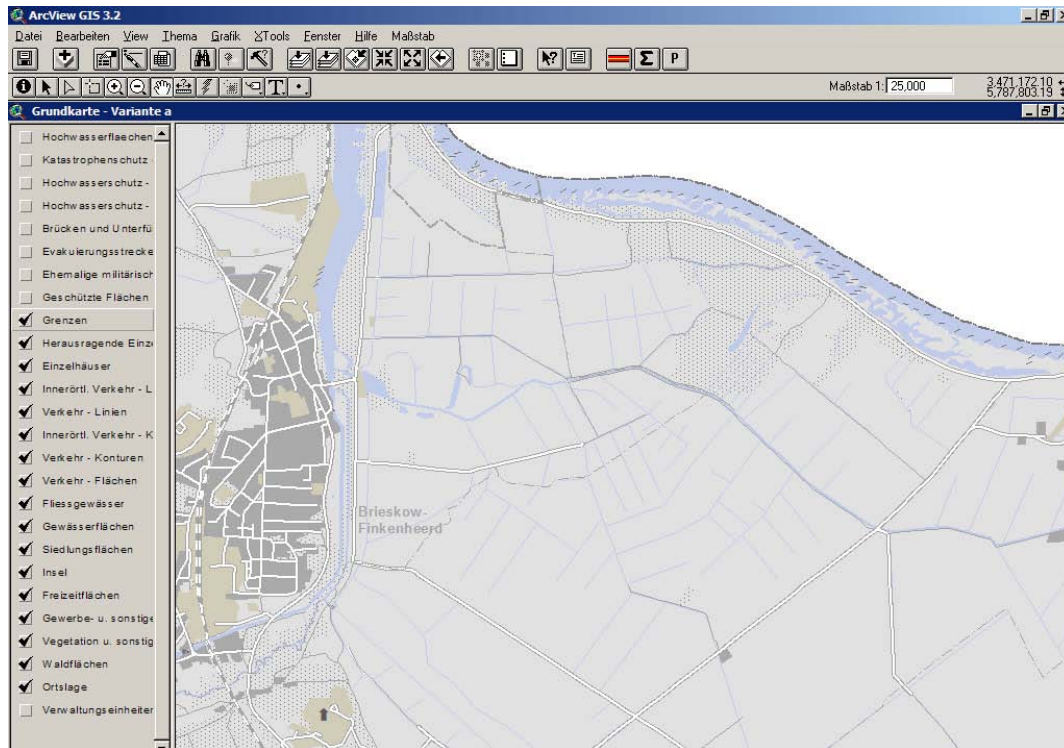


Abb.6-7: Basiskarte, Variante c, Maßstab 1: 25.000 (verkleinerter Screenshot)

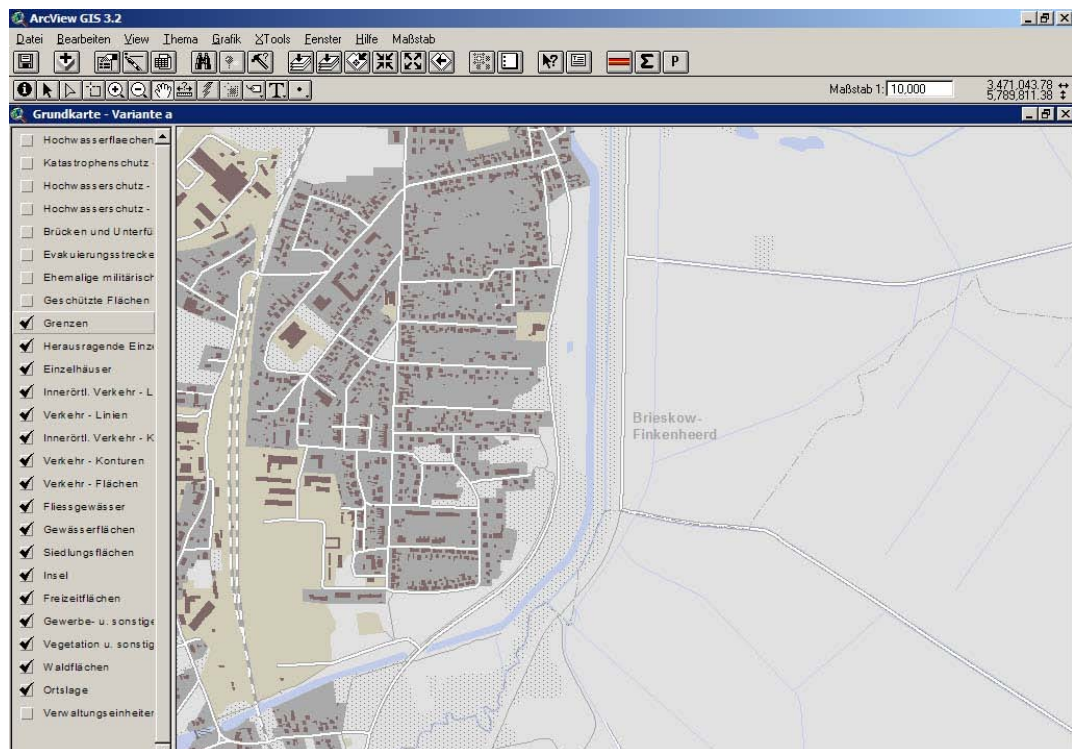

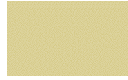
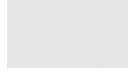







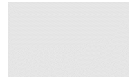




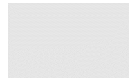


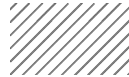
Abb.6-8: Basiskarte Variante c, Maßstab 1:10.000 (verkleinerter Screenshot)

Tabelle 6-2: Kartographische Visualisierung der Basiskarte in HOWIS (Variante c)

Objektbereiche ATKIS-DLM25/2	Objektarten	HOWIS-Thema	Signatur	Farbwerte ⁴¹
2000 Siedlung	Wohnbaufläche Fläche gemischter Nutzung Fläche bes. funktionaler Prägung	Siedlung		0/0/170
	Industrie- und Gewerbefläche Umspannwerk Kläranlage, Klärwerk Gärtnerei Tagebau, Grube, Steinbruch Friedhof			35/30/210
	Sportanlage Freizeitanlage Campingplatz			0/0/225
	Einzelhausbebauung ⁴²	Einzelhäuser		0/50/130

41. Bei den angegebenen Farbwerte handelt es sich um Farbwerte des HSV-Farbraums, der in ArcView intern, abweichend vom üblichen Standard, von 0–255 definiert ist.

42. Einzelhäuser sind nicht Bestandteil der ATKIS-Daten, die Daten können zusätzlich von der LGB bezogen werden.

Objektbereiche ATKIS-DLM25/2	Objektarten	HOWIS-Thema	Signatur	Farbwerte
3000 Verkehr	Straße	Verkehr-Linien		0/0/175+ 255/255/255
	Weg			0/0/175
	Schienenbahn Bahnstrecke			0/0/175+ 255/255/255
	Platz Flugplatz, Landeplatz Bahnhofsanlage	Verkehr-Flächen		35/30/210
4000 Vegetation	Ackerland Grünland Gartenland Heide Sumpf, Ried Brachland Nasser Boden Vegetationslose Fläche Fläche, z.Z. unbestimmbar	Vegetation		0/0/225
	Wald, Forst Gehölz			0/0/225+ 0/0/120
5000 Gewässer	Strom, Fluss, Bach Kanal (Schifffahrt) Graben, Kanal (Wasserwirtschaft)	Fließgewässer	 	160/45/235
	Binnensee, Stausee, Teich	Gewässerflächen		160/45/235
7000 Gebiete	Insel	Insel		0/0/225
	Grenze	Grenze		0/0/120
	- Staatsgrenze - Landkreisgrenze			0/0/165
	Naturschutzgebiet Landschaftsschutzgebiet	Geschützte Flächen		0/0/180

6.3.2 Gestaltung der Fachinhalte in HOWIS

Die Einzelsignaturen wurden nach den in Kapitel 3 beschriebenen Kriterien zur Gestaltung von Kartensignaturen entworfen. Dabei wurden einige Zeichen des Hochwasserschutzes übernommen, die diesen Kriterien entsprechen (z.B. Gefahrenstelle am Deich). Andere Signaturen

mussten neu entwickelt werden, da die vorhandenen Zeichen entweder ungeeignet zur Verwendung in HOWIS waren bzw. keine vergleichbaren Zeichen vorlagen.

Bei der Entwicklung neuer Zeichen wurden zunächst die Grundformen der taktischen Zeichen auf ihre Verwendbarkeit als Vorlage untersucht. War dies nicht der Fall, wurden die benötigten Zeichen aus einfachen graphischen Primärformen entwickelt (vgl. Abschnitt 3.5). Obwohl konkrete Signaturen in der Regel auch ohne Hinzuziehen einer Zeichenerklärung schneller als abstrakte Signaturen erkannt werden, wurden für die Karten in HOWIS abstrakte Signaturen verwendet. Dies liegt einerseits darin begründet, dass die Karten für die Bildschirmnutzung optimiert sind, die die Darstellung von filigranen sprechenden oder konkreten Signaturen aufgrund der begrenzten optischen Auflösung nicht zulässt. Andererseits lässt die Verwendung abstrakter Zeichen wie die taktischen Zeichen im Katastrophen- und Hochwasserschutz auf Vertrautheit der Einsatzkräfte mit dieser Art Signaturen schließen. Der Nutzer ist also bereits vertraut mit der verwendeten Signatur oder kann die Bedeutung ableiten und sich diese schnell und dauerhaft merken. Als Beispiel eines aus der Grundform ‚Gebäude‘ der taktischen Zeichen abgeleiteten Signatur ist die Signatur für Eiwachhäuser. Die Grundform wurde überarbeitet und an die weiteren verwendeten Zeichen angepasst und farblich kodiert (siehe Tab.6-3). Bei der Farbkodierung wurden, sofern vorhanden, die von den Fachrichtungen standardmäßig verwendeten Farben eingesetzt. Alle verwendeten Zeichen wurden unabhängig von der Zuordnung der dargestellten Objektarten in ATKIS oder ihrer sonstigen Herkunft den fünf Objektgruppen ‚Infrastruktur‘, ‚Besonders schützenswerte Einrichtungen/Gebiete‘, ‚Gewässer‘, ‚Hochwasserschutz‘ und ‚Gefahrenstoffe‘ zugeordnet (vgl. Abschnitt 5.5). Mit Hilfe der Farbkodierung nach den genannten Objektgruppen können die Fachinhalte einerseits schnell den verschiedenen Bereichen im Katastrophenschutz zugeordnet sowie optisch deutlich von den Inhalten der Basiskarte getrennt werden. Die optische Hervorhebung wird zusätzlich durch die Verwendung von Konturen unterstützt. Damit wird die visuelle Hierarchie, wie TUFTE (2001) sie als Voraussetzung zur Strukturierung von graphischen Darstellungen fordert (vgl. Abschnitt 3.5.2), geschaffen.





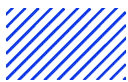







Tab. 6-3: Objektgruppe im Objektbereich ‚10.000 Katastrophenschutz‘

Objektgruppen	Farbkodierung
Infrastruktur	Grün
Besonders schützenswerte Einrichtungen/Gebiete	Schwarz
Gewässer	Blau
Hochwasserschutz	Rot
Gefahrenstoffe	Orange





Um die Lesbarkeit zu gewährleisten, konnte nur eine begrenzte Zahl der Attribute der Fachinhalte graphisch kodiert werden. Bei einigen Objekten müssen daher Attribute und Attributwerte über die graphisch darstellbaren hinaus alphanumerisch gespeichert werden; diese können mit Hilfe der üblichen GIS-Funktionalitäten abgefragt werden.

Tabelle 6-4 zeigt die bei der Visualisierung des Test-Datensatzes 3753 Brieskow-Finkenheerd verwendeten Signaturen. Abbildung 6-9 zeigt die Kombination der Basiskarte mit ausgewählten Fachinhalten im Maßstab 1:25.000.

Tabelle 6-4: Kartographische Visualisierung der Fachinhalte in HOWIS (Objektbereich ,10.000 Katastrophenschutz')

Objektgruppe/ Objektart	Fach-Attribute	Primärzeichen	Signatur ⁴³	Farbwerte
<i>Infrastruktur</i> Technische Einsatzleitung	Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Befehlsstelle		85/255/205 + 0/0/0
Sammel- oder Not- unterkunft	Kapazität, Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gebäude		85/255/205 + 0/0/0
<i>Besonders schützenswerte Einrichtungen/Gebiete</i> Schule	Art der Einrichtung, Anzahl der Personen, Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gebäude		255/255/255 + 0/0/0
<i>Gewässer</i> Gewässerkilometrierung	-	-		175/255/220
Festgesetztes Überschwemmungs- gebiet	-	Fachzeichen		175/255/220
Polder	Art	Fachzeichen		175/255/220
<i>Hochwasserschutz</i> Deich	Höhe, Erneuerungsjahr	-		0/255/255
Deichkilometrierung	-	-		0/255/255
Zufahrtsweg zum Deich, Deichver- teidigungsweg	Name, Besonderheiten	-		10/100/255 + 0/0/175
Brücke	max. Durchfahrtshöhe, Breite, Tonnage	Verkehrszeichen		10/100/255 + 255/255/255
Deich(läufer)- abschnitte	Bezeichnung, Kontaktinformation	-	WA 21	0/255/255
Eiswachhaus	Lageinformation	taktisches Zeichen für Gebäude		0/255/255 + 0/0/0
Pegel	Art, Ableseparameter, Kontaktinformation	Fachzeichen		0/255/255 + 0/0/0

43. Zum Teil vergrößerte Abbildung der Signaturen.

Objektgruppe/ Objektart	Fach-Attribute	Primärzeichen	Signatur	Farbwerte
<i>Noch</i> Hochwasserschutz Wasserwirtschaftl. Anlage	Art, Kontaktinformation	-		0/255/255 + 0/0/0
Gefahrenstelle am Deich	Einengung des Hochwasser- querschnitts, Qualmstelle, Sickerstelle	Fachzeichen		0/255/255 + 0/0/0
<i>Gefahrenstoffe</i> Gefahrenschwer- punkt wie Gefah- r- gutlagerstätte, Standort von Ölhei- zungen	Art, Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gefahr		30/255/255 + 0/0/0
ehemaliges militäri- sches Sperrgebiet	Kontaktinformation	-		30/255/255

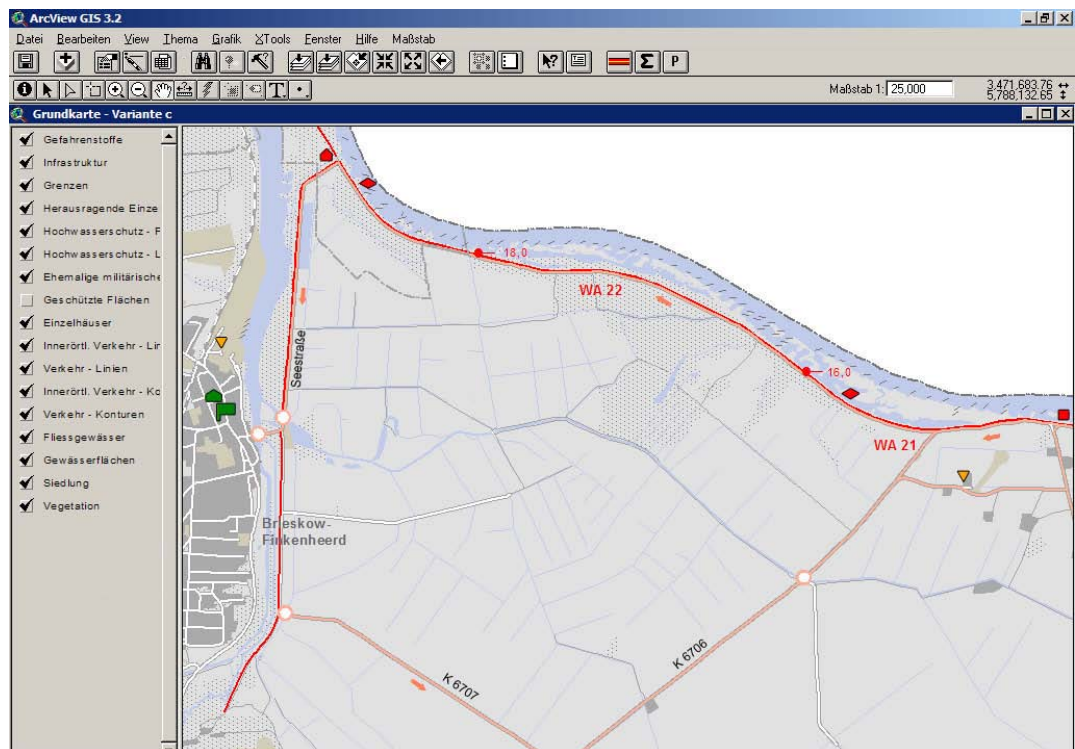


Abb.6-9: Basiskarte mit ausgewählten Fachinhalten, Maßstab 1:25.000 (verkleinerter Screenshot)

6.5 Zusammenfassung

Karten spielen als Entscheidungsgrundlage im Katastrophenschutz eine bedeutende Rolle; sie können, häufig in Geoinformationssystemen eingebunden, in allen vier Phasen des Katastrophenmanagements (Mitigation, Preparedness, Response und Recovery) eingesetzt werden. Die hier entwickelten Karten dienen in erster Linie der Entscheidungsunterstützung bei der Bewältigung eines Ereignisses. Dabei können die ‚Einsatz-Karten‘ beispielsweise zur Planung und Unterstützung der Verteilung des (Hilfs-) Materials oder der Einsatzkräfte, dem Aufzeigen Einfluss nehmender Objekte (z.B. Privathäuser mit Heizöltanks) im betroffenen Bereich sowie zur allgemeinen Koordination der verschiedenen Einsatzgruppen eingesetzt werden.

Die Kartengestaltung umfasst die drei Bereiche Problemdefinition, Problemlösung und anschließende Umsetzung bzw. Implementierung (DENT 1999, ASCHE & HERRMANN 2002). Aus dem Zusammenwirken der drei Parameter Kartenthematik, Zweck der Karte sowie Zielgruppe ergibt sich das Problem der kartographischen Gestaltung für den gewählten Raum mit seinen darzustellenden Erscheinungen und Sachverhalten. Ziel ist dabei, eine adäquate Kartengraphik zu erzeugen, die den Prozess der kartographischen Kommunikation wirksam unterstützt. Für die Gestaltung der hier entwickelten Karten wurden die folgenden Annahmen berücksichtigt:

- Kartenthematik: Es sollen Karten für den Einsatz im Hochwasserschutz am Beispiel der ‚Ziltendorfer Niederung‘ gestaltet werden.
- Kartenzweck: Die Karten sollen als Bildschirmkarten in Informationssystemen zum Einsatz vor Ort im konkreten Einsatzfall verwendet werden. Karten haben vorrangig den Zweck, zur Orientierung im Raum unter Berücksichtigung der besonderen Thematik zu dienen.
- Zielgruppe: Als Zielgruppe gelten die Einsatzkräfte vor Ort im Einsatzfall.

Der Gestaltungsplan wurde getrennt nach Basiskarte und Fachinhalten für den Testdatensatz der Ziltendorfer Niederung entwickelt. Beispielhaft wurden Karten in den Maßstäben 1:50.000, 1:25.000 und 1:10.000, die üblicherweise im Katastrophenschutz in der Bundesrepublik Deutschland verwendet werden, visualisiert.

Aufgrund einer für Brandenburg vorliegenden Empfehlung der Landesvermessungsverwaltung, Software der Firma ESRI beim Einsatz von Geoinformationssystemen zu verwenden, wurde die Visualisierung der Einsatz-Karten in ArcView vorgenommen. Diese Entscheidung bedeutete eine Beschränkung der kartographischen Darstellungsmöglichkeiten, da die Software zwar die Möglichkeit bietet, Daten zu präsentieren, aber nicht erlaubt, diese auch kartographisch zu modellieren. Da alternativ auch nicht auf ein bereits kartographisch generalisiertes ATKIS-DKM zurückgegriffen werden konnte (vgl. Abschnitte 2.2.1, 3.1 und 3.2), handelt es sich bei den vorliegenden Karten also nicht um kartographische Modellierungen im eigentlichen Sinn, sondern um die nutzergerechte Ableitung der Karten direkt aus der DLM-Datenbank.

Bei der Gestaltung der Karten wurde als wesentliches Kriterium zur Sicherstellung der Lesbarkeit eine deutliche visuelle Hierarchie zwischen Basiskarte und Fachinhalten geschaffen. Während die Inhalte der Basiskarte optisch im Hintergrund bleiben, heben sich die Fachinhalte durch eine farbige Kodierung nach Objektgruppen hervor. Bei der Signaturengestaltung zur Darstellung der Fachinhalte wurden zunächst die üblicherweise verwendeten Zeichen und die Grundformen der taktischen Zeichen des Katastrophenschutzes auf ihre Verwendbarkeit in den Einsatz-Karten geprüft. Konnten diese nicht verwendet werden bzw. nicht als Vorlage zur Ableitung weiterer Zeichen dienen, mussten neue Signaturen gestaltet werden, die sich gra-

phisch an die übrigen anpassen. Beispielhaft werden Kartenbeispiele sowie eine Zusammenstellung der in dem Testdatensatz der Ziltendorfer Niederung verwendeten Signaturen gezeigt.

7 Wahrnehmung von Kartenmodellen für den Hochwasserschutz

7.1 Besondere Nutzungsbedingungen im Hochwasserschutz

Für die Nutzung von Karten im Hochwasserschutz gelten zunächst die allgemeinen Kriterien der Kartennutzung, wie sie in Abschnitt 4.4 beschrieben sind. Tabelle 7-1 stellt die Nutzung von Karten im Einsatzfall und die damit verbundenen besonderen Nutzungsbedingungen der herkömmlichen Kartennutzung gegenüber. Bei der herkömmlichen Kartennutzung können die äußeren Bedingungen vom Nutzer meist kontrolliert werden, sie beeinflussen daher die Informationsentnahme weniger als bei der Verwendung von Einsatzkarten im Hochwasserschutz. Hier herrschen selten optimale äußere Bedingungen vor, so dass die Nutzung u.U. stark beeinträchtigt sein kann. Erschwerend hinzu kommt die besondere Situation, in der sich der Kartennutzer im Einsatzfall befindet. Notfälle, zu denen auch Einsatzfälle im Hochwasserschutz zu zählen sind, sind besondere, Stress auslösende Situationen. Sie gehören damit zu den fehleranfälligen Arten der Kartennutzung. Nach KOWALSKI-TRAKOFLEDER et al. (2003) schränkt Stress die Aufmerksamkeit von Einsatzkräften ein. Studien zufolge wendet der Einzelne in einer stressreichen Situation eine vereinfachte Form der Informationsverarbeitung an. Diese Einschränkung der Wahrnehmung ist nicht generell negativ zu bewerten, vielmehr stellt diese Beschränkung auf Wesentliches sicher, dass Alternativen, die zunächst plausibel erscheinen, aber evtl. nicht zum Ziel führen, gar nicht erst getestet werden. Entscheidungen können dabei nur auf der Grundlage vorhandener Informationen getroffen werden. Fehlende oder unzureichende Informationen können damit zu Fehlentscheidungen führen und ebenso wie mangelnde Übung zusätzlichen Stress auslösen. Eine Aufgabenstellung wie z.B. das Auffinden von geeigneten Evakuierungsrouten ist nicht mit der auf den ersten Blick ähnlichen Festlegung für eine Routenplanung zu vergleichen. Im Einsatzfall kann lediglich eine Kurzeitbewertung der Karten vorgenommen werden, die keine intensive Auseinandersetzung mit der Kartengraphik erlaubt. Fehler beim Lesen oder der Interpretation der Karteninhalte können Menschenleben akut gefährden. Neben dieser dem Nutzer in der Regel bewussten Verantwortung kommt als weitere Ursache möglicher Fehlentscheidungen der Zeitdruck hinzu, unter dem Entscheidungen getroffen werden müssen. All diese Parameter bewirken zusammen mit den genannten äußeren Bedingungen eine Störung der Kartennutzung (vgl. Abschnitt 3.3) und nehmen damit Einfluss auf eine schnelle und sichere Entscheidungsfindung. Neben der Auswahl der dargestellten Informationen (vgl. Kapitel 5) und der adäquaten Informationsvermittlung (vgl. Kapitel 4) spielt daher die Vertrautheit mit den verwendeten Symbolen bzw. deren leicht verständliche Gestaltung eine bedeutende Rolle für die effektive Kartennutzung im Einsatzfall. Bei der Gestaltung von Karten für den Einsatz im Katastrophenschutz ist es daher von entscheidender Bedeutung, die kartographischen Darstellungsmethoden dem Einsatzzweck entsprechend einzusetzen. Allerdings wird die fachgerechte Gestaltung von Einsatzkarten für den Katastrophenschutz zusätzlich dadurch erschwert, dass die tatsächlichen Nutzungsbedingungen schwer abzuschätzen sind. Einerseits muss davon ausgegangen werden, dass die möglichen Nutzer unterschiedlich ausgeprägte Fähigkeiten und Kenntnisse sowohl im Kartenlesen als auch in der Ortskenntnis besitzen (MONMONIER 1996). Andererseits können die äußeren Bedingungen stark variieren.

Tabelle 7-1: Besondere Nutzungsart im Einsatzfall im Vergleich zur herkömmlichen Kartennutzung

Bereiche der Kartennutzung	Besondere Nutzungsart im Einsatzfall (rapid reaction)	Herkömmliche Nutzungsart
Kartenlesen	<ul style="list-style-type: none"> ▪ unmittelbare Identifikation der Kartenelemente vorrangig zur Orientierung ▪ schnelle Übersetzung und Einordnung der erkannten Elemente in die individuelle kognitive Karte 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifikation der Kartenelemente ▪ ‚Übersetzung‘ und Einordnung der Elemente in die individuelle kognitive Karte
Analyse der erfassten Inhalte	<ul style="list-style-type: none"> ▪ qualitative Analyse steht im Vordergrund ▪ quantitative Analyse i.d.R. von zweitrangiger Bedeutung 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ qualitative und quantitative Analyse gleichwertig
Interpretation der Analyseergebnisse	<ul style="list-style-type: none"> ▪ i.d.R. findet keine detaillierte Interpretation der Analyseergebnisse statt 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Erklärung der erkannten Strukturen und Beziehungen

Tabelle 7-2: Nutzungsbedingungen im Einsatzfall im Vergleich zu herkömmlichen Nutzungsbedingungen

Besondere Nutzungsbedingungen im Einsatzfall	Herkömmliche Nutzungsbedingungen
<ul style="list-style-type: none"> ▪ i.d.R. steht nur ein begrenzter Zeitraum zur Verfügung, in dem Entscheidungen getroffen werden müssen ▪ aus Zeitmangel ist meist keine Einbindung zusätzlicher Informationen möglich (Fokussierung auf relevante Themen, die in direkten Bezug zum Einsatz stehen) ▪ u.U. sind die Beleuchtungsverhältnisse unzureichend; Sonnenstand kann die Qualität der Bildschirmkarte beeinträchtigen ▪ weitere Witterungsbedingungen wie Regen/Wind können die Informationsaufnahme behindern 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Einbindung zusätzlicher Informationen ist möglich ▪ i.d.R. steht ausreichend Zeit zum sorgfältigen Lesen der Karte zur Verfügung ▪ Beleuchtung/Leseumgebung ist veränderbar ▪ je nach Karte/Kartenzweck ist spezielle Ortskenntnis nicht zwingend notwendig

Im Einsatzbereich der eigenen Ortsfeuerwehr oder anderer Einsatzgruppen wird oft auf die Verwendung von Kartenmaterial verzichtet, da gute Ortskenntnisse vorausgesetzt werden können. Hingegen werden Karten bei überörtlichen Einsätzen größeren Ausmaßes – vor allem bei Zusammenarbeit verschiedener Organisationen und Einrichtungen – zwingend benötigt. Die Ausbildung der Freiwilligen Feuerwehren in der Bundesrepublik berücksichtigt diese Tatsache, indem der Bereich der Kartenkunde in die Aus- und Fortbildungslehrgänge der Feuerwehrmänner und -frauen integriert ist (z.B. SCHOTT & RITTER 1991). Meist werden allerdings nur Basiskenntnisse vermittelt, die sich hauptsächlich auf Grundbegriffe der Kartenkunde wie der Definition einer Karte, der UTM-Projektion, der Ortsbestimmung sowie der Orientierung in der Natur mit Hilfe einer Karte etc. beschränken. Eine allgemeine Einführung in inhaltliche Aspekte der üblicherweise verwendeten Karten (z.B. Serie M745 bzw. TK50, vgl. Kapitel 1 und 6) findet

in den Lehrgängen, die auf den entsprechenden Feuerwehr-Dienstvorschriften basieren, in der Regel nicht statt (z.B. SCHOTT & RITTER 1991).

Auch während des Oder-Hochwassers 1997 wurden unzureichende Kenntnisse der Einsatzkräfte im Umgang mit Karten festgestellt. Eine Forderung im Erfahrungsbericht, den das MDI Ende 1997 herausgegeben hat (MDI o.J.), lautet daher, dass die Kenntnisse der Einsatzkräfte im Umgang mit Karten durch entsprechende Schulungen verbessert werden müssen. Darüber hinaus wird in dem Bericht eine bessere Ausstattung aller Katastrophenschutzstäbe vor Ort mit aktuellen und vollständigen Kartensätzen gefordert. Die notwendigen Schulungen der Einsatzkräfte, insbesondere des Stabspersonals, können sich also nur auf dieses Kartenmaterial beziehen. Ob es sich aber bei dem bisher verwendeten Kartenmaterial um eine tatsächlich geeignete Variante der inhaltlichen und kartographische Darstellung handelt, wurde bisher nicht geprüft (vgl. Abschnitte 1.1 und 6.1).

7.2 Überprüfung nutzerspezifischer Tertiärmodelle im Hochwasserschutz

Die Überschneidung der individuellen Tertiärmodelle, also der kognitiven Karten einzelner Kartennutzer, mit den Sekundärmodellen ist nach heutigem Wissensstand nicht genau feststellbar (vgl. Kapitel 4). Aus diesem Grund kann auch die Übereinstimmung der kognitiven Karten der Einsatzkräfte mit den für den Einsatz im Hochwasserschutz optimierten Karten nicht exakt überprüft werden. Verschiedene Arten von Untersuchungen zum Kartenlesen (vgl. Abschnitt 4.5) können aber Hinweise auf das Maß der Überschneidung der Tertiär- und Sekundärmodelle geben. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Expertengespräche in Form von fokussierten Interviews (vgl. Abschnitt 4.5) geführt, um die Qualität der Kartenmodelle in HOWIS zu bewerten. Vorrangiges Ziel war dabei, die Lesbarkeit der Karten bzw. einzelner Signaturen zu überprüfen.

7.2.1 Auswahl der befragten Experten

Als Experten (vgl. Abschnitt 4.5) wurden zum einen Mitarbeiter der Behörden, die an der Bewältigung des Oder-Hochwassers im Sommer 1997 beteiligt waren (Amt für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree und Landesumweltamt Brandenburg), gewählt. Des Weiteren wurden Personen anderer Einrichtungen (Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt (Halle/Saale) und Umweltamt der Stadt Dresden), die Erfahrungen im Hochwasserschutz besitzen, befragt. Dabei wurden solche Personen ausgewählt, die auf unterschiedliche Weise Verantwortung für die Planung und/oder die Durchführung von Maßnahmen im Hochwasserschutz tragen oder über Zugang zu Informationen über Entscheidungsprozesse oder handelnde Personengruppen verfügen (vgl. Abschnitt 4.5). Die Experten wurden aufgrund ihrer praktischen Erfahrungen im Hochwasserschutz, hier besonders in Bezug auf Erfahrungen in der Nutzung von Karten, ausgewählt. Ihre Position innerhalb der Behörden und Organisationen hatte dagegen keine Bedeutung bei der Auswahl.

Dabei wurde angenommen, dass die Beurteilungen der befragten Experten grundsätzlich übertragbar sind, da die anvisierte Zielgruppe der Kartennutzer mit der der Experten vergleichbar ist. Darüber hinaus wurde bei der Auswahl der Experten darauf geachtet, dass sowohl Per-

sonen mit Ortskenntnis als auch ohne Ortskenntnis befragt wurden, damit eine unabhängige Beurteilung der Karten gewährleistet werden konnte. Die Auswertung der Interviews ist in Abschnitt 7.3 dokumentiert.

7.2.2 Aufbau der Experteninterviews

Die Experteninterviews wurden als teilstandardisierte qualitative Interviews durchgeführt, bei denen ein Leitfaden vorlag, der die wesentlichen Fragen beinhaltete aber auch Spielraum für Nachfragen und Präzisierungen ließ. Abbildung 7-1 zeigt die Struktur der Interviews. In diesen fokussierten Interviews wurden zunächst Informationen zu den befragten Personen wie Ausbildung und konkrete Erfahrungen im Hochwasserschutz erfasst, um eine Bewertung der Ergebnisse zu ermöglichen.

In einem zweiten Schritt wurde auf der Grundlage der Präsentation am Bildschirm vor Ort eine Gesamtbeurteilung der verschiedenen Varianten der Karten in den drei Maßstäben 1:50.000, 1:25.000 und 1:10.000 von den befragten Personen vorgenommen. In der sich anschließenden Phase der Interviews sollten die befragten Personen verschiedene Gegebenheiten in den Karten lokalisieren sowie ausgewählte Signaturen dekodieren. Kriterien zur Beurteilung waren einerseits die Anzahl der richtig lokalisierten Einrichtungen und Gegebenheiten bzw. die korrekte Deutung der Signaturen, andererseits die Sicherheit und Eindeutigkeit sowie die Schnelligkeit mit der dies von den Befragten durchgeführt wurde. Darüber hinaus wurden die Experten gebeten, eine Auflistung aller in den HOWIS-Karten verwendeten Signaturen bezüglich der Vollständigkeit zu beurteilen.

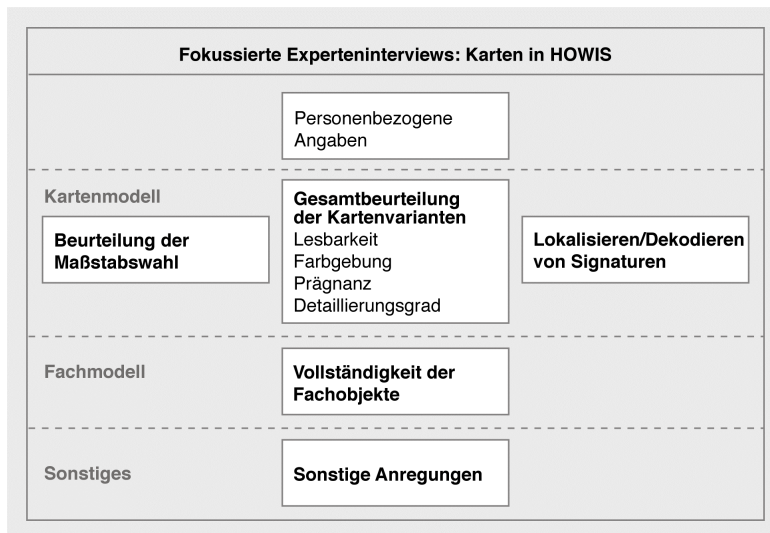


Abb. 7-1: Struktur der Experteninterviews zur Beurteilung der Karten in HOWIS

Interviewleitfaden, die Protokolle der Experteninterviews sowie die Ergebnisse der Lokalisierung und Dekodierung der Signaturen durch die Experten sind im Anhang dargestellt. Weitere Screenshots der Kartenvarianten sind ebenfalls im Anhang sowie in Kapitel 6 dokumentiert.

Zum Abschluss der Interviews wurden die Experten gebeten, die Verwendbarkeit solcher Karten zu beurteilen sowie ihre Empfehlungen und Anmerkungen zu den präsentierten Karten und den identifizierten Fachinhalten äußern.

Die Abbildungen 7-2 bis 7-4 zeigen beispielhaft Screenshots der Karten, die den Experten zur Beurteilung am Bildschirm zur Verfügung standen. Der

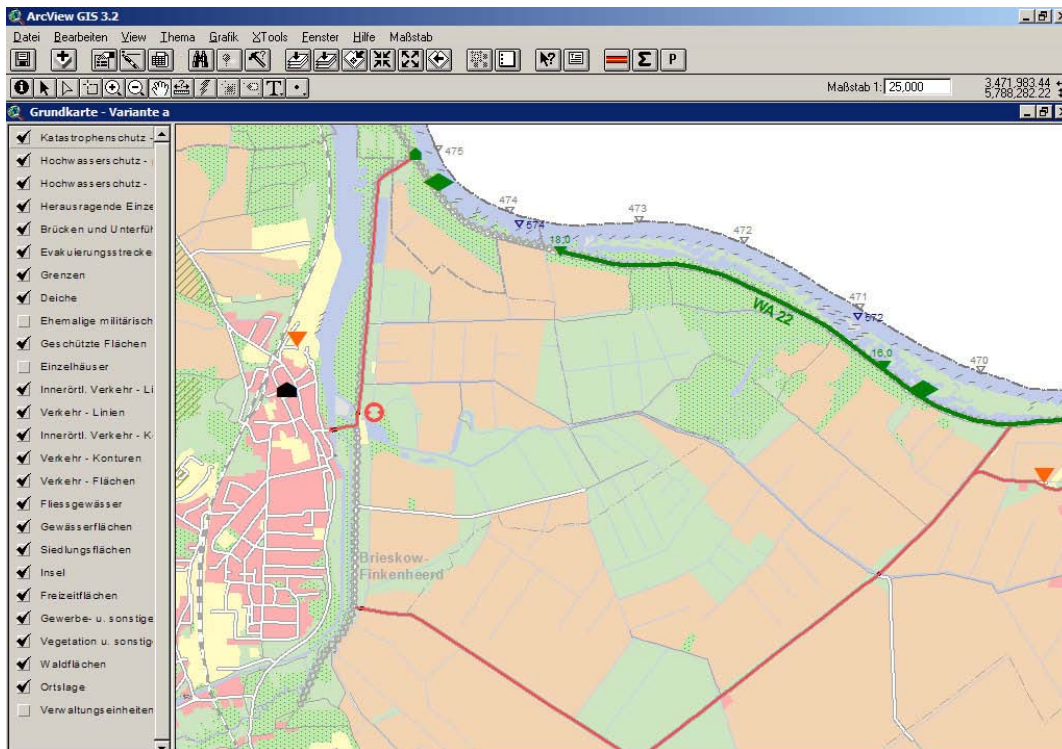


Abb.7-2: Karte im Maßstab 1:25.000 (Variante a) (verkleinerter Screenshot)

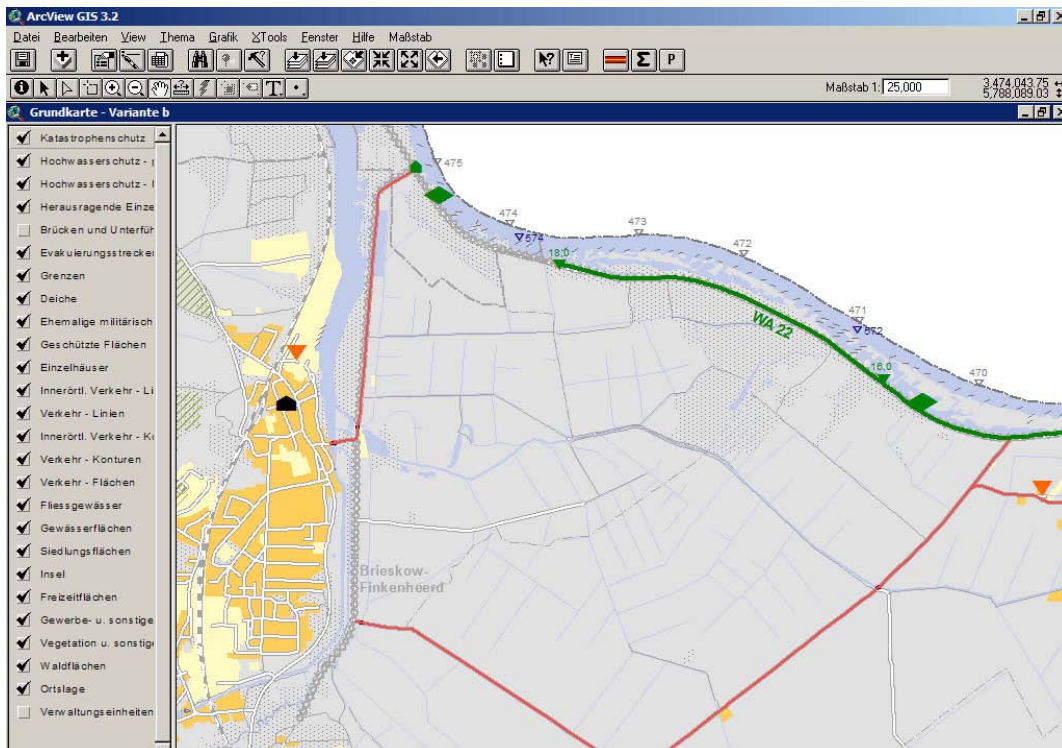


Abb.7-3: Karte im Maßstab 1:25.000 (Variante b) (verkleinerter Screenshot)

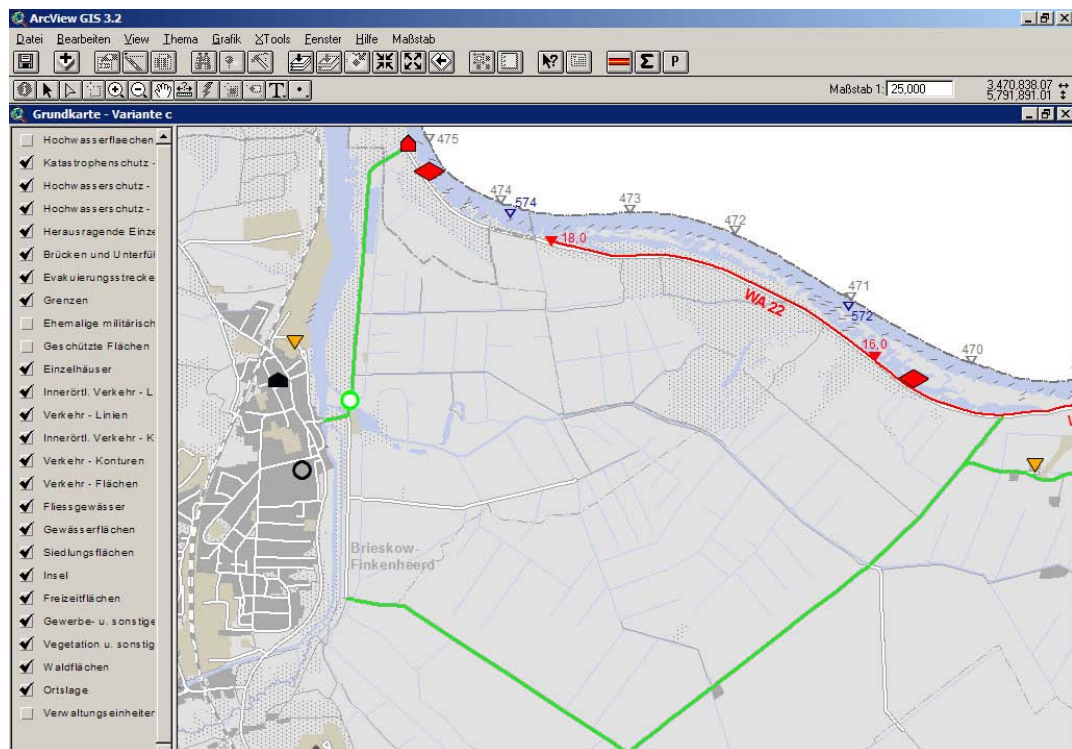


Abb.7-3: Karte im Maßstab 1:25.000 (Variante c) (verkleinerter Screenshot)

7.3 Ergebnisse und Auswertung der Experteninterviews

Die Auswertung der im Rahmen der Arbeit durchgeführten Experteninterviews ergab die im Folgende aufgeführten Ergebnisse. Dabei orientiert sich deren Gliederung an der im Interview-Leitfaden vorgegebenen Struktur (siehe Abschnitt 7.2.2, Abb.7-1).

Maßstabswahl

Alle Experten beurteilten zunächst die gewählten Maßstäbe als sinnvoll für den Einsatz vor Ort. Dabei wurde dem Maßstab 1:50.000 die geringste Bedeutung zugemessen, während der Maßstab 1:10.000 als am besten geeignet zur Planung und Durchführung konkreter Maßnahmen beurteilt wurde. Je nach örtlichen Gegebenheiten wurde auch ein größerer Maßstab als 1:10.000 (z.B. 1:5.000) empfohlen.

Gesamtbeurteilung der Kartenvarianten

Bei der Gesamtbeurteilung der drei präsentierten Varianten a bis c der Karten (siehe Abb.7-2 bis 7-4) in den genannten Maßstäben äußerten sich ebenfalls alle befragten Experten dahingehend, dass Variante a als zu farbig und damit schlechter lesbar als die Varianten b und c empfunden wurde. Zwar bietet dieser Kartentyp auf den ersten Blick auch Informationen, die unter Umständen bedeutend sein können, wie z.B. die optische Differenzierung von Wald-, Acker- und Wiesenflächen, allerdings wurde dieser Vorteil als weniger bedeutend eingeschätzt, da diese Informationen gegebenenfalls aus der hinterlegten Datenbank abgefragt werden kön-

nen. Variante b, bei der die Basiskarte mit Ausnahme der Siedlungs- sowie Industrie- und Gewerbeflächen nicht farbig dargestellt wurde, wurde zunächst als sehr gut lesbar und prägnant eingestuft. Im Vergleich dazu wurde aber Variante c als besser lesbar und prägnanter beurteilt. Hier (Variante c) wurde die Basiskarte als deutlicher im Hintergrund wahrgenommen und beim Lesen der Fachinhalte als nicht störend empfunden. Neben der Farbigkeit der Basiskarte unterscheiden sich die verschiedenen Varianten der Karten auch in der Farbkodierung der Fachinhalte. Diese wurde in Variante c als korrekt (aus Sicht der Experten mit wasserwirtschaftlichem Hintergrund) bzw. angemessen (aus Sicht der Experten mit Katastrophenschutz-Hintergrund) beurteilt. Die Farbkodierung der Varianten a und b dagegen wurden vor allem in Bezug auf die Farbkodierung der Objekte des Bereiches Hochwasserschutzzeineinrichtungen als verwirrend angesehen, da Informationen des Hochwasserschutzes in den entsprechenden Fachkarten üblicherweise rot dargestellt werden. Der je nach Maßstab unterschiedliche Detaillierungsgrad der präsentierten Karten wurde als angemessen beurteilt, wobei darauf hingewiesen wurde, dass die in den Varianten nicht dargestellte Straßenbeschriftung im Maßstab 1:10.000 ergänzt werden sollte. Abschließend wurde Variante c von allen Experten als die attraktivste und am besten lesbare Variante der präsentierten Karten beurteilt.

Lokalisieren und Dekodieren von Signaturen

Die Aufgaben Lokalisieren und Dekodieren von Signaturen in den präsentierten Karten (Variante c) wurden von den Experten je nach fachlichem Hintergrund unterschiedliche gut gelöst (vergl. Anhang). Dabei stellte sich heraus, dass einige Zeichen, die auf Grundformern der taktischen Zeichen basieren, von denjenigen Personen mit wasserwirtschaftlichen Hintergrund weniger eindeutig bzw. gar nicht lokalisiert und dekodiert werden konnten als von Personen mit einem Hintergrund im Katastrophenschutz. Demgegenüber wurden die Signaturen im Bereich Hochwasserschutz von den Personen mit Erfahrungen im Katastrophenschutz weniger gut lokalisiert bzw. dekodiert als von den Experten mit wasserwirtschaftlichem Hintergrund. Zeichen, die den Nutzern in ähnlicher Form bereits vertraut sind (z.B. Krankenhaus, Sammelstelle), wurden, obwohl abstrakter Natur, deutlich besser erkannt. Dies lässt darauf schließen, dass die Gewöhnung an bestimmte Zeichen eine wesentliche Rolle bei der Interpretation unbekannter Karten durch den Nutzer spielt. Auf diese Problematik angesprochen, wurde die Erläuterung einzelner Signaturen aufgrund ihrer abstrakten Art von den Experten als unvermeidlich angesehen.

Beurteilung der identifizierten Fachobjekte bezüglich ihrer Vollständigkeit

Im weiteren Verlauf des Interviews sollte die Liste der identifizierten Fachinhalte in Bezug auf ihre Vollständigkeit beurteilt werden. Diese wurde von allen Experten als im Wesentlichen vollständig erachtet. Lediglich einzelne Objektarten, die teilweise auf besondere Bedingungen vor Ort wie z.B. den Einsatz im städtischen Bereich beschränkt sind, wurden ergänzt. Im Einzelnen wurden die folgenden Objektarten genannt:

- Trinkwasserschutzgebiet;
- Hubschrauberlandeplatz;
- Notwasserbrunnen;
- Schaltschrank (in Ergänzung zu Hauptversorgungsleitungen).

Darüber hinaus wurden folgende Objekte benannt, die im Rahmen der Arbeit bereits als Fachinhalte identifiziert wurden, aber aus Sicht der Experten weiter differenziert werden sollten:

- Differenzierung der Polder;
- Differenzierung von Überschwemmungsflächen (nach wasserwirtschaftlichen Gesichtspunkten);
- Not- und Sammelunterkunft differenziert in Notunterkunft für die evakuierte Bevölkerung und Sammelunterkünfte für Einsatzkräfte.

Sonstige Bemerkungen

Im abschließenden Gespräch wurde von allen Experten darauf hingewiesen, dass eine fachübergreifende, interdisziplinäre Vorgehensweise bei der Bearbeitung eines GIS für den Einsatz im Hochwasserschutz, in dem die präsentierten Karten verwendet werden können, besondere Bedeutung besitzt. Die Notwendigkeit der Einheitlichkeit sowohl bei der Festlegung der relevanten Fachinhalte und deren Erfassungskriterien als auch bei der kartographischen Visualisierung wurde von allen Experten betont. Die vorliegenden Hochwasserabwehrpläne der Landkreise im Land Brandenburg weisen beispielsweise eine sehr heterogene Qualität auf. Sofern im Rahmen dieser Abwehrpläne Karten erstellt wurden, werden unterschiedliche Signaturen verwendet. Diese Tatsache lässt sich aus Sicht der Experten nur durch einheitliche Vorgaben ändern.

Die Möglichkeit der Darstellung ausgewählter Fachinhalte je nach Verwendungszweck der Karten wurde von den Experten als großer Vorteil gegenüber analogen Karten gewertet. Dabei wurde Wert auf die Möglichkeit des Drucks bzw. Plotts von Karten für verschiedene Einsatzszenarios gelegt. So benötigt ein Deichläufer andere Informationen und andere Kartenausschnitte als der Personenkreis, der für die Koordination von Hilfsgütertransporten zuständig ist.

Sowohl die farbliche Kodierung als auch eine inhaltliche Gliederung der Fachinhalte innerhalb des Objektbereichs ‚10.000 Katastrophenschutz‘ (vgl. Kapitel 5 und 6) wurde von der Mehrheit der Experten befürwortet. Damit wird eine schnelle Anpassung der Karten an den jeweiligen Nutzungszweck gewährleistet.

Des Weiteren wurde die Möglichkeit der Ergänzung um vorhandene bzw. neu zu erfassende Daten (z.B. werden in Brandenburg derzeit alle aus Sicht des LUA für den Hochwasserschutz relevanten Daten erfasst) als sehr interessant gewertet. Eine solche einheitliche Datenbasis, die auch nach einheitlichen Kriterien visualisiert wird, wurde als sehr hilfreich für einen effektiven Hochwasserschutz beurteilt. Ebenso wurde die Möglichkeit der Übertragbarkeit auf andere Anwendungen im Katastrophenschutz gesehen. Wünschenswert wäre aus Sicht der Experten auch die Integration von digitalen Geländedaten sowie beispielsweise die Darstellung der Ergebnisse von simulierten Deichbrüchen.

7.4 Anpassung des Fach- und des Kartenmodells

Die Auswertung der Experteninterviews verdeutlichte einerseits die Notwendigkeit der Überarbeitung einiger Signaturen der Fachinhalte, die in Kapitel 6 bereits dargestellt wurde. Andererseits wurden die identifizierten Fachinhalte, die im Wesentlichen als vollständig beurteilt wurden (siehe Abschnitt 7.3), um einzelne Objektarten ergänzt und in Übereinstimmung mit den Vorschlägen der Experten in die Bereiche bzw. Objektgruppen ‚Infrastruktur‘ (bestehend aus Verkehrsinfrastruktur und technischer Infrastruktur), ‚Besonders schützenswerte Einrichtungen/Gebiete‘, ‚Gewässer‘, ‚Hochwasserschutz‘ und ‚Gefahrenstoffe‘ gegliedert (vgl. Abschnitt

5.5). Die zuvor verwendete Orientierung an den ATKIS-Objektbereichen 2.000 bis 7.000 wurde damit aufgegeben. Die Gliederung in die fünf genannten Objektgruppen stellt eine eigene Struktur des Objektbereiches ‚Katastrophenschutz‘ dar, die ebenfalls im Einklang mit der Systematik in ATKIS steht. Auf diese Weise wird die Ergänzung des Objektbereiches durch weitere Fachinformationen in Form neuer Objektgruppen zu weiteren Ereignisarten (z.B. Gefährdung durch Waldbrand) ermöglicht. Gleichzeitig ist auch der Verzicht auf Objektgruppen, die für ein konkretes Ereignis keine Relevanz besitzen, möglich.

7.5 Zusammenfassung

Für die Nutzung von Karten im Hochwasserschutz gelten zunächst die allgemeinen Kriterien der Kartennutzung. Im Unterschied zur herkömmlichen Kartennutzung können allerdings in der besonderen Nutzungssituation des Einsatzes von Karten im Hochwasserschutz die äußeren Bedingungen meist weniger gut bzw. gar nicht kontrolliert werden. Neben Faktoren wie ungünstigen Beleuchtungs- oder Witterungsverhältnissen spielen vor allem die nur eingeschränkt zur Verfügung stehende Zeit sowie der als solches Stress auslösende Einsatzfall eine Rolle bei der Informationsentnahme aus Karten. Um die Störung bei der Informationsvermittlung so gering wie möglich zu halten und damit eine schnelle und sichere Entscheidungsfindung zu unterstützen, müssen die Karten so gestaltet sein, dass sie auch unter den genannten Bedingungen noch schnell und eindeutig lesbar sind. Dies wird einerseits durch eine einfache und prägnante graphische Gestaltung und andererseits durch die Verwendung bekannter Zeichen bzw. von diesen abgeleitete Zeichen erreicht.

Nach heutigem Wissensstand ist die genaue Überprüfung der individuellen Tertiärmodelle nicht möglich. Somit kann auch die Übereinstimmung der kognitiven Karte des einzelnen Nutzers mit den Karten in HOWIS nicht exakt bestimmt werden. Verschiedene Arten von Untersuchungen zum Kartenlesen können aber Hinweise auf das Maß der Überschneidung der Tertiär- und Sekundärmodelle geben. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurden Experteninterviews geführt, um die Qualität der Kartenmodelle zu bewerten. Als Experten wurden Personen, die an der Bekämpfung des Oder-Hochwassers 1997 beteiligt waren, sowie Personen, die über keine Ortskenntnis des Testgebiets verfügen, aber ebenfalls Erfahrungen im aktiven Hochwasserschutz besitzen, ausgewählt. Die Experteninterviews wurden als teilstandardisierte Interviews anhand eines Leitfadens geführt und beinhalteten neben der Beurteilung der präsentierten Karten und der im Rahmen der Arbeit identifizierten Fachinhalte auch Aufgaben des Lokalisierens und Dekodieren von Signaturen.

Die Auswertung der Experteninterviews ergab eine im Wesentlichen einheitliche Beurteilung der präsentierten Karten sowie der identifizierten Fachinhalte. Die Auswertung der von den Befragten zu lösenden Aufgaben lässt auf einen Zusammenhang zwischen fachlichem Hintergrund der Experten und dem eindeutigen Erkennen und Zuordnen von Signaturen schließen. Im abschließenden Gespräch, in dem die Experten frei Anregungen und Kritik äußern sollten, wurde von allen Experten u.a. auf die Notwendigkeit der einheitlichen, fachübergreifenden Entwicklung und Bearbeitung von Geoinformationssystemen für den Hochwasserschutz und den darin enthaltenen Karten hingewiesen. Vor allem die Möglichkeit, Karteninhalte je nach Verwendungszweck in der Karte aufzunehmen und diese gegebenenfalls für den Einsatz vor Ort auszugeben, wurde von allen Befragten gewünscht.

Auf der Grundlage der Interviewauswertung wurden geringfügige Anpassungen des Primär- sowie des Sekundärmodells vorgenommen. Das digitale Fachmodell wurde um die aus Sicht der Experten fehlenden Objektarten ergänzt. Die Karten der Variante, die von allen Experten bevorzugt wurde, wurden ebenfalls überarbeitet, indem einzelne Signaturen, die zuvor nicht eindeutig erkannt und zugeordnet werden konnten, angepasst bzw. neu gestaltet wurden.

8 Schlussbemerkungen

8.1 Fazit

Die exemplarische Bearbeitung von Einsatz-Karten für den Hochwasserschutz hat gezeigt, dass die amtlichen Geobasisdaten (ATKIS-Daten), die flächendeckend für die Bundesrepublik vorliegen, sich grundsätzlich als topographische Basis für ein Geoinformationssystem im Hochwasserschutz eignen. Die ATKIS-Daten bieten zum einen diejenigen Objektarten an, die in Basis-karten für den Einsatz im Hochwasserschutz benötigt werden. Zum anderen stellen die ATKIS-Daten eine geeignete Datenbasis für digitale Fachmodelle (Primärmodelle) zur Verwendung im Hochwasserschutz dar, da sie sich um die in verschiedenen Expertengesprächen für den Katastrophen- bzw. Hochwasserschutzes als relevant identifizierten Fachdaten erweitern lassen (vgl. Kapitel 5).

Die Ableitung mehrerer unterschiedlicher Sekundärmodelle aus dem grafikfreien Fachmodell, das am Beispiel des Datensatzes der Ziltendorfer Niederung (Landkreis Oder-Spree) umgesetzt wurde (vgl. Kapitel 6), hat gezeigt, dass eine nutzerorientierte, schnelle Visualisierung der Daten möglich ist. Die kartographische Gestaltung basiert einerseits auf den genannten der (karto)graphischen Regeln und Gesetzmäßigkeiten (vgl. Kapitel 3) und andererseits wird das Vorwissen der beteiligten Fachleute – für den Einsatz im Hochwasserschutz wurden die Fachgebiete Wasserwirtschaft und Katastrophenschutz einbezogen – berücksichtigt. In Expertengesprächen wurde die Qualität der bearbeiteten Kartenmodelle evaluiert und unter Einbezug der Auswertung der Befragung nochmals leicht modifiziert (vgl. Kapitel 7).

Im Rahmen der Arbeit wurden sog. Einsatz-Karten für ein Geoinformationssystem zur Entscheidungsunterstützung im Ereignisfall eines Hochwassers entwickelt. Die Konzeption und Umsetzung eines solchen Systems bleibt eine der zentralen Aufgaben im Hochwasserschutz. Zurzeit wird in Brandenburg mit dem HWGIS-ODER ein solches Informationssystem in Zusammenarbeit mit Polen erarbeitet. Dabei wurden aber bisher die besonderen Anforderungen an die enthaltenen Karten nicht berücksichtigt. Hier leistet die vorliegende Arbeit einen Beitrag zur Verbesserung des Katastrophen- bzw. Hochwasserschutzes, indem sie exemplarisch eine an die besondere Nutzungssituation angepasste Kartengraphik zeigt. Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit können beispielsweise auf das HWGIS-ODER übertragen werden und somit als einfache und auf das Wesentliche reduzierte Kartengraphik die Voraussetzung für die schnelle und eindeutige Informationsvermittlung im Einsatzfall bilden.

Die Auswertung der im Rahmen der Arbeit durchgeführten Expertengespräche ergab die Notwendigkeit, je nach Verwendungszweck Karten mit unterschiedlichen Inhalte aus dem vorhandenen Datensatz ableiten zu können. So benötigt der sog. Deichläufer, der während eines Hochwassers Kontrollgänge am Deich durchführt, andere Kartenausschnitte und -inhalte als die Katastrophenschutzleitung, der z.B. die Planung und Organisation von Evakuierungen durchführt. Zudem ist die Möglichkeit, alle beteiligten Stellen vor Ort mit einer ausreichenden Anzahl an Laptops oder anderen mobilen Endgeräten auszustatten, zurzeit eher begrenzt einzuschätzen, so dass die Ausgabe von Papierkarten aus den vorhandenen Datensätzen die praktische Lösung dieser Problematik sein kann.

In den verschiedenen Fachbehörden werden nach den Erfahrungen der Hochwasserereignisse der vergangenen Jahre zurzeit eigene Datensätze aufgebaut, die in ein modular konzipiertes Hochwasserschutz-Informationssystem integriert werden können. So arbeitet das LUA beispielsweise an einem eigenen Datensatz zum Hochwasserschutz in Brandenburg, das in Auszü-

gen in ein Hochwasser- bzw. Katastrophenschutz-Informationssystem integriert und mit dem vorliegenden graphischen Vorgaben visualisiert werden kann.

Ebenso liegen in den Landkreisen Brandenburgs Hochwasserabwehrpläne vor, die teilweise auch Karten bzw. Kartenskizzen enthalten, die die jeweiligen Besonderheiten vor Ort zeigen. Diese Karten sind qualitativ sehr heterogen und verwenden unterschiedlichste Kartengrundlagen und Signaturen. Für eine effektive Bewältigung von Ereignissen hat die Einheitlichkeit von Planungs- und Organisationsgrundlagen und damit auch der verwendeten Karten aber eine besondere Bedeutung, da häufig Einsatzkräfte aus verschiedenen Facheinrichtungen und Regionen zusammenarbeiten. Ziel muss es daher sein, eine inhaltliche, kartographische und systemtechnische Einheitlichkeit auf dem Gebiet des Hochwasser- bzw. Katastrophenschutzes zu schaffen, da sich auch die Ereignisse nicht auf administrative Einheiten beschränken.

Das in der vorliegenden Arbeit entwickelte Konzept zur Visualisierung von Geobasis- und Fachdaten für den Einsatz im Hochwasserschutz kann aufgrund der modularen Struktur auf andere Ereignisarten übertragen werden. So können beispielsweise Fachdaten, die für die Bewältigung von Waldbränden benötigt werden, integriert werden; Voraussetzung für die Visualisierung dieser Daten ist die Weiterentwicklung des kartographischen Konzeptes für diese Fachinhalte unter Wahrung der genannten Gestaltungsgrundsätze der Signaturen.

Darüber hinaus bieten sich Möglichkeiten der Weiterentwicklung der hier vorgestellten Kartographik. Einerseits können über die Darstellung von Einzelsignaturen bzw. flächenhaften Ist-Zuständen hinaus die Ergebnisse von Simulationen dargestellt werden. Andererseits kann eine Weiterentwicklung auch in dem Bereich der kartographischen Darstellung von Abfolgen von Maßnahmen und deren zeitlichen Vorläufen durchgeführt werden. So wäre es z.B. sinnvoll, in einem Hochwasserschutz-Informationssystem darzustellen, welche Maßnahme bei einem gegebenen Pegelstand und den zu erwartenden Verhältnissen zu welchem Zeitpunkt eingeleitet werden müssen bzw. welche Maßnahmen voraussichtlich nicht mehr zum Ziel führen. Eine graphische Darstellung solcher situationsabhängigen Aufgaben planerischer und organisatorischer Art kann die Entscheidungsfindung vor Ort wirksam unterstützen und damit der Gefahrenabwehr dienen.

8.2 Handlungsempfehlungen

Im Folgenden werden Handlungsempfehlungen genannt, die sich an die verschiedenen Akteure für den Aufbau eines Geoinformationssystems im Katastrophen- bzw. Hochwasserschutz richten. Die im Rahmen der Arbeit entwickelten Karten sind für die Integration in ein solches Hochwasserschutz-Informationssystem konzipiert. Die Empfehlungen beziehen sich einerseits auf die verwendeten Daten und richten damit an die Anbieter/Urheber dieser Daten, andererseits an die für die Umsetzung des Katastrophen- bzw. Hochwasserschutzes verantwortlichen Stellen. Die Empfehlungen leiten sich direkt aus den Erfahrungen während der exemplarischen Bearbeitung des Datensatzes der Ziltendorfer Niederung ab bzw. ergeben sich als Konsequenz daraus für weiterführende Arbeiten. Darüber hinaus sind auch die Anregungen und Aussagen der im Rahmen der Experteninterviews befragten Experten eingeflossen.

Geobasisdaten (ATKIS-Daten)

- Die Verwendung der ATKIS-Daten als topographische Datengrundlage für den Einsatz im Katastrophen- bzw. Hochwasserschutz setzt eine verbesserte Nutzerfreundlichkeit bei deren

Abgabe und Dokumentation voraus. Die Daten müssen auch von Personen, die wenig bzw. keine Erfahrung im Umgang mit Geodaten besitzen, genutzt werden können. Das bedeutet beispielsweise, dass die ATKIS-Struktur sowie die verwendeten Bezeichnungen und Begriffe erläutert werden müssen. Darüber hinaus sollte die Dokumentation der Daten (Metadaten wie Angaben zur Projektion, Erfassungsdatum etc.) verbessert werden, damit die verwendeten Daten in den richtigen Kontext eingeordnet werden können.

- Die Modalitäten der Datenabgabe müssen einheitlich geklärt werden, dabei spielt vor allem die Frage der Kosten eine wesentliche Rolle, die bisher je nach Bundesland sehr unterschiedlich sind.
- Ferner muss die Zuständigkeit für Aktualisierungen und Datenpflege der Basisdaten sowie der Fachdaten in einem Hochwasserschutz-Informationssystem geregelt werden.
- Vor allem für den Bereich des Hochwasserschutzes ist die Einbindung von 3D-Daten in Form eines DHM notwendig. Die auf diesem Gebiet bereits begonnenen Arbeiten müssen weiter intensiviert werden. Nur durch die Integration von geländebeschreibenden Daten kann eine sinnvolle Darstellung von Simulationsergebnissen (z.B. Simulation eines Deichbruches) durchgeführt werden.

Fachdaten

- Aufbauend auf der vorgelegten Liste der in dieser Arbeit identifizierten Objektarten müssen einheitliche Kriterien zur Erfassung der Fachdaten festgelegt werden. Dies bezieht sich zum einen auf die Objektarten und ihre Attribute, also auf die interdisziplinäre Erarbeitung eines Fachdatenkataloges, zum anderen auf die Erfassungsgenauigkeit und die verwendeten Erfassungsgrundlagen. Nur wenn die einheitliche Erfassung der Objektarten innerhalb der einzelnen Fachbereiche, aber auch über deren Grenzen hinweg, gewährleistet wird, kann eine Fachdatenbank aufgebaut werden, die auch in dem sensiblen Bereich des Katastrophen- bzw. Hochwasserschutzes wirksam eingesetzt werden kann.
- Die Erfassung der Fachdaten darf sich dabei nicht auf den Wirkungsbereich der zuständigen Behörden und Einrichtungen beschränken, sondern muss mindestens länderübergreifend einheitlich durchgeführt werden. Darüber hinaus ist auch eine Zusammenarbeit mit den angrenzenden Staaten anzustreben.

Visualisierung der Daten

- Für die Übertragung auf weitere Anwendungsszenarien bzw. Ereignisarten (z.B. Waldbrandgefahr) müssen auf der Grundlage eines interdisziplinär erarbeiteten Fachdatenkatalogs weitere Signaturen entwickelt werden. Diese Weiterentwicklung sollte ebenfalls interdisziplinär durchgeführt werden, um einen möglichst hohen Grad an Lesbarkeit und Verständnis zu gewährleisten.
- Für die Ableitung der Karten aus den graphikfreien Fachdaten auf der Grundlage des im Rahmen der Arbeit erarbeiteten graphischen Modells muss eine Lösung zur möglichst weitreichenden Automatisierung erarbeitet werden. Im Einsatzfall muss die Anzahl der notwendigen Arbeitsschritte aufgrund der nur begrenzt zur Verfügung stehenden Zeit auf ein Minimum beschränkt sein. Damit wird die Bedeutung der weiteren Forschung auf dem Gebiet der automatischen Generalisierung von Geodaten deutlich, die eine Voraussetzung für die Ableitung kartographischer Modelle im eigentlichen Sinn darstellt.

Sonstiges

- Der Aufbau eines Geoinformationssystems für den Katastrophenschutz mit mehreren Fachschalen für die unterschiedlichen Ereignisarten (z.B. Hochwasserschutz oder Waldbrandgefahr) muss unter Beteiligung der Stellen vor Ort (Landkreise und Fachbehörden) konzipiert und durchgeführt werden.
- Ein solches GIS muss von allen zuständigen Stellen (Landkreise, Fachbehörden) beschafft und tatsächlich genutzt werden können, d.h. die Verfügbarkeit notwendiger Hard- und Softwareausstattung muss gewährleistet sein.
- Es müssen regelmäßige Schulungen und Fortbildungen für das zuständige Personal durchgeführt werden, um den Einsatz im Ereignisfall nachhaltig zu gewährleisten.
- Bei der Entwicklung eines solchen Informationssystems sollte auf handelsübliche Systeme/Werkzeuge zurückgegriffen werden, um einen möglichst breiten Anwenderkreis den Zugang zu ermöglichen bzw. die einfache Weiterentwicklung auch über einen längeren Zeitraum hinaus zu gewährleisten.

Quellenverzeichnis

1 Literatur

- AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (Hrsg.) (1987): Karten und Pläne im Planungsprozeß. Erfahrungen aus der Regional-, Bauleit- und Fachplanung. Hannover. (= Arbeitsmaterial Akademie für Raumforschung und Landesplanung, Nr. 117).
- ALBERS, J. (1969): Search Versus Re-Search. Hartford.
- ALBERTZ, J. (Hrsg.) (1997a): Wahrnehmung und Wirklichkeit. Wie wir unsere Umwelt sehen, erkennen und gestalten. Berlin. (= Schriftenreihe der Freien Akademie, Band 17).
- (1997b): Sehen, Wahrnehmen und die Wirklichkeit – Zur Einführung in das Thema. In: ALBERTZ, J. (Hrsg.) (1997a): 9–40.
- ANSON, R. W. und F. J. Ormeling (Hrsg.) (2002): Basic cartography for students and technicians. Band 2. 2. Auflage. Oxford.
- ANTES, J. R., K.-T. Chang und C. Mullis (1985): The Visual Effect of Map Design: An Eye-Movement Analysis. In: The American Cartographer, 12/2: 143–155.
- ARBEITSGEMEINSCHAFT DER VERMESSUNGSVERWALTUNGEN DER LÄNDER DER BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND (Hrsg.) (1988): Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS). Das Vorhaben der Landesvermessungsverwaltungen zum Aufbau Digitaler Landschaftsmodelle und Digitaler Kartographischer Modelle. Bonn. (= Kurzfassung)
- (1989): Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS). Das Vorhaben der Landesvermessungsverwaltungen zum Aufbau Digitaler Landschaftsmodelle und Digitaler Kartographischer Modelle. Bonn. (= Gesamtdokumentation).
- (1995): Weiterentwicklung des ATKIS-Systemdesigns. Tagungsbericht zum AdV-Workshop ATKIS vom 15. und 16.03.1995 in Wiesbaden.
- (1998): Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem (ATKIS). Das Vorhaben der Landesvermessungsverwaltungen zum Aufbau Digitaler Landschaftsmodelle und Digitaler Kartographischer Modelle. Bonn. (= aktualisierte Gesamtdokumentation)
- ARNBERGER, E. (1966): Handbuch der thematischen Kartographie. Wien.
- (1982): Neuere Forschungen zur Wahrnehmung von Karteninhalten. In: Kartographische Nachrichten, 32/4: 121–132.
- (1997): Thematische Kartographie. 4. Auflage. Braunschweig. (= Das Geographische Seminar)
- ARNBERGER, E. und F. Aurada (Hrsg.) (1971): Internationales Jahrbuch für Kartographie. Band XI. Gütersloh.
- ASCHE, H. (1988): Anwendungsmöglichkeiten rechnergestützter Blickregistrierung bei der Gestaltung von Planungskarten. In: Kartographische Nachrichten, 38/6: 236–240.
- ASCHE, H. und C. Herrmann (2002): Thematic Cartography. In: ANSON, R. W. und F. J. Ormeling (Hrsg.) (2002): 123–150.
- BERTIN, J. (1974): Graphische Semiologie. Diagramme, Netze, Karten. Berlin, New York.
- (1982): Graphische Darstellungen und die graphische Weiterverarbeitung der Information. Berlin, New York.
- Bill, R. (1999): Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. Band 2. 2., völlig neubearbeitete und erweiterte Auflage. Heidelberg.

- BILL, R. (2002): Schäden vermindern. Ausweisung von Überschwemmungsgebieten mittels Laserscanning und GIS. In: *GeoBIT*, 7/10: 28–29.
- BILL, R. und F. Schmidt (2000): *ATKIS – Stand und Fortführung*. Stuttgart. (= Schriftenreihe des DVW, Band 39).
- BOARD, C. (1967): *Maps as Models*. In: CHORLEY, R. J. und P. Haggett (Hrsg.) (1967): 671–725.
- (1981): *Cartographic Communication*. In: GUELKE, L. (Hrsg.) (1981): 42–78.
- (Hrsg.) (1984): *New Insights in Cartographic Communication*. In: *Cartographica*, 21/1. (= *Cartographica Monograph* 31).
- BOBRICH, J. (2002): Automationsgestützte Generalisierung Topographischer Karten. In: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KARTOGRAPHIE (2002): 126–130.
- BOLLMANN, J. und W. G. Koch (Hrsg.) (2001): *Lexikon der Kartographie und Geomatik*. Band 1. A–Karti. Heidelberg, Trier.
- (2002): *Lexikon der Kartographie und Geomatik*. Band 2. Karto–Z. Heidelberg, Trier.
- BRANDENBURGISCHES KATASTROPHENSCHUTZGESETZ vom 11.10.1996, letzte Änderungen vom 18.12.2001
- BRINKMANN, C., A. Deeke und B. Völkel (Hrsg.) (1995): *Experteninterviews in der Arbeitsmarktforschung. Diskussionsbeiträge zu methodischen Fragen und praktischen Erfahrungen*. Nürnberg. (= Beiträge zur Arbeitsmarkt- und Berufsforschung, BeitrAB 191)
- BRODERSEN, L., Hans H. K. Andersen und S. Weber (2002a): Augenbewegungsmessung als Methode zur Beurteilung von Karten. In: *Kartographische Nachrichten*, 52/2: 60–65.
- (2002b): *Applying Eye-Movement Tracking for the Study of Map Perception and Map Design*. Kopenhagen. (= Kort & Matrikelstyrelsen Publications Series 4).
- BRÜLKE, B. und P. Herrmann (1991): Ein Beispiel der darstellungsorientierten Klassifikation kartographischer Informationen. In: *Kartographische Nachrichten*, 41/5: 178–185.
- BRUNNER, K. (2001): Kartengraphik am Bildschirm – Einschränkungen und Probleme. In: *Kartographische Nachrichten*, 51/5: 233–239.
- BUNDESAMT FÜR EICH- UND VERMESSUNGSWESEN (2004): Geobasisdaten im BEV. <http://www.bev.gv.at> (Zugriff: 09.03.2004).
- BUNDESAMT FÜR LANDESTOPOGRAFIE (2003): *Die Geodaten der Schweiz des Bundesamtes für Landestopografie für den professionellen Einsatz*. (Informationsbroschüre) <http://www.swisstopo.ch/de/digital/INDEX.htm> (Zugriff 09.03.2004)
- BUNDESANSTALT TECHNISCHES HILFSWERK (2000): *THW Dienstvorschrift 1-120. Taktische Zeichen*. Bonn.
- BURLANDO, P., G.R. Bezzola und H.-E. Minor (2001): *Flood Research: an Aid to the Mitigation of Hazards and Damage*. In: *Annual Report 2001*. Department of Civil, Environment and Geomatics Engineering, ETH Zürich: 8–10.
- CASTNER, H. W. und J. R. Eastman (1984): *Eye-Movement Parameters and Percived Map Complexity I*. In: *The American Cartographer*, 11/2: 107–117.
- (1985): *Eye-Movement Parameters and Percived Map Complexity II*. In: *The American Cartographer*, 12/1: 29–40.
- CASTNER, H. W. und D. W. Lywood (1978): *Eye Movement Recording/Some Approachments to the Study of Map Perception*. In: *The Canadian Cartographer*, 15/2: 142–150.
- CHEN, C. (2003): *Mapping Scientific Frontiers*. London.
- CHORLEY, R. J. und P. Haggett (Hrsg.) (1967): *Models in Geography*. London.

- CHRISTENSEN, J. H. und O. B. Christensen (2003): Severe summertime flooding in Europe. In: *Nature*/421: 805–806.
- COVA, T. J. (1999): GIS in emergency management. In: LONGLEY, P. A., M. F. Goodchild, D. J. Maguire und D. W. Rhind (Hrsg.) (1999): 845–858.
- DEEKE, A. (1995): Experteninterviews – ein methodologisches und forschungspraktisches Problem. Einleitende Bemerkungen und Fragen zum Workshop. In: BRINKMANN, C., A. Deeke und B. Völkel (Hrsg.) (1995): 7–22.
- DENT, B. D. (1999): *Cartography. Thematic Map Design*. 5. Auflage. Boston.
- DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KARTOGRAPHIE (Hrsg.) (1997): *Digitale Kartentechnologie*. 21. Arbeitskurs Niederdollendorf, 29.9.–1.10.1997, Königslutter am Elm. Bonn. (= Kartographische Schriften, Band 3).
- (2002): *Kartographie als Baustein moderner Kommunikation*. Symposium 2002, 6.–8. Mai 2002, Königslutter am Elm. Bonn. (= Kartographische Schriften, Band 6).
- (2003): *Visualisierung und Erschließung von Geodaten*. Beiträge des Seminars GEOVIS 2003, 27.–28. Februar 2003, Hannover. Bonn. (= Kartographische Schriften, Band 7).
- DEUTSCHER STÄDTETAG (Hrsg.) 1988: MERKIS – Maßstaborientierte Einheitliche Raumbezugsbasis für Kommunale Informationssysteme. In: *DST-Beiträge zur Stadtentwicklung und zum Umweltschutz*. Reihe E. Heft 15. Köln.
- DEUTSCHES FORSCHUNGNETZ NATURKATASTROPHEN (2004): Projektinformationen. <http://dfnk.gfz-potsdam.de> (Zugriff: 13.06.2004).
- DI BIASE, D. (1990): Visualization in earth sciences. In: *Earth & Mineral Sciences, Bulletin of the College of Earth and Mineral Sciences*, 59/2: 13–18.
- DOBSON, M. W. (1977): Eye Movement Parameters and Map Reading. In: *The American Cartographer*, 4/1: 39–58.
- (1979): Visual Information Processing During Cartographic Communication. In: *The Cartographic Journal*, 16/1: 14–20.
- DÖLLNER, J., H. Asche und C. Herrmann (2003): *Web-Mapping 2003*. 5. Symposium zur Kommunikation raumbezogener Inhalte mit digitalen Medien. 20.–21. November 2003. Potsdam.
- DOWNES, R. M. und D. Stea (1982): *Kognitive Karten. Die Welt in unseren Köpfen*. New York.
- DRANSCH, D. (2003): Internetbasierte Geoinformationsservices für das Katastrophenmanagement. In: DÖLLNER, J., H. Asche und C. Herrmann (2003): 27–32.
- DREVES, H. 1994: *MERKIS-Empfehlung für Schleswig-Holstein*. Datenzentrale Schleswig-Holstein. Kiel.
- DYMON, U. (1990): The Role of Emergency Mapping in Disaster Response. *Quick Response Research*, Nr. 42.
- (2003a): Seeking Hazard and Emergency Management Symbols. In: *Proceedings of the 21st International Cartographic Conference (ICC) – Cartographic Renaissance*. Durban.
- (2003b): An analysis of emergency map symbology. In: *International Journal Emergency Management*, 1/3: 227–237.
- EIKENBERG, C. (2000): *Journalisten-Handbuch zum Katastrophenmanagement – 2000 – Erläuterungen und Auswahl fachlicher Ansprechpartner zu Ursachen, Vorsorge und Hilfe bei Naturkatastrophen*. Bonn.
- EUROGEOGRAPHICS (2004): *Der Zusammenschluss europäischer Vermessungsverwaltungen zu EuroGeographics*. http://www.eurogeographics.org/eng/01_history.asp (Zugriff: 27.07.2004).
- FLICK, U., E. von Kardorff und I. Steinke (Hrsg.) (2003): *Qualitative Forschung. Ein Handbuch*. 2. Auflage. Reinbeck.

- FREITAG, U. (1997): Kognitives Kartieren in der persönlichen und in der geographischen Umwelt. In: ALBERTZ, J. (Hrsg.) (1997a): 131–170.
- FREVEL, H. (1996): Konzeption, Aufbau und Datenangebot des Geoinformationssystems ATKIS. In: LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) (1996): 31–46.
- FUHRMANN, S. und M.-J. Kraak (2001): Geovisualisierung – Einführung in das Thema. In: Kartographische Nachrichten, 51/4: 173–175.
- GARZ, D. und K. Kraimer (Hrsg.) (1991): Qualitativ-empirische Sozialforschung. Konzepte, Methoden, Analysen. Opladen.
- GESAMTVERBAND DER DEUTSCHEN VERSICHERUNGSWIRTSCHAFT (2004): Zonierungssystem für Überschwemmung, Rückstau und Starkregen. <http://www.gdv.de> (Zugriff 27.07.2004).
- GERSTENMAIER, J. (1995): Einführung in die Kognitionspsychologie. München.
- GESETZ ÜBER DIE LANDESVERMESSUNG UND DAS LIEGENSCHAFTSKATASTER IM LAND BRANDENBURG vom 19.12.1997, letzte Änderungen vom 18.12.2001
- GIERK, M. und E. Seyfert (2002): Hochgenaue digitale Geländemodelle für die Belange des Hochwasserschutzes und des Vermessungswesens an der Oder. In: Photogrammetrie, Fernerkundung, Geoinformation, 2002/5: 351–359.
- GOULD, P. und R. White (1986): Mental Maps. 2. Auflage. Boston.
- GRÜNEWALD, U. (2001): Zum Entwicklungsstand und zu den Anforderungen an ein grenzüberschreitendes operationelles Hochwasservorhersagesystem im Einzugsgebiet der Oder. Bonn. (= Schriftenreihe des DKKV, Nr. 23).
- GRÜNREICH, D. (1994): Verarbeitung von Fachgeometrien auf ATKIS-Basis. Berlin. (= Texte Umweltbundesamt).
- (1998): Forschung zur kartographischen Modellierung. Ansätze, Ergebnisse, offene Probleme. In: LANDESVERMESSUNGSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1998): 83–93.
- GUELKE, L. (1981): Maps in Modern Geography. Geographical Perspectives on the New Cartography. In: Cartographica, 18/2. (= Cartographica Monograph 27).
- HAGGETT, P. (1991): Geographie. Eine moderne Synthese. 2. Auflage. Stuttgart.
- HAKE, G. (1988): Gedanken zu Form und Inhalt heutiger Karten. In: Kartographische Nachrichten, 38/2: 65–72.
- HAKE, G. und D. Grünreich (1994): Kartographie. 7. völlig neu bearbeitete Auflage. Berlin, New York.
- HAKE, G., D. Grünreich und L. Meng (2002): Kartographie. Visualisierung raum-zeitlicher Information. 8. vollständig neu bearbeitete und erweiterte Auflage. Berlin, New York.
- HARBECK, R. (1988): Das Informationssystem ATKIS – Digitale Basisdaten über die Struktur der Erdoberfläche. In: Zeitschrift für Vermessungswesen, 113/9–10: 476–481.
- (Hrsg.) (1994a): Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung. Vorträge anlässlich des AdV-Symposiums am 15. und 16. Juni 1994 im Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen, Bonn-Bad Godesberg. Bonn.
- (1994b): Überblick über Konzeption, Aufbau und Datenangebot des Geoinformationssystems ATKIS. In: HARBECK, R. (Hrsg.) (1994a): 13–32.
- (1995): Überblick über Konzeption, Aufbau und Datenangebot des Geoinformationssystems ATKIS. In: KOPHSTAHL, E. und H. Sellge (Hrsg.) (1995): 19–37.
- (1996): Das Geoinformationssystem ATKIS auf dem Wege der Realisierung. In: MAYER, F. und K. Kriz (Hrsg.) (1996): 75–82.

- HARBECK, R. (2001): Datenbasis für Geoanwendungen. Zum Stand des Geoinformationssystems ATKIS aus Sicht der AdV. In: *GeoBIT*, 6/2: 24–26.
- HERDEG, E. und S. Urbanke (1998): Ableitung einer Digitalen Topographischen Grundkarte. In: LANDESMESSUNGSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (1998): 95–103.
- HERRMANN, S. und M. Tinz (2002): Operationelle Überschwemmungsvorhersage mittels GIS-Modellkoppelung. Einsatzmöglichkeiten für Hochwasserrisiko-Management, Versicherungswirtschaft und Landnutzungsplanung. In: *GIS*, 14/6: 8–14.
- HÖVEL, M. und R. L. Herrmanns (2002): Datenkataloge Naturkatastrophen: DKKV-Internetdatenbanken zu Forschung und Projekten der Katastrophenprävention. In: TETZLAFF, G., T. Trautmann und K. S. Radtke (2002): 1–4.
- HOLWEG, D. und U. Jasnoch (2003): GIS-Unterstützung im Katastrophen- und Notfallmanagement. In: DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KARTOGRAPHIE (Hrsg.) (2003): 133–140.
- HOPF, C. (2003): Qualitative Interviews – ein Überblick. In: FLICK, U., E. von Kardorff und I. Steinke (Hrsg.) (2003): 349–360.
- ILLERT, A. (1995): Aspekte der Zusammenführung digitaler Datensätze unterschiedlicher Quellen. In: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen. Reihe I. 1995/113: 105–115.
- IMHOF, E. (1965): Kartographische Geländedarstellung. Berlin, New York.
- (1972): Thematische Kartographie. Berlin, New York. (= Lehrbuch der Allgemeinen Geographie. Band 10)
- INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE DER UNIVERSITÄT DRESDEN und Institut für Geographie der Universität Bratislava (Hrsg.) (1994): Kartensemiotik. Internationales Korrespondenz-Seminar ‚Aktuelle Probleme der Kartensemiotik‘. Dresden. Heft 5.
- ISSING, L. L., H. D. Mickasch und J. Haack (Hrsg.) (1986): Blickbewegung und Bildverarbeitung. Frankfurt a. M. (= Europäische Hochschulschriften, Reihe 6, Psychologie, Band 186)
- JÄGER, E. (1995): Kartographische Präsentation aus ATKIS. In: KOPHSTAHL, E. und H. Sellge (Hrsg.) (1995): 231–241.
- (1996): Varianten zur Integration kartographischer Informationen in ATKIS. In: Nachrichten aus dem Karten- und Vermessungswesen. Reihe I. 1996/115: 79–92.
- KANIZSA, G. (1976): Subjective Contours. In: *Scientific American*. April 1976/234: 48–52.
- KEATES, J. S. (1995): *Understanding Maps*. 2. Auflage. Harlow.
- KOHLER, E. und R. Hafeneder (2002): Künftige Aufgaben des Militärgeographischen Dienstes. In: *Vermessung Brandenburg*, 1/2002: 9–19.
- KOLÁČNY, A. (1969): Cartographic Information – a Fundamental Concept and Term in Modern Cartography. In: *The Cartographic Journal*, 6/1: 47–49.
- KOPHSTAHL, E. und H. Sellge (Hrsg.) (1995): Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung. Vorträge anlässlich des 2. AdV-Symposiums ATKIS am 27. und 28. Juni 1995 in Hannover. Hannover.
- KOWALSKI-TRAKOFER, K. M., C. Vaught und T. Scharf (2003): Judgment and decision making under stress: an overview for emergency managers. In: *International Journal Emergency Management*, 1/3: 278–289.
- LAMNEK, S. (1989): *Qualitative Sozialforschung*. München.
- LANDESUMWELTAMT BRANDENBURG (Hrsg.) (1998): Das Sommerhochwasser an der Oder 1997. Fachbeiträge anlässlich der Brandenburger Ökologietage II. Potsdam.

- LANDESVERMESSUNG UND GEOBASISINFORMATION NIEDERSACHSEN (2001): DIKE – Digitale Karten amtliche Karten für Einsatzleitungen von BOS. (Produktbeschreibung)
- LANDESVERMESSUNGSAMT BADEN-WÜRTTEMBERG (Hrsg.) (1998): Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung. Vorträge anlässlich des 4. Adv-Symposiums am 26. und 27. Oktober 1998 in Fellbach. Stuttgart.
- LANDESVERMESSUNGSAMT BRANDENBURG (1998): ATKIS-Objektartenkatalog für das DLM 25/2 der Länder Brandenburg und Berlin. Potsdam.
- (2000): Geobasisdaten in Vektor- und Rasterform. Potsdam. (Informationsbroschüre)
- LANDESVERMESSUNGSAMT RHEINLAND-PFALZ (Hrsg.) (1996): Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung. Vorträge anlässlich des 3. Adv-Symposiums ATKIS am 29. und 30. Oktober 1996 in Koblenz. Koblenz.
- LANGE, N. de (2002): Geoinformatik in Theorie und Praxis. Heidelberg, Berlin.
- LEIBNIZ-INSTITUT FÜR LÄNDERKUNDE (Hrsg.) (2003): Klima, Pflanzen- und Tierwelt. Heidelberg, Berlin. (= Nationalatlas Bundesrepublik Deutschland, Band 3)
- LESER, H. (Hrsg.) (1998): Wörterbuch Allgemeine Geographie. 10. Auflage. München, Braunschweig.
- LEXIKON DER PSYCHOLOGIE (2000): Band 1 A–E. Heidelberg, Berlin.
- LEXIKON DER PSYCHOLOGIE (2001): Band 2 F–L. Heidelberg, Berlin.
- LONGLEY, P. A., M. F. Goodchild, D. J. Maguire und D. W. Rhind (Hrsg.) (1999): Geographical Information Systems. Management Issues and Applications. Band 2. 2. Auflage. New York, Chichester, Weinheim.
- MAC EACHREN, A. M. (1994): Visualization in Modern Cartography. Setting the Agenda. In: MAC EACHREN, A. M. und D. R. F. Taylor (Hrsg.) (1994): 1–12.
- (1995): How Maps Work: Representation, Visualization, and Design. New York, London.
- MAC EACHREN, A. und M.-J. Kraak (2001): Research Challenges in Geovisualization. In: Cartography and Geographic Information Science. 28/1: 1–11.
- MAC EACHREN, A. M. und D. R. F. Taylor (Hrsg.) (1994): Visualization in Modern Cartography. Oxford. (= Modern Cartography, Band 2).
- MALIC, B. (1998): Physiologische und technische Aspekte kartographischer Bildschirmvisualisierung. Bonn. (= Schriftenreihe des Instituts für Kartographie und Topographie der Universität Bonn)
- MAYER, F. (Hrsg.) (1992): Schulkartographie. Beiträge zum Wiener Symposium 1992. (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 5)
- MAYER, F. und K. Kriz (Hrsg.) (1996): Kartographie im multimedialen Umfeld. 5. Wiener Symposium. Wien. (= Wiener Schriften zur Geographie und Kartographie, Band 8)
- MEDYCKYI-SCOTT, D. und C. Board (1991): Cognitive Cartography: A New Heart for a Lost Soul. In: MULLER, J. C. (Hrsg.) (1991): 201–230.
- MENG, L. und D. Töllner (2004): Ein Reserve-Engineering-Ansatz zur Generalisierung topographischer Daten. In: Kartographische Nachrichten, 54/4: 159–163.
- MERZ, B. und J. Friedrich (2002): Deutsches Forschungsnetz Naturkatastrophen. In: TETZLAFF, G., T. Trautmann und K. S. Radtke (Hrsg.) (2002): 267–268.
- METZGER, W. (1975): Gesetze des Sehen. Die Lehre vom Sehen der Formen und Dinge des Raumes und der Bewegung. 3. völlig neu bearbeitete Auflage. Frankfurt a. M.
- MEUSER, M. und U. Nagel (1991): ExpertInneninterviews – vielfach erprobt, wenig bedacht. Ein Beitrag zur qualitativen Methodendiskussion. In: GARZ, D. und K. Kraimer (Hrsg.) (1991): 441–471.
- MILDENBERGER, O. (1990): Informationstheorie und Codierung. Braunschweig, Wiesbaden.

- MINISTERIUM DES INNEREN DES LANDES BRANDENBURG (Hrsg.) (o. J.): Hochwasserkatastrophe Juli/August 1997 an der Oder. Erfahrungsbericht des Ministeriums des Inneren des Landes Brandenburg. Potsdam.
- (1994): Vorhaben Digitale Karte. In: Amtsblatt für Brandenburg, Nr. 64 vom 14.09.1994: 1365–1368.
- (2003): Jahresbericht 2002 Brand- und Katastrophenschutz. Potsdam.
- (2004): GIS-Empfehlungen. Empfehlungen für die Software und den Datenaustausch beim Einsatz von Geoinformationssystemen in der brandenburgischen Landesverwaltung. (Stand Juli 2001). <http://www.mi.brandenburg.de> (Zugriff: 27.07.2004)
- MONMONIER, M. (1996): Graphik Narratives for Emergency Mapping. In: MAYER, F. und K. Kriz (Hrsg.) (1996): 186–190.
- (1998): Cartographies of Danger: Mapping Hazards in America. Chicago, London.
- MONTELLO, D. R. (2002): Cognitive Map-design Research in the Twentieth Century: Theoretical and Empirical Approaches. In: Cartography and Geographic Information Science, 29/3: 283–304.
- MORRIS, C. (1972): Grundlagen der Zeichentheorie. München.
- MUEHRCKE, P. C. und J. O. Muehrcke (1998): Map Use. Reading, Analysis, and Interpretation. 4. Auflage. Madison.
- MULLER, J. C. (Hrsg.) (1991): Advances in Cartography. London, New York.
- MÜLLER, J.-C., H. Scharlach und M. Jäger (2001): Der Weg zu einer akustischen Kartographie. In: Kartographische Nachrichten, 51/1: 26–40.
- MÜNCHENER RÜCKVERSICHERUNGS-GESELLSCHAFT (1997): Überschwemmung und Versicherung. München.
- (1998): Weltkarte der Naturgefahren. München
- (2003): Topics. Jahresrückblick Naturkatastrophen 2002. München.
- NEISSER, U. (1967): Cognitive psychology. New York.
- (1996): Kognition und Wirklichkeit. 2. Auflage. Stuttgart.
- NEUPERT, A. (2000): Entwicklungsstrategien zur Herausgabe von topographischen Landeskartenwerken in Brandenburg. In: Kartographische Nachrichten, 50/2: 53–61.
- NÖTH, W. (1994): Allgemeine Semiotik und Kartensemiotik. In: INSTITUT FÜR KARTOGRAPHIE DER UNIVERSITÄT DRESDEN und Institut für Geographie der Universität Bratislava (Hrsg.) (1994): 7–21.
- (2000): Handbuch der Semiotik. 2. Auflage. Stuttgart.
- OGRISSEK, R. (1987): Theoretische Kartographie. Gotha. (= Studienbücherei Kartographie, Band 1).
- ÖSTERREICHISCHE GEOGRAPHISCHE GESELLSCHAFT (Hrsg.) (1970): Grundsatzfragen der Kartographie. Wien.
- PETERSON, M. P. (1984): Mentale Bilder in der kartographischen Kommunikation. In: Kartographische Nachrichten, 34/6: 201–206.
- (1994): Cognitive Issues in Cartographic Visualization. In: MACEachren, A.M. und D. R. F. Taylor (Hrsg.) (1994): 27–43.
- PLATE, E. J. und B. Merz (Hrsg.) (2001): Naturkatastrophen. Ursachen – Auswirkungen – Vorsorge. Stuttgart.
- PLATE, E. J., B. Merz und C. Eikenberg (2001): Naturkatastrophen: Herausforderung an Wissenschaft und Gesellschaft. In: PLATE, E. J. und B. Merz (Hrsg.) (2001): 1–45.
- PÖSCHKE, K.-H. (2004): GIS-Datenerfassung für den Hochwasserschutz. In: Kartographische Nachrichten, 54/2: 80–83.
- ROBINSON, A. H. (1985): The Look of Maps. An Examination of Cartographic Design. 3. Druck. Madison.

- ROBINSON, A. H. und B. Bartz Petchenik (1976): *The Nature of Maps. Essays toward Understanding Maps and Mapping*. Chicago, London.
- SCHOTT, L. und M. Ritter (1991): *Feuerwehr Grundlehrgang FwDv 2/2*.
- SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR KARTOGRAPHIE (Hrsg.) (1996): *Kartographie im Umbruch – neue Herausforderungen, neue Technologien. Beiträge zum Kartographiekongress Interlaken 1996*. (= Kartographische Publikationsreihe, Nr. 14)
- SEYFERT, E. (2000): Einsatz photogrammetrischer Aufnahmeverfahren beim weiteren Aufbau von ATKIS. In: *Vermessung Brandenburg*. 2000/1: 22–30.
- SIEMER, J., A. Pfaff und H. Asche (2001): Geoinformationssysteme zur Bekämpfung, Frühwarnung und Prävention von Naturgefahren. In: *Kartographische Nachrichten*, 51/2: 77–82.
- SPIESS, E. (1970): Eigenschaften von Kombinationen graphischer Variablen. In: *ÖSTERREICHISCHE GEOGRAPHISCHE GESELLSCHAFT (Hrsg.) (1970): 279–293*.
- (1971): Wirksame Basiskarten für thematische Karten. In: *ARNBERGER E. und F. Aurada (Hrsg.) (1971): 224–238*.
- (1996): Attraktive Karten – ein Plädoyer für gute Kartographie. In: *SCHWEIZERISCHE GESELLSCHAFT FÜR KARTOGRAPHIE (Hrsg.) (1996): 56–69*.
- TETZLAFF, G., T. Trautmann und K. S. Radtke (2002): *Extreme Naturereignisse. Folgen – Vorsorge – Werkzeuge*. Zweites Forum Katastrophenvorsorge, 24.–26. September in Leipzig. Bonn, Leipzig.
- THISSEN, F. (2000): *Screen Design*. Berlin.
- TOLMAN, E. C. (1948): Cognitive maps in rats and men. In: *Psychological Review*. 55: 189–208.
- TUFTE, E. R. (2001): *Envisioning Information*. 8. Druck. Cheshire.
- UNITED NATIONS DEPARTMENT OF HUMANITARIAN AFFAIRS (1992): *Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster Management*. Genf.
- VANECEK, E. (1980): *Experimentelle Beiträge zur Wahrnehmbarkeit kartographischer Signaturen*. Wien.
- (1992): Eigenheiten der visuellen Wahrnehmung in der Signatureninterpretation. In: *MAYER, F. (Hrsg.) (1992): 324–337*.
- VICKUS, G. (1994): *Digitale topographische und kartographische Modelle sowie Entwicklung ihrer Überführungsstrukturen am Beispiel von ATKIS*. Bonn.
- (1995): Weiterentwicklung der kartographischen Modellbildung in ATKIS. In: *Kartographische Nachrichten*, 45/2: 50–57.
- WEIBEL, R. (2004): Modellgeneralisierung und kartographische Generalisierung – Stand und Entwicklung. In: *Kartographische Nachrichten*, 54/4: 150–152.
- WENNER, A. (1987): Evaluierung der Wahrnehmbarkeit von Regionalen Raumordnungsplänen mit Hilfe einer Augenbewegungs-Kamera. In: *AKADEMIE FÜR RAUMFORSCHUNG UND LANDESPLANUNG (Hrsg.) (1987): 39–52*.
- WILFERT, I. (1998): *Internet und Kartographie. 40 Jahre Kartographieausbildung an der TU Dresden 1957–1997: 51–61*. (= Kartographische Bausteine, Band 14)
- WILHELMY, H. (2002): *Kartographie in Stichworten*. 7. Auflage. Unterägeri.
- WODTKE, K.-P. (1997): Kartographische Ausgaben aus dem ATKIS–DLM 25. Von der Präsentationsgraphik zur Digitalen Topographischen Karte. In: *DEUTSCHE GESELLSCHAFT FÜR KARTOGRAPHIE (Hrsg.) (1997): 58–70*.
- WOOD, M. (2003): Some Personal Reflections on Change ... The Past and Future of Cartography. In: *The Cartographic Journal*, 40/2: 111–115.

2 Experteninterviews

Fachinhalte eines Hochwasserschutz-Informationssystems:

Frau GIERK (Landesumweltamt Brandenburg, Abt. Wasserwirtschaft u. Gewässerschutz, Potsdam) am 29.09.1999

Herr GOERTH (Amt für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree, Beeskow) am 13.10.1999

Herr THIEDT (Ministerium des Inneren des Landes Brandenburg, Potsdam) am 27.09.1999

Beurteilung der Karten in HOWIS:

Frau RAUPACH (Landesumweltamt Brandenburg, Referat Ö5: Hochwasserschutz, Wasserbau, Baudienststelle, Potsdam) am 22.09.2004

Herr FRIEDRICH (Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Halle/Saale) am 27.09.2004

Herr SEIFERT (Umweltamt der Stadt Dresden, Abteilung Kommunaler Umweltschutz, Dresden) am 27.09.2004

Herr GOERTH (Amt für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree, Beeskow) am 29.09.2004

3 Mündliche bzw. schriftliche Mitteilungen

Dr. SEYFERT (Landesvermessung und Geobasisinformation Brandenburg, Potsdam) am 21.03.2003: Mündliche Informationen zur Bereitstellung von aktuellem Kartenmaterial durch das LVA Brandenburg während des Oder-Hochwassers 1997.

Herr THOMAS (Niedersächsisches Innenministerium) am 18.02.1999: Schriftliche Informationen zu Entstehung und Einsatz der ‚Waldbrandeinsatzkarte‘ (M745-WBEK) im Bundesland Niedersachsen.

Anhang

Objektarten des ATKIS-DLM25

2000 Siedlung

2100 Baulich geprägte Flächen

Ortslage
Wohnbaufläche
Industrie- und Gewerbefläche
Fläche gemischter Nutzung
Fläche bes. funktionaler Prägung
Bergbaubetrieb
Deponie
Raffinerie
Werft*
Kraftwerk
Umspannstation
Förderanlage*
Kläranlage, -werk
Ausstellungs-, Messegelände*
Gärtnerei*
Heizwerk
Wasserwerk
Abfallbehandlungsanlage

2200 Siedlungsfreiflächen

Sportanlage
Freizeitanlage
Freilichtanlage
Freilichttheater*
Freilichtmuseum*
Friedhof
Stadion*
Sportplatz*
Schießstand*
Schwimmbad, Freibad*
Zoo*
Freizeit-, Safaripark,
Wildgehege*
Grünanlage
Campingplatz
Autokino, Freilichtkino*
Golfplatz*

2300 Bauwerke und sonstige Einrichtungen

Tagebau u. a.
Halde, Aufschüttung
Rieselfeld
Gradierwerk*
Vorratsbehälter, Speicherbauwerk**
Absetzbecken u. a.
Gebäude**
Turm*
Schornstein, Schlot, Esse*
Brunnen*
Hochofen**
Dock*
Kran**
Pumpe, Pumpstelle**
Windrad*
Schwimmbecken*
Sprungschanze*
Mauer**

3000 Verkehr

3100 Straßenverkehr

Straße
Weg
Platz
Straße (komplex)
Straßenkörper
Fahrbahn

3200 Schienenverkehr

Schienenbahn
Seilbahn, Schwebbahn*
Schienenbahn (komplex)
Bahnkörper
Bahnstrecke

3300 Flugverkehr

Flughafen
Flugplatz, Landeplatz
Rollbahn*
Vorfeld*

3400 Schiffsverkehr

Hafen*
Hafenbecken
Schiffahrtlinie

3500 Anlagen und Bauwerke für Verkehr, Transport und Kommunikation

Bahnhofsanlage
Raststätte
Verkehrsknoten*
Grenzübergang, Zollanlage*
Anlegestelle, Anleger
Tunnel
Brücke, Überführung,
Unterführung
Kilometrierungspunkt u. a.**
Schifffahrtszeichen*
Freileitung
Rohrleitung, Pipeline*
Mast
Radioteleskop*

4000 Vegetation

4100 Vegetationsflächen

Ackerland
Grünland
Gartenland
Heide
Moor, Moos
Sumpf, Ried
Wald, Forst
Gehölz
Sonderkultur
Brachland
Nasser Boden*
Vegetationslose Fläche
Schneise**
Fläche, zur Zeit unbestimmbar

4200 Bäume und Büsche

Baum*
Baumreihe*
Hecke, Knick*

5000 Gewässer

5100 Gewässerflächen

Strom, Fluss, Bach
Kanal (Schifffahrt)
Graben
Priel*
Quelle
Meer
Binnensee u. a.
Watt
Veränderliches Ufer**

5200 Besondere Objekte in Gewässern

Sandbank*
Stromschnelle*
Wasserfall*

5300 Einrichtungen und Bauwerke an Gewässern

Durchlass*
Talsperre, Wehr
Schleuse
Schleusenkammer*
Pegel*
Uferbefestigung*

6000 Relief

6100 Digitales Geländemodell

6200 Besondere Geländeoberflächenformen

Damm, Wall, Deich*

7000 Gebiete

7100 Verwaltungsgebiete

Verwaltungseinheit

7200 Geographische Gebietseinheiten

Insel
Grenze

7300 Schutzgebiete

Nationalpark*
Naturschutzgebiet*
Landschaftsschutzgebiet**
Naturpark**
Wasserschutzgebiet u. a.**

7400 Gefahrenggebiete, sonstige Sperrgebiete

Truppenübungsplatz u. a.*
Überschwemmungsgebiet**
Ehem. militärisches Sperrgebiet**

DLM25/1, * DLM25/2, **DLM25/2 Brandenburg

Auszug aus dem ATKIS-Objektartenkatalog Berlin-Brandenburg (Stand 01.10.1997, letzte Änderungen 01.03.2003)
Objektbereich Siedlung, Objektarten 2101 (Ortslage) bis 2112 (Industrie- und Gewerbefläche)

ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK) Teil D1: ATKIS-OK 25		Seite 2.E	Blatt 1 (1)	Stand: 01.03.2003
Nr. 2000	Objektbereich Siedlung	Ergänzungen zu: Regeln für die Objekt- und Objektteilbildung		
<p>1. Erfassungskriterium</p> <p>1.1 Erfassungsumfang</p> <p>Grundsätzlich werden die Objektarten 2111 bis 2114 der Objektgruppe 'Baulich geprägte Flächen' unabhängig von ihrer Größe erfasst. Als baulich geprägte Flächen gelten auch einzeln stehende Wohngrundstücke, Anwesen, Betriebe und ähnliche bewohnte oder von Menschen regelmäßig genutzte Einrichtungen außerhalb von Ortslagen. Nicht zu den genannten Objektarten gehören Flächen, die von untergeordneten Gebäuden geprägt sind wie Schuppen und Scheunen in freier Feldlage, nicht regelmäßig bewohnte Jagdhütten und Wochenendhäuser außerhalb von Ferienhausgebieten, Gartenhäuser in Kleingartenanlagen, Kassenhäuschen und Umkleidekabinen in Sportanlagen, Friedhofsgebäude u. dgl. Hausgärten werden den baulich geprägten Flächen zugeordnet, so weit sie nicht gewerblich genutzt werden.</p> <p>Jede baulich geprägte Fläche ist einer der Objektarten 2111 bis 2114 zuzuordnen. Das gilt auch dann, wenn ein Objekt aus der Reihe der Objektarten 2121 bis 2135 erfasst werden soll. In diesem Fall überlagert ein solches Objekt stets ein Objekt der Objektarten 2111 bis 2114. Bei allein stehenden Objekten der Objektarten 2121 bis 2135 außerhalb von Objekten der Objektarten 2111 bis 2114 wird immer die Objektart 2112 unterlegt.</p> <p>1.2 Abgrenzung der baulich geprägten Flächen</p> <p>Maßgebend für die Zuordnung von baulich geprägten Flächen zu den Objektarten ist die tatsächliche Funktion, nicht die evtl. davon abweichende vorgesehene Funktion der Bauleitplanung. Innerhalb von baulich geprägten Flächen werden die Objekte nur dann nach den o.g. Objektarten unterschieden und gegeneinander abgegrenzt, wenn die Mindestgröße von 1 ha überschritten wird, es sei denn, beim Erfassungskriterium ist eine geringere Schranke angegeben. Kleinere Flächen einer Objektart werden einer der angrenzenden Flächen zugeschlagen, deren Merkmale im Hinblick auf die Objektart vergleichsweise ähnlich sind. So ist ein Wohnbaugebiet eher einem Mischgebiet zuzuordnen als einem Industriegebiet oder einem Gebiet besonderer funktionaler Prägung. Dagegen dürfen baulich geprägte Flächen keinesfalls den Objekten der Objektgruppe 'Vegetationsfläche' zugeschlagen werden.</p> <p>1.3 Abgrenzung von Teilflächen innerhalb einer Objektart</p> <p>Änderung von Attributen werden analog zu 1.2 nur dann berücksichtigt, wenn dadurch Objektteile entstehen, deren Flächen über die angegebenen Mindestgrößen hinausgehen.</p>				

ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK)		Seite	Blatt	Stand:
Teil D1: ATKIS-OK 25		20.0	1 (1)	01.10.1997
Nr.	Objektbereich			
2000	Siedlung			
Gliederung nach Objektgruppen				
Nr.	Objektgruppe	Seite		
2100	Baulich geprägte Flächen	21.0		
2200	Siedlungsfreiflächen	22.0		
2300	Bauwerke und sonstige Einrichtungen	23.0		



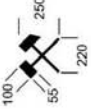
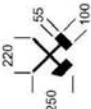

ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK)		Seite	Blatt	Stand:
Teil D1: ATKIS-OK 25		21.0	1 (1)	01.10.1997
Nr.	Objektbereich	Nr.	Objektgruppe	
2000	Siedlung	2100	Baulich geprägte Flächen	
Gliederung nach Objektarten				
Nr.	Objektart			Seite
2101	Ortslage			21.1
2111	Wohnbaufläche			21.2
2112	Industrie- und Gewerbefläche			21.3
2113	Fläche gemischter Nutzung			21.4
2114	Fläche besonderer funktionaler Prägung			21.5
2121	Bergbaubetrieb			21.6
2122	Deponie			21.7
2123	Raffinerie			21.8
2124	Werft			21.9
2126	Kraftwerk			21.11
2127	Umspannstation			21.12
2128	Förderanlage			21.13
2129	Kläranlage, Klärwerk			21.14
2131	Ausstellungsgelände, Messegelände			21.16
2132	Gärtnerei			21.17
2133	Heizwerk			21.18
2134	Wasserwerk			21.19
2135	Abfallbehandlungsanlage			21.20

ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK) Teil D1: ATKIS-OK 25		Seite 21.1	Blatt 1(1)	Stand: 01.03.2003
Nr. 2000	Objektbereich Siedlung	Nr. 2100	Objektgruppe Baulich geprägte Flächen	
Nr. 2101	Objektart Ortslage	Nr. 2101		
<i>Allgemeine Angaben zur Objektart</i>				
<p>Definition: Eine im Zusammenhang bebaute Fläche mit einer Ausdehnung von mindestens etwa 10 ha oder 10 Anwesen.</p> <p>Ortslage enthält neben 'Wohnbau-', 'Industrie- und Gewerbefläche', 'Fläche gemischter Nutzung', 'Fläche besonderer funktionaler Prägung' auch die dazu in einem engen räumlichen und funktionalen Zusammenhang stehenden Flächen des Verkehrs, der Gewässer, der Flächen, die von 'Bauwerke und sonstige Einrichtungen' für Erholung, Sport- und Freizeit sowie von 'Vegetationsfläche' belegt sind.</p> <p>Die Grenze der Ortslage zur Feldlage oder zu Waldflächen wird in der Regel durch die Grenzen der bebauten Grundstücke unter Einbeziehung der Hofraumflächen und Hausgärten gebildet. Der Umring bildet einen geschlossenen Linienzug. Die Ortslage kann Objekte des Objektbereichs Vegetation als Inseln umschließen.</p> <p>Bei Vergabe des Namens (GN) ist streng nach einer Hierarchie zu verfahren. Es wird jeweils der Name der höchsten zutreffenden Hierarchiestufe (Gemeinde, Gemeindeteil, Wohnplatz) vergeben.</p> <p>Erfassungskriterium: vollzählig</p> <p>Objekttyp: flächenförmig</p> <p>Besondere Objekt- und Objektteilbildungsregeln: Ein neues Objekt ist zu bilden, wenn die Ortslage einer Gemeinde unmittelbar in die Ortslage einer benachbarten Gemeinde übergeht.</p>				
<hr/>				
<i>Name</i>				
GN Geographischer Name				
---- amtlicher Name, Eigenname				














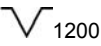
ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK)		Seite 21.2	Blatt 1 (1)	Stand: 01.10.1997
Teil D1: ATKIS-OK 25				
Nr. 2000	Objektbereich Siedlung	Nr. 2100	Objektgruppe Baulich geprägte Flächen	
Nr. 2111	Objektart Wohnbaufläche			Nr. 2111
<i>Allgemeine Angaben zur Objektart</i>				
Definition:				
Eine baulich geprägte Fläche, die ausschließlich oder vorwiegend dem Wohnen dient. Neben den Wohngebäuden sind z.B. anzutreffen: der Versorgung der Fläche dienende Läden, nicht störende Handwerksbetriebe, Einrichtungen für kirchliche, kulturelle, soziale und gesundheitliche Zwecke.				
Die Grenze zwischen einer Wohnbaufläche und benachbarten Flächen wird in der Regel durch die Grenzen der bebauten Grundstücke unter Einbeziehung der Hofraumflächen und der Hausgärten gebildet.				
Erfassungskriterium:				
- vollzählig				
Objekttyp:				
flächenförmig				
Besondere Objekt- und Objektteilbildungsregeln:				
keine				
<hr/>				
<i>Attribute der Kategorie 1</i>				
<i>BEB</i> <i>Offene Bebauung</i>				
1000 <i>offen</i>				
9997 <i>Attribut trifft nicht zu</i>				


ATKIS-Objektartenkatalog (ATKIS-OK) Teil D1: ATKIS-OK 25		Seite 21.3	Blatt 1 (1)	Stand: 20.02.2002
Nr. 2000	Objektbereich Siedlung	Nr. 2100	Objektgruppe Baulich geprägte Flächen	
Nr. 2112	Objektart Industrie- und Gewerbefläche			Nr. 2112
<i>Allgemeine Angaben zur Objektart</i>				
<p>Definition: Eine baulich geprägte Fläche, die ausschließlich oder vorwiegend der Unterbringung von Gewerbe- und Industriebetrieben dient. Dazu zählen z.B. auch Einkaufszentren, Lager/Depots, großflächige Handelsbetriebe, Versorgungs- und Entsorgungsbetriebe, Messeeinrichtungen.</p> <p>Die Grenze zwischen einer Industrie- und Gewerbefläche und benachbarten Flächen wird in der Regel durch die Grenzen der bebauten Grundstücke unter Einbeziehung der Hofraumflächen gebildet.</p> <p>Erfassungskriterium: vollzählig</p> <p>Objekttyp: flächenförmig</p> <p>Besondere Objekt- und Objektteilbildungsregeln: keine</p>				
<hr/>				
<i>Attribute der Kategorie 1</i>				
<i>FKT</i>	<i>Funktion</i>			
1101	Industrie und Gewerbe			
1104	Einkaufszentren			
1105	Lager			
1106	Handel und Dienstleistungen			
1213	Versorgung			
1214	Entsorgung			
1515	Kommunikation			
9999	sonstige			



Auszug aus dem ATKIS-Signaturenkatalog der DTK10, Teil B, Objektbereich Siedlung (LVA BRANDENBURG 2001)

ATKIS-Signaturenkatalog 1:10 000 (ATKIS-SK 10), Teil B: Signaturen						Stand: 01.02.2001	Seite 2.1 (von 16)
SN	Bedeutung	Signaturdarstellung		maßstäblich	Farbgebung		
		vergrößert (Maße in 1/100 mm)	Linie/Signatur		Fläche/Decker	Zusätze, Hinweise, Bemerkungen	
2010	Wohnbaufläche, Fläche gemischter Nutzung, Fläche besonderer funktionaler Prägung		--		wohnflächen- hellrot		
2040	Industrie- und Gewerbefläche, Bergbaubetrieb; Deponie; Raffinerie; Wärf; Lager, Depot; Kraftwerk; Umspannstation; Förderanlage; Kläranlage; Kläranlage; Fabrikanlage, Werksanlage; Ausstellungsgebiete, Messegebiete; Gärtnerei; Heizwerk; Wasserwerk; Abfallbehandlungsanlage (Fläche)		--		industrie- flächengrau		
2070	Bergbaubetrieb (in Betrieb) (Einzelsignatur)			✖	schwarz	Orientierung nach geographisch Nord. Koordinatenbezug: In Kombination mit SN 2040.	
2080	Bergbaubetrieb (außer Betrieb) (Einzelsignatur)			✘	schwarz	Orientierung nach geographisch Nord. Koordinatenbezug: In Kombination mit SN 2040.	
2100	Kraftwerk (Einzelsignatur)			⚡	schwarz	Orientierung nach geographisch Nord. Koordinatenbezug: In Kombination mit SN 2040.	

Einzelsignaturen der fünf Objektgruppen im Objektbereich ‚10.000 Katastrophenschutz‘

Objektgruppe/ Objektart	Fach-Attribute	Primärzeichen	Signatur	Farbwert
<i>Infrastruktur</i> Straßenkilometrie- rung	-	-	 156	85/255/205
Evakuierungsstrecke	Name, Besonderheiten	-		85/255/205 + 0/0/175
Wendeplatz, Aus- weichstelle	Besonderheiten	-		85/255/205 + 255/255/255
Brücke, Überfüh- rung, Tunnel	Max. Durchfahrtshöhe, Breite, Tonnage	Verkehrszeichen		85/255/205 + 255/255/255
Fährverbindung	-	-		85/255/205
Durchschnittl. Baumhöhe	-	-		85/255/205
Technische Einsatzleitung	Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Befehlsstelle		85/255/205 + 0/0/0
Materiallagerstelle	Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gebiet, Fläche		85/255/205 + 255/255/255
Kiesentnahmestelle	Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gebiet, Fläche		85/255/205 + 255/255/255
Sammel- oder Not- unterkunft	Kapazität, Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gebäude		85/255/205 + 0/0/0
Krankenhaus	Kapazität, Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gebäude		85/255/205 + 255/255/255
<i>Besonders schüt- zenswerte Einrich- tungen/Gebiete</i> Hauptversorgungs- leitung/ Schaltkas- ten	Kontaktinformation	-		0/0/0
Schule	Art der Einrichtung, Anzahl der Personen, Kontakt- information	taktisches Zeichen für Gebäude		255/255/255 + 0/0/0
Größere Tier- bzw. Viehbestände	Art, Anzahl Kontakt- Information	taktisches Zeichen für Veterinär- dienst		0/0/0

Objektgruppe/ Objektart	Fach-Attribute	Primärzeichen	Signatur	Farbwert
<i>Noch Besonders schützenswerte Einrichtungen/Gebiete</i> Trinkwasserschutzgebiet	-	-		0/0/0
<i>Gewässer</i> Gewässerkilometrierung	-	-		175/255/220
Festgesetztes Überschwemmungsgebiet	-	Fachzeichen		175/255/220
Polder	Art	Fachzeichen		175/255/220
<i>Hochwasserschutz</i> Deich	Höhe, Erneuerungsjahr	-		0/255/255
Notdeich				
Deichkilometrierung	-	-		0/255/255
Zufahrtsweg zum Deich, Deichverteidigungsweg	Name, Besonderheiten	-		10/100/255 + 0/0/175
Brücke	max. Durchfahrtshöhe, Breite, Tonnage	Verkehrszeichen		10/100/255 + 255/255/255
Deich(läufer)-abschnitt	Bezeichnung, Kontaktinformation	-	WA 21	0/255/255
Eiswachhaus	Lageinformation	taktisches Zeichen für Gebäude		0/255/255 + 0/0/0
Pegel	Art, Ableseparameter, Kontaktinformation	Fachzeichen		0/255/255 + 0/0/0
Wasserwirtschaftl. Anlage	Art, Kontaktinformation	-		0/255/255 + 0/0/0
Gefahrenstelle am Deich	Einengung des Hochwasserquerschnitts, Qualmstelle, Sickerstelle	Fachzeichen		0/255/255 + 0/0/0

Objektgruppe/ Objektart	Fach-Attribute	Primärzeichen	Signatur	Farbwert
<i>Gefahrenstoffe</i> Gefahrenschwer- punkt wie Gefahr- gutlagerstätte, Standort von Ölhei- zungen	Art, Kontaktinformation	taktisches Zeichen für Gefahr		30/255/255 + 0/0/0
ehemaliges militäri- sches Sperrgebiet	Kontaktinformation	-		30/255/255

Expertengespräche I – Fachspezifische Inhalte für HOWIS

Ergebnisprotokoll 1

Herr THIEDT, Ministerium des Inneren des Landes Brandenburg, Potsdam
geführt am 27.09.1999 (9.15–10.45)

Folgende Schlussfolgerungen lassen sich aus Sicht des Ministeriums des Inneren aus den Erfahrungen mit dem Hochwasser vom Sommer 1997 an der Oder ziehen:

- Kartenmaterial sollte ausreichend im Ministerium des Inneren, den Landkreise, den kreisfreien Städten und auch in den Ämtern (vor Ort) zur Verfügung stehen, alle verwendeten Karten sollten ein einheitliches Koordinatensystem, einheitliches Bezugssystem, einheitlichen Höhenbezug aufweisen.
- Größte Probleme ergaben sich im Sommer 1997 durch unterschiedliche Pegel/Höhenbezug, unterschiedliche Kilometrierungen (Deichkilometrierung, Flusskilometrierung, Grenzkilometrierung) und durch die Verwendung unterschiedlichen Kartenmaterials (Maßstäbe, Aktualität). Üblicherweise wird im Katastrophenschutz die Kartenserie M745 (vom MilGeo) mit UTM-Gitter im Maßstab 1:50 000 verwendet.

Inhalte, die zusätzlich zum Inhalt des Objektartenkatalogs DLM 25/2 erfasst werden sollten:

- Durchfahrtshöhen für Tunnel,
- Traglast von Brücken,
- durchschnittliche Wipfelhöhe von Wäldern/Forst (in M745 enthalten),
- durchschnittliche Gewässertiefe (bei größeren Gewässern, wichtig für Feuerwehreinsätze).

Feuerwehr Dienstvorschrift 100 - Führung und Leitung im Einsatz; Übernahme für den Katastrophenschutz ist geplant, im Anhang sind die üblicherweise verwendeten taktischen Zeichen aufgeführt. Die Verwendung ist allerdings nicht bundeseinheitlich geregelt (denn Katastrophenschutz ist Ländersache)

Nach Erfahrungen in anderen Bundesländern (z.B. Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen-Anhalt, Sachsen, Berlin) will Brandenburg zukünftig das Desastermanagement-System „DISMA“ verwenden. ATKIS-Daten sollen dabei die topographischen Grundlage bilden. DISMA wird vom TÜV Berlin-Brandenburg bearbeitet und vertrieben.

Der Kreis Barnim (Eberswalde) hat als erster Kreis sich dazu entschlossen; die ATKIS-Daten werden derzeit vom TÜV aufbereitet.

Ergebnisprotokoll 2

Frau GIERK, Landesumweltamt Brandenburg, Abt. Wasserwirtschaft u. Gewässerschutz, Potsdam, geführt am 29.09.1999 (9.00–10.00)

Folgende Inhalte sollten aus Sicht des LUA, Abt. Wasserwirtschaft, u. Gewässerschutz berücksichtigt werden:

- Deichanlagen, Deichparameter (Neigung, Querprofile, frühere Bruchstellen)
- Wasserbauwerke, Wehre, Deichöffnungen, Siele, Brücken
- Querprofile vom Gewässerbett

- Polder, Speicher, Überschwemmungsflächen (für 200jähriges HW als Grundlage)
- Industriestandorte
- alle Orte, die Havarien auslösen können
- Grenzkilometrierung, Deichkilometrierung, Flusskilometrierung
- Grenzübergänge, Grenzsäulen
- Relief

Allgemeine Inhalte aus Sicht des Katastrophenschutzes:

- einheitliches Koordinatensystem
- Infrastruktur mit Zusatzinformationen (zugelassene Tonnagen, Breite, Durchfahrtshöhe)
- Flugplätze
- Material- und Lagerstätten

Inhalte für GIS:

- frühere Deichbrüche, Böschungsrutschungen als Sachdatenbank hinterlegt

Im Katastrophenfall braucht man andere Karten als die bisher vorliegenden; es müssen andere Inhalte als für Planungen mit Geoinformationssystemen im Vorfeld dargestellt werden; folgende Karten werden zur Zeit im LUA verwendet:

- TK 10, um Überschwemmungsgebiete auszuweisen
- kleiner als 1: 10 000 für strategische Überlegungen

Polen will ein Hochwasserschutz-Informationssystem aufbauen, evtl. in Anlehnung an ATKIS; dabei ist ein 2 x 60 km breiter Korridor im Verlauf der Oder als Minimalziel anvisiert

Ergebnisprotokoll 3

Herr GOERTH, Sachgebietsleiter Katastrophenschutz, Amt für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree, Beeskow, geführt am 13.10.1999, (10.15–12.00)

Während des Hochwassers 1997 wurde vor Ort vor allem die TK10 eingesetzt, die TK50 (bzw. Serie M745) ist zu kleinmaßstäbig;

Ergänzungen aus Sicht des Katastrophenschutzes vor Ort zu den aufgeführten hochwasserspezifischen Inhalten (zum Teil ATKIS-Objekte) :

Siedlung

- Ortslage,
- Wohnbaufläche, Einzelgebäude,
- Industrie- und Gewerbeflächen,
- Gefahrenschwerpunkte wie *Erdölfördersonden, Ölheizungstanks, Lagerstätten von Gefahrstoffen,*
- *Tier- bzw. Viehbestände,*
- *hochwassergefährdete Kleingartenanlagen,*
- *Sirenenstandorte,*
- *Hauptversorgungsleitungen.*

Verkehr

- Straßen und Wege mit Angaben über Ausbauzustand, Breite, Gegenverkehr möglich/nicht möglich, Tonnage,
- *speziell festgelegte Zufahrtswege zum Deich mit Straßennamen,*
- Brücken mit Angaben über Durchfahrtshöhe, Belastbarkeit,
- Tunnel mit Angaben über Durchfahrtshöhe,
- Kilometrierung,
- Sammelplätze, *Materialzwischenlagerungsplätze,*
- Wendeplätze,
- Ausweichstellen,
- *Eisenbahnstrecken, evtl. besonders gefährdete Streckenabschnitte.*

Vegetation

- Brachland,
- durchschnittliche Wipfelhöhe im Wald.

Gewässer

- Gewässerbauten wie *Schleusen, Hafenanlagen, Liegestellen, Schöpfwerke, Siele*
- *Fährverbindungen,*
- *Angaben zur Durchfahrtshöhe von Brücken,*
- Gewässerkilometrierung,
- durchschnittliche Gewässertiefe.

Relief

- Deiche mit Angaben zur Höhe, *wünschenswert auch auf polnischer Seite,*
- Deichkilometrierung,
- einheitlicher Höhenbezug,
- möglichst genaues DHM.

Gebiete

- Schutzgebiete,
- Überschwemmungsgebiete,
- Polder,
- *natürliches Überschwemmungsgebiet,*
- *deichgeschütztes Gebiet.*

Sonstiges

- *Wachabschnitte der Deichläufer,*
- *Standorte der Technischen Einsatzleitung TEL,*
- *Haltepunkte für Ölsperren,*
- *Eiswachhäuser,*
- *Gefahrenstellen am Deich (Einengungen HW-Querschnitt, Sickerstellen, Qualmstellen).*

Herr Goerth signalisiert Bereitschaft, die nötigen Informationen über die Standorte, Daten der verschiedenen Inhalte zur Verfügung zu stellen, es gibt bereits eigene Überlegungen, Kartenskizzen zu einigen Inhalten.

Der Landkreis hat die Katastrophenmanagement-Software DISMA angeschafft (TÜV Berlin-Brandenburg).

Expertengespräche II– Beurteilung der Karten in HOWIS

Ergebnisprotokoll 4

Frau Raupach, Landesumweltamt Brandenburg, Referat Ö5: Hochwasserschutz, Wasserbau, Baudienststelle, Potsdam, geführt am 22.09.2004 (10.00–11.30)

Gesamtbeurteilung der Bildschirmkarten (Präsentation Basiskarte + Fachinhalte):

- Maßstabswahl
 - Die gewählten Maßstäbe 1:10.000, 1:25.000, 1:50.000 eignen sich für den Einsatz im Hochwasserschutz; vor allem der Maßstab 1:10.000 ist wichtig für den Bereich der Planung.
- Spontane Wahrnehmung und Beurteilung
 - Variante a
 - Lesbarkeit: Fachinhalte relativ schlecht erkennbar
 - Farbgebung: zu bunt, um Fachinhalte schnell und gut zu erkennen; Farbwahl für Deich und die damit verbundenen Informationen ungünstig, da üblicherweise rot verwendet wird
 - Prägnanz der Darstellung: -
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): angemessen
 - Variante b
 - Lesbarkeit: bessere Lesbarkeit als Variante a
 - Farbgebung: bessere Farbgebung, Darstellung der Deiche und ihrer Informationen ist ungünstig (siehe Variante a)
 - Prägnanz der Darstellung: -
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): angemessen
 - Variante c
 - Lesbarkeit: deutlich besser als die vorherigen Varianten
 - Farbgebung: graue Darstellung des Hintergrunds bietet sich an, um die Fachinformationen hervorzuheben, rot für die Informationen zum Deich sind besser als bei den vorherigen Varianten
 - Prägnanz der Darstellung: -
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): angemessen
- Die Karten der Variante c wirken auf den ersten Blick am attraktivsten/am überzeugendsten.

Beurteilung der Vollständigkeit der Fachinhalte auf der Grundlage einer Liste aller identifizierten Inhalte (siehe Seite A.8-4):

- Polder und Überschwemmungsgebiete sollten, wie im Hochwasserschutz bzw. in der Raumordnung üblich, differenziert werden;
- Trinkwasserschutzgebiete aufnehmen, Deichverteidigungswege sollten von Evakuierungsstrecken getrennt werden;
- Informationen zur Bauweise von Deichen sollten integriert werden.

Sonstige Bemerkungen:

- Je nach Verwendungszweck müssen verschiedene Inhalte gezeigt werden, Ausdruck der Karten muss möglich sein, damit die Karten vor Ort verwendet werden können (z.B. beim Kontrollgang der Deichläufer);
- Bedeutung der Signaturen sollte immer in Legende erläutert werden;
- In den Hochwasserabwehrplänen der Landkreise in Brandenburg werden die verschiedensten Fachzeichen verwendet, Ziel sollte es daher sein, einheitliche Vorgaben zu erarbeiten;
- diese Kartengrundlage [in HOWIS, die Verfasserin] kann für Folgearbeiten im LUA verwendet werden (z.B. Einbindung von flurstücksgenauen ALK-Daten, um Überschwemmungsgebietsverordnung auf aktuellen rechtlichen Stand zu bringen);
- Trennung der verschiedenen Fachinhalte (Hochwasserschutz, Katastrophenschutz) sehr sinnvoll;
- Deichsignatur sollte immer den Fachinhalten zugeordnet werden, d.h. nicht Bestandteil der Basiskarte sein.

Ergebnisprotokoll 5

Herr Friedrich, Sachgebietsleiter Grundlagen, Landesbetrieb für Hochwasserschutz und Wasserwirtschaft Sachsen-Anhalt, Halle/Saale, geführt am 27.09.2004 (09.00–11.00)

Gesamtbeurteilung der Bildschirmkarten (Präsentation Basiskarte + Fachinhalte):

- Maßstabswahl
 - Die gewählten Maßstäbe (1:10.000, 1:25.000 und 1:50.000) sind sinnvoll und eignen sich für den Einsatz im Hochwasserschutz. (Weitere Anmerkung: Die Deichdokumentation für das Land Sachsen-Anhalt wurde im Maßstab 1:17.500 gedruckt, Basiskarte war die TK 10.000. Grund für diesen Maßstab war u.a. das verwendete Format DIN A3.)
- Spontane Wahrnehmung und Beurteilung
 - Variante a
 - Lesbarkeit: mit Fachinhalten keine sehr gute Lesbarkeit
 - Farbgebung: zu bunt, allerdings alle Informationen auch über z.B. Äcker und Wiesen enthalten
 - Prägnanz der Darstellung: mäßig
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen
 - Variante b
 - Lesbarkeit: besser als Variante a
 - Farbgebung: gut (Ausnahme Deiche und dazugehörige Informationen: besser rot, wie im Hochwasserschutz üblich)
 - Prägnanz der Darstellung: ausreichend
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen
 - Variante c
 - Lesbarkeit: gute Lesbarkeit
 - Farbgebung: sinnvolle Farbgebung

Prägnanz der Darstellung: daraus [Lesbarkeit und Farbgebung, *die Verfasserin*] ergibt sich eine prägnante Darstellung der Inhalte
 Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen

- Die Karten der Variante c wirken auf den ersten Blick am attraktivsten/am überzeugendsten.

Beurteilung der Vollständigkeit der Fachinhalte auf der Grundlage einer Liste aller identifizierten Inhalte (siehe Seite A.8-4):

- Liste der Inhalte erscheint im Wesentlichen vollständig;
- Differenzierung zwischen Evakuierungsstrecken und Wegen zur Deichverteidigung sollte erfolgen;
- Angaben zu den (Deichverteidigungs)wegen auf dem Deich müssen ergänzt werden.

Sonstige Bemerkungen:

- Inhalte nach Hochwasserschutz und Katastrophenschutz trennen, damit ist eine Übertragung auf andere Ereignisse als Hochwasser möglich;
- Ein-/Ausblenden der verschiedenen Bereiche im GIS sinnvoll;
- Erläuterungen abstrakter Signaturen notwendig;
- Aktuelle Signatur für Kilometrierung (hier vor allem Gewässerkilometrierung) für Wasserwirtschaftler verwirrend, da so üblicherweise der Wasserstand gekennzeichnet wird;
- Ausgabe verschiedener Karten (bezüglich Maßstab und Inhalte) sinnvoll, je nach Verwendung;
- Einheitlichkeit ist wünschenswert; diese ist vor allem aber länderübergreifend schwierig durchzusetzen, da sich verschiedene eigene Standards durchgesetzt haben.

Ergebnisprotokoll 6

Herr Seifert, Abteilungsleiter, sowie je ein/e Mitarbeiter/in, Umweltamt der Stadt Dresden, Abt. Kommunaler Umweltschutz, Dresden, geführt am 27.09.2004 (14.15–16.00)

Gesamtbeurteilung der Bildschirmkarten (Präsentation Basiskarte + Fachinhalte):

- Maßstabswahl
 - Die gewählten Maßstäbe (1:10.000, 1:25.000 und 1:50.000) sind sinnvoll und eignen sich für den Einsatz im Hochwasserschutz. (Weitere Anmerkung: Dresden verwendet für die Darstellung der gesamten Stadt den Maßstab 1:30.000)
- Spontane Wahrnehmung und Beurteilung
 - Variante a
 - Lesbarkeit: mit kombinierten Fachinhalten sehr bunt, keine so gute Lesbarkeit
 - Farbgebung: zu bunt, allerdings Informationen auch zu z.B. Ackerflächen, u.U. ist es wichtig, ob eine Fläche auch mit schwerem Gerät befahrbar ist; farbliche Kodierung nach Gruppen sinnvoll
 - Prägnanz der Darstellung: –

Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen

- Variante b

Lesbarkeit: bessere Lesbarkeit als Variante a

Farbgebung: gut, Siedlung/Industrieflächen sind so deutlich hervorgehoben; farbliche Kodierung nach Gruppen sinnvoll

Prägnanz der Darstellung: bessere Prägnanz als Variante a

Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen

- Variante c

Lesbarkeit: gute Lesbarkeit

Farbgebung: sinnvolle Farbgebung (Deiche und dazugehörige Informationen hier besser, da rot; rote Darstellung für „Verkehrszeichen“ [hier: eingeschränkte Breite einer Brücke, *die Verfasserin*] dann aber ungünstig); farbliche Kodierung nach Gruppen sinnvoll

Prägnanz der Darstellung: prägnante Darstellung

Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen

- Die Karten der Variante c wirken auf den ersten Blick am attraktivsten/am überzeugendsten.

Beurteilung der Vollständigkeit der Fachinhalte auf der Grundlage einer Liste aller identifizierten Inhalte (siehe Seite A.8-4):

- Liste der Inhalte erscheint im Wesentlichen vollständig;
- Standorte von Schaltschränken (in Ergänzung zu Hauptversorgungsleitungen);
- Hubschrauberlandeplätze (vor allem in der Stadt) sollten ergänzt werden;
- Notwasserbrunnen.

Sonstige Bemerkungen:

- Trennung nach Bereichen Infrastruktur, besonders schützenswerte Einrichtungen, Gewässer, Hochwasserschutz, Gefahrenstoffe sinnvoll, farbliche Kodierung dann dementsprechend;
- aktuelle Signatur für (Gewässer)Kilometrierung: auf der Spitze stehendes Dreieck wird üblicherweise zur Angabe der Wasserstand verwendet;
- fachübergreifende Erfassung der Daten besonders wichtig, Zusammenarbeit mit anderen Stellen;
- Integration von digitalen Geländeinformationen sinnvoll und wünschenswert;
- Interessant wäre auch die Darstellung von Gefährdungspotenzialen (z.B. bei Pegelhöhe y steht das Wasser in diesem Bereich, bei Pegelhöhe y bis zu jenem Bereich etc.);
- Ebenso wünschenswert ist die Darstellung von zeitlichen Abfolgen von Maßnahmen (was ist in einer Situation unter den gegebenen Umständen als erstes zu tun, welche Aufgaben sind nicht mehr durchführbar, welche Vorkehrungen müssen längerfristig getroffen werden etc.).

Ergebnisprotokoll 7

Herr GOERTH, Sachgebietsleiter Katastrophenschutz, Amt für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree, Beeskow, geführt am 29.09.2004, (09.30–10.30)

Gesamtbeurteilung der Bildschirmkarten (Präsentation Basiskarte + Fachinhalte):

- Maßstabswahl
 - Die gewählten Maßstäbe (1:10.000, 1:25.000 und 1:50.000) sind sinnvoll und eignen sich für den Einsatz im Katastrophenschutz; vor Ort auch größerer Maßstab (z.B. 1:5.000) denkbar; 1:50.000 für Einsätze vor Ort weniger sinnvoll, dieser Maßstab dient eher zur Übersicht

Spontane Wahrnehmung und Beurteilung

- Variante a
 - Lesbarkeit: mit Fachinhalten keine sehr gute Lesbarkeit
 - Farbgebung: sehr bunt
 - Prägnanz der Darstellung: –
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen; Straßennamen in großem Maßstab
 - Variante b
 - Lesbarkeit: besser als Variante a
 - Farbgebung: gut
 - Prägnanz der Darstellung: –
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen; Straßennamen in großem Maßstab
 - Variante c
 - Lesbarkeit: gute Lesbarkeit
 - Farbgebung: sinnvolle Farbgebung; grün als Farbe für retten/Helfen angebracht; Rot für Deiche und die dazugehörigen Informationen, da diese bei Hochwasserereignissen die wichtigste Rolle spielt
 - Prägnanz der Darstellung: –
 - Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab): sinnvoll, je nach Maßstab unterschiedliche Inhalte darzustellen Straßennamen in großem Maßstab
- Die Karten der Variante c wirken auf den ersten Blick am attraktivsten/am überzeugendsten.

Beurteilung der Vollständigkeit der Fachinhalte auf der Grundlage einer Liste aller identifizierten Inhalte (siehe Seite A.8-4):

- Liste der Inhalte erscheint im Wesentlichen vollständig;
- Umspannwerke ergänzen;
- Differenzierung zwischen Notunterkünften für die Bevölkerung und Unterkünften der Einsatzkräfte;
- Differenzierung zwischen technischer Infrastruktur (TEL, Medien der Ver- und Entsorgung) und Verkehrsinfrastruktur sinnvoll.

Sonstige Bemerkungen:

- Signatur für Technische Einsatzleitung ungünstig, besser taktisches Zeichen für ‚Führungsstelle‘;
- Integration von Simulationen von Deichbrüchen wünschenswert;
- Einheitlichkeit ist wünschenswert (bezüglich des Kartenmaterials, aber auch der eingesetzten Software);
- Zusammenarbeit mit Polen ist deutlich verbessert; gemeinsame Übungen etc.;
- Es gibt kein gemeinsames GIS für den Katastrophen- oder Hochwasserschutz mit Polen, hier wäre mehr Zusammenarbeit sinnvoll.

Ergebnisse der Aufgaben Lokalisieren und Dekodieren von Signaturen

Anzahl der befragten Personen: 7^a,

Ortskenntnis der Ziltendorfer Niederung: 3,

Praktische Erfahrungen mit Hochwasser: 7,

Erfahrungen mit Karten im Hochwasserschutz: 7, davon hat 1 Person praktische Kenntnisse in der Kartographie (Erstellung von Karten für den Hochwasserschutz)

Lokalisieren der folgenden Signaturen in Karte Variante c, Maßstab 1:25.000:

Signatur	Anzahl	Signatur	Anzahl	Signatur	Anzahl			
TEL	+1	-	Kilometrierung (differenziert)	+1	Notunterkunft/ Sammelstelle	+1	5x	
	0	-		0		2x	0	2x
	-1	7x		-1		-	-1	-
Deichläufer- abschnitt	+1	7x	Evakuierungs- strecke	+1	Brücken mit Einschränkungen	+1	1x	
	0	-		0		3x	0	5x
	-1	-		-1		-	-1	1x

Dekodieren der folgenden Signaturen in Karte Variante c, Maßstab 1:25.000:

Signatur	Anzahl	Signatur	Anzahl	Signatur	Anzahl			
Gefahrenstelle	+1	7x	Qualmstelle	+1	Wasserwirtschaft- liche Anlage	+1	2x	
	0	-		0		-	0	4x
	-1	-		-1		5x	-1	1x
Eiswachhaus	+1	3x	Krankenhaus	+1	Pegel	+1	5x	
	0	3x		0		-	0	2x
	-1	1x		-1		-	-1	-

(+1: eindeutig lokalisiert/zugeordnet; 0: nach mehreren Versuchen lokalisiert/zugeordnet; -1: nicht lokalisiert/zugeordnet)

- a. Innerhalb der Interviews II wurden die Experten (sowie eine weitere Person, Amt für Bevölkerungsschutz des Landkreises Oder-Spree, Beeskow) gebeten, verschiedene Signaturen in den präsentierten Karten zu lokalisieren bzw. zu dekodieren.

Leitfaden/Fragebogen zum Experteninterview II

Interview Nr.	_____	Datum, Uhrzeit	_____
Interview-partner/in	_____	Einrichtung/Ort	_____
Ausbildung	_____	Prakt. Erfahrungen mit Hochwasserereignissen	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein
Ortskenntnisse der Ziltendorfer Niederung			<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein

Gesamtbeurteilung der Bildschirmkarten (Präsentation Basiskarte + Fachinhalte):**Maßstabswahl**

Eigenen sich die gewählten Maßstäbe (1:10.000, 1:25.000, 1:50.000) Ihrer Meinung nach für den Einsatz im Hochwasserschutz? ja nein

Falls „nein“: Welche weiteren/anderen Maßstäbe sollten verwendet werden?

Spontane Wahrnehmung und Beurteilung

Bitte beurteilen Sie die folgenden Varianten der Karten in Bezug auf die genannten Punkte:

Variante a

Lesbarkeit

Farbgebung

Prägnanz der Darstellung

Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab)

Variante b

Lesbarkeit

Farbgebung

Prägnanz der Darstellung

Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab)

Variante c

Lesbarkeit

Farbgebung

Prägnanz der Darstellung

Detaillierungsgrad (inhaltlicher Art pro Maßstab)

Welche der Karten (Variante a bis c, Maßstäbe 1:10.000 bis 1:50.000) wirkt auf den ersten Blick am attraktivsten/am überzeugendsten?

Lokalisieren von Einrichtungen/Gegebenheiten

(+1: eindeutig lokalisiert; 0: nach mehreren Versuchen lokalisiert; -1: nicht lokalisiert)

TEL	<input type="checkbox"/>	+1	Kilometrierung	<input type="checkbox"/>	+1	Notunterkunft/	<input type="checkbox"/>	+1
	<input type="checkbox"/>	0	(differenziert)	<input type="checkbox"/>	0	Sammelstelle	<input type="checkbox"/>	0
	<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1
Deichläuferabschnitt	<input type="checkbox"/>	+1	Evakuierungs-	<input type="checkbox"/>	+1	Brücken mit	<input type="checkbox"/>	+1
	<input type="checkbox"/>	0	strecke	<input type="checkbox"/>	0	Einschränkungen	<input type="checkbox"/>	0
	<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1

Bemerkungen

Dekodieren von Signaturen

(+1: eindeutig zugeordnet; 0: nach mehreren Versuchen zugeordnet; -1: nicht zugeordnet)

Gefahrenstelle	<input type="checkbox"/>	+1	Qualmstelle	<input type="checkbox"/>	+1	Wasserwirtschaft-	<input type="checkbox"/>	+1
	<input type="checkbox"/>	0		<input type="checkbox"/>	0	liche Anlage	<input type="checkbox"/>	0
	<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1
Eiswachhaus	<input type="checkbox"/>	+1	Krankenhaus	<input type="checkbox"/>	+1	Pegel	<input type="checkbox"/>	+1
	<input type="checkbox"/>	0		<input type="checkbox"/>	0		<input type="checkbox"/>	0
	<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1		<input type="checkbox"/>	-1

Bemerkungen

Vollständigkeit der Fachinhalte (siehe folgende Seite)

Ist die Liste der Fachinhalte aus Ihrer Sicht vollständig? ja nein

Falls „nein“: Welche Inhalte sollten aus Ihrer Sicht noch ergänzt werden?

Fachinhalte in Einsatz-Karten zum Hochwasserschutz

Objektbereiche	Objektbereiche
Siedlung	Gefahrenschwerpunkte wie Gefahrgutlagerstätten, Standorte von Ölheizungen, Erdölfördersonden etc. Tier- bzw. Viehbestände Hauptversorgungsleitungen
Verkehr	Speziell festgelegte Zufahrtswege zum Deich mit Straßennamen und Angaben über Ausbauzustand, Breite, Gegenverkehr möglich/nicht möglich, Tonnage Brücken mit Angaben über Durchfahrtshöhe, Belastbarkeit Tunnel mit Angabe über Durchfahrtshöhe Straßenkilometrierung Sammelplätze, Materialzwischenlagerungsplätze Wendeplätze Ausweichstellen
Vegetation	Brachland Durchschnittliche Wipfelhöhe im Wald
Gewässer	Wasserwirtschaftliche Anlagen wie Schleusen, Hafenanlagen, Liegestellen, Schöpfwerke, Siele Fährverbindungen Angaben zur Durchfahrtshöhe von Brücken Gewässerkilometrierung
Relief	Deiche mit Angabe zur Höhe, Erneuerungsjahr Deichkilometrierung
Gebiete	Schutzgebiete – differenziert Überschwemmungsgebiet Polder
Sonstiges	Wachabschnitte der Deichläufer Standort der Technischen Einsatzleitung Haltepunkte für Ölsperren Eiswachhäuser Gefahrenstellen am Deich (Einengung des HW-Querschnitts, Sickerstellen, Qualmstellen)

Sonstige Bemerkungen

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass die vorliegende Arbeit an keiner anderen Hochschule eingereicht sowie selbstständig und nur mit den angegebenen Mitteln angefertigt wurde.

Potsdam, den 11.10.2004

gez. Julia Siemer