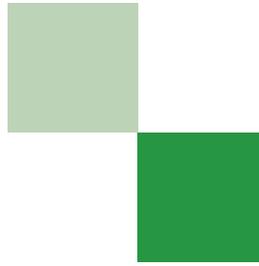




UFZ-Umweltforschungszentrum
Leipzig-Halle GmbH
in der Helmholtz-Gemeinschaft



Dissertation 03/2005

**Methoden der Sturmflut-Schadenspotenzialanalyse an
der deutschen Nordseeküste**

Volker Meyer

Dissertation 03/2005

ISSN 1860-0387

Methoden der Sturmflut-Schadenspotenzialanalyse an der deutschen Nordseeküste

Vom Fachbereich Geowissenschaften und Geographie der Universität Hannover

zur Erlangung des Grades

Doktor der Naturwissenschaften

Dr. rer. nat.

genehmigte Dissertation

von

Volker Meyer

(Dipl.-Geogr.)

geboren am 10.12.1975 in Rinteln

2005

Referent: Prof. Dr. Ludwig Schätzl

Korreferent: Prof. Dr. Horst Sterr

Tag der Promotion: 3.2.2005

Kurzzusammenfassung

Angesichts der Bedrohung durch den beschleunigten Meeresspiegelanstieg gewinnen Risikoanalysen auch im Küstenschutz in Deutschland zunehmend an Bedeutung.

Wesentlicher Bestandteil dieser Analysen ist die Prognose möglicher Überflutungsschäden. Für derartige Prognosen ist es u. a. erforderlich, den gefährdeten Wertbestand im Küstenhinterland – das Schadenspotenzial – in seiner Quantität und räumlichen Verteilung zu ermitteln.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist diesbezüglich die Entwicklung geeigneter Methoden der Schadenspotenzialanalyse für unterschiedliche Anwendungsfelder sowie der Test, der Vergleich und die Bewertung dieser Methoden.

Hierfür werden zu Beginn der Arbeit zunächst grundsätzliche Vorgehensweisen im Gesamtbereich der Risikoanalyse beschrieben. Im Folgenden wird detaillierter auf den Schwerpunkt der Arbeit, die Schadenspotenzialanalyse, eingegangen und hierbei unterschiedliche bestehende Methoden sowohl der Quantifizierung als auch der Verortung von Schadenspotenzialen dokumentiert und gegenübergestellt.

Ausgehend von den daraus gewonnenen Erkenntnissen werden im weiteren Verlauf der Arbeit zwei unterschiedliche Methoden der Schadenspotenzialanalyse für Untersuchungsgebiete regionaler Ausdehnung entwickelt und für ein deckungsgleiches Untersuchungsgebiet im Raum Bremen/Bremerhaven/Cuxhaven durchgeführt.

Bei der ersten Methodik wird dabei zunächst der Wertbestand auf Gemeindeebene mit Hilfe amtlicher Statistiken erhoben. Die so ermittelten Schadenspotenziale werden dann in einem zweiten Schritt auf Flächennutzungskategorien des ATKIS-Basis-DLM räumlich modelliert. Bei der zweiten Methodik werden zusätzlich kleinräumige sozioökonomische Geomarketingdaten integriert. Der Vergleich der Ergebnisse beider Methoden zeigt, dass dadurch vor allem innerhalb größerer Städte eine räumlich differenziertere Verortung der Schadenspotenziale ermöglicht wird.

Anwendungsorientierter Hintergrund der vorgelegten Arbeit ist die Mitarbeit an dem interdisziplinären Forschungsvorhaben „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste“ (KRIM). Die Ergebnisse der Schadenspotenzialanalyse nach der ersten genannten Methodik fließen als Teil von Risikoanalysen in dieses Projekt mit ein.

Schlagworte: Schadenspotenzial, Flut, Risikoanalyse

Abstract

With the threat of the accelerated sea-level-rise in the background, risk analyses are becoming increasingly important in coastal defence planning.

An essential part of these analyses is the forecast of possible damages caused by flooding. For such forecasts it is necessary to evaluate the quantity and spatial distribution of the damage potential, i. e. the values at risk in the coastal hinterland.

The objective of this dissertation is the development of suitable methods of damage potential analysis as well as the test, the comparison and the assessment of these methods.

At the beginning of this thesis, basic procedures of risk analysis in general are described. Subsequently, the damage potential analysis as the main focus of this study is regarded in detail. Here, different methods for the quantification and spatial modeling of values are documented and compared.

Based upon these findings, two methods of damage potential analysis for research areas of regional scale are developed and implemented for a congruent research area in the Bremen/Bremerhaven/Cuxhaven-region.

The first method can be divided into two steps: At first, the damage potential is quantified at the level of communities using mainly official statistics. In a second step, these values are broken down to land-use categories derived from the ATKIS digital landscape model. Within the scope of the second method, geomarketing data is used as an additional small-scale socio-economic data source. The comparison of the results of both methods shows that this modification leads to a more differentiated spatial distribution of the damage potential especially in larger cities.

This dissertation is based on the work on the interdisciplinary research project “Climate Change and Preventive Risk and Coastal Protection Management on the German North Sea Coast” (KRIM). The results of the first method of damage potential analysis are used as a part of risk analyses within this project.

Keywords: Damage Potential, Flood, Risk Analysis

Vorwort

Nicht zuletzt aufgrund des durch den Klimawandel induzierten beschleunigten Meeresspiegelanstiegs wird der Prognose möglicher Überflutungsschäden eine zunehmende Bedeutung beigemessen. Die Ermittlung des durch Überflutungen gefährdeten Wertbestandes - die Schadenspotenzialanalyse - stellt einen wesentlichen Teilbereich derartiger Prognosen dar.

Diese Thematik bildete in den letzten Jahren auch an der Abteilung Wirtschaftsgeographie einen kleinen Forschungsschwerpunkt. Beginnend mit der Mitarbeit am Forschungsprojekt „Risiko einer Küstenregion bei Klimaänderung“ widmeten sich einige Lehrveranstaltungen und Diplomarbeiten diesem Themenbereich. Die Mitwirkung am vom BMBF geförderten interdisziplinären Forschungsvorhaben „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste“ (KRIM) und die hierauf aufbauende vorliegende Arbeit stellen die vorerst letzten Beiträge zu diesem Forschungsgebiet an der Abteilung Wirtschaftsgeographie dar.

Mein erster Dank gilt Herrn Prof. Schätzl für die Ermöglichung meiner Promotion und die hervorragenden Rahmenbedingungen, in denen ich diesem Vorhaben nachgehen konnte. Bedanken möchte ich mich auch bei Herrn Juniorprofessor Ingo Liefner und Herrn Dr. Matthias Kiese für Rat und Unterstützung. Erwähnt seien hier auch die übrigen Kolleginnen und Kollegen an der Abteilung Wirtschaftsgeographie, die stets für eine entspannte und nette Arbeitsatmosphäre sorgten.

Besonderer Dank gebührt auch Stephan Mai und Anne Elsner vom Franzius-Institut für die freundschaftliche, produktive und - hoffentlich nicht nur für meine Seite - höchst informative Zusammenarbeit.

Bei Herrn Prof. Sterr möchte ich mich dafür bedanken, dass er mich zum rechten Zeitpunkt zur Durchführung dieses Promotionsvorhabens ermutigt hat. Dank gilt auch seinen Mitarbeitern Dr. Stefan Reese und Dr. Hans-Jörg Markau, die sich stets auskunfts- und hilfsbereit gezeigt haben.

Bei Frau Ingrid Mehrmann bedanke ich mich für die Durchsicht des Manuskripts. In diesem Zusammenhang danke ich auch insbesondere Nadine Valentinelli und Martin Berger für Anregungen, Kritik, Ratschläge und freundschaftlichen Beistand.

Mein persönlicher Dank gilt schließlich meinen Eltern, die mich in jeder Lebensphase voll unterstützt haben, sowie meiner Freundin Kathrin Müller, die die Entbehrungen vor allem während der Fertigstellung dieser Arbeit klaglos ertragen hat und mir immer ein Rückhalt war. Diesen dreien möchte die Arbeit widmen.

Hannover, im August 2004

Volker Meyer

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	4
Inhaltsverzeichnis	6
Abbildungsverzeichnis	8
Tabellenverzeichnis	9
Abkürzungsverzeichnis	10
1 Einleitung	14
1.1 Hintergrund und Begriffsdefinition	14
1.2 Zielsetzung, Aufbau und Methodik der Arbeit	18
2 Einführung in den Gesamtbereich der Risikoanalyse	22
2.1 Zweck und Zielsetzungen von Risikoanalysen	22
2.1.1 Kosten-Nutzen-Analysen im Hochwasserschutz	22
2.1.2 Klimafolgenuntersuchungen	24
2.1.3 Risikoanalysen in der Versicherungswirtschaft	24
2.2 Aufbau und Elemente der Risikoanalyse	28
2.3 Sicherheits-/Gefährdungsanalyse	31
2.4 Ex-ante-Schadensanalyse	36
2.4.1 Überflutungssimulation	36
2.4.2 Schadensfunktionen	40
3 Schadenspotenzialanalysen: Maßstabsebenen, Quantifizierungs- und Verortungsverfahren	46
3.1 Maßstabsebenen von Schadenspotenzialanalysen	46
3.2 Überblick und Einordnung der untersuchten Studien	50
3.3 Schadens- und Wertkategorien	52
3.4 Methoden der Quantifizierung und Monetarisierung	56
3.4.1 Direkte, tangible Schadenspotenziale: Vermögenswerte	56
3.4.1.1 Vermögensrechnung in der VGR	56
3.4.1.2 Wohngebäude	63
3.4.1.3 Hausratsvermögen	64
3.4.1.4 Kfz/Pkw	65
3.4.1.5 Anlagevermögen der Wirtschaftsbereiche	67
3.4.1.6 Vorratsvermögen der Wirtschaftsbereiche	69
3.4.1.7 Viehbestand	71
3.4.1.8 Öffentlicher Tiefbau, Infrastruktur und sonstige Freiflächen	72
3.4.1.9 Bodenwerte	75
3.4.2 Indirekte, tangible Schadenspotenziale	76
3.4.2.1 Produktionsausfall	76
3.4.2.2 Katastrophenschutz/Evakuierungsmaßnahmen	79
3.4.3 Intangible Schadenspotenziale	79
3.4.3.1 Bevölkerung	81
3.4.3.2 Umwelt- und Kulturgüter	83
3.5 Methoden der räumlichen Modellierung bzw. Verortung	85
3.5.1 Digitale Kartengrundlagen	87
3.5.1.1 ATKIS-Basis-DLM	88
3.5.1.2 ALK	90
3.5.1.3 Geomarketingdaten	92
3.5.2 Umsetzungsbeispiele in ausgewählten Studien	96
3.5.2.1 Verfahren der räumlichen Modellierung in mesoskaligen Studien	96
3.5.2.2 Standardisiertes mikroskaliges Verfahren auf Basis der ALK	101
3.6 Zwischenfazit	102

4	Entwicklung und Durchführung einer mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse (Methodik I)	103
4.1	Prämissen der durchgeführten Analyse	103
4.2	Quantifizierung der Schadenspotenziale auf Stadt- bzw. Gemeindeebene	106
4.2.1	Wohngebäude	110
4.2.2	Hausratsvermögen	110
4.2.3	Pkw-Vermögen	110
4.2.4	Anlagevermögen der Wirtschaftsbereiche	111
4.2.5	Vorratsvermögen der Wirtschaftsbereiche	112
4.2.6	Viehbestand	113
4.2.7	Infrastruktur und Freiflächen	114
4.2.7.1	Straßen	114
4.2.7.2	Bahnlinien	114
4.2.7.3	Öffentliche Freiflächen	115
4.2.8	Bodenwerte	115
4.2.9	Bruttowertschöpfung	117
4.2.10	Bevölkerung	117
4.2.11	Zwischenergebnisse	118
4.3	Räumliche Modellierung	121
4.3.1	Einwohner und verbundene Werte	124
4.3.2	Wirtschaftstätigkeit und verbundene Werte	124
4.3.2.1	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	124
4.3.2.2	Produzierendes Gewerbe	125
4.3.2.3	Handel	126
4.3.2.4	Gastgewerbe	127
4.3.2.5	Verkehr und Nachrichtenübermittlung	128
4.3.2.6	Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen	128
4.3.2.7	Öffentliche und private Dienstleister	128
4.3.3	Infrastruktur und öffentliche Freiflächen	129
4.3.4	Bodenwerte	130
4.3.5	Technische Umsetzung im GIS	130
4.3.6	Ergebnisse	133
4.4	Fehlerdiskussion	137
5	Weiterentwicklung einer mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse durch die Integration von Geomarketingdaten (Methodik II)	142
5.1	Prämissen der modifizierten Analyse	142
5.2	Integration der einzelnen Geomarketing-Informationen	144
5.2.1	Kleinräumige Einwohnerzahlen	144
5.2.2	Kaufkraftdaten	148
5.2.3	Informationen zur Bebauungsstruktur	151
5.2.4	Informationen zur Wirtschaftsstruktur („Firmenzähler“)	155
5.3	Gesamtergebnisse	162
6	Vergleich und Bewertung der durchgeführten Ansätze	166
6.1	Vergleich der Ergebnisse	166
6.2	Beispielhafte Auswirkung auf die Ergebnisse einer Ex-ante-Schadensanalyse	178
6.3	Zusammenfassende Bewertung	180
7	Zusammenfassung und Ausblick	186
	Literaturverzeichnis	194
	Anhang	205

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1.1:	Anzahl der großen Naturkatastrophen weltweit seit 1950	15
Abb. 1.2:	Volkswirtschaftl. Schäden durch große Naturkatastrophen weltweit seit 1950	15
Abb. 2.1:	Elemente von Risikoanalysen	30
Abb. 2.2:	Wahrscheinlichkeitsdichte der Thw am Pegel Wilhelmshaven und ihre Extrapolation für Extremwasserstände	32
Abb. 2.3:	Wiederkehrintervalle des Wellenüberlaufs am „Seedeich“, Bremerhaven	33
Abb. 2.4:	Jährliche Wahrscheinlichkeit eines Wellenüberlaufs an den Hauptdeichen zwischen Cuxhaven und Bremerhaven	34
Abb. 2.5:	Beispiel für eine Bestimmung von Überflutungsflächen durch Verschneidung von Sturmflutscheitelwasserstand und Geländehöhe (Region Bremerhaven)	37
Abb. 2.6:	Beispiel für eine Überflutungssimulation in Form von konzentrischen Halbkreisen (Deichbruch am Schweiburger Siel, Gemeinde Jade)	38
Abb. 2.7:	Beispiel für eine dynamische Überflutungssimulation (Land Wursten)	39
Abb. 2.8:	Beispiel für direkte Schadensfunktionen für unterschiedliche Einfamilienhaustypen	43
Abb. 2.9:	Wasserstands-Schadensfunktionen nach Klaus & Schmidtke (1990)	45
Abb. 3.1:	Differenzierung von Schadenspotenzialanalysen hinsichtlich Genauigkeit und Aufwand ihrer Methodik	49
Abb. 3.2:	Kategorien von Hochwasserschäden	53
Abb. 3.3:	Struktur des Sachvermögens in der VGR	57
Abb. 3.4:	Verortung der betroffenen Werte in der deutschen IPCC-Studie	85
Abb. 3.5:	Aufbau des ATKIS-Objektartenkatalogs	89
Abb. 3.6:	ATKIS-Basis-DLM-Ausschnitt Stadtgebiet Nordenham (nur Polygone)	89
Abb. 3.7:	ALK-Ausschnitt (Stadtgebiet Nordenham)	91
Abb. 3.8:	Vergleich von ATKIS-OK und ALK-OSKA am Beispiel Wohnbaufläche	92
Abb. 3.9:	Beispiel für Geomarketingdaten von infas-Geodaten: Kaufkraftindex in den Stimmbezirken im Raum Bremerhaven	94
Abb. 4.1:	KRIM-Fokusflächen sowie untersuchte Städte und Gemeinden	104
Abb. 4.2:	Auszug aus dem ATKIS-Basis-DLM-Datensatz (Bremerhaven, nur Polygone)	131
Abb. 4.3:	Beispiel für die räumliche Modellierung einer Wertkategorie (Einwohner in Bremerhaven)	131
Abb. 4.4:	Beispiel für die räumliche Modellierung einer Wertkategorie (NAV Handel in Bremerhaven)	132
Abb. 4.5:	Räumliche Modellierung der linienhaften Wertkategorien (Bremerhaven)	132
Abb. 4.6:	Verteilung der Vermögenswerte in Bremen (Zentrum) nach Methodik I	134
Abb. 4.7:	Verteilung der Vermögenswerte in Brake nach Methodik I	134
Abb. 4.8:	Verteilung der Vermögenswerte in Bremerhaven nach Methodik I	135
Abb. 4.9:	Verteilung der Vermögenswerte in Dorum (Land Wursten) nach Methodik I	135

Abb. 4.10: Verteilung der Vermögenswerte in Wilhelmshaven und Tossens nach Methodik I	136
Abb. 4.11: Verteilung der Vermögenswerte in Wangerland und auf Wangerooge nach Methodik I	136
Abb. 5.1: Untersuchungsgebiet von Methodik II	143
Abb. 5.2: Verteilung der Einwohner in Bremerhaven nach Methodik II	147
Abb. 5.3: Verteilung des Wohnkapitals in Bremerhaven nach Methodik II	150
Abb. 5.4: Erdgeschossanteile in den Wohnvierteln Bremerhavens	153
Abb. 5.5: Verteilung des NAV des Produzierenden Gewerbes in Bremerhaven nach Methodik II	161
Abb. 5.6: Verteilung des NAV der öffentlichen und privaten Dienstleister in Bremerhaven nach Methodik II	162
Abb. 5.7: Verteilung der Vermögenswerte in Bremen (Zentrum) nach Methodik II	163
Abb. 5.8: Verteilung der Vermögenswerte in Bremerhaven nach Methodik II	164
Abb. 5.9: Verteilung der Vermögenswerte an der Wurster Küste nach Methodik II	164
Abb. 5.10: Verteilung der Vermögenswerte in Cuxhaven nach Methodik II	165
Abb. 6.1: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Bremen)	167
Abb. 6.2: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Bremerhaven)	167
Abb. 6.3: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Land Wursten)	168
Abb. 6.4: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Cuxhaven)	168
Abb. 6.5: Relative Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Bremerhaven)	170
Abb. 6.6: Absolute Veränderungen der Verteilung der Einwohner (Bremerhaven)	171
Abb. 6.7: Absolute Veränderungen der Verteilung des Wohnkapitals (Bremerhaven)	173
Abb. 6.8: Absolute Veränderungen der Verteilung des NAV des Produzierenden Gewerbes (Bremerhaven)	175
Abb. 6.9: Absolute Veränderungen der Verteilung des NAV der Dienstleistungsbereiche (Bremerhaven)	176
Abb. 6.10: Max. Überflutungshöhe nach Versagen des Geestesperrwerks in Bremerhaven sowie Verteilung der Vermögenswerte nach Methodik II	178

Tabellenverzeichnis

Tab. 2.1: Sets von Schadensfunktionen in unterschiedlichen Studien	44
Tab. 3.1: Maßstabsebenen von Hochwasserschadensanalysen	47
Tab. 3.2: Überblick über die untersuchten Studien und die von ihnen erhobenen Wertkategorien	55
Tab. 3.3: Wirtschaftsbereiche nach der Wirtschaftszweigklassifikation 93 (WZ 93)	61
Tab. 3.4: Vergleich der Wirtschaftsbereichsgliederungen von WZ 79 und 93	62
Tab. 3.5: Neubaukosten pro km für unterschiedliche Straßentypen sowie Bahnlinien in Mio. EUR	73

Tab. 3.6:	Vergleich der untersuchten digitalen Kartengrundlagen	96
Tab. 3.7:	Vergleich der räumlichen Modellierung der erhobenen Werte auf ATKIS-Objektarten	98
Tab. 4.1:	Erhobene Wertkategorien, Eingangsgrößen, deren Quellen sowie erforderliche Berechnungen	108-109
Tab. 4.2:	Nettoanlagevermögen pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in EUR nach Wirtschaftsbereichen in Niedersachsen und Bremen (2000)	111
Tab. 4.3:	Verhältnis zwischen Vorrats- und Anlagevermögen 1995 (in Prozent)	112
Tab. 4.4:	Durchschnittliche Bodenrichtwerte unterschiedlicher Flächennutzungen in EUR/qm (2000)	116
Tab. 4.5:	Bruttowertschöpfung pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in EUR nach Wirtschaftsbereichen in Niedersachsen und Bremen (2000)	117
Tab. 4.6:	Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Cuxhaven (1)	118
Tab. 4.7:	Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Cuxhaven (2)	119
Tab. 4.8:	Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Wesermarsch (1)	119
Tab. 4.9:	Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Wesermarsch (2)	120
Tab. 4.10:	Schadenspotenziale in den erhobenen Gemeinden des Landkreises Friesland sowie der kreisfreien Stadt Wilhelmshaven	120
Tab. 4.11:	Schadenspotenziale in den Städten Bremen und Bremerhaven	121
Tab. 4.12:	Zuordnung der Wertkategorien/Wirtschaftsbereiche zu der ATKIS-Nutzungsklassifikation	123
Tab. 5.1:	Spannweite und abgeschätzte typische Geschosshöhen unterschiedlicher Gebäudetypen	152
Tab. 5.2:	Modifizierte Zuordnung der Wirtschaftsbereiche zu der ATKIS-Nutzungsklassifikation	159
Anhang 1:	Objektarten des ATKIS-OK (mit Angabe der Realisierungsstufe)	205
Anhang 2:	Zuordnung der infas-Bereiche zu den Wirtschaftsbereichen nach WZ 93 206-208	

Abkürzungsverzeichnis

AdV	Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesrepublik Deutschland
ALB	Automatisiertes Liegenschaftsbuch
ALK	Automatisierte Liegenschaftskarte
ALKIS	Amtliches Liegenschafts-Katasterinformationssystem
ATKIS	Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem

ATKIS-OK	ATKIS-Objektartenkatalog
BAV	Bruttoanlagevermögen
BLG	Bremer Lagerhaus Gesellschaft
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BMRBS	Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau
BMVBW	Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen
BWK	Bund der Ingenieure für Wasserbau, Abfallwirtschaft und Kulturbau
BWS	Bruttowertschöpfung
CAF	Cluster Angewandte Freierkündigung
CUR	Centre for Civil Engineering Research and Codes
DAT	Deutsche Automobil Treuhand
DGK	Deutsche Grundkarte
DGM	Digitales Geländemodell
DIW	Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung
DLM	Digitales Landschaftsmodell
DXF	Data Exchange Format
EDBS	Einheitliche Datenbankschnittstelle
ESVG	Europäisches System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen
GAG	Gutachterausschüsse für Grundstückswerte
GDP	Gross Domestic Product
GDV	Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft
GEOSUM	Geographisches Informationssystem Umwelt
GIS	Geographische Informationssysteme oder Geo-Informationssysteme
IKSR	Internationale Kommission zum Schutz des Rheines
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
KBA	Kraftfahrtbundesamtes
KRIM	Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste
LAWA	Länderarbeitsgemeinschaft Wasser
LGN	Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen
LVERMA	Landesvermessungsamt
MERK	Mikroskalige Evaluation der Risiken in überflutungsgefährdeten Niederungen
mNN	Meter über Normal-Null
Mthw	Mittleres Tidehochwasser
MURL	Ministerium für Umwelt, Raumplanung und Landwirtschaft Nordrhein-Westfalen
NAV	Nettoanlagevermögen
NHK	Normalherstellungskosten
NLS	Niedersächsisches Landesamt für Statistik

OSKA	Objektschlüsselkatalog
PML	Probable Maximum Loss
PPP	Purchasing Power Parities
RISK	Risiko-Informationssystem Küste bzw. GIS für Risiko- und Küstenzonenmanagement
StaBA	Statistisches Bundesamt
StaLA	Statistisches Landesamt
SVB	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte
Thw	Tidehochwasserstand
TK	Topographische Karte
VGR	Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung
VKV	Vermessungs- und Katasterverwaltung Niedersachsen
VV	Vorratsvermögen
WertR	Wertermittlungsrichtlinien
WZ	Wirtschaftszweigklassifikation
ZfV	Zeitschrift für Versicherungswesen
ZÜRS	Zonierungssystem für Überschwemmungen, Rückstau und Starkregen

Trutz, blanke Hans.

Heut bin ich über Rungholt gefahren, die Stadt ging unter vor fünfhundert Jahren.
Noch schlagen die Wellen da wild und empört, wie damals, als sie die Marschen zerstört.
Die Maschine des Dampfers zitterte, stöhnte, aus den Wassern rief es unheimlich und höhnte:
Trutz, blanke Hans.

Von der Nordsee, der Mordsee, vom Festland geschieden, liegen die friesischen Inseln im Frieden.
Und Zeugen weltvernichtender Wut, taucht Hallig auf Hallig aus fliehender Flut.
Die Möwe zankt schon auf wachsenden Watten, der Seehund sonnt sich auf sandigen Platten.
Trutz, blanke Hans.

Im Ozean, mitten, schläft bis zur Stunde ein Ungeheuer, tief auf dem Grunde.
Sein Haupt ruht dicht vor Englands Strand, die Schwanzflosse spielt bei Brasiliens Sand.
Es zieht, sechs Stunden, den Atem nach innen, und treibt ihn, sechs Stunden, wieder von hinnen.
Trutz, blanke Hans.

Doch einmal in jedem Jahrhundert entlassen die Kiemen gewaltige Wassermassen.
Dann holt das Untier tiefer Atem ein und peitscht die Wellen und schläft wieder ein.
Viel tausend Menschen im Nordland ertrinken, viel reiche Länder und Städte versinken.
Trutz, blanke Hans.

Rungholt ist reich und wird immer reicher, kein Korn mehr fasst selbst der größte Speicher.
Wie zur Blütezeit im alten Rom staut hier täglich der Menschenstrom.
Die Säpften tragen Syrer und Mohren, mit Goldblech und Flitter in Nasen und Ohren.
Trutz, blanke Hans.

Auf allen Märkten, auf allen Gassen lärmende Leute, betrunkene Massen.
Sie ziehn am Abend hinaus auf den Deich: »Wir trutzen dir, blanker Hans, Nordseeteich!«
Und wie sie drohend die Fäuste ballen, zieht leis aus dem Schlamm der Krake die Krallen.
Trutz, blanke Hans.

Die Wasser ebbem, die Vögel ruhen, der liebe Gott geht auf leisesten Schuhen.
Der Mond zieht am Himmel gelassen die Bahn, belächelt der protzigen Rungholter Wahn.
Von Brasilien glänzt bis zu Norwegs Riffen das Meer wie schlafender Stahl, der geschliffen.
Trutz, blanke Hans.

Und überall Friede, im Meer, in den Landen. Plötzlich wie Ruf eines Raubtiers in Banden:
Das Scheusal wälzte sich, atmete tief und schloss die Augen wieder und schlief.
Und rauschende, schwarze, langmähige Wogen kommen wie rasende Rosse geflogen.
Trutz, blanke Hans.

Ein einziger Schrei - die Stadt ist versunken, und Hunderttausende sind ertrunken.
Wo gestern noch Lärm und lustiger Tisch, schwamm andern Tags der stumme Fisch.
Heut bin ich über Rungholt gefahren, die Stadt ging unter vor fünfhundert Jahren.
Trutz, blanke Hans?

Detlev Freiherr von Liliencron (1882)

1 Einleitung

1.1 Hintergrund und Begriffsdefinition

Von Liliencrons Gedicht nimmt Bezug auf eine der verheerendsten Sturmfluten an der deutschen Nordseeküste, die sogenannte „grote Mandränke“ von 1362, bei der neben der legendären Salzhandelsiedlung Rungholt auch weite Gebiete vor der heutigen Küste Nordfrieslands untergingen (vgl. GRIGO ET AL. 2004).¹ Tenor des Gedichts ist, dass der Hochmut der offenbar zu beträchtlichem Reichtum gekommenen Rungholter gegenüber der Naturgefahr Sturmflut zur Katastrophe geführt hat.

Doch auch in der heutigen Zeit stellen Naturkatastrophen eine erhebliche und zudem zunehmende Bedrohung dar: Laut Angaben der Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft (MÜNCHENER RÜCK 2004, S. 14f.; vgl. Abb. 1.1-2) verursachen Naturkatastrophen nicht nur jährlich weltweit enorme Schäden; sowohl die Anzahl der großen Naturkatastrophen² als auch in besonderem Maße die dadurch verursachten volkswirtschaftlichen Schäden haben in den letzten Jahrzehnten stark zugenommen.

Überschwemmungen – neben Sturmfluten zählen hierzu u. a. Flussüberschwemmungen und Sturzfluten – machen dabei einen erheblichen Teil aus: Im Jahr 2002 waren beispielsweise 30 % aller registrierten Naturkatastrophen Überschwemmungen; sie verursachten 42 % der Todesopfer und sogar 50 % der volkswirtschaftlichen Schäden (vgl. MÜNCHENER RÜCK 2003, S. 8f.).

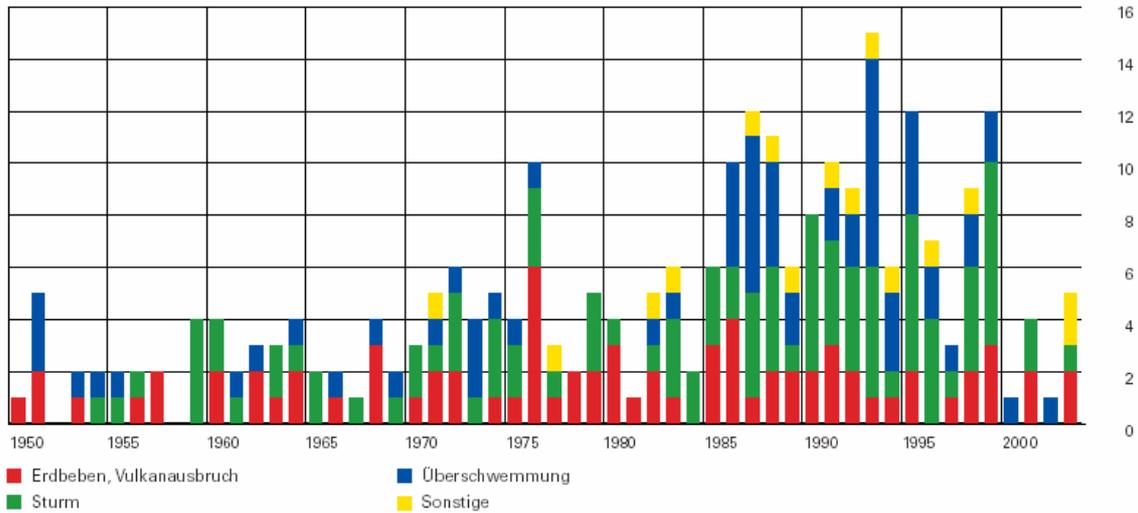
¹ Auch wenn die Schilderungen von Liliencrons hinsichtlich des Reichtums Rungholts sowie der Anzahl der Todesopfer sicherlich übertrieben sind, so sollen bei dieser Sturmflut immerhin 7600 Menschen zu Tode gekommen sein (EBD.)

² „Als „groß“ werden Naturkatastrophen in Anlehnung an Definitionen der Vereinten Nation bezeichnet, wenn die Selbsthilfefähigkeit der betroffenen Regionen deutlich überschritten ist. Dies ist in der Regel dann der Fall, wenn die Zahl der Todesopfer in die Tausende, die Zahl der Obdachlosen in die Hunderttausende geht; oder wenn die volkswirtschaftlichen Schäden – je nach den wirtschaftlichen Verhältnissen des betroffenen Landes – [...] außergewöhnliche Größenordnungen erreichen.“ (EBD.)

Abb. 1.1: Anzahl der großen Naturkatastrophen weltweit seit 1950

Das Diagramm zeigt für jedes Jahr die Anzahl der Großkatastrophen, unterteilt nach Ereignistypen.

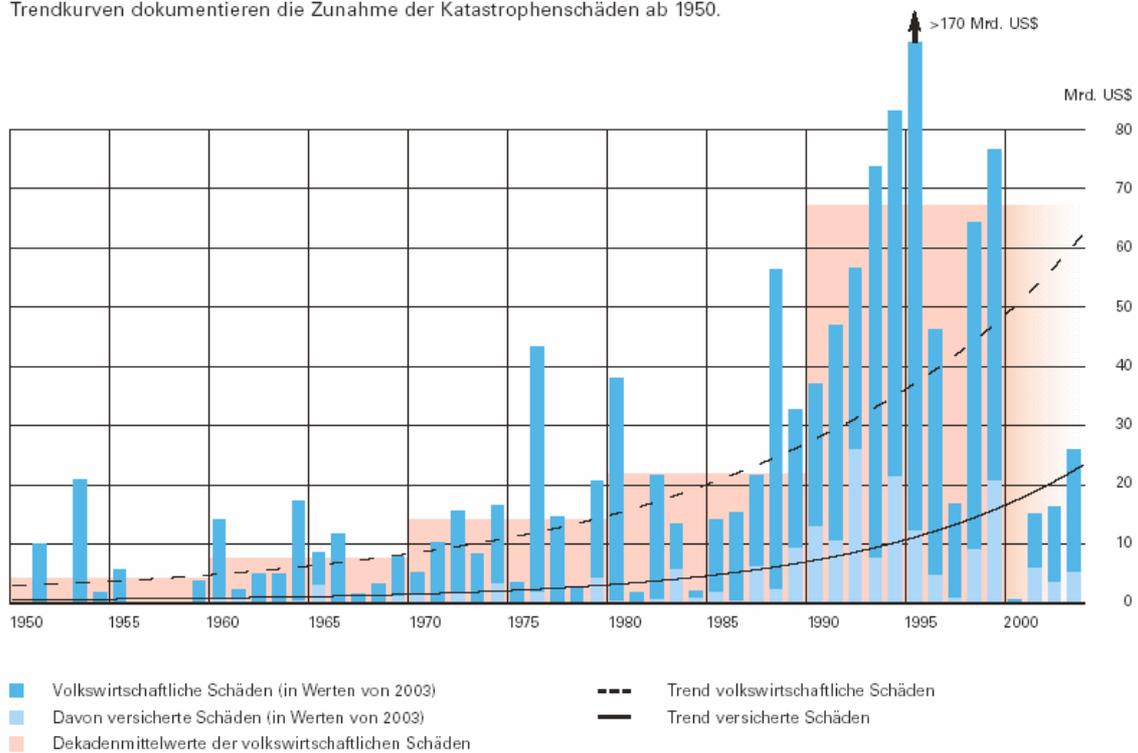
Anzahl



Quelle: Münchener Rück (2004)

Abb. 1.2: Volkswirtschaftl. Schäden durch große Naturkatastrophen weltweit seit 1950

Das Diagramm gibt die – auf heutige Werte hochgerechneten – volkswirtschaftlichen und versicherten Schäden an. Die Trendkurven dokumentieren die Zunahme der Katastrophenschäden ab 1950.



Quelle: Münchener Rück (2004)

Der zu beobachtende Trend einer Zunahme von Häufigkeit und Intensität von Naturkatastrophen steht dabei offenbar in direktem Zusammenhang mit dem Klimawandel (vgl. BERZ 2002, S. 9; IPCC 2001a,b). Neben der globalen Erwärmung ist hier in Bezug auf Sturmfluten vor allem der beschleunigte Meeresspiegelanstieg von Belang: Nachdem im 20. Jahrhundert ein Anstieg des Meeresspiegels von 10-20 cm zu verzeichnen war (IPCC 2001a, S. 661ff.), prognostiziert das *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), das UN-Gremium für Klimaveränderung, für den Zeitraum 1990-2100 einen Anstieg von etwa 48 cm, verursacht durch eine Klimaerwärmung von 1,4 bis 5,8 Grad (EDB., S. 670). Die Wahrscheinlichkeit von Extremereignissen wie Sturmfluten stiege damit ebenfalls stark an (vgl. EBD., S. 675; BERZ 2002, S. 10ff.).

Auch der Küstenschutz in Deutschland steht somit vor neuen Herausforderungen. Bereits in Folge der letzten Sturmflutkatastrophe von 1962 wurde das Küstenschutzsystem in Deutschland massiv ausgebaut (vgl. KRAUSE 2000, PROBST 2000), sodass es seitdem auch z. T. stärkeren Sturmflutereignissen standgehalten hat. In Anbetracht der erwarteten zukünftigen Zunahme der Intensität und Häufigkeit von Sturmfluten sind jedoch weitere Anpassungen des Küstenschutzsystems erforderlich. Vor dem Hintergrund der Knappheit öffentlicher Mittel gewinnen dabei auch im Küstenschutz Kosten-Nutzen-Analysen zunehmend an Bedeutung (vgl. LAWA 1995; SCHMIDTKE 1995, S. 143). Ziel hierbei ist es, die knappen Mittel möglichst effizient einzusetzen. Dabei wird den Kosten für Küstenschutzmaßnahmen der Nutzen in Form des vermiedenen Schadens gegenübergestellt.

Zur Abschätzung dieses Nutzens werden **Risikoanalysen** angewandt. Das **Risiko** ist hierbei definiert als der durchschnittliche jährlich zu erwartende Schaden, rechnerisch ausgedrückt als das Produkt von Versagenswahrscheinlichkeit des Küstenschutzsystems und dem daraus resultierenden Schaden (vgl. MAI ET AL. 2004b):

$$\text{Risiko} = \text{Versagenswahrscheinlichkeit} \cdot \text{Schaden}$$

Risikoanalysen sind jedoch nicht nur im Kontext des Küstenschutzes von Interesse: Auch Versicherungsunternehmen, die neben anderen Naturgefahren in zunehmendem Maße auch Überflutungsschäden versichern, haben ein unmittelbares Interesse an einer möglichst genauen Abschätzung des Risikos, u. a. um im Falle eines Ereignisses durch finanzielle Rücklagen selbst ausreichend abgesichert zu sein (vgl. Kap. 2.1.3).

Neben der Ermittlung der Versagenswahrscheinlichkeit ist die **Ex-ante-Schadensanalyse** oder **Schadensprognose** wesentlicher Bestandteil der Risikoanalyse. Dabei wird versucht, die Schäden möglicher Überflutungsereignisse im Voraus zu berechnen.³ Der Schaden errechnet sich hierbei aus der Multiplikation von Schädigungsgrad und Schadenspotenzial (vgl. EBD.):

$$\text{Schaden} = \text{Schädigungsgrad} \cdot \text{Schadenspotenzial}$$

Das **Schadenspotenzial**⁴ ist definiert als die Gesamtheit der Werte im Untersuchungsgebiet (vgl. REESE ET AL. 2003, Anhang B; MURL 2000, S. 70; MEYER & MAI 2003, S. 171). Es stellt somit das Schadensmaximum dar, das - je nach Überflutungshöhe - jedoch nur teilweise geschädigt wird.

Erst durch die Existenz von gefährdeten Menschen und Vermögenswerten wird aus einem Naturereignis wie einer Überflutung somit eine Naturkatastrophe bzw. ein Risiko. So ist auch der in Abb. 1.2 dargestellte Trend eines Anstiegs der Schäden durch Naturkatastrophen nicht nur auf die Häufung der Ereignisse zurückzuführen, sondern in hohem Maße auch auf die Zunahme der Schadenspotenziale, verursacht unter anderem durch Bevölkerungswachstum, steigenden Wohlstand und Besiedlung stark exponierter Gebiete (vgl. BERZ 2002, S. 9).

Die Ermittlung der gefährdeten Werte, die **Schadenspotenzialanalyse**⁵, stellt folglich einen wichtigen Teilbereich der Risikoanalyse dar. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit unterschiedlichen Verfahren zur Ermittlung dieses Schadenspotenzials.

³ Häufige, jedoch kaum einheitliche Verwendung in diesem Zusammenhang erfährt auch der Begriff **Vulnerabilität** bzw. **vulnerability** (Verwundbarkeit, Verletzlichkeit, Anfälligkeit) (vgl. GREEN ET AL. 1994; EBENHÖH ET AL. 1997; BEHNEN 2000; für eine Auflistung zahlreicher unterschiedlicher Definitionen siehe REESE 2003, S. 103). REESE ET AL. (2003, Anhang B) beispielsweise verwenden „Vulnerabilität“ weitestgehend synonym zum Begriff „Schaden“. Andere Definitionen gehen jedoch darüber hinaus und verstehen unter Vulnerabilität neben den zu erwartenden Folgen auch die Fähigkeit der betroffenen Regionen mit diesen Folgen umzugehen („to manage the impacts“, IPCC 1991, S. 4) (vgl. EBENHÖH ET AL. 1997, S. 16; BEHNEN 2000a, S. 35). Aspekte des Risikomanagements sollen in dieser Arbeit jedoch allenfalls am Rande behandelt werden. Auf eine Verwendung des Begriffs „Vulnerabilität“ wird daher weitestgehend verzichtet.

⁴ Unglücklicherweise existieren in der Literatur unterschiedliche Schreibweisen des Begriffs, die laut Duden jedoch alle zulässig sind: Während in der Versicherungswirtschaft die Schreibweisen „Schadenpotential“ bzw. „Schadenpotenzial“ verwendet werden, überwiegen in Publikationen aus den Bereichen Wasserbau- und Küsteningenieurwesen sowie Geographie die Schreibweisen „Schadenspotential“ und „Schadenspotenzial“. In der vorliegenden Arbeit wird einheitlich die letztgenannte Schreibweise verwendet.

⁵ Synonym hierzu wird in einigen Quellen der Begriff **Wertermittlung** verwendet (vgl. MEYER 2001, REESE ET AL. 2001). Dies erscheint dahingehend berechtigt, da eben diese Ermittlung von Werten nicht gezwungenermaßen im Kontext einer möglichen Überflutungsschädigung stehen muss. So basiert z. B. das Verfahren, das REESE ET AL. (2003) zur Abschätzung des Gebäudeschadenspotenzials verwenden, auf den Wertermittlungsrichtlinien (WertR 2002) (BMVBW 2002), die zur Schaffung von Markttransparenz auf dem Grundstücks- und Immobilienmarkt entwickelt wurden.

Anwendungsorientierter Hintergrund hierfür ist zudem die Mitarbeit an dem vom BMBF geförderten interdisziplinären Forschungsvorhaben „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste“ (KRIM; vgl. SCHUCHARDT & SCHIRMER 2002). Aufgabe des Teilprojektes „Küstenschutz“ ist es hierbei, Risikoanalysen für die Küstengebiete im Raum des Jade-Weser-Ästuars durchzuführen. Im Zuge der vorliegenden Arbeit soll hierfür eine geeignete Methodik der Schadenspotenzialanalyse entwickelt und für das o. g. Untersuchungsgebiet durchgeführt werden. Die daraus erzielten Ergebnisse fließen in die Risikoanalysen des Teilprojektes mit ein (vgl. MAI ET AL. 2003).

1.2 Zielsetzung, Aufbau und Methodik der Arbeit

Sowohl in Deutschland als auch in anderen Ländern wurden bereits zahlreiche Studien durchgeführt, die sich mit der Erhebung von Schadenspotenzialen befassen (vgl. Kap. 3.2). Die verwendeten Methoden unterscheiden sich dabei in Abhängigkeit der jeweiligen Zielsetzung sowie der Größe des untersuchten Gebiets teilweise erheblich.

Die für KRIM zu entwickelnde Methodik der Schadenspotenzialanalyse soll dementsprechend keine komplette Neuentwicklung sein, sondern auf bestehenden Verfahren aufbauen, diese ergänzen und optimieren sowie an die Zielsetzung von KRIM angepasst werden. Der Schwerpunkt liegt hierbei entsprechend der Größe des Untersuchungsgebiets von KRIM auf sogenannten mesoskaligen Methoden der Schadenspotenzialanalyse, die speziell für Untersuchungsgebiete regionaler Dimension geeignet sind (vgl. Kap. 3.1).

Darüber hinaus soll versucht werden, die für KRIM entwickelte Methodik mit Hilfe weiterer Datenquellen weiterzuentwickeln. Dabei wird überprüft, inwieweit sich dadurch ein Zuwachs der Genauigkeit der Schadenspotenzialanalyse realisieren lässt, d. h. ob diese zweite Methodik möglicherweise auch für Studien mit einem höheren räumlichen Genauigkeitsanspruch geeignet wäre.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist dementsprechend die Entwicklung geeigneter mesoskaliger Methoden der Schadenspotenzialanalyse für unterschiedliche Anwendungsfelder sowie der Test, der Vergleich und die Bewertung dieser Methoden.

Aus dem Hintergrund und der Zielsetzung der Arbeit lassen sich folgende erkenntnisleitende Fragestellungen ableiten:

Bezüglich der Einordnung der Schadenspotenzialanalyse in den Gesamtbereich der Risikoanalyse:

- Welchem Zweck dienen Risikoanalysen für Überflutungsereignisse, wie sind sie aufgebaut und welches sind die grundsätzlichen Vorgehensweisen der einzelnen Teilbereiche?

Bezüglich der unterschiedlichen bestehenden Methoden der Schadenspotenzialanalyse:

- Welche grundsätzlichen Vorgehensweisen und Maßstabsebenen der Schadenspotenzialanalyse lassen sich unterscheiden?
- Welche Schadens- und Wertkategorien lassen sich differenzieren und welche konkreten Methoden existieren, diese zu quantifizieren bzw. zu monetarisieren?
- Wie lassen sich die erhobenen Werte verorten bzw. räumlich modellieren und welche Kartengrundlagen sind hierfür geeignet?

Zu der Entwicklung, der Durchführung und dem Vergleich unterschiedlicher mesoskaliger Methoden der Schadenspotenzialanalyse:

- Welche Quantifizierungs- bzw. Verortungsverfahren und welche Datenquellen sind am besten für die zu entwickelnden Methoden geeignet?
- Welche Genauigkeit bzw. welche räumliche Differenzierung lässt sich durch die entwickelten Methoden realisieren? Inwieweit lässt sich durch die Integration weiterer Datenquellen in eine mesoskalige Analyse ein Genauigkeitszuwachs erzielen?

Ausgehend von diesen Fragestellungen ist die Arbeit folgendermaßen aufgebaut:

In Kap. 2 erfolgt zunächst eine Einführung in den Gesamtbereich der Risikoanalyse von Überflutungsereignissen. Hierbei soll auf unterschiedliche Zielsetzungen von Risikoanalysen eingegangen, deren Aufbau und Elemente erläutert sowie grundsätzliche Vorgehensweisen innerhalb der einzelnen Teilbereiche beschrieben werden.

Im dritten Kapitel soll dann der Fokus auf den Teilbereich der Risikoanalyse gerichtet werden, der im Vordergrund dieser Arbeit steht: die Schadenspotenzialanalyse. Nachdem hier zunächst unterschiedliche Maßstabsebenen von Schadens-

potenzialanalysen differenziert und deren grundsätzlichen Vorgehensweisen erläutert werden, erfolgt ein Überblick und eine Einordnung bisheriger Studien zu diesem Thema. Im Anschluss wird eine Kategorisierung der unterschiedlichen Schadens- und Wertkategorien vorgenommen, bevor, ausgehend von den untersuchten Studien, unterschiedliche Methoden der Quantifizierung dieser Kategorien beschrieben werden. Neben der Quantifizierung ist die Verortung bzw. räumliche Modellierung der erhobenen Werte wesentlicher Teil einer Schadenspotenzialanalyse. Diesbezügliche Methoden werden im letzten Teil des Kapitels erläutert.

Ausgehend von den in Kap. 3 gewonnenen Erkenntnissen soll im vierten Kapitel eine möglichst effiziente mesoskalige Methodik der Schadenspotenzialanalyse entwickelt und durchgeführt werden, die auf die Anforderungen des KRIM-Projektes abgestimmt ist. Hierbei sollen die verwendeten Verfahren der Quantifizierung und räumlichen Modellierung ausführlich dokumentiert und deren Ergebnisse präsentiert werden sowie eine Diskussion möglicher Fehlerquellen erfolgen.

Kap. 5 beschäftigt sich mit dem Versuch, die im vierten Kapitel beschriebene Methodik durch die Integration von Geomarketingdaten weiterzuentwickeln. Dabei werden einige der in Kap. 4 angesprochenen Ungenauigkeiten innerhalb der ersten Methodik aufgegriffen und diesbezügliche Verbesserungsansätze durch die Verwendung der neuen Datenquelle diskutiert und umgesetzt. Auch hier erfolgt eine ausführliche Beschreibung der Vorgehensweise dieser zweiten Methodik sowie eine Darstellung der Ergebnisse.

In Kap. 6 werden die Ergebnisse der beiden durchgeführten Methoden der Schadenspotenzialanalyse miteinander verglichen und auf ihre Plausibilität überprüft. Darauf aufbauend erfolgt eine Bewertung der beiden Ansätze hinsichtlich der Kriterien Genauigkeit und Aufwand.

Im abschließenden Kapitel erfolgt eine Zusammenfassung der Ergebnisse bzgl. der eingangs formulierten Fragestellungen. Zudem soll auf Forschungsbedarf hingewiesen werden, der im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht behandelt bzw. neu aufgeworfen wurde.

Die Erarbeitung der Grundlagen der Risiko- und Schadenspotenzialanalyse in Kap. 2 und 3 basiert auf Literaturanalysen. Die Entwicklung beider Verfahren der Schadenspotenzialanalyse in Kap. 4 und 5 stützt sich vor allem auf die in Kap. 3 gewonnenen Erkenntnisse. Für die Durchführung der beiden Ansätze werden im

Wesentlichen amtliche Sekundärstatistiken und Flächennutzungsdaten als Eingangsdaten verwendet, z. T. ergänzt durch weitere Literaturquellen und Expertenauskünfte. Bei der Umsetzung der zweiten Methodik werden zudem sekundärstatistische Daten eines kommerziellen Anbieters genutzt. Die Aufarbeitung und Analyse dieser Eingangsdaten sowie der Vergleich der Ergebnisse (Kap. 6) erfolgt dabei mit Hilfe eines Geographischen Informationssystems (GIS).

2 Einführung in den Gesamtbereich der Risikoanalyse

Wie bereits in der Einleitung formuliert wurde, ist die Schadenspotenzialanalyse ein Teilbereich der Risikoanalyse von Überflutungsereignissen. Für sich betrachtet, stellt die Schadenspotenzialanalyse lediglich eine Ermittlung von Wertbeständen und deren räumlicher Verteilung dar. Den Bezug zu Sturmflut- oder Hochwasserereignissen bekommt sie erst im Gesamtkontext der Risikoanalyse. Diesbezüglich erscheint es zu Beginn dieser Arbeit zunächst sinnvoll, den Gesamtbereich der Risikoanalyse näher zu betrachten. Dazu soll im Folgenden zunächst auf unterschiedliche Zwecke und Zielsetzungen von Risikoanalysen eingegangen werden, bevor deren Aufbau und ihre Teilbereiche und Elemente beschrieben werden. Danach werden in kurzer Form zumindest grundlegende Vorgehensweisen der übrigen Teilbereiche der Risikoanalyse dargelegt, nicht zuletzt, da sich hieraus teilweise auch Ansprüche an Form und Genauigkeit der Ergebnisse der Schadenspotenzialanalyse ergeben. Diese wird jedoch in diesem Kapitel zunächst weitestgehend ausgeklammert, um dann in Kap. 3 wesentlich intensiver behandelt zu werden.

2.1 Zweck und Zielsetzungen von Risikoanalysen

Wie schon angesprochen wurde, werden Risikoanalysen, aber auch Ex-ante-Schadensanalysen mit durchaus unterschiedlichen Zielsetzungen angewandt. Studien, die Risikoanalysen oder Teile davon verwenden, lassen sich diesbezüglich im Wesentlichen in drei Gruppen unterteilen: Neben den bereits genannten Kosten-Nutzen-Analysen im Hochwasserschutz sowie Studien aus der Versicherungswirtschaft sind zudem Klimafolgenuntersuchungen aufzuführen.

2.1.1 Kosten-Nutzen-Analysen im Hochwasserschutz

Die vermutlich durch den Klimawandel induzierte Häufung von Flusshochwassern und die zunehmende Bedrohung der Küsten durch einen beschleunigten Meeresspiegelanstieg erfordern eine Anpassung der Hochwasser- bzw. Küstenschutzsysteme (vgl. Kap. 1.1). Die Knappheit öffentlicher Mittel macht eine effiziente Allokation der vorhandenen Gelder erforderlich (vgl. PLATE 2000, S. 3).

Die bisherige Praxis im Küstenschutz orientiert sich jedoch an Sicherheits- und nicht an Effizienzkriterien. So erfolgt die Bemessung von Deichen anhand festgesetzter maximaler Sturmflutpegel (deterministisch) oder anhand theoretischer Pegel mit einer

festgesetzten Eintrittswahrscheinlichkeit (probabilistisch) (vgl. PROBST 2000, S. 72, VON LIEBERMANN & MAI 2001, S. 11, CUR 1990, S. 24).

Ergebnis dieser Vorgehensweise ist ein Küstenschutzsystem mit verhältnismäßig einheitlichem Sicherheitsstandard, unabhängig von den durch den jeweiligen Deichabschnitt im Hinterland geschützten Werten (vgl. PROBST 2000, S. 74).

Für eine Optimierung einer Schutzentscheidung bzw. eines Schutzsystems ist es jedoch erforderlich, diese Werte mit einzubeziehen: So kann den Kosten einer Schutzmaßnahme der durch sie vermiedene Schaden als Nutzen gegenübergestellt werden. Die zu optimierende Kostenfunktion lässt sich ausdrücken durch die Zielfunktion Z (PLATE 2000, S. 7, CROUCH & WILSON 1982):

$$Z = \sum_{t=1}^T \frac{1}{(1+i)^t} [K_a(t) + K_s(t) + RI(t) - N(t)]_D$$

D bezeichnet hierin die Variable für die Schutzalternative, also z. B. unterschiedliche Deichhöhen, alternative Deichverläufe bzw. sonstige Kombinationen von Schutzelementen. T ist die Bemessungslebensdauer der Schutzmaßnahme, t die fortlaufende Anzahl in Jahren und i der Diskontsatz. K_a sind die Kosten für die Durchführung der Schutzalternative D, also z. B. Deichbaukosten. Mit K_s werden die sozialen Kosten bezeichnet, die durch die Durchführung von D entstehen, also z. B. Beeinträchtigungen von Ökosystemen oder der Lebensqualität von Anwohnern. Diesen Kosten wird der Nutzen N, also der durch die Maßnahme vermiedene Schaden gegenübergestellt. Keine Küstenschutzalternative, auch nicht das bisherige Bemessungssystem, gewährleistet absolute Sicherheit. Zu berücksichtigen ist demzufolge auch das Restrisiko RI.

Durch die Abschätzung des jeweils vermiedenen Schadens und des verbleibenden Restrisikos wird es möglich, unterschiedliche Küstenschutzalternativen hinsichtlich ihrer Effizienz gegeneinander abzuwägen und somit die optimale Entscheidung zu treffen: "Therefore, the main purpose of assessing the losses which would result from coastal erosion or flooding is to be an aid to reaching a decision as to what action to take" (GREEN ET AL. 1994, S. 32; vgl. auch STERR ET AL. 2000, S. 2). Das gesellschaftlich optimale Restrisiko würde durch die Schutzalternative bestimmt werden, für die durch obige Funktion die Gesamtkosten minimiert werden. PLATE (2000, S. 3) räumt jedoch ein, dass derartige Entscheidungen, also auch die Entscheidung über ein akzeptables Restrisiko, im Konsens aller Betroffenen zu treffen

sein. Dies gilt insbesondere, da unterschiedliche Schutzalternativen im Küstenschutz zu höchst unterschiedlichen räumlichen Verteilungen des Restrisikos führen können.

2.1.2 Klimafolgenuntersuchungen

Ziel dieser Studien ist es, die Folgen des durch den Klimawandel induzierten beschleunigten Meeresspiegelanstieges abzuschätzen.

Im Gegensatz zu den o. g. Kosten-Nutzen-Analysen, bei denen der Klimawandel ebenfalls thematisiert wird, aber nur Randbedingung für die Notwendigkeit eines effizienten Küstenschutzes ist, steht hier der Klimawandel und seine Folgen im Vordergrund. Dabei wird versucht, die mittelfristigen Konsequenzen eines prognostizierten Meeresspiegelanstiegs (vgl. IPCC 2001a, S. 666ff.; Kap. 1.1) in Form von dauerhafter Überflutung bzw. die Zunahme an von Sturmfluten gefährdeten Werten zu ermitteln. Von der Existenz eines Küstenschutzsystems bzw. dessen Anpassung an die geänderten Bedingungen wird dabei zunächst meistens abstrahiert. Erst an zweiter Stelle werden – falls überhaupt – die Auswirkungen alternativer Reaktionsstrategien diskutiert (vgl. IPCC 2001b, S. 367).

Eine einheitliche Methodik (die „*Common Methodology*“) zur vergleichenden Bewertung der Gefährdung nationaler Küstenräume wurde von der Coastal Zone Management Subgroup des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), eines UNO-Wissenschaftsgremiums, entwickelt (IPCC 1991). Bislang wurden in etwa 30 Ländern auf der *Common Methodology* basierende Fallstudien durchgeführt, so auch in Deutschland (EBENHÖH ET AL. 1997).

2.1.3 Risikoanalysen in der Versicherungswirtschaft

Teil eines Risikomanagements ist es auch, Vorsorge zu treffen für die Kosten des Restrisikos (vgl. PLATE 2000, S. 3). Die Schäden von Naturkatastrophen, in diesem Falle Überschwemmungen, können für die betroffenen Haushalte bzw. Unternehmen so hoch sein, dass sie ihre Existenz bedrohen. Um die Folgen für den Einzelnen erträglich zu machen, erscheint eine Umverteilung der Kosten innerhalb einer größeren Risikogemeinschaft sinnvoll.

Bei Überschwemmungen, wie bei der Flutkatastrophe an Donau und Elbe im Sommer 2002, erfolgt diese Umverteilung bislang größtenteils über staatliche ad-hoc Hilfen und private Spenden. Diese Praxis wird von CITLAK & WAGNER (2001, S. 98ff., vgl. auch SCHWARZE & WAGNER 2003, S. 185) als ineffizient bezeichnet: So erzeuge die

Unübersichtlichkeit der Hilfsfonds hohe Informationskosten bei der Verteilung bzw. Sorge ggf. für eine ungerechte Verteilung und daraus resultierend für soziale Spannungen. Zudem gäbe es kaum Anreize für die betroffenen Individuen, aber auch für Gemeinden und Länder, das Risiko durch Vorsorgemaßnahmen zu verringern.

Eine Möglichkeit der effizienteren Umverteilung der Kosten von Naturkatastrophen bildet die Absicherung durch Versicherungen. Im Gegensatz zur o. g. ex-post-Lösung kommt es dabei schon zu einer ex-ante-Absicherung der Schäden über Prämien (vgl. SWISSRE 2002, S. 2f.). Für die Mitglieder der Risikogemeinschaft wird das Risiko so in Form regelmäßiger Zahlungen kalkulierbar. Im Katastrophenfall erfolgt die Auszahlung der Schäden durch Erstversicherer. Da die Schäden durch Naturkatastrophen häufig regional sehr konzentriert auftreten, können auch die zumeist regional agierenden Erstversicherer mit der Schadensdeckung aus eigenen Rücklagen überfordert und in ihrer Existenz bedroht sein. Auch hier erfolgt daher eine Risikostreuung durch die Absicherung (Rückversicherung) bei zumeist weltweit operierenden Rückversicherungsunternehmen.

Allerdings galten Überschwemmungen lange Zeit als unversicherbar⁶ (vgl. BEHNEN 2000b, S. 152). Vor allem eine wesentliche Grundbedingung von Versicherungen wird bei Überschwemmungen verletzt (vgl. KRON 2000, S. 141f.):

- Es existiert keine räumliche Streuung der versicherten Risiken. Die Folge ist die sogenannte *Antiselektion* oder *adverse selection*: Für Personen außerhalb der Flusstäler und Küstenniederungen besteht kein Anreiz und keine Notwendigkeit, sich gegen Überschwemmungen zu versichern. Die versicherte Risikogemeinschaft wäre demzufolge relativ klein, die Prämien untragbar hoch.

KRON (EBD.) führt noch eine zweite Verletzung einer Versicherungsgrundbedingung an (vgl. auch BEHNEN 2000b, S. 151):

- So sei das Prinzip der Unvorhersehbarkeit bei Überschwemmungen nicht gegeben, da die Ereignisse in den betroffenen Gebieten zu häufig auftreten und Schäden verursachen. Dies mag zwar für Flusshochwasser zutreffen, Schäden durch Sturmfluten waren hingegen zumindest in Europa vor allem aufgrund der

⁶ So wurden bis 1991 vom Bundesaufsichtsamt für das Versicherungswesen keine Genehmigungen für Überschwemmungsversicherungen erteilt (vgl. LIETZAU 2001, S. 73). Lediglich alte DDR-Haushaltsversicherungen beinhalteten auch Überflutungsschäden (Süddeutsche Zeitung Online vom 7.8.2002).

hohen Sicherheitsstandards im Küstenschutzsystem in der Vergangenheit vergleichsweise selten.

- Als weiterer Grund wird angeführt, dass einzelne Überschwemmungen, insbesondere Sturmfluten, sehr hohe Gesamtschäden verursachen können (vgl. GARDETTE 1997, S. 211f.; SIEBERT & LOSTER 1997, S. 343; LIETZAU 2001, S. 73). Da zudem lange Zeit eine zuverlässige Abschätzung des Risikos nicht möglich war bzw. für nicht möglich gehalten wurde (vgl. KRON 2000, S. 143), ist eine finanzielle Absicherung gegen diese Risiken für Versicherer schwierig: Die Kalkulation des zu erwartenden Maximalschadens oder „probable maximum loss“ (PML) stellt die wesentliche Grundlage der Kumulkontrolle dar. Unter Kumul wird die Häufung von Haftungsübernahmen in einer bestimmten Region verstanden (vgl. SIEBERT & LOSTER 1997, S. 343). Wird der PML unterschätzt und nicht ausreichend über Selbstbehalte, Haftungsobergrenzen, Rücklagen und Rückversicherungen abgesichert, drohen sowohl Erst- als auch Rückversicherern im Schadensfall Liquiditätsprobleme.

Das Problem der Antiselektion kann durch die Schaffung sogenannter Elementarschadensversicherungen gelöst werden. Durch die Koppelung von verschiedenen Naturrisiken in einem Paket wird eine größere räumliche Risikostreuung gewährleistet. Zumindest für Flusshochwasser wird derzeit ein Schutz innerhalb solcher Pakete durch zahlreiche Versicherer angeboten (vgl. ZFV 1997, S. 740).

Momentan wird angesichts der Erfahrungen der Sommerflut 2002 diskutiert, ob statt einer solchen freiwilligen Lösung eine Pflichtversicherung eingeführt werden soll (vgl. SCHWARZE & WAGNER 2003, S. 185; Der Spiegel 27/2003, S. 70). Der Vorteil wäre eine noch breitere Risikostreuung. Nach früheren Bedenken (vgl. ZFV 1997, S. 740) scheinen zumindest Teile der Versicherungswirtschaft (vgl. SWISSRE 2002, S.3) inzwischen eine solche politische Entscheidung zu befürworten.

Zudem ermöglichen Risikoanalysetools eine bessere Abschätzung des Risikos und seiner räumlichen Differenzierung, was das Risiko für Versicherer zum einen kalkulierbar macht und zum anderen eine abgestufte Prämiengestaltung ermöglicht. Hier sei die Entwicklung des Risiko zonierungssystems ZÜRS (Zonierungssystem für Überschwemmungen, Rückstau und Starkregen; vgl. LIETZAU 2001, S. 74 ff.)

erwähnt, welches deutschlandweit die durch Flusshochwasser gefährdeten Gebiete ausweist und diese zudem in Gefährdungsklassen unterteilt.

Von diesen dynamischen Entwicklungen bei der Versicherung von Überschwemmungen sind Sturmfluten allerdings bislang ausgenommen. Als Begründung, warum diese im Gegensatz zu Flusshochwassern nicht versicherbar seien, werden im Wesentlichen zwei Argumente angeführt (vgl. LIETZAU 2001, S. 82; GARDETTE 1997, S. 211; KRON 2000, S. 142):

- Die zu erwartenden Schäden seien, auch im Vergleich zu Flusshochwassern, enorm. Laut LIETZAU (2001, S.82) hätten Schadensprognosen für Bremerhaven Schäden in Höhe von ca. 1,4 Mrd. EUR nur bei privaten Gebäudebesitzern ergeben. KRON (2000, S. 142) spricht von einem Schaden von ca. 3 Mrd. EUR für einen einzelnen Deichbruch nur im „private and small business sector“. Folge solch enormer Schadenssummen wären nicht mehr vertretbare Versicherungsprämien. Allerdings erscheinen die genannten Schadenssummen nach neueren Erkenntnissen als deutlich zu hoch: So kommen MEYER & MAI (2003, S. 176f.) in ihren Prognosen für einzelne Deichbruchereignisse an der ländlich geprägten Wurster Küste auf volkswirtschaftliche Schäden in Höhe von 10 bis 90 Mio. EUR je nach Position des Deichbruchs. Auch für ein Überflutungsereignis in Bremerhaven wären nach einem weiter verfeinerten Berechnungsverfahren Schäden von maximal 480 Mio. EUR zu erwarten (MAI ET AL. 2004a; vgl. Kap. 6.2). Auch hier könnten also, wie bei Flusshochwassern, noch weiterhin zu verbessernde, exaktere Schadensanalysen helfen, die Höhe eines Maximalschadens genauer abzuschätzen und das Versicherungsrisiko somit kalkulierbarer zu machen.
- Schwerwiegender erscheint das Problem, das von GARDETTE (1997, S. 211) angesprochen wird: So ist das Ausmaß einer Sturmflutkatastrophe weitgehend von der Standhaftigkeit der Küstenschutzanlagen abhängig. Dies impliziert erstens, dass das Sturmflutrisiko in höherem Maße als das von Flusshochwassern von Schutzstrategien und damit von unkalkulierbaren politischen Entscheidungen abhängt. Zweitens hat die bisherige Küstenschutzpraxis (vgl. Kap. 2.1.1) zu relativ hohen Sicherheitsstandards und damit geringen Versagenswahrscheinlichkeiten geführt. Zum einen führen derartig lange Wiederkehrzeiten bei potenziell Betroffenen zu einer systematischen

Unterschätzung des Risikos, was sie zumindest von einer freiwilligen Versicherung gegen solche Schäden abhalten könnte (CITLAK & WERNER 2001, S. 101f.; JAKOBI ET AL. 2001, S. 411). Zum anderen ist bislang nur unzureichend erforscht, wie ein Küstenschutzsystem auf seltene, aber extreme Ereignisse reagieren würde, die diesen hohen Sicherheitsstandard übersteigen: Käme es zu einem Totalversagen und damit doch zu enormen Schäden oder lediglich zu einzelnen Deichbrüchen und damit verbundenen moderaten Schäden?

Aus den genannten Argumenten wird deutlich, dass neben organisatorischen bzw. politischen Aspekten (Koppelung mit anderen Naturgefahren, Pflicht- oder freiwillige Versicherung) die möglichst exakte Abschätzung des Risikos wesentliche Voraussetzung für eine wirtschaftliche Versicherung von Überschwemmungen ist. Die Risikoanalyse bzw. ihre Teilbereiche (Gefährdungs-, Schadensanalyse) bietet erstens die Möglichkeit, sowohl die Eintrittswahrscheinlichkeit als auch den zu erwartenden Maximalschaden (PML) abzuschätzen, und zweitens eine für eine gerechte und sinnvolle Prämiengestaltung notwendige räumliche Risikodifferenzierung vorzunehmen.

2.2 Aufbau und Elemente der Risikoanalyse

Wie schon im einleitenden Kapitel erwähnt wurde, ist das Risiko definiert durch die Formel

$$\text{Risiko} = \text{Eintrittswahrscheinlichkeit} \cdot \text{Schaden}$$

Um diese recht einfache Formel für eine Risikoanalyse operationalisierbar zu machen, ist es zunächst erforderlich zu definieren, für was das Risiko kalkuliert werden soll:

So kann das Risiko zunächst ereignisbezogen betrachtet werden: Ein spezifisches Sturmflutereignis mit einem vorgegebenen Tidehochwasserstand (Thw) und Seegang hat eine spezifische Eintrittswahrscheinlichkeit p_i und verursacht einen spezifischen Schaden C_i . Das Risiko gegenüber diesem Ereignis ist dementsprechend $R_i = p_i \cdot C_i$.

Bezogen auf ein gefährdetes Objekt bzw. eine gefährdete Region stellt dieses Risiko R_i jedoch nur ein Teilrisiko dar, da es sich nur auf ein mögliches Ereignis bezieht. Eintrittswahrscheinlichkeit und Schaden variieren je nach Intensität des jeweiligen Ereignisses. Das Gesamtrisiko R_{ges} einer Region bzw. eines Objektes gegenüber der

Gefahr „Sturmflut“ ergibt sich demzufolge aus der Summe aller möglichen Ereignisse und damit aller $p_i \cdot C_i$.

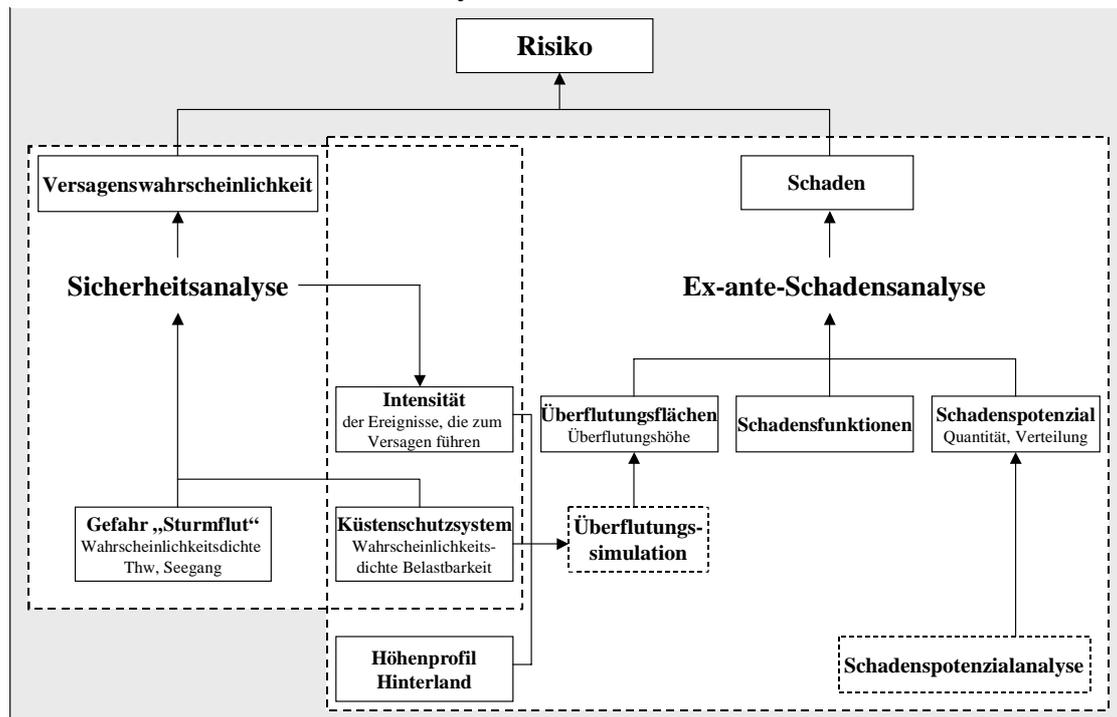
In der Praxis findet die Ermittlung des gesamten Risikos allerdings bislang keine vollständige Anwendung: Zumeist werden wie z. B. bei REESE (2003, S. 265) nur ereignisbezogene Teilrisiken für unterschiedliche Szenarien berechnet. Beim Verfahren von MAI & VON LIEBERMANN (2002, S. 44; vgl. auch MAI ET AL. 2004b) werden zwar alle Eintrittswahrscheinlichkeiten der Ereignisse, die zu einer Überflutung führen, zur Versagenswahrscheinlichkeit p_f aufsummiert, zur Berechnung der Schäden werden jedoch bislang nur auf historischen Sturmfluten basierende Szenarien bzw. Meeresspiegelanstiegsszenarien angesetzt. D. h. die Variabilität der Schäden in Abhängigkeit der Intensität des Ereignisses findet bislang keine bzw. nur eingeschränkt Berücksichtigung.

Entsprechend der o. g. Formel wird die Risikoanalyse häufig zunächst in zwei Teilbereiche unterteilt (vgl. PLATE 2000, S. 6, REESE 2003, S. 24ff., MARKAU 2003, S. 70ff., MAI ET AL. 2004b):

Die **Gefährdungs- bzw. Sicherheitsanalyse**, aus der die Eintrittswahrscheinlichkeit eines spezifischen Ereignisses bzw. Versagenswahrscheinlichkeit des Schutzsystems hervorgeht, und die **Ex-ante-Schadensanalyse bzw. Schadensprognose**, deren Zweck die Prognose der von diesem spezifischen Ereignis verursachten Schäden ist.

Abb. 2.1 stellt den Aufbau und die Elemente einer Risikoanalyse von Sturmflutereignissen schematisch dar. Die einzelnen Teilbereiche und Elemente sollen im Folgenden kurz erläutert werden.

Abb. 2.1: Elemente von Risikoanalysen



Eigene Darstellung

Für die **Gefährdungs-** bzw. **Sicherheitsanalyse** ist es zunächst erforderlich, das Ereignis hinsichtlich Eintrittswahrscheinlichkeit und Intensität zu definieren, für welches das Risiko ermittelt werden soll.

Wird ein Ereignis, wie oben beschrieben, von vornherein über eine festgelegte Eintrittswahrscheinlichkeit definiert, muss die Intensität eines solchen Ereignisses (Thw, Seegang, Dauer) bestimmt werden. Diese Intensität wird dann mit einem ggf. vorhandenen Schutzsystem verglichen bzgl. der Frage, ob es bei diesem spezifischen Ereignis überhaupt zu einem Versagen und damit zu einer Überflutung kommt.

Wird andersherum das Ereignis eben über diese Bedingung definiert, dass das Schutzsystem überschritten wird, ist anhand der spezifischen Merkmale des Schutzsystems die Intensität und die Eintrittswahrscheinlichkeit eines solchen Ereignisses zu bestimmen.

Ob und in welchem Umfang es durch das jeweilige Ereignis zu einer Überflutung kommt, wird häufig ebenfalls als Bestandteil einer Gefährdungsanalyse gesehen (vgl. vgl. PLATE 2000, S. 6, REESE 2003, S. 24ff., MARKAU 2003, S. 70ff.), ist jedoch zunächst einmal für die Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit unerheblich.

Vielmehr stellt diese Information eine wesentliche Einflussgröße für die **Ex-ante-Schadensanalyse** dar. Aus der Intensität des definierten Ereignisses, dem Grad des Versagens des Schutzsystems und den Geländeeigenschaften des Hinterlandes (Höhenprofil, Oberflächenrauigkeit) lässt sich das Ausmaß der **Überflutung** simulieren.

Zweiter grundlegender Teil der Schadensprognose ist es, für die möglicherweise betroffenen Flächen das **Schadenspotenzial**, d. h. den Wertbestand zu ermitteln.

Aus dem Grad der Betroffenheit von der Überflutung (im Wesentlichen der Überflutungshöhe) und der Anfälligkeit (Verletzlichkeit) der betroffenen Objekte (Werte) ergibt sich deren **Schädigungsgrad**. Die Zielgröße der Schadensanalyse, der zu erwartende Schaden, ergibt sich folglich aus der Multiplikation von Schadenspotenzial und Schädigungsgrad.

Im Folgenden sollen grundsätzliche Vorgehensweisen sowohl bei der Sicherheits- bzw. Gefährdungsanalyse als auch der Ex-ante-Schadensanalyse beschrieben werden.

2.3 Sicherheits-/Gefährdungsanalyse

Primäres Ziel der Sicherheitsanalyse gegenüber Sturmfluten ist es, die Versagenswahrscheinlichkeit des Küstenschutzsystems zu bestimmen. Die Versagenswahrscheinlichkeit ist dabei die Summe der Eintrittswahrscheinlichkeiten derjenigen Ereignisse, die zu einem Versagen des Schutzsystems führen. Will man lediglich das Risiko für ein Ereignisszenario berechnen, gilt es die Eintrittswahrscheinlichkeit für eben dieses Ereignis zu bestimmen.

Wichtigstes Element innerhalb eines Küstenschutzsystems, bestehend aus einer Kombination von Vorland, Lahnung, Sommerdeich, Hauptdeich und ggf. Sperrwerken, ist zumeist der Hauptdeich. Der wesentliche Versagensmechanismus für den Hauptdeich ist der Wellenüberlauf, der im Allgemeinen zu einer Zerstörung des Deiches führt (PLATE 2000, S. 8, MAI & VON LIEBERMANN 2000, S. 31).

Um diese Versagenswahrscheinlichkeit zu ermitteln, werden die äußeren Belastungen der Belastbarkeit des Deiches gegenübergestellt (CUR 1990, S. 40ff.). Für den Wellenüberlauf wird dies beschrieben durch die Zuverlässigkeitsfunktion Z auf Basis des Wellenaufbaus:

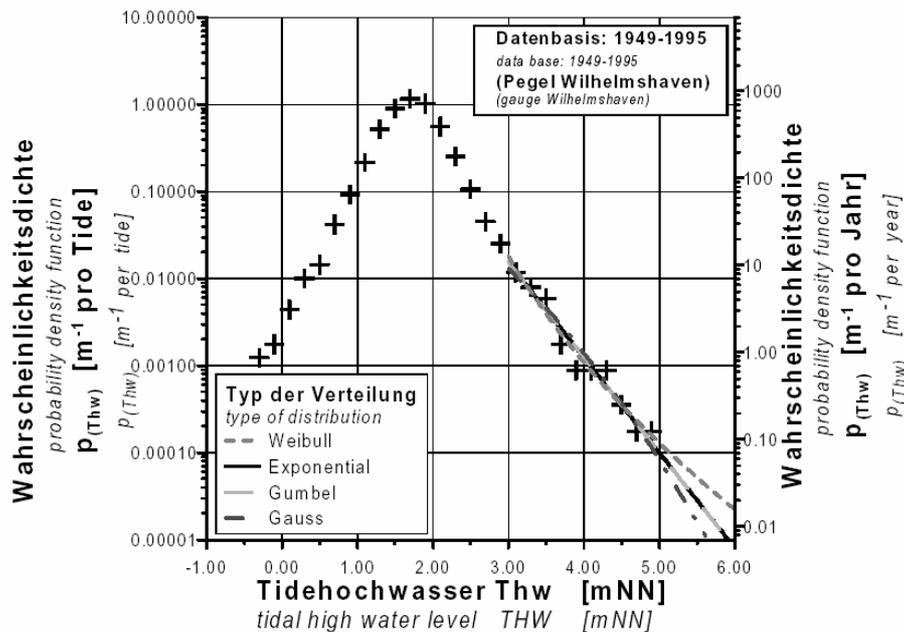
$$Z = h_D - Thw - R_{98\%}$$

h_D ist hierbei die Deichhöhe als wesentliches Charakteristikum der Belastbarkeit, Thw der Tidehochwasserstand. $R_{98\%}$ drückt den Wellenaufbau aus und beinhaltet sowohl Parameter der Belastung durch den Seegang (signifikante Wellenhöhe und mittlere Wellenperiode) als auch der Bauwerkseigenschaften, wie Deichneigung und Form (MAI ET AL. 2004b). Ist $Z < 0$, kommt es zu einem kritischen Wellenüberlauf⁷ und demzufolge zu einem Deichbruch.

Die Versagenswahrscheinlichkeit dieses Ereignisses errechnet sich nun aus den Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Belastung und der Belastbarkeit. Von primärer Bedeutung ist dabei die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Belastung und damit der Größen Tidehochwasserstand (Thw) und Seegang.

Tidehochwasserstände werden an der deutschen Küste seit ca. 150 Jahren aufgezeichnet. Demzufolge kann hier die Wahrscheinlichkeitsdichte aufgrund statistischer Daten wiedergegeben werden (vgl. Abb. 2.2; WEIGEL & MAI 2002, S. 44). Allerdings müssen hierbei Extremwasserstände extrapoliert werden, was je nach Typ der angenommenen Verteilung zu unterschiedlichen Ergebnissen führen kann (vgl. Abb. 2.2, MAI & VON LIEBERMANN 2000, S. 33ff.).

Abb. 2.2: Wahrscheinlichkeitsdichte der Thw am Pegel Wilhelmshaven und ihre Extrapolation für Extremwasserstände



Quelle: Mai & von Liebermann 2000, S. 33

⁷ Ein Wellenüberlauf von 2 % der Wellen wird gemäß o. g. Formel noch toleriert.

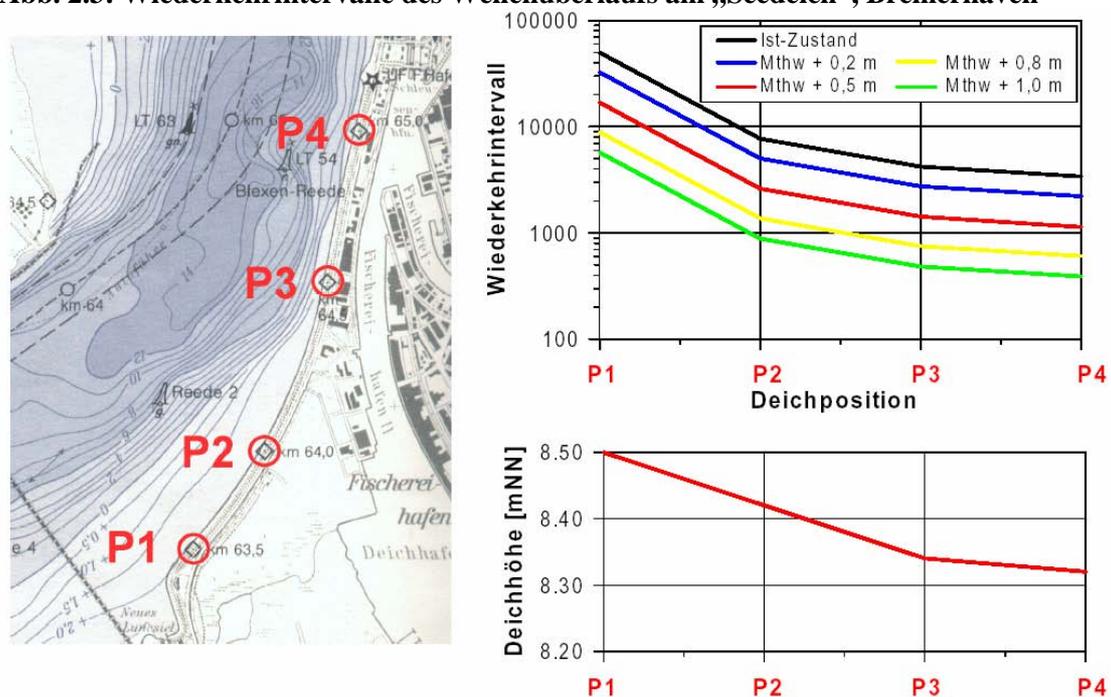
Für die Seegangparameter Wellenhöhe und -periode liegen solche langjährigen Messungen jedoch nicht vor. Deren Wahrscheinlichkeitsverteilungen können jedoch über Seegangssimulationen aus Wind- und Wasserstandsstatistiken ermittelt werden (vgl. MAI & VON LIEBERMANN 2000, S. 33f.).

Auch für die Belastbarkeit ist es prinzipiell erforderlich, eine Wahrscheinlichkeitsdichte zu verwenden, da zum einen möglicherweise die Deichhöhe nicht immer genau bekannt und damit variabel ist und zum anderen auch bei bekannter Deichhöhe die Belastbarkeit aufgrund unterschiedlicher Bauweise oder Zustand des Deiches noch Unsicherheiten unterliegt.

In der Praxis wird jedoch zumeist die Belastbarkeit vereinfacht mit der Deichhöhe gleichgesetzt und diese der Wahrscheinlichkeitsdichte der Belastung gegenübergestellt.

Abb. 2.3 zeigt Beispiele für auf diese Weise errechnete Wiederkehrzeiten des Wellenüberlaufs für unterschiedliche Positionen einer Deichstrecke.

Abb. 2.3: Wiederkehrintervalle des Wellenüberlaufs am „Seedeich“, Bremerhaven



Quelle: Mai & von Liebermann 2001, S. 64

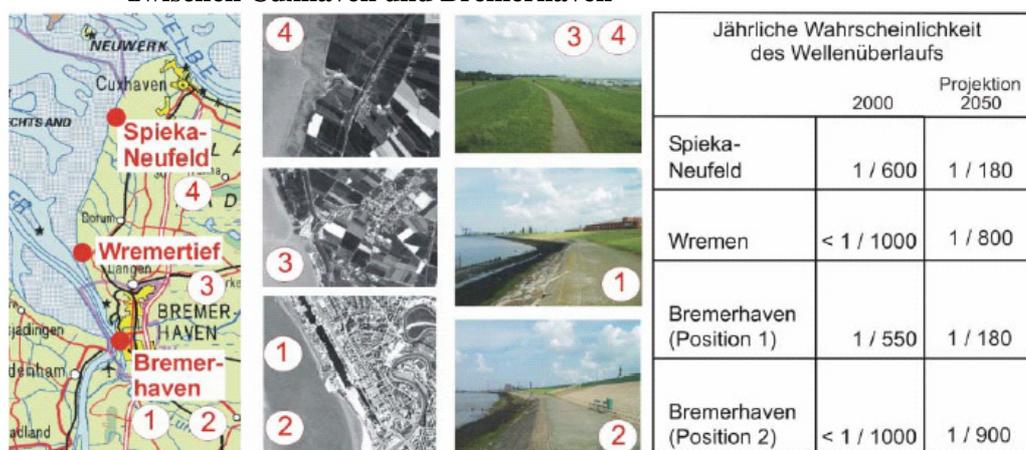
Auch für andere Abschnitte der niedersächsischen Küste ermitteln MAI & VON LIEBERMANN (2000, S. 35) Wiederkehrintervalle eines Wellenüberlaufs zwischen 400 und 8000 Jahren.

Es besteht folglich ein verhältnismäßig hoher, wenngleich auch nicht einheitlicher Sicherheitsstand der Deichlinie an der deutschen Nordseeküste. Bei einer „Jahrhundertflut“, d. h. einem 100-jährlichen Ereignis, käme es diesen Angaben zufolge vermutlich an keiner Stelle der deutschen Küste zu einem Versagen des Schutzsystems.

Neben der Beurteilung der derzeitigen Deichsicherheit bzw. Versagenswahrscheinlichkeit ist auch eine Prognose für die Zukunft unter Bedingungen des Klimawandels möglich (vgl. MAI ET AL. 2004b). So lässt sich beispielsweise die Wahrscheinlichkeitsdichtekurve des Thw entsprechend eines erwarteten Meeresspiegelanstiegs nach rechts verschieben (vgl. MAI & VON LIEBERMANN 2000, S. 34). Zusätzlich ist es möglich, zu berücksichtigen, dass Extremwasserstände vermutlich häufiger vorkommen werden (vgl. MAI ET AL. 2004b). Auch die Wahrscheinlichkeitsdichte von Wellenhöhe und Wellenperiode lässt sich auf diese Weise in die Zukunft projizieren.

Bei Annahme gleichbleibender Deichhöhe lässt sich so der Umfang der Zunahme der Versagenswahrscheinlichkeit feststellen (Abb. 2.3-4).

Abb. 2.4: Jährliche Wahrscheinlichkeit eines Wellenüberlaufs an den Hauptdeichen zwischen Cuxhaven und Bremerhaven



Quelle: Mai et al. 2004b

PLATE (2000, S. 9) gibt allerdings zu bedenken, dass Extrapolationen von zukünftigen Extremwasserständen aufgrund der Inhomogenität der statistischen Datenbasis problematisch sind (vgl. auch REESE 2003, S. 75ff.)

Im Gegensatz zu Gefährdungsanalysen an der Küste beziehen sich Gefährdungsanalysen für Flusshochwasser selten auf ein durch die Belastbarkeit des Schutzsystems definiertes Ereignis. Dies ist sicherlich darauf zurückzuführen, dass Hochwasserschutzanlagen an Flüssen, falls überhaupt durchgängig vorhanden, keinen so relativ einheitlichen und hohen Sicherheitsstand aufweisen wie an der Küste.

Stattdessen werden die zu untersuchenden Hochwasserereignisse von vornherein über eine festgesetzte Eintrittswahrscheinlichkeit definiert (vgl. MURL 2000; IKSR 2001a S. 8; HEINZE 2000, S. 14). So werden beispielsweise in der Studie „Hochwasserschadenspotentiale am Rhein in NRW“ (MURL 2000) Szenarien für die jährlichen Eintrittswahrscheinlichkeiten 1/100, 1/200 und 1/500 errechnet.

Die spezifischen hydraulischen Parameter der einzelnen Szenarien, wie Hochwasserscheitelwerte, -abflüsse und -ganglinien, werden auch hier auf der Basis langjähriger empirischer Daten ermittelt bzw. extrapoliert (vgl. BEYENE 1992, S. 14).

Neben der Ermittlung der Eintrittswahrscheinlichkeit ist die Spezifizierung solcher Parameter der Intensität des bzw. der betrachteten Ereignisse der zweite wesentliche Output der Gefährdungsanalyse. Sowohl für Sturmfluten als auch für Flusshochwasser bilden sie eine wesentliche Grundlage zur Ermittlung der Überflutungsflächen und bilden damit eine Inputgröße für den zweiten Bereich der Risikoanalyse, die Ex-ante-Schadensanalyse.

2.4 Ex-ante-Schadensanalyse

2.4.1 Überflutungssimulation

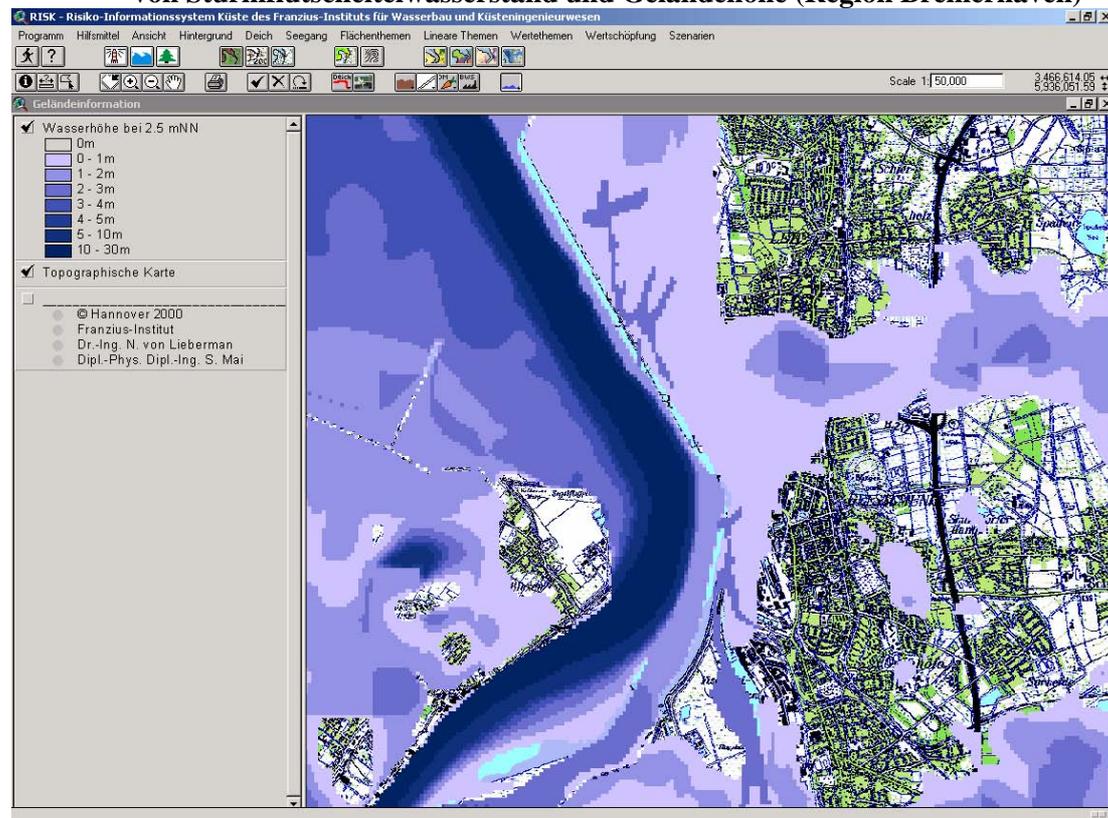
Die Überflutungssimulation ist innerhalb der Risikoanalyse eine Verbindung zwischen Gefährdungs- und Schadensanalyse und kann als Bestandteil von beiden angesehen werden: Einerseits spezifiziert sie ein bloßes Hochwasserereignis zu einem Überflutungsereignis und damit zu einer Gefahr und Bedrohung für das Hinterland. Die Kombination von Eintrittswahrscheinlichkeit und Gefahr wird dann als Gefährdung bezeichnet (PLATE ET AL. 2001, S. 12).

Zum anderen werden durch die Überflutungssimulation Überflutungsflächen und -höhen bestimmt und damit ermittelt, welche Werte in welchem Maße betroffen wären.

Bei Sturmfluten bestehen mehrere Methoden, die überfluteten Flächen zu bestimmen: Bei der am häufigsten verwendeten Methode wird der erwartete Sturmflutscheitelwasserstand mit der Geländehöhe im Hinterland verschnitten (vgl. EBENHÖH ET AL. 1997, KLAUS & SCHMIDTKE 1990). Abb. 2.5 zeigt das Ergebnis einer solchen Vorgehensweise für den Raum Bremerhaven aus dem Risikoanalysesystem RISK (VON LIEBERMANN ET AL. 2001).

Dieser Ansatz führt jedoch zu einer starken Überschätzung der Überflutungsflächen (MAI & VON LIEBERMANN 2002, S. 49). Eine derartige Ausbreitung des Wassers im Hinterland auf Höhe des Sturmflutscheitels würde ein großflächiges Versagen des Küstenschutzsystems, eine momentartige Ausbreitung der Flut und bzw. oder ein längeres Andauern des Scheitelwasserstands voraussetzen. In der Realität ist erstens jedoch eher mit einzelnen Deichbrüchen mit Bruchweiten von maximal 200 m zu rechnen (vgl. MAI ET AL. 2004b; REESE 2003, S. 90). Dadurch wird die Menge des einströmenden Wassers begrenzt. Zweitens hat die Flutwelle eine Ausbreitungsgeschwindigkeit, wesentlich beeinflusst durch die Bodenrauigkeit, d. h. weiter von der Deichbruchstelle entfernt liegende Gebiete sind möglicherweise nicht bzw. nicht sofort betroffen. Drittens unterliegt auch der Sturmflutwasserstand den Gezeiten: Nach Erreichen des Sturmflutscheitels sinkt das Wasser wieder und die Menge des einströmenden Wassers reduziert sich bzw. es kommt zu einem Wiederausströmen aus der Deichbruchlücke (vgl. MEYER & MAI 2003, S. 170).

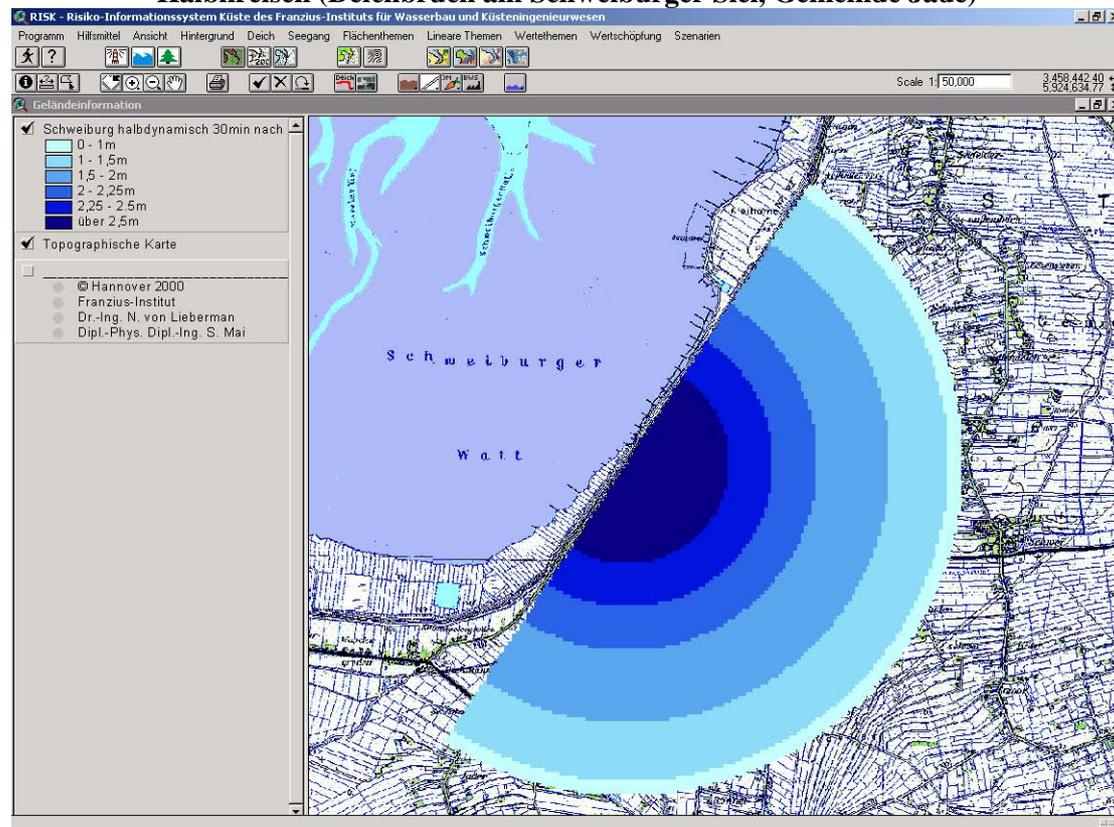
Abb. 2.5: Beispiel für eine Bestimmung von Überflutungsflächen durch Verschneidung von Sturmflutscheitelwasserstand und Geländehöhe (Region Bremerhaven)



Quelle: von Liebermann et al. 2001

Sowohl Einströmvolumen als auch Ausbreitungsgeschwindigkeit finden Berücksichtigung in einer Methode der Überflutungssimulation, die von einer Ausbreitung der Flutwelle in Form konzentrischer Halbkreise von einer punktuellen Deichbruchstelle ausgeht (vgl. MAI & VON LIEBERMANN 2002, S. 50). Allerdings werden hier Differenzen in der Geländehöhe des Hinterlandes völlig außer Acht gelassen (vgl. Abb. 2.6).

Abb. 2.6: Beispiel für eine Überflutungssimulation in Form von konzentrischen Halbkreisen (Deichbruch am Schweiburger Siel, Gemeinde Jade)



Quelle: von Liebermann et al. 2001

REESE ET AL. (2003, S. 37ff.; vgl. REESE 2003, S. 84ff.) verwenden ein Verfahren, bei der zunächst das gesamte Einströmvolumen des Wassers im Verlauf des Überflutungsereignisses berechnet wird. Hierbei werden unterschiedliche Phasen des Deichbruchs und damit eine Variation des Einströmvolumens berücksichtigt. Die errechnete Gesamtwassermenge wird dann entsprechend des Höhenmodells des Hinterlandes verteilt. Hieraus ergeben sich Überflutungsfläche und -höhe.

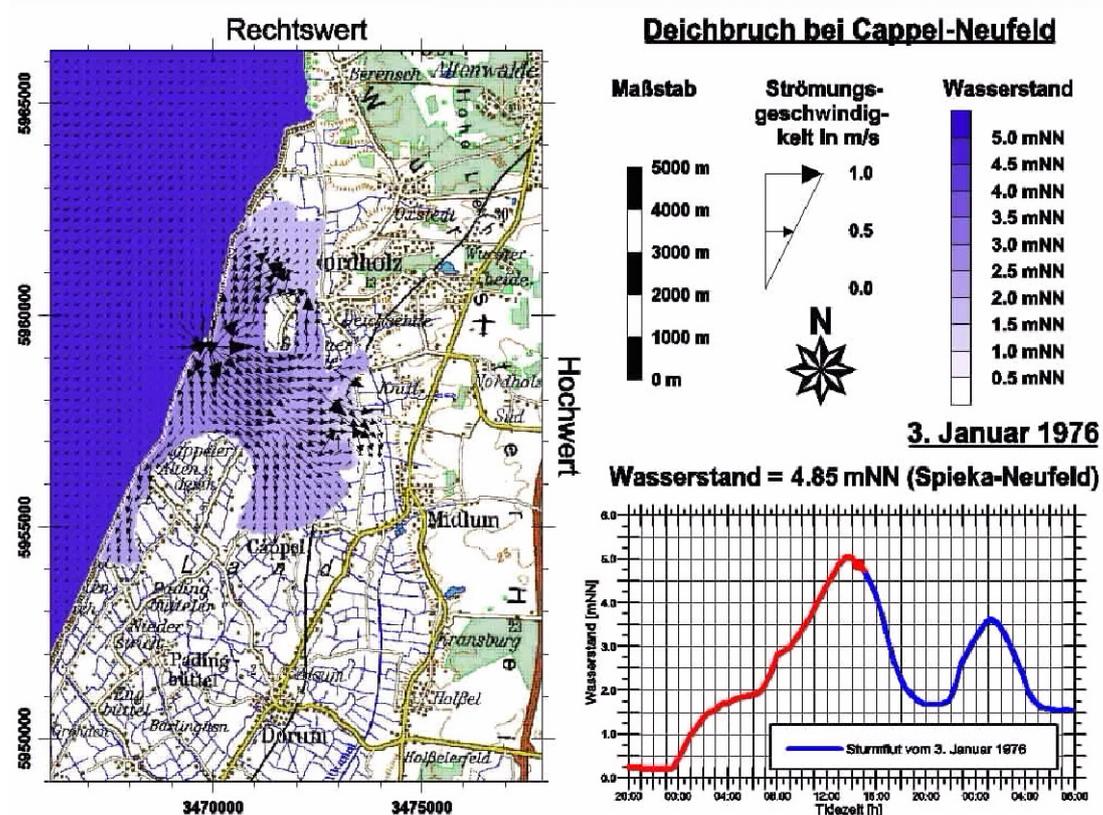
Eine vollständige Simulation der Ausbreitung und Höhe der Überflutung im Zeitverlauf wird durch eine 2-dimensionale numerische Simulation möglich, wie sie von MAI & VON LIEBERMANN (2002, S. 51) verwendet wird:

Ausgangspunkt bilden hierbei für das Ereignis vorgegebene Tide-Kurven, deren Verlauf historischen Sturmfluten entspricht, deren Scheitel jedoch entsprechend erhöht werden kann. Auch die Deichbruchweite und damit das Einströmvolumen kann variiert werden. Die Ausbreitung der Flutwelle ergibt sich hier durch die numerische Simulation auf Basis eines um Strukturelemente ergänzten Höhenmodells unter

Berücksichtigung der Bodenrauigkeit. Als Höhenmodell wird zumeist das digitale Geländemodell DGM 50 mit einer Rasterweite von 50 m (MAI & VON LIEBERMANN 2002, S. 51), neuerdings aber auch das DGM 5 mit einer Rasterweite von 12,5 m verwendet (MAI ET AL. 2004b). Abb. 2.7 zeigt ein Beispiel für eine dynamische Überflutungssimulation.

Durch diese dynamische Simulation können auch Größen wie Vorwarnzeit, Strömungsgeschwindigkeit und Überflutungsdauer erhoben werden (EBD.). Wichtigster Beitrag für den weiteren Ablauf der Schadensanalyse sind jedoch die maximale Überflutungsfläche und -höhe im Zeitverlauf der Überflutung.

Abb. 2.7: Beispiel für eine dynamische Überflutungssimulation (Land Wursten)



Quelle: Mai & Zimmermann 2003

Auch bei Flusshochwassern wird zumeist die eingangs genannte Standardmethode zur Ermittlung von Überflutungsflächen verwendet, bei der der für das jeweilige Szenario ermittelte Hochwasserstand mit der Geländehöhe im Hinterland verschnitten wird (vgl. MURL 2000, S. 15ff., HEINZE 2000, S. 14). Dieses Verfahren dürfte bei Flusshochwassern zu wesentlich realitätsnäheren Ergebnissen führen als bei Sturmfluten, da zum einen der Wasserstand nicht so schnell wieder absinkt und das Wasser sich demzufolge weiträumiger ausbreiten kann. Zum anderen ist häufig kein

durchgängiges Schutzsystem vorhanden, sodass die Überflutungswassermenge z. T. nicht wie bei einem Deichbruch begrenzt wird. Zudem wird häufig (vgl. MURL 2000, S. 10; BEYENE 1992, S. 15ff.) zunächst von dem Vorhandensein eines Schutzsystems vollständig abstrahiert, um einen Vergleich mit/ohne Schutzsystem erstellen zu können.

Auch bei Flusshochwassern finden jedoch inzwischen Überflutungssimulationen für eine genauere Ausweisung von Überflutungsflächen Anwendung. So wurde beispielsweise zur Ausweisung von Überflutungsflächen entlang des Rheins innerhalb des sogenannten „Rheinatlases“ (IKSR 2001a,b) das GIS-basierte Werkzeug „FloodArea“ (GEOMER 2004) verwendet, das auf hydrodynamischen Berechnungen beruht.

2.4.2 Schadensfunktionen

Aus den beiden Grundbausteinen der Schadensanalyse, der Überflutungssimulation und der Schadenspotenzialanalyse, gehen folgende Ergebnisse hervor:

- Die Überflutungssimulation liefert Angaben zur Überflutungsfläche und weitere Überflutungsparameter, wie Überflutungshöhe und -dauer sowie ggf. Fließgeschwindigkeiten.
- Die Schadenspotenzialanalyse liefert Quantität und räumliche Verteilung der gefährdeten Werte, differenziert nach Wertkategorien.
- Durch die Verschneidung der beiden Ergebnisse lassen sich demzufolge die betroffenen Werte ermitteln und der Grad ihrer Betroffenheit angeben.

Um den zu erwartenden Schaden aus diesen Informationen gemäß der Formel

$$\text{Schaden} = \text{Schädigungsgrad} \cdot \text{Schadenspotenzial}$$

zu ermitteln, ist es erforderlich, den o. g. „Grad der Betroffenheit“ in Form eines konkreten Schädigungsgrads zu operationalisieren.

Hierfür ist es zunächst notwendig, die entscheidenden Faktoren zu identifizieren, die den Schädigungsgrad eines Wertobjektes gegenüber einer Überflutung beeinflussen.

Auch hier erscheint es sinnvoll, zwischen Faktoren der Belastung, also der Überflutung, und der Belastbarkeit, bzw. „Verletzlichkeit“ der betroffenen Objekte zu unterscheiden.

Bedeutendster Einflussfaktor auf den Schädigungsgrad auf Seiten der Überflutungsparameter ist die **Überflutungshöhe** (vgl. BWK 2001, S. 11; MAI ET AL. 2004b, REESE 2003, S. 199)

Wesentlich geringere Bedeutung in Bezug auf Sachschäden, jedoch hohen Einfluss auf Wertschöpfungsverluste durch unterbrochene wirtschaftliche Aktivitäten hat die **Überflutungsdauer** (vgl. BEYENE 1992, S. 13). Weiterhin zu nennen ist die **Fließgeschwindigkeit** (BWK 2001, S. 11). Bei Sturmfluten treten jedoch hohe Fließgeschwindigkeiten und damit erosive Zerstörungen meist nur in unmittelbarer Nähe der Deichbruchstelle auf und sind somit zu vernachlässigen (vgl. REESE 2003, S. 202)

Potenziell schadenerhöhend wirken zudem **Wasserinhaltsstoffe**, wie der Salzgehalt oder toxische Verunreinigungen durch Überflutung von Anlagen mit wassergefährdenden Stoffen (vgl. BERGER 2001, S. 83; REESE 2003, S. 204).

Auf der anderen Seite wird der Schädigungsgrad wesentlich durch die Belastbarkeit bzw. Verletzlichkeit eines gefährdeten Objektes gegenüber einer Überflutung und damit durch dessen **Art und Beschaffenheit** bestimmt. So ist z. B. Hausrat möglicherweise schadensanfälliger als das umgebende Gebäude oder ein Einfamilienhaus anfälliger als ein Hochhaus.

Beeinflusst werden kann der Schädigungsgrad zudem durch die **Vorwarnzeit** und damit verbundene Evakuierungsmaßnahmen.

In der Praxis können jedoch selten all diese möglichen Einflussfaktoren auf den Schädigungsgrad berücksichtigt werden (BWK 2001, S.11). Vereinfacht wird der Schädigungsgrad daher zumeist angegeben als Funktion des wichtigsten Belastungsparameters, der Überflutungshöhe (vgl. SMITH & WARD 1998, S. 41; BEYENE 1992, S. 14). Diese sogenannten **Wasserstands-Schadensfunktionen** werden dabei nach Wertkategorien differenziert. In diesen Wertkategorien werden dabei Objekte mit ähnlicher Art und Beschaffenheit und damit ähnlicher Verletzlichkeit gegenüber Überflutung zusammengefasst.

Bei der Schadensberechnung durch Wasserstands-Schadensfunktionen lassen sich grundsätzlich zwei Vorgehensweisen unterscheiden:

- a) Der Schaden wird – wie oben beschrieben – als prozentualer Anteil des Schadenspotenzials angegeben. Diese Vorgehensweise wird unter anderem bei KLAUS & SCHMIDTKE (1990), MURL (2000), MEYER & MAI (2003) sowie IKSR (2001a) verwendet.
- b) PENNING-ROWSSELL & CHATTERTON (1977) und BEYENE (1992) hingegen verwenden direkte Wasserstands-Schadensfunktionen, die absolute Schadenssummen verwenden. Bei dieser Methodik der Schadensanalyse wird zu keinem Zeitpunkt der gesamte Wert der gefährdeten Objekte erhoben, d. h. keine Schadenspotenzialanalyse durchgeführt.

Um die Vor- bzw. Nachteile der beiden Methoden und damit ihre Anwendungsbereiche herauszustellen, ist es zunächst erforderlich, näher auf der Herleitung der Wasserstands-Schadensfunktionen einzugehen.

Wesentliche Quelle für die Ermittlung der Schadensfunktionen sind empirische Schadensdaten („survey data“, GREEN ET AL. 1994, S. 41). Diese können entweder durch Befragung der Geschädigten oder durch Gutachter erhoben werden. Derartige Daten werden in Deutschland seit 1985 von der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA) in der HOWAS-Schadensdatenbank (vgl. MURL 2000, S. 40ff.) und in Großbritannien in der Datenbank des Middlesex Polytechnic Flood Hazard Research Centre (vgl. BEYENE 1992, S. 25) erfasst.

Ergänzt werden diese empirischen Daten häufig durch hypothetische Schadensabschätzungen von Gutachtern für spezifizierte Objekte („synthetic data“, GREEN ET AL. 1994, S. 41).

Über Regressionsverfahren können dann aus den gesammelten Werten passende Schadensfunktionen für bestimmte Objekte bzw. Wertkategorien abgeleitet werden (vgl. BEYENE 1992, S. 12, REESE 2003, S. 198).

Drücken, wie in b) beschrieben, die Funktionen absolute Schäden aus, variieren die Schadensfunktionen stark je nach Objekttyp. Es ist demzufolge nur begrenzt möglich, betroffene Objekte zu Wertkategorien zusammenzufassen. Folglich sind für die Anwendung dieser Methodik sehr genaue, objektscharfe Informationen über Art und Beschaffenheit der einzelnen Wertobjekte im Untersuchungsgebiet erforderlich. Dies

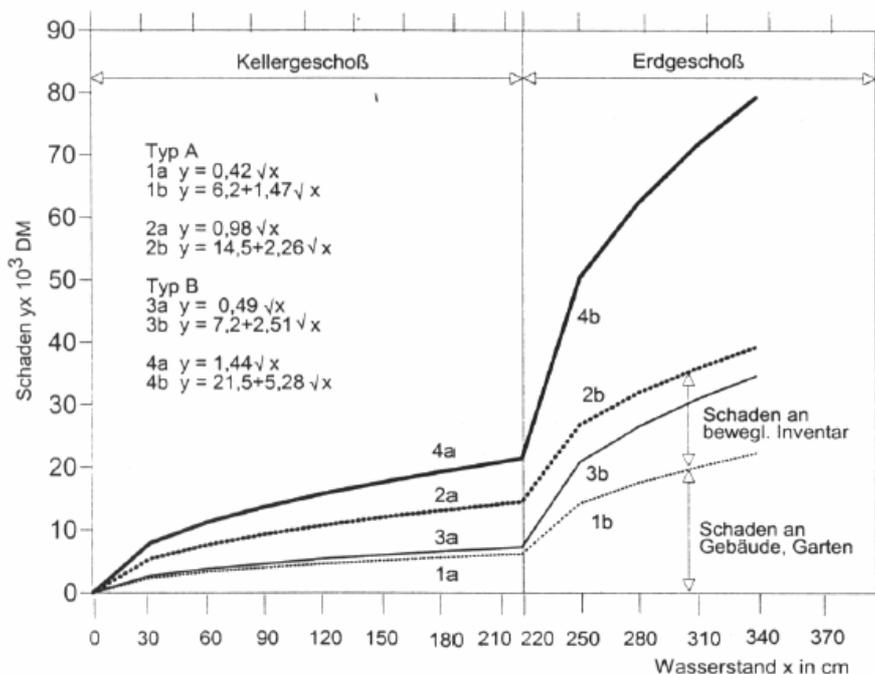
erfordert detaillierte Kartierungen des Untersuchungsgebiets, was aufgrund des hohen Aufwands folglich nur für kleine Untersuchungsgebiete möglich ist.

Werden hingegen wie in a) relative Schädigungsgrade durch die Funktion ausgedrückt, lassen sich wesentlich mehr ähnliche Objekte in Wert- bzw. Nutzungskategorien zusammenfassen. Dies ermöglicht eine Erhebung des Wertbestandes in aggregierten Wertkategorien, wie es in Schadenspotenzialanalysen üblich ist.

Das in den jeweiligen Schadensanalysen verwendete Set von Schadensfunktionen ist dementsprechend stark abhängig vom räumlichen Detaillierungsgrad der Untersuchung und muss mit den aus der Schadenspotenzialanalyse hervorgehenden Wertkategorien abgestimmt werden.

Mikroskalige Analysen, die direkte Schadensfunktionen verwenden (PENNING-ROUSELL & CHATTERTON 1977; BEYENE 1992), nutzen dementsprechend ein sehr umfangreiches Set an Schadensfunktionen für sehr spezifizierte Nutzungstypen. Bei PENNING-ROUSELL & CHATTERTON (1977, S. 10f.) wird beispielsweise allein bei Wohngebäuden nach Haustyp, Alter und sozialen Status unterschieden. Abb. 2.8 gibt ein Beispiel für direkte Schadensfunktionen für Einfamilienhäuser unterschiedlichen Alters.

Abb. 2.8: Beispiel für direkte Schadensfunktionen für unterschiedliche Einfamilienhaustypen



Typ A: Einfamilienhaus 25 Jahre; Typ B: Neueres Familienhaus; die obere Kurve gibt jeweils den Gesamtschaden an, die untere den am Gebäude und Grundstück. Quelle: Maniak, 2001, S. 65

Bei Analysen, bei denen Schadensfunktionen den relativen Schädigungsgrad am Schadenspotenzial wiedergeben, werden wesentlich kleinere Sets von Schadensfunktionen für dementsprechend aggregiertere Wertkategorien verwendet. Entsprechend der aus der Schadenspotenzialanalyse resultierenden Zusammenfassung von Werten nach Wirtschaftsbereichen spricht man hier auch häufig von sektoralen Wasserstands-Schadensfunktionen. Auch hier werden aber durchaus unterschiedliche Sets von Schadensfunktionen verwendet, wie Tab. 2.1 zeigt.⁸

Tab. 2.1: Sets von Schadensfunktionen in unterschiedlichen Studien

Wertkategorie	Quelle			
	KLAUS & SCHMIDTKE 1990	MURL 2000	REESE ET AL. 2003	KRIM (ELSNER ET AL. 2003c)
Wohnkapital	Wohnungen	Gebäudeschaden	- 2-geschossige Gebäude (mit/ohne Keller) - 4-geschossige Gebäude (mit/ohne Keller)	Wohnkapital
Hausrat		- Hausrat Einfamilienhäuser - Hausrat Mehrfamilienhäuser	Privates Inventar	Hausrat
Kfz	Kfz	Kfz	- Pkw - Nutzfahrzeuge	Kfz
Anlagevermögen Wirtschaftsbereiche	- Landwirtschaft - Produzierendes Gewerbe - Verkehr & Nachrichten - sonstige	- Landwirtschaft - Verarbeitendes & Baugewerbe - Energie & Wasser - Handel & Dienstleistungen - Verkehr & Nachrichten - Staatlicher Hochbau - Staatlicher Tiefbau	- 2-geschossige Gebäude (mit/ohne Keller) - 4-geschossige Gebäude (mit/ohne Keller) - Hallenartige Gebäude - Ausrüstungsvermögen - Dienstleistung & Verwaltung - Ausrüstungsvermögen - Produktionsgewerbe (Hallen-/Geschossbauweise)	- Landwirtschaft - Verarbeitendes Gewerbe - Handel & Verkehr - Dienstleistungen - Staat
Viehvermögen	Viehbestand			
Vorratsvermögen	Vorratsbestände	- Handel & Dienstleistungen - Verarbeitendes & Baugewerbe	Vorratsvermögen (Hallen-/Geschossbauweise)	Vorratsvermögen
Sonstige			Windkraftanlagen	Infrastruktur
Bodenwerte	Landwirtschaftl. Böden			

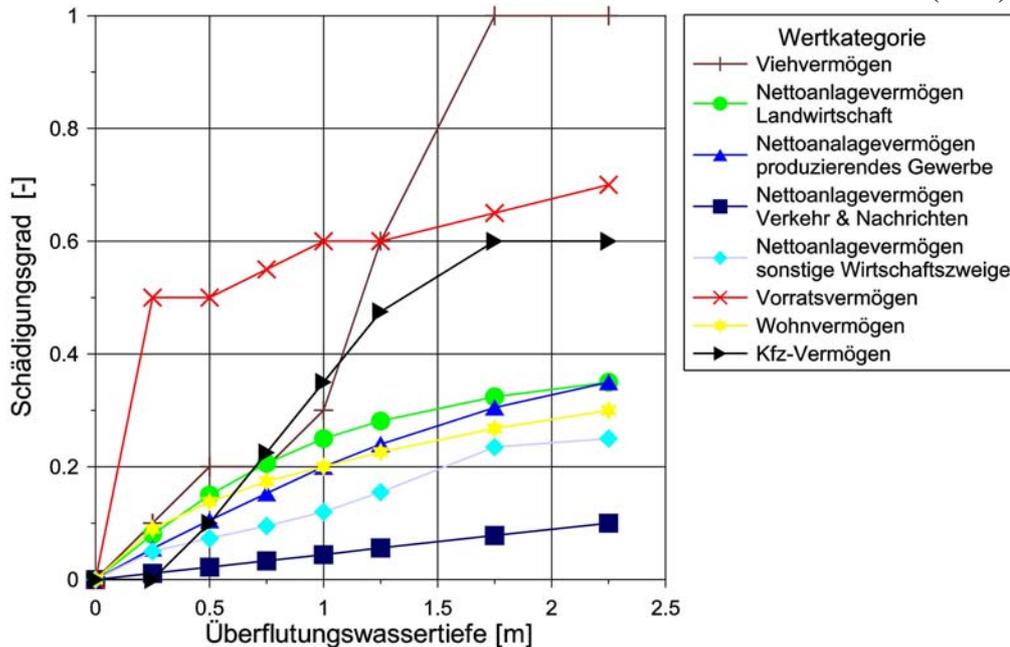
Quellen: s.o.; eigene Darstellung

Abb. 2.9 zeigt die Schadensfunktionen aus KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 109ff.), die für eine Studie im Landkreis Wesermarsch entwickelt wurden und die u. a. auch in der Schadensberechnung in MEYER & MAI (2003, S. 175) verwendet werden. Deutlich

⁸ Weitere Beispiele für unterschiedliche Sets von Schadensfunktionen finden sich in CUR 1990, S. 89ff. oder bei IKSR 2001a, S. 31ff.)

wird danach beispielsweise, dass beim Vorratsvermögen offenbar schon bei geringen Überflutungswassertiefen Schädigungsgrade über 50 % zu erwarten sind, während beim Wohnvermögen auch bei größeren Überflutungswassertiefen der Schädigungsgrad im Durchschnitt 30 % nicht übersteigt.

Abb. 2.9: Wasserstands-Schadensfunktionen nach KLAUS & SCHMIDTKE (1990)



Quelle: Meyer & Mai 2003, S. 175; Darstellung: Mai

Bei KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 109) und MURL (2000, S. 40f.) wird jedoch darauf hingewiesen, dass derartige Schadensfunktionen noch in stärkerem Maße einer Untermauerung durch empirische Schadensdaten bedürfen. Zudem erfordern große ereignis- und regionspezifische Unterschiede in den bisherigen Schadensdaten laut MURL (EBD.) ggf. eine Anpassung der Funktionen an die Gegebenheiten im Untersuchungsgebiet.

3 Schadenspotenzialanalysen: Maßstabsebenen, Quantifizierungs- und Verortungsverfahren

Nachdem im vorherigen Kapitel Vorgehensweisen der übrigen Teilbereiche der Risikoanalyse dargestellt wurden, soll in diesem Kapitel die Schadenspotenzialanalyse und damit der Kernbereich dieser Arbeit näher beschrieben werden. Neben der Darstellung grundsätzlicher Vorgehensweisen ist hierbei das Ziel, konkrete Methoden sowohl der Quantifizierung und Monetarisierung als auch der räumlichen Modellierung von Schadenspotenzialen aus bislang veröffentlichten Studien zu dokumentieren und gegenüberzustellen.

Zunächst soll dabei auf die unterschiedlichen Maßstabsebenen von Schadenspotenzialanalysen und die daraus resultierenden grundsätzlichen Vorgehensweisen eingegangen werden (Kap. 3.1). In Kap. 3.2 erfolgt ein kurzer Überblick über die in die Untersuchung eingehenden Studien, bevor in Kap. 3.3 die Differenzierung von Schadenspotenzialen in Schadens- bzw. Wertkategorien beschrieben wird. Im folgenden Abschnitt soll dann ein umfassender Überblick über die Methoden der Quantifizierung der einzelnen Wertkategorien gegeben werden (Kap. 3.4). In Kap. 3.5 werden schließlich unterschiedliche Methoden der räumlichen Modellierung von Schadenspotenzialen diskutiert sowie dafür geeignete Kartengrundlagen vorgestellt.

3.1 Maßstabsebenen von Schadenspotenzialanalysen

Entsprechend ihrer Zielsetzung bzw. der zugrundeliegenden Planungs- und Handlungsebene, der Größe des Untersuchungsgebiets und der aus der jeweiligen Methodik hervorgehenden Genauigkeit der Analyse lassen sich nach GEWALT ET AL. (1996, S. 5) makro-, meso- und mikroskalige Risiko- bzw. Schadensanalysen unterscheiden (vgl. auch HAMANN & REESE 2000, S. 140; BERGER 2001, S. 14; MEYER 2001, S. 14f.):

Makroskalige Analysen betrachten demnach Untersuchungsgebiete nationaler bzw. internationaler Dimension und dienen z. B. als Entscheidungshilfe für die nationale Küstenschutzpolitik oder für Rückversicherungen. Mesoskalige Analysen dienen bei Gebieten regionaler Dimension zur Abwägung unterschiedlicher Küstenschutzstrategien oder zur Abschätzung des PML für Erstversicherer. Mit mikroskaligen

Analysen lassen sich hingegen auf lokaler Ebene einzelne Küsten- oder Hochwasserschutzmaßnahmen bewerten (vgl. Tab. 3.1).

Da sich die Analysen an einer linienhaften Struktur, einem Fluss oder einer Küstenlinie orientieren, ist das wesentliche Bestimmungsmerkmal der Größe des Untersuchungsgebiets die Länge des untersuchten Fluss- bzw. Küstenabschnitts. Die landseitige Abgrenzung des Untersuchungsgebiets erfolgt zumeist entweder durch Höhenlinien oder durch administrative Grenzen oder eine Kombination von beiden (vgl. MEYER 2001, S. 14).

Tab. 3.1: Maßstabsebenen von Hochwasserschadensanalysen

<i>Skalenniveau der Analyse</i>	<i>Betrachtungsebene/ Größe des Untersuchungsraumes</i>	<i>Zielsetzung/ Planungs- u. Handlungsebene</i>	<i>Beispielstudien bzw. -methoden</i>
Makroskalige Analyse	(inter-) national: z. B. Küste eines Staates	(inter-) nationale Küsten- bzw. Hochwasserschutzpolitik Rückversicherungen	<ul style="list-style-type: none"> • Deutsche IPCC-Studie (Ebenhöh et al. 1997, Behnen 2000a) • Rhein (IKSR 2001ab) • USA (Leatherman & Yohe 1996) • Sturmflut Deutschland (Münchener Rück 1998)
Mesoskalige Analyse	regional: z. B. Küste oder Fluss innerhalb eines Bundeslandes	Hochwasserschutzstrategien Erstversicherungen	<ul style="list-style-type: none"> • Wesermarsch-Studie (Klaus & Schmidtke 1990) • Mecklenburg-Vorpommern (OSAM 1995) • Unterweser (Kiese & Leineweber 2001; Mai & v. Liebermann 2002) • Schleswig-Holstein (Colijn et al. 2000) • NRW (MURL 2000) • Brake (Knogge & Wrobel 2000) • Nordenham (Berger 2001, Meyer 2001) • East Anglia-Studie (Bateman et al. 1991) • Südengland (Ball et al. 1991)
Mikroskalige Analyse	lokal: z. B. Gemeinden, Flussabschnitte	Hochwasserschutzmaßnahmen Erstversicherungen	<ul style="list-style-type: none"> • Methodik für GB PENNING-ROWSSELL & CHATTERTON. 1977 • Industriegebiet Büren-Afte BEYENE 1992 • Sylt (Hartje et al. 2001) • Scharbeutz, Timmendorfer Strand REESE ET AL. 2001 • Kiel, St. Peter-Ording, Scharbeutz u.a. • Hamburg MOTOR COLUMBUS 1986b • Heidelberg HEINZE 2000 • Deutsche Flusstäler ZÜRS (Lietzau 2001)

Verändert und ergänzt nach Hamann & Reese 2000, S. 141; Gewalt et al 1996, S. 5; Meyer 2001, S. 15

Sowohl Zielsetzung als auch Größe des Untersuchungsgebiets determinieren in hohem Maße die Wahl der **Methodik** der jeweiligen Analyse:

So erfordert die Planung einzelner Schutzmaßnahmen wesentlich genauere Ergebnisse, als dies bei großräumigen Küstenschutzstrategien der Fall ist. Gleichzeitig beanspruchen detaillierte Analysen einen hohen Aufwand z. B. für die Datenerhebung, sodass diese nur in kleinräumigeren mikroskaligen Untersuchungsgebieten durchzuführen sind. Bei mesoskaligen und in stärkerem Maße bei makroskaligen Untersuchungsgebieten ist es demzufolge erforderlich, weniger aufwendige und dementsprechend weniger genaue Methoden anzuwenden.

Dies trifft auf alle Teilbereiche der Risikoanalyse, also z. B. auch auf die Gefährdungsanalyse und die Überflutungssimulation zu, im besonderem Maße jedoch auf die Schadenspotenzialanalyse.

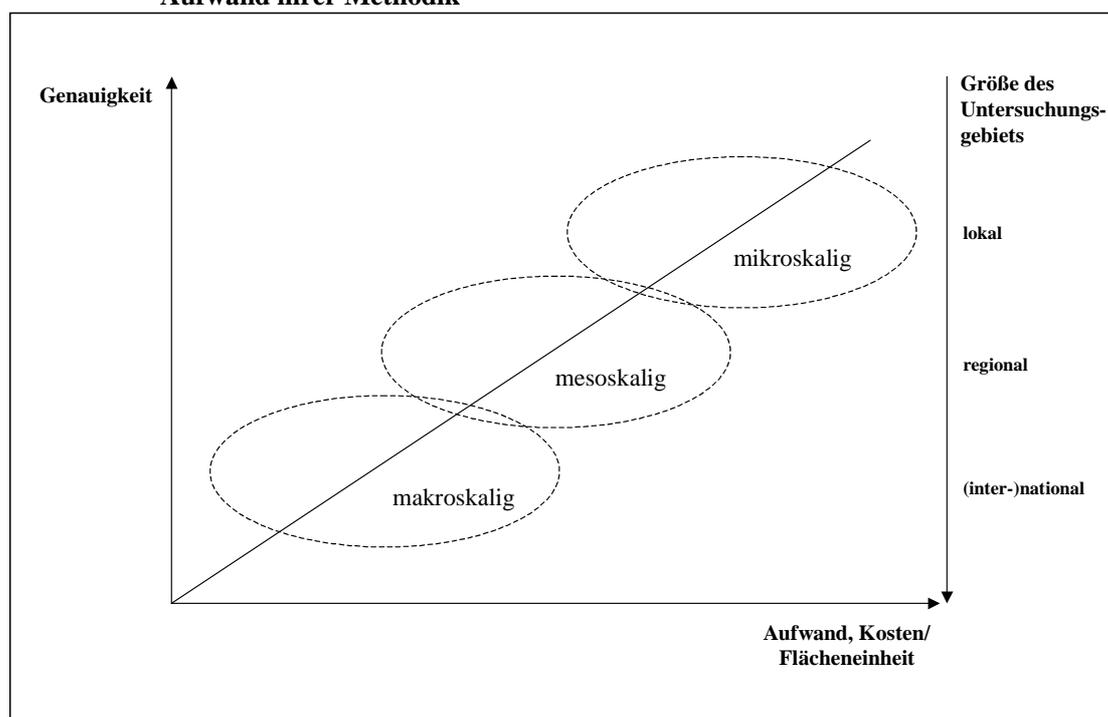
Grundsätzlich lässt sich die Methodik der Schadenspotenzialanalyse mikro-, meso- und makroskaliger Studien folgendermaßen unterscheiden:

- In **mikroskaligen** Schadenspotenzialanalysen erfolgt eine objektscharfe, d. h. gebäudegenaue Erfassung der Flächennutzung, entweder durch eigene Kartierungen oder aus Liegenschaftskatasterdaten. Für die Bewertung der einzelnen Objekte werden zumeist objektspezifische Durchschnittswerte aus eigenen Erhebungen, amtlichen Statistiken oder sonstigen Quellen herangezogen.
- Demgegenüber wird in **makroskaligen** Analysen das Schadenspotenzial auf Stadt-/Gemeindeebene erhoben. Wesentliche Quelle für die Bewertung ist die amtliche Statistik.
- **Mesoskalige** Schadenspotenzialanalysen basieren auf der makroskaligen Methodik. Statt einer Gleichverteilung der erhobenen Werte auf Gemeindeebene werden diese jedoch in einem zweiten Schritt auf Flächennutzungseinheiten verortet, die den jeweiligen Wertkategorien entsprechen.

Allerdings unterscheiden sich die Methoden auch von Schadenspotenzialanalysen des gleichen Skalenniveaus teilweise erheblich voneinander. So werden unterschiedliche Datengrundlagen oder Berechnungsmethoden verwendet oder methodische Vereinfachungen bzw. Erweiterungen umgesetzt.

Auf diese Weise existiert inzwischen ein weites Spektrum an Methoden der Schadenspotenzialanalyse, die sich hinsichtlich Genauigkeit und Aufwand unterscheiden (vgl. Abb. 3.1).

Abb. 3.1: Differenzierung von Schadenspotenzialanalysen hinsichtlich Genauigkeit und Aufwand ihrer Methodik



Eigene Darstellung, verändert nach Meyer 2001, S. 30; Reese 2003, S. 54

Abb. 3.1 verdeutlicht, dass eine genauere Methodik nicht zwangsläufig eine „bessere“ Methodik sein muss, sondern auch die Effizienz der Methodik, also das Verhältnis zwischen Genauigkeit und Aufwand betrachtet werden muss.

Vor allem aber sollte die Methodik der jeweiligen Zielsetzung angepasst sein. So schreiben KLAUS ET AL. (1994, S. 88):

„[...] we believe that too much attention is unnecessarily devoted to detailed studies in advance of a clear picture of the broad nature and scale of the hazard that is being analysed.“

Auch in dieser Arbeit sollen - gemäß der Zielsetzung - Methoden der Schadenspotenzialanalyse für Untersuchungsgebiete *regionaler* Ausdehnung entwickelt, angewandt und verglichen werden. Der Schwerpunkt liegt folglich bei mesoskaligen Methoden. Die unterschiedlichen Vorgehensweisen sowohl der Quantifizierung als auch der Verortung sollen detaillierter in den Kap. 3.4 und 3.5

beschrieben werden. Dabei sollen jedoch auch makro- und mikroskalige Studien berücksichtigt werden, da sie ggf. Ansätze zur methodischen Verbesserung auch mesoskaliger Ansätze liefern können.

3.2 Überblick und Einordnung der untersuchten Studien

Bei den **makroskaligen** Klimafolgenuntersuchungen existiert mit der „*Common Methodology*“ der IPCC (vgl. IPCC 1991; Kap. 2.1) ein einheitlicher methodischer Rahmen zur vergleichenden Bewertung der Gefährdung nationaler Küstenräume. Bislang wurden in etwa 30 Ländern auf der *Common Methodology* basierende Fallstudien durchgeführt (vgl. BEHNEN 2000a, S. 73ff.; IPCC 2001b, S. 362ff.:). Die in der deutschen IPCC-Studie (EBENHÖH ET AL. 1997) erfolgte Ermittlung der sozio-ökonomischen Werte wurde von BEHNEN (2000a) vorgenommen und beschrieben.

Für die USA geben LEATHERMAN & YOHE (1996) eine Anleitung für Vulnerabilitätsstudien, deren Vorgehensweise „consistent with the IPCC common methodology“ ist.

Ebenso wie die deutsche IPCC-Studie betrachtet die Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft in ihrer Studie (MÜNCHENER RÜCK 1998) den gesamten deutschen Küstenraum, beschränkt sich dabei jedoch größtenteils auf die Analyse der Gefährdungssituation.

Von der Größe des Untersuchungsgebiets klar als makroskalig einzustufen ist der sogenannte „Rheinatlas“ (IKSR 2001a,b). Die Vorgehensweise bei der Schadenspotenzialanalyse basiert jedoch auf einer eher mesoskaligen Methodik, da Flächennutzungseinheiten als räumliche Auflösungsebene verwendet werden.

Die **mesoskalige** Methodik der Schadenspotenzialanalyse findet ihren Ursprung in dem für das Gebiet des Landkreises Wesermarsch erstellten Gutachten von KLAUS & SCHMIDTKE (1990). Diese Methodik wird in zahlreichen weiteren Studien verwendet bzw. variiert und erweitert. Zu nennen sind hier die Schadenspotenzialanalysen für Mecklenburg-Vorpommern (OSAM 1995), Schleswig-Holstein (COLIJN ET AL. 2000; vgl. auch HAMANN & KLUG 1998; HOFSTEDE & HAMANN 2000), die Stadt Brake (KNOGGE & WROBEL 2000), die Unterweserregion (KIESE & LEINWEBER 2001), darauf aufbauend für Nordenham (BERGER 2001; MEYER 2001) sowie für den Rhein in Nordrhein-Westfalen (MURL 2000).

Die Methodik von britischen Studien mit mesoskaligen Untersuchungsgebieten unterscheidet sich hiervon z. T. beträchtlich. So erfolgt beispielsweise sowohl in der East-Anglia-Studie (BATEMAN ET AL. 1991; vgl. auch TURNER ET AL. 1993; 1995) als auch bei der für die Südküste Englands (BALL ET AL. 1991) eine objektscharfe und damit mikroskalige Erfassung von Gebäuden. Andererseits wird z. B. das GDP bei BATEMAN ET AL. (1991) makroskalig für das Gesamtgebiet erhoben.

Mikroskalige Methoden lassen sich im Wesentlichen in zwei Kategorien unterscheiden: zum einen diejenigen, die eine Schadenspotenzialanalyse durchführen, also den kompletten Wertbestand erheben, und jene, die direkte Wasserstandsschadensfunktionen verwenden, d. h. den Schaden prognostizieren, ohne vorher den Gesamtwert zu ermitteln.

Zu der ersten Gruppe gehören die Studie für Hamburg (MOTOR COLUMBUS 1986a,b), die Erhebung für mehrere schleswig-holsteinische Gemeinden innerhalb des MERK⁹-Projektes (REESE ET AL. 2003; vgl. auch REESE 2003; MARKAU 2003) sowie dessen Vorläufer (REESE ET AL. 2001) und die Sylt-Studie (HARTJE ET AL. 2001).

Bei der zweiten Gruppe ist zunächst die Arbeit von PENNING-ROWSELL & CHATTERTON (1977) anzuführen, deren Methodik von BEYENE (1992) aufgegriffen und auf Deutschland übertragen wird (vgl. auch BWK 2001). Umsetzung findet eine derartige Methodik auch in einer Versicherungsstudie für die Mosel bei Trier (in: DICKMANN & ZEHNER 2000, S. 167ff.). Da bei diesen Arbeiten keine vollständige Schadenspotenzialanalyse durchgeführt wird, ist hier lediglich die Methodik der Erfassung von Flächennutzungen bzw. der Geokodierung von Einzelobjekten von Interesse.

Dies gilt ebenso für einige Arbeiten mit versicherungswissenschaftlichem Hintergrund. So stehen sowohl bei HEINZE (2000) als auch beim vom Gesamtverband der deutschen Versicherungswirtschaft (GDV) entwickelten Überschwemmungs-Zonierungssystem ZÜRS (LIETZAU 2001; vgl. auch Kap. 2.1.3) Aspekte der Gefährdungsanalyse im Vordergrund. Ein Gesamtschadenspotenzial wird nicht erhoben, da hier stattdessen versicherungsinterne Daten integriert werden.

⁹ MERK – Mikroskalige Evaluation der Risiken in überflutungsgefährdeten Küstenniederungen

3.3 Schadens- und Wertkategorien

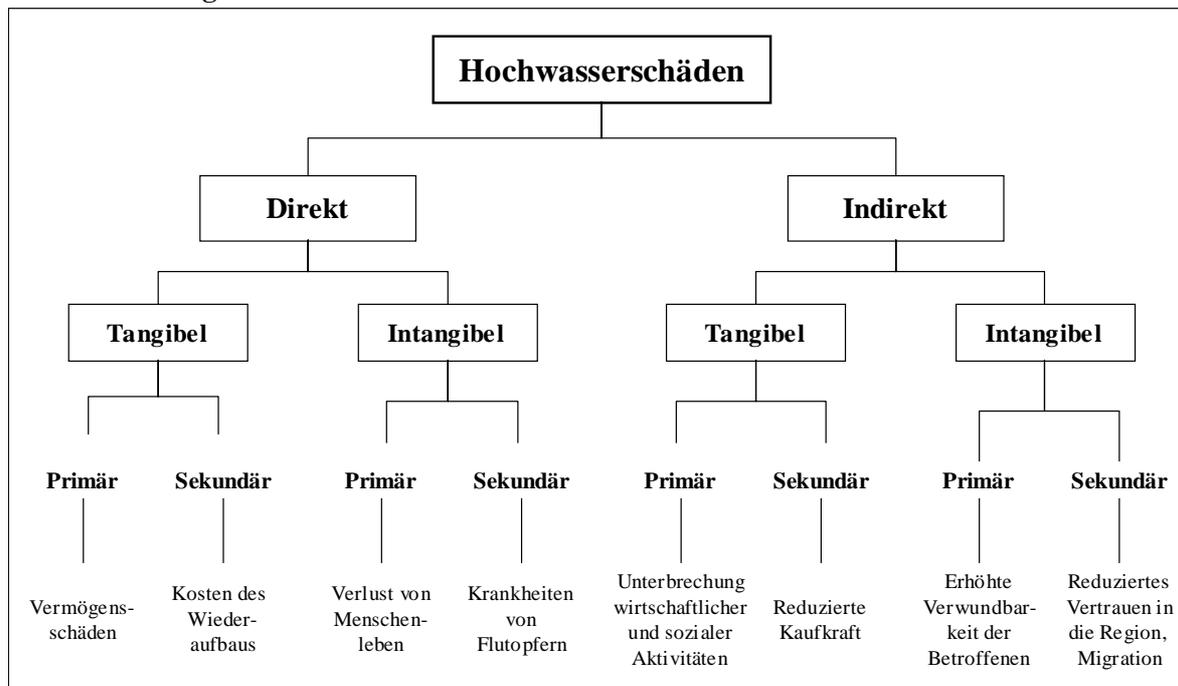
Einen umfassenden Überblick über die unterschiedlichen Formen von Hochwasserschäden bieten SMITH & WARD (1998, S. 35, 45ff.; vgl. Abb. 3.2). Die Unterteilung erfolgt dabei nach drei Kriterien:

- **Direkte/indirekte** Schäden (EBD.): Direkte Schäden entstehen durch die physische Einwirkung des Wassers auf Bestandsgrößen. Hierunter fällt beispielsweise die Beschädigung oder Zerstörung von Vermögenswerten, wie Gebäuden, Hausrat oder Vorräten durch das Wasser, aber auch der Verlust von Menschenleben. Indirekte Schäden hingegen entstehen nicht durch das Wasser selbst und nicht an Objekten, sondern durch die Unterbrechung bzw. das Ingangsetzen von Prozessen (Stromgrößen) durch das Hochwasser.¹⁰ So führt die Unterbrechung wirtschaftlicher Aktivität während des Hochwassers zu Wertschöpfungsverlusten. Ebenso sind Ausgaben für Katastrophenschutzaktivitäten als indirekte Schäden zu bezeichnen.
- **Tangible/intangible** Schäden (EBD.): Schäden, die sich in monetären Werten beziffern lassen, wie Vermögensschäden, Kaufkraft- und Wertschöpfungsverluste, werden als tangibel bezeichnet. Todesopfer, Krankheiten oder Umweltschäden hingegen lassen sich nicht oder zumindest nicht direkt monetär bewerten und sind demnach intangibel.
- **Primäre/sekundäre** Schäden: Primäre Schäden entstehen während des Hochwassers. Zeitlich bzw. kausal nachfolgende Schäden werden hingegen als sekundär bezeichnet. SMITH & WARD (EBD.) führen physische oder psychische Krankheit infolge der Überflutung als Beispiel für sekundäre Schäden an. Ein weiteres Beispiel wäre der durch primären Produktionsausfall von betroffenen Unternehmen induzierte sekundäre Produktionsausfall bei Zulieferern (sog. „Multiplikationseffekte“, vgl. BERGER 2001, S. 16).

¹⁰ Die Bedeutung der Begriffe „direkt“ und „indirekt“ unterscheidet sich demnach von der in der Wirtschaftsgeographie im Bereich der Wirkungsanalyse verwendeten Terminologie (SCHÄTZL 2000, S. 97ff.). Da diese Termini jedoch in der Literatur zu Schadensanalysen verbreitet sind [neben SMITH & WARD verwenden auch PENNING-ROWSELL & CHATTERTON (1977, S. 1f.) und GREEN ET AL. (1994, S. 39ff.) die Unterteilung in „direct“ und „indirect losses“] werden sie auch hier verwendet.

Aus der Kombination der drei Kriterien lassen sich insgesamt acht Schadenskategorien ableiten. Beispiele zu den jeweiligen Arten von Schäden werden in Abb. 3.2 aufgeführt.

Abb. 3.2: Kategorien von Hochwasserschäden



Übersetzt aus: Smith & Ward 1998, S. 35

Diese Auflistung stellt die Gesamtheit möglicher Schadensarten dar. In den meisten Studien werden jedoch nicht alle Schadenskategorien betrachtet. Dies resultiert zum einen aus der jeweiligen Zielsetzung der Studie, zum anderen aus der unterschiedlichen Schwierigkeit der Erfassung.

So lassen sich beispielsweise intangible Werte wie Einwohner, Umwelt- oder Kulturgüter zwar in ihrer Quantität erfassen, es ist jedoch zunächst nicht möglich, sie in monetären Einheiten darzustellen. Dies ist dahingehend unbefriedigend, da erst die Erfassung von Schäden in monetären Einheiten diese untereinander vergleichbar macht bzw. eine Gegenüberstellung mit den Kosten des Küstenschutzes im Sinne von Kosten-Nutzen-Analysen ermöglicht („money as a yardstick“ GREEN ET AL. 1994, S. 35). Abhilfe könnten hier die in der Disziplin der Umweltökonomie entwickelten Ansätze zur monetären Bewertung immaterieller Güter leisten (vgl. Kap. 3.4.3). In Hochwasserschadensanalysen fanden sie jedoch bislang nicht zuletzt aufgrund des hohen Aufwands selten Anwendung (vgl. EBD.).

Ebenso werden sekundäre Schäden bislang selten ermittelt, da sie schwer erfassbar und spekulativ sind (vgl. BERGER 2001, S. 16). Dies scheint dahingehend gerechtfertigt, da „empirische Ergebnisse nahe legen, dass es sich um eine vernachlässigbare Größe handelt“ (EBD.).

Nichtsdestotrotz besteht die Gefahr „of emphasising what can be measured rather than what is important“ (SMITH & WARD 1998, S. 38). Der Fokus der meisten Studien liegt auf der Erfassung der vergleichsweise leicht zu erhebenden direkten, tangiblen Schäden (Vermögensschäden). Dies ist insofern berechtigt, da – zumindest in Industrieländern – diese in der Regel das gesamte Schadensausmaß dominieren (SCHMIDTKE 1995, S. 145; vgl. SMITH & WARD 1998, S. 34). Jedoch sollte vermieden werden, diese Vermögensschäden als Gesamtschäden zu deklarieren, und ggf. versucht werden, mögliche intangible Schäden auch in nicht-monetären Einheiten mit anzuführen.

In der Schadenspotenzialanalyse werden für die jeweiligen Schadenskategorien zunächst die Werte erhoben. Dabei wird auch innerhalb der Schadenskategorien, vor allem bei den Vermögenswerten, noch nach weiteren Wert- bzw. Nutzungskategorien differenziert. Durch eine solche Differenzierung wird es zum einen erleichtert, die Werte ihnen entsprechenden Flächennutzungen zuzuordnen und sie dort zu verorten (vgl. Kap. 3.5). Zum anderen wird eine differenzierte Zuordnung zu wertkategorien-spezifischen Schadensfunktionen ermöglicht (vgl. Kap. 2.4.2).

Der Grad der Differenzierung wird in makro- bzw. mesoskaligen Studien dabei im Wesentlichen bestimmt durch die Differenzierung der Werte in der amtlichen Statistik, der wichtigsten Quelle. In mikroskaligen Studien (BEYENE 1992, PENNING-ROUSELL & CHATTERTON 1977), aber auch bei der Rheinstudie (IKSR 2001a) orientiert sich die Differenzierung stärker an Flächennutzungskategorien.

Eine strikte Unterscheidung zwischen Wert- und Nutzungskategorien findet allerdings in vielen Studien häufig nicht statt.

Einen Überblick über die in unterschiedlichen Studien erhobenen Wertkategorien gibt Tab. 3.2.

3.4 Methoden der Quantifizierung und Monetarisierung

Die folgende Beschreibung der unterschiedlichen Methoden der Quantifizierung und Monetarisierung von Schadenspotenzialen erfolgt getrennt nach Schadenskategorien (vgl. Kap 3.3). Hierbei soll zunächst auf die Erhebung der direkten, tangiblen Schadenspotenziale, der Vermögenswerte eingegangen werden. Im Anschluss werden indirekte, tangible sowie intangible Schadenspotenziale behandelt.

Ziel hierbei ist es, die unterschiedlichen Methoden zur Quantifizierung der einzelnen Wertkategorien zu dokumentieren und gegenüberzustellen. Auf eine vergleichende Beurteilung der einzelnen Verfahren muss jedoch in diesem Kapitel weitestgehend verzichtet werden. Eine solche Beurteilung würde einen Vergleich der Ergebnisse der einzelnen Verfahren und damit die Durchführung jedes Verfahrens für eine Beispielregion voraussetzen, was jedoch im Rahmen dieser Arbeit nicht geleistet werden kann. Zudem wäre selbst dann eine abschließende Beurteilung der Qualität nur eingeschränkt möglich, da kaum abgeschätzt werden könnte, welche Ergebnisse sich am weitesten der Realität annähern. Gleichwohl soll zumindest auf – nach Auffassung des Autors – bestehende Fehler oder Schwächen innerhalb der beschriebenen Verfahren hingewiesen werden.

3.4.1 Direkte, tangible Schadenspotenziale: Vermögenswerte

Die Erfassung direkter, tangibler Schadenspotenziale bildet den Schwerpunkt der meisten untersuchten Studien (vgl. Tab. 3.2). Demzufolge existiert hier auch eine Vielzahl unterschiedlicher Verfahren zu deren Quantifizierung. Bevor im Folgenden auf Verfahren bzgl. der einzelnen Wertkategorien eingegangen wird, erscheint es zunächst sinnvoll, mit der Vermögensrechnung der volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) die wesentliche sekundärstatistische Quelle für deren Erhebung in Deutschland vorzustellen.

3.4.1.1 Vermögensrechnung in der VGR

Die Erfassung von Vermögenswerten in der amtlichen Statistik in Deutschland erfolgt durch die Vermögensrechnung innerhalb der VGR. Im Gegensatz zur Inlandsproduktsrechnung, die Stromgrößen verwendet, ermittelt die Vermögensrechnung Bestandsgrößen.

Nach FRENKEL & JOHN (2002, S. 204ff.; vgl. auch BRÜMMERHOF 2000, S. 112ff.) lassen sich unterschiedliche Vermögensformen unterscheiden¹¹:

Das **Gesamtvermögen** einer Volkswirtschaft setzt sich zusammen aus dem Geldvermögen, dem immateriellen Vermögen und dem Sachvermögen.

Das **Geldvermögen** beinhaltet u. a. Bargeld und Sichteinlagen, Termin- und Spareinlagen, finanzielles Gold, Geldmarktpapiere, Kredite, festverzinsliche Wertpapiere, Aktien, andere Beteiligungen und sonstige Forderungen. In Schadenspotenzialanalysen findet dieser Vermögensbereich keinen Eingang, da die meisten der genannten Formen aufgrund ihrer Körperlosigkeit nicht von einer Überflutung geschädigt werden können und die anderen, wie z. B. das Bargeld, zumeist sicher verwahrt werden.

Unter **immateriellen Vermögen** versteht man das Humankapital sowie sonstige vermögenswerte Rechte, wie Patente und Lizenzen. Aufgrund erheblicher Erfassungs- und Bewertungsschwierigkeiten wird dieses bislang jedoch nicht in der Statistik ausgewiesen. Das immaterielle Vermögen ist demzufolge in der Terminologie der Schadenskategorien Teil der intangiblen Werte und wird in Kap. 3.4.3 behandelt.

Wichtigster Gegenstand von Schadenspotenzialanalysen ist das **Sachvermögen**, dessen Struktur in Abb. 3.3 dargestellt wird.

Abb. 3.3: Struktur des Sachvermögens in der VGR

Produziertes Sachvermögen			Nichtproduziertes Sachvermögen	
Produktivvermögen		Gebrauchsvermögen		
Anlagen		Vorräte	privat	öffentlich
Bauten	Ausrüstungen			

 = in der amtlichen Statistik erfasst

 = nicht mehr erfasst (ESVG)

Quelle: Berger 2001, S. 21; Frenkel & John 2002, S. 206; verändert

¹¹ Mit der Umstellung auf das Europäische System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG 95) hat sich die Systematik und Terminologie der amtlichen Vermögensrechnung geringfügig geändert, als im Folgenden beschrieben (vgl. FRENKEL & JOHN 2002, S. 208). Da mehrere der untersuchten Studien aber Daten der alten Systematik verwenden, soll hier zunächst an dieser festgehalten werden.

Zum **nichtproduzierten Sachvermögen** gehören neben natürlichen Ressourcen (z. B. Boden, Gewässer, Bodenschätze) auch Kunstwerke und Antiquitäten. Wegen enormer Bewertungsprobleme wird auch das nichtproduzierte Sachvermögen nicht in der amtlichen Statistik erfasst.

Das **produzierte Sachvermögen** umfasst das Gebrauchs- und Produktivvermögen. Beim **Gebrauchsvermögen** wird zwischen **öffentlichem** (vorwiegend militärische Güter) und **privatem** Gebrauchsvermögen (langlebige Konsumgüter) unterschieden. Seit der Umstellung auf das Europäische System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen (ESVG 95) werden jedoch auch für das private Gebrauchsvermögen keine Zahlen mehr veröffentlicht (vgl. BRÜMMERHOFF 2000, S. 126).

Das **Produktivvermögen** setzt sich aus Anlage- und Vorratsvermögen zusammen. Als **Anlagen** werden alle dauerhaften Produktionsmittel mit Ausnahme geringwertiger Güter (kleinere Werkzeuge, Reifen, Büromittel) bezeichnet (vgl. STABA 2002b). Unterteilt wird das Anlagevermögen in **Bauten** (Gebäude, Fabriken, Straßen) und **Ausrüstungen** (Maschinen, Fahrzeuge, Betriebs- und Geschäftsausstattung). Zum Anlagevermögen zählen demnach auch sämtliche Wohngebäude und Wohnungen, auch wenn diese sich in Eigennutzung privater Haushalte befinden.

Vorräte hingegen sind Bestände an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen, an fertigen und unfertigen Erzeugnissen aus eigener Produktion und an Handelsware (EBD.).

Auch die Ausweisung des Vorratsvermögens wurde kurz nach der Umstellung auf das ESVG 95 eingestellt (Auskunft des STABA vom 23.8.2004). Die neuesten Daten stammen von 1998.

Aktuelle Zahlen sind in der VGR demnach nur noch für das Anlagevermögen verfügbar (vgl. Abb. 3.3).

Die Bewertung von Vermögensobjekten erfolgt in der VGR anhand von **Marktpreisen** (FRENKEL & JOHN 2002, S. 210).

Nach Bezugszeitpunkt der verwendeten Marktpreise werden dabei drei Bewertungsansätze unterschieden (vgl. FRENKEL & JOHN 2002, S. 209; BRÜMMERHOFF 2000, S. 118):

- **Anschaffungspreise:** Preise, die zum Zeitpunkt der Anschaffung galten.
- **Konstante Preise:** Preise, die in einem Bezugsjahr galten.
- **Wiederbeschaffungspreise:** Preise, die am Bewertungsstichtag gelten.

Die beiden letztgenannten Bewertungsansätze werden in der Vermögensrechnung der VGR verwendet. Für die Schadenspotenzialanalyse ist die Bewertung zu **Wiederbeschaffungspreisen** am geeignetsten, da diese den aktuellen Wert am besten wiedergibt (vgl. BERGER 2001, S. 20)

Weiterhin unterscheidet die VGR bzgl. des Wertverlustes des Anlagevermögens zwischen zwei Bewertungskonzepten (vgl. FRENKEL & JOHN 2002, S. 209; BRÜMMERHOFF 2000, S. 121):

- Beim **Bruttokonzept** wird ein Vermögensgegenstand bis zum Ausscheiden aus dem Bestand mit dem Neuwert bewertet. Das Bruttoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen liefert demzufolge „den Betrag, der zu bezahlen wäre, wollte man im Berichtszeitpunkt alle Vermögensobjekte neu beschaffen“ (FRENKEL & JOHN 2002, S. 209)
- Das **Nettokonzept** hingegen berücksichtigt durch Abschreibungen den kontinuierlichen Wertverlust des Bestandes. Das Nettoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen gibt somit „den bestmöglichen Schätzwert für den Zeitwert der Vermögensobjekte“ (EBD.) an.

Die Bewertung eines Vermögensbestandes nach dem Nettoprinzip kommt demzufolge zu wesentlich geringeren Beträgen, als wenn dieser nach dem Bruttoprinzip bewertet wird: So beträgt beispielsweise der Wert des Nettoanlagevermögens Deutschlands für das Jahr 2000 etwa 63 % des Bruttoanlagevermögens (FRENKEL & JOHN 2002, S. 211). Trotz dieser erheblichen Diskrepanzen finden in der Schadenspotenzialanalyse beide Bewertungskonzepte Anwendung:

Mehrere der untersuchten Studien (u.a. KLAUS & SCHMIDTKE 1990; BEHNEN 2000a; KIESE & LEINEWEBER 2001) verwenden zur Ermittlung des Wertbestandes das Bruttokonzept. KIESE & LEINEWEBER (2001, S. 38) führen hierfür als Begründung an, dass so der Aufwand erfasst wird, der notwendig wäre, den entstandenen Schaden zu beheben bzw. verlorene Güter zu ersetzen. PARKER ET AL. (1987, S. 37) bezeichnen dies als „full replacement costs“.

PENNING-ROUSELL & CHATTERTON (1977, S.3), PARKER ET AL. (1987, S. 37) und BERGER (2001, S. 20) argumentieren hingegen, dass durch die Bewertung mit dem Neuwert die tatsächlichen volkswirtschaftlichen Werte bzw. Schäden erheblich überschätzt werden:

“The economic cost of direct damage is most accurately calculated by taking average remaining values rather than full replacement costs ...“ (PARKER ET AL. 1987, S. 37).

Geschädigt werden kann letztlich nur der Wert eines Vermögensgegenstandes zum Zeitpunkt der Überflutung. Die durch das Bruttoprinzip ausgedrückten Wiederherstellungskosten beinhalten neben den tatsächlichen Schäden auch vorgezogene Investitionen in neuwertige Güter.

Auch in dieser Arbeit soll daher die Bewertung nach dem Nettokonzept erfolgen.

Gleichwohl kann es beispielsweise für Versicherungsstudien sinnvoll sein, einige Wertbereiche nach dem Bruttoprinzip zu bewerten, da sich z. B. Hausratsversicherungen auf den Neuwert beziehen (vgl. BERGER 2001, S. 20; REESE ET AL. 2003, S.48). Für Studien, die vor dem Hintergrund des Küstenschutzes stehen, muss ein Mix von Brutto- und Nettokonzept, wie er bei REESE ET AL. (2003) verwendet wird, allerdings eher kritisch betrachtet werden.

Neben der Verfügbarkeit und Aktualität der Daten zu den Vermögenswerten in der amtlichen Statistik ist für die Schadenspotenzialanalyse zudem deren räumliches und sektorales Aggregationsniveau von besonderem Interesse .

Zum einen ist es vorteilhaft, wenn die Daten auf möglichst kleinräumiger Ebene vorliegen, um die räumliche Verteilung der Werte bestmöglich wiederzugeben. Kleinräumigste Aggregationsebene innerhalb der Vermögensrechnung ist allerdings die der Bundesländer, sodass das Anlagevermögen in Schadenspotenzialanalysen über Hilfsgrößen auf Gemeindeebene heruntergebrochen werden muss.

Zum anderen ermöglicht eine hohe sektorale Aufschlüsselung in Wirtschaftsbereiche eine genauere Zuordnung der Werte zu den Flächennutzungsarten (vgl. Kap. 3.5). Auf Bundesebene wird das Anlagevermögen in 59 Wirtschaftsbereiche differenziert (vgl. FRENKEL & JOHN 2002, S. 212; STABA 2000, S. 133). Auf Landesebene wird hingegen lediglich in die sechs Wirtschaftsbereiche der zweiten Hierarchieebene (A 6) unterteilt (vgl. Tab. 3.3)

Tab. 3.3: Wirtschaftsbereiche nach der Wirtschaftszweigklassifikation 93 (WZ 93)

<i>Hierarchieebene A 3</i>	<i>Hierarchieebene A 6</i>	<i>Hierarchieebene A 17</i>
Land- und Forstwirtschaft; Fischerei	Land- und Forstwirtschaft; Fischerei	A Land- und Forstwirtschaft B Fischerei und Fischzucht
Produzierendes Gewerbe	Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe	C Bergbau; Gewinnung von Steinen und Erden D Verarbeitendes Gewerbe E Energie und Wasserwirtschaft
	Baugewerbe	F Baugewerbe
Dienstleistungsbereiche	Handel, Gastgewerbe und Verkehr	G Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kfz und Gebrauchs- gütern H Gastgewerbe I Verkehr und Nachrichten- übermittlung
	Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen	J Kredit- und Versicherungsgewerbe K Grundstücks- und Wohnungswesen, Vermietung beweglicher Sachen, Erbringung von Dienstleistungen überwiegend für Unternehmen
	Öffentliche und private Dienstleister	L Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung M Erziehung und Unterricht N Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen O Erbringung von sonstigen öffentlichen und privaten Dienstleistungen P Häusliche Dienste Q Exterritoriale Organisationen und Körperschaften

Quelle: Maier 1998, S. 133, eigene Darstellung

Anzumerken ist zudem, dass sich diese Aufschlüsselung der Wirtschaftsbereiche auf die Wirtschaftszweigklassifikation von 1993 (WZ 93; STABA 1999b) bezieht. Hierbei handelt es sich um die deutsche Umsetzung der europäischen Klassifikation der Wirtschaftszweige (NACE Rev. 1) welche im Bereich der VGR erst seit 1999 angewandt wird.

Alle o. g. mesoskaligen Studien verwenden hingegen das Anlagevermögen nach der alten Wirtschaftszweigklassifikation von 1979 (WZ 79; STABA 2001). Die neuesten Daten zum Anlagevermögen nach der alten Systematik stammen von 1997 (vgl. STALA BADEN-WÜRTTEMBERG o.J.). Einen vereinfachten Vergleich zwischen WZ 79 und WZ 93 zeigt Tab. 3.4 für die zweite Hierarchieebene. Deutlich wird die Umstrukturierung der Wirtschaftsbereiche und die Auflösung des Bereichs „Staat“, der sich nunmehr tätigkeitsbezogen auf die anderen Bereiche, vor allem innerhalb des Bereichs „Öffentliche und private Dienstleister“ verteilt (vgl. MAIER 1998, S. 112ff.).

Aber auch bereichsübergreifende Neuordnungen einzelner Wirtschaftszweige bewirken, dass die Wirtschaftsbereiche nicht mehr unmittelbar vergleichbar sind (EBD.).¹²

Tab. 3.4: Vergleich der Wirtschaftsbereichsgliederungen von WZ 79 und 93

<i>WZ 79</i>	<i>WZ 93</i>
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	Land- und Forstwirtschaft, Fischerei
Produzierendes Gewerbe:	Produzierendes Gewerbe:
Produzierendes Gewerbe ohne Verarbeitendes Gewerbe	Produzierendes Gewerbe ohne Baugewerbe
Verarbeitendes Gewerbe	Baugewerbe
Dienstleistungsbereiche:	Dienstleistungsbereiche:
Handel	Handel, Gastgewerbe und Verkehr
Verkehr- und Nachrichtenübermittlung	Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen
Sonstige Dienstleistungen <i>davon: Wohnungsvermietung</i>	Öffentliche und Private Dienstleister
Staat, Organisationen ohne Erwerbszweck	

Eigene Darstellung nach StaBa 1995

Vor allem für makro- und mesoskalige Methoden der Schadenspotenzialanalyse stellt die Vermögensrechnung der VGR die wesentliche Quelle zur Ermittlung von Vermögenswerten dar. Gleichwohl ist im diesem Kapitel deutlich geworden, dass allein durch diese Datenquelle keine vollständige, räumlich detaillierte Ermittlung der Vermögenswerte möglich ist.

So wird nur ein Vermögensbereich, das Anlagevermögen, aktuell ausgewiesen. Für andere Vermögensbereiche, wie Bodenwerte oder das Vorratsvermögen, liegen keine bzw. keine aktuellen Zahlen vor. Aber auch das Anlagevermögen ist nur auf relativ hohem sektoralen und vor allem räumlichen Aggregationsniveau erhältlich.

Für die Schadenspotenzialanalyse bedeutet dies, dass einerseits weitere Quellen herangezogen werden müssen, um weitere Vermögensbereiche abzudecken, andererseits Umrechnungen und Abschätzungen notwendig sind, um auch das Anlagevermögen in erforderlicher sektoraler Aufschlüsselung auf Gemeindeebene wiedergeben zu können.

Im Folgenden sollen daher unterschiedliche Methoden der untersuchten Studien zur Abschätzung der einzelnen Wertbereiche dargestellt werden.

¹² Für den - sehr umfangreichen - vollständigen Umsteigeschlüssel siehe STABA (1995).

3.4.1.2 Wohngebäude

Der Wert der Wohngebäude (das Wohnkapital) wird als Teil des Anlagevermögens durch die Vermögensrechnung der VGR ausgewiesen. Nach der WZ 79 wird der Wirtschaftsbereich „Wohnungsvermietung“, der auch Nutzung durch den Eigentümer berücksichtigt, auf Landesebene ausgewiesen (vgl. STALA BADEN-WÜRTTEMBERG o.J.). Nach der aktuellen WZ 93 ist der Wirtschaftsbereich „Grundstücks- und Wohnungswesen“ Teil des Bereichs „Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistung“ und wird nur noch auf Bundesebene ausgewiesen (vgl. STABA 1999b; STABA 2000).

Die meisten makro- und mesoskaligen Studien (KLAUS & SCHMIDTKE 1990, 54ff.; BEHNEN 2000a, S. 144ff.; KIESE & LEINWEBER 2000, S. 40f. COLIJN ET AL. 2000; BERGER 2001, S. 40f.) bilden entweder auf Bundesebene oder auf Landesebene die Relation Wohnkapital pro Kopf und multiplizieren diesen Wert mit der Einwohnerzahl der jeweiligen Gemeinde, um den Gemeindevert zu erhalten.

Bei MURL (2000, S. 35, 72f.) wird hingegen auf Landesebene die Relation Wohnkapital pro Wohneinheit verwendet. Dieser Wert wird dann mit Hilfe mikroskaliger Geomarketingdaten zunächst den örtlichen Gegebenheiten (Kaufkraftindex, Bebauungsdichte) angepasst und dann auf die vorhandenen Gebäude verteilt.

Andere Ansätze verwenden keine Gesamtwerte aus der amtlichen Statistik, sondern stattdessen objektspezifische Werte:

LEATHERMAN & YOHE (1996, H-28) beispielweise leiten den Gebäudewert aus einer einheitlichen Relation von Gebäudewert zu Grundstückswert ab, BATEMAN ET AL. (1991, S. 196) verwenden typische regionale Marktpreise für Gebäude. Auch BERGER (2001, S. 40ff.) testet einen Ansatz, der auf durchschnittlichen beobachteten Kaufpreisen der Gutachterausschüsse für Grundstückswerte (GAG) sowie Gebäudezahlen aus der amtlichen Statistik beruht. Für die Stadt Nordenham ergeben sich hierdurch ähnliche Werte wie durch die Berechnung über das Anlagevermögen.

Den detailliertesten, objektscharfen Ansatz verfolgen REESE ET AL. (2001, S. 27; 2003, S. 52f.) in ihren mikroskaligen Studien: Hier werden sämtliche Gebäude, d. h. auch Nicht-Wohngebäude, anhand der von den Gutachterausschüssen für Grundstückswerte (GAG) verwendeten Wertermittlungsrichtlinien (WertR; vgl. KLEIBER 2000) bewertet. Der Neubauwert wird hierbei anhand von

Normalherstellungskosten von 1995 (NHK 1995)¹³ abgeschätzt. Hierzu sind allerdings detaillierte Kenntnisse u. a. über Grundfläche, Typ, Geschosszahl, Alter und Nutzung der Gebäude erforderlich, die nur durch aufwendige Kartierungen zu erheben sind. Für großräumigere Analysen ist dieser Ansatz daher nur bedingt geeignet.

3.4.1.3 Hausratsvermögen

Das Hausratsvermögen ist im Gegensatz zum Wohnkapital nicht im Anlagevermögen enthalten und muss daher über andere Quellen ermittelt werden. Nach BERGER (2001, S 43ff.) lassen sich drei Vorgehensweisen unterscheiden:

a) Ausgaben eines mittleren Haushalts bei bestimmter Lebensdauer

Bei dieser von KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 70f.) entwickelten und von OSAM (1995), COLIJN ET AL. (2000) sowie KNOGGE & WROBEL (2000) übernommenen sowie von MURL (2000, S. 35f.) leicht variierten Methode errechnet sich das Hausratsvermögen aus dem Produkt von den bundesdurchschnittlichen Ausgaben eines mittleren Haushalts für Ausstattungsgegenstände und einer durchschnittlichen Lebensdauer von sieben Jahren. Interessanterweise wird im Gegensatz zum sonst von KLAUS & SCHMIDTKE (1990) gewählten Bruttokonzept für den Hausrat ein Zeitwert von 50 % angesetzt. Der Ansatz wird von KLAUS & SCHMIDTKE (2000, S. 70) selbst als „äußerst vorsichtige Schätzmethode“ bezeichnet. Ein von BERGER (2000, S. 46) durchgeführter Vergleich mit den unten aufgeführten Ansätzen bestätigt eine relativ geringe Bewertung des Hausratsvermögens durch diesen Ansatz.

b) Statistik über das Gebrauchsvermögen privater Haushalte (VGR)

Der Bestand an langlebigen und hochwertigen Konsumgütern wurde bis 1995 als Teil des privaten Gebrauchsvermögens in der Vermögensrechnung der VGR ausgewiesen (vgl. Abb. 3.3; STABA 1997).

KIESE & LEINEWEBER (2001, S. 42) verwenden diesen Bundeswert und brechen ihn unter Berücksichtigung einer allgemeinen Preissteigerung über die Einwohnerzahl auf Stadt-/Gemeindeebene herunter.

¹³ Die Normalherstellungskosten werden periodisch vom zuständigen Bundesministerium publiziert: NHK 95 (BMRBS 1997); NHK 2000 (BMVBW 2001).

c) Versicherungswerte

MOTOR COLUMBUS (1986b, S. 9), REESE ET AL. (2001, S. 28; 2003, S. 53) sowie BERGER (2001, S. 46f.) verwenden Versicherungswerte zur Ermittlung des Hausratsvermögens. Während dabei MOTOR COLUMBUS (1986b) wohnungstyp-spezifische Werte verwendet, nutzen REESE ET AL. (2001; 2003) und BERGER einen Wert pro qm Wohnfläche von ca. 700 EUR/qm¹⁴ (Neuwert) bzw. 350 EUR/qm (Zeitwert), der von der *Provinzial Brandkasse* verwendet (vgl. REESE ET AL. 2003, S. 53) und von der *VGH Versicherung* bestätigt wird (vgl. BERGER 2001, S. 45). Die Angaben zur Wohnfläche werden hierbei entweder aus der Bruttogrundfläche der einzelnen Gebäude ermittelt (REESE ET AL. 2003, S. 53) oder entstammen der amtlichen Statistik auf Stadt-/Gemeindeebene (BERGER 2001, S. 45).

3.4.1.4 Kfz/Pkw

Kfz gliedern sich in der amtlichen Statistik (vgl. NLS 2001a) in Pkw, Krafträder, Omnibusse, Lkw sowie Zugmaschinen.

Die meisten der untersuchten Studien beschränken sich hier auf die Ermittlung der Werte des Pkw-Bestandes bzw. z. T. auch der Krafträder, da die übrigen Kfz hauptsächlich zu gewerblichen Zwecken genutzt werden und damit Teil des Anlagevermögens der jeweiligen Wirtschaftsbereiche sind. Lediglich die mikroskaligen Studien von REESE ET AL. (2001, S. 28f.; 2003, S. 53f.) erheben auch die Werte für Nutzfahrzeuge separat, da in deren Methodik das Anlagevermögen nicht als Ganzes, sondern differenziert nach Bauten, Ausrüstungen und eben Nutzfahrzeugen berechnet wird.

Alle Studien ermitteln zunächst den Kfz- bzw. Pkw-Bestand auf Kreis- bzw. Gemeindeebene aus Daten des Kraftfahrtbundesamtes (KBA)¹⁵. REESE ET AL. (2003, S. 53) verwenden hierbei Daten, die zudem nach Zulassungsjahren und Herstellern differenziert sind.

Diese Bestandszahlen werden dann mit Durchschnittswerten pro Pkw, Kraftrad bzw. anderen Kfz-Typen multipliziert, die sich nach folgenden Methoden berechnen lassen:

¹⁴ In den z. T. älteren Studien werden DM-Beträge angegeben. Zur besseren Vergleichbarkeit werden diese in der vorliegenden Arbeit alle in EUR umgerechnet.

¹⁵ Diese werden auch von den jeweiligen Statistischen Landesämtern veröffentlicht (z.B. NLS 2001a).

a) Statistik über das private Gebrauchsvermögen privater Haushalte (VGR)

Ebenso wie für das Hausratsvermögen lässt sich aus der Statistik über das Gebrauchsvermögen privater Haushalte ein Bundeswert aller Pkw ermitteln. Auch hier stammen die aktuellsten Daten jedoch von 1995. KIESE & LEINEWEBER (2001, S. 43) teilen diesen Wert durch den Pkw-Bestand auf Bundesebene und erhalten so, unter Berücksichtigung der allgemeinen Preisentwicklung, für das Jahr 1998 einen durchschnittlichen Pkw-Neuwert von 13.550 EUR.

b) Daten von kommerziellen Datenanbietern

MURL (2000, S. 37) und BERGER (2001, S. 48) nutzen Daten von *Eurotax Schwacke* und der *Deutschen Automobil Treuhand (DAT)*, beides Anbieter von Informationen zum Gebraucht- und Neufahrzeugmarkt. Dabei ergibt sich ein durchschnittlicher Gebrauchtwagenwert, der hier als durchschnittlicher Zeitwert von Pkw angenommen wird von 7.770 EUR für das Jahr 1992 (MURL 2000, S. 37) und von 9.100 EUR¹⁶ für das Jahr 2000 (BERGER 2001, S. 49). Der durchschnittliche Pkw-Neuwert im Jahr 2000 beträgt laut BERGER (EBD.) 21.525 EUR.

c) Analyse des Gebrauchtwagenmarktes

REESE ET AL. (2001, S. 28f.; 2003, S. 53f.) differenzieren, wie oben beschrieben, neben Kfz-Typen auch nach Hersteller und Baujahr. Durchschnittliche Zeitwerte für diese Klassen werden dabei durch eine internetbasierte Analyse des Gebrauchtwagenmarktes erhoben (ANNONCEN AVIS 2000; MOBILE.DE 2000). Die durchschnittlichen Zeitwerte pro Pkw für die untersuchten Gemeinden liegen zwischen 5.100 EUR und 6.600 EUR (vgl. REESE 2003, S. 133).

Weitere Studien setzen Durchschnittswerte an, ohne die Herleitung dieses Werts zu beschreiben: So nennen MOTOR COLUMBUS (1986b, S. 9), KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 74) sowie KNOGGE & WROBEL (2000, S. 11) einen Zeitwert von 5.110 EUR pro Pkw, OSAM (1995, S. 3) geben 7.620 EUR an.

¹⁶ Dabei handelt es sich um einen Mittelwert aus den fernmündlichen Angaben von *Eurotax* und *DAT*.

3.4.1.5 Anlagevermögen der Wirtschaftsbereiche

Das Anlagevermögen umfasst alle dauerhaften reproduzierbaren Produktionsmittel und damit den Bestand an Ausrüstungen und Bauten (vgl. Definition des STABA 2002b). Wie in Kap. 3.4.1.1 beschrieben, wird es in der amtlichen Statistik auf Bundes- und Landesebene ausgewiesen und muss daher auf Stadt-/Gemeindeebene über Hilfsgrößen abgeschätzt werden.

Das Wohnkapital, welches üblicherweise fast die Hälfte des gesamten Anlagevermögens ausmacht (vgl. STABA 2000, S. 133f.), wird dabei von den meisten Studien gesondert abgeschätzt und verortet und wird deshalb vorher aus dem Anlagevermögen herausgerechnet (vgl. Kap. 3.4.1.2).

Bei der Quantifizierung des Anlagevermögens auf Stadt-/Gemeindeebene lassen sich folgende Vorgehensweisen unterscheiden:

a) Wirtschaftsbereich-spezifisches Anlagevermögen pro Beschäftigten

Bei diesem Verfahren wird zunächst auf Bundes- bzw. Landesebene eine Kapitalintensität pro Beschäftigten (Anlagevermögen/Beschäftigten) gebildet und diese dann mit der Beschäftigtenzahl der jeweiligen Stadt/Gemeinde multipliziert. Diese Kapitalintensität wird dabei nach Wirtschaftsbereichen differenziert errechnet. Dem liegt die zutreffende Annahme zugrunde, dass dieser Wert je nach Wirtschaftsbereich stark variiert (vgl. KLAUS & SCHMIDTKE 1990, S. 68).¹⁷

Hinsichtlich der hierfür verwendeten Daten unterscheiden sich die untersuchten Studien jedoch: Lediglich BERGER (2001, S. 55) verwendet das Nettoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen (NAV) und schätzt somit den Zeitwert ab, der für Schadenspotenzialanalysen nach Auffassung des Autors am besten geeignet ist (vgl. Kap. 3.4.1.1). KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 68), KNOGGE & WROBEL (2000, S. 9), BEHNEN (2000a, S. 150), COLIJN ET AL. (2000) sowie KIESE & LEINWEBER (2000, S. 50ff.) folgen hingegen dem Bruttoprinzip und verwenden das Bruttoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen (BAV).

KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 69) und KNOGGE & WROBEL (2000, S. 9) berechnen die Kapitalintensität fälschlicherweise über die Erwerbstätigenzahl. Diese gibt die Zahl der erwerbstätigen Personen an ihrem Wohnort und nicht an ihrem Arbeitsort an.

¹⁷ Für das Jahr 2000 ergeben sich beispielsweise für Niedersachsen Kapitalintensitäten (NAV/SVB) zwischen knapp 16.000 EUR im Baugewerbe und 761.000 EUR im Wirtschaftsbereich Energie- und Wasserversorgung (eigene Berechnungen aus Daten des NLS, vgl. Tab. 4.2).

Da das Anlagevermögen jedoch am Unternehmensstandort lokalisiert ist, bildet die Zahl der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten am Arbeitsort (SVB), welche von den übrigen genannten Studien verwendet wird, die geeignetere Berechnungsgröße (vgl. BERGER 2001, S. 53).

b) Wirtschaftsbereich-spezifisches Anlagevermögen pro Fläche

Bei MURL (2000, S. 28) wird das NAV nicht über die Beschäftigtenzahl auf das Untersuchungsgebiet heruntergebrochen, sondern über die Fläche. Hierfür wird jedem Wirtschaftsbereich eine oder mehrere Flächennutzungen zugeordnet. Durch Division des Anlagevermögens des jeweiligen Wirtschaftsbereichs durch die aus Katasterdaten ermittelten Flächen ergibt sich ein landesspezifischer Wert pro Flächeneinheit, der auf die für das Untersuchungsgebiet detailliert vorliegenden Flächennutzungsdaten angewandt werden kann.

MURL (2000, S. 56ff.), KIESE & LEINWEBER (2001, S. 58ff.) sowie BERGER (2001, S. 56f.) und MEYER (2001, S. 68f.) ergänzen die oben beschriebenen Ansätze a) bzw. b) durch ein quasi mikroskaliges Verfahren: Zusätzlich zum Herunterbrechen statistischer Daten („**Top-Down-Ansatz**“; vgl. KIESE & LEINWEBER 2001, S. 49) wird in diesem **Bottom-up-Ansatz** (EBD, S. 58) das Anlagevermögen von größeren Unternehmen separat abgeschätzt und verortet. Ziel hierbei ist es, potenziell hohe Wertkonzentration möglichst exakt erheben und lokalisieren zu können (vgl. EBD., S. 61).

Während bei MURL (2000, S. 56ff.) die erforderlichen Daten durch eine schriftliche Befragung von Großunternehmen erhoben werden, recherchieren KIESE & LEINWEBER (2001, S. 59f.) und BERGER (2001, S. 56) die Beschäftigtenzahlen aus Literatur- und Internetquellen.¹⁸ Auf diese Beschäftigtenzahl wird dann wiederum die Kapitalintensität pro Beschäftigten des jeweiligen Wirtschaftsbereichs angesetzt.¹⁹ Die so ermittelten Werte werden aus dem übrigen Anlagevermögen herausgerechnet und separat verortet.

¹⁸ Insbesondere ist hier Hoppenstedts „Handbuch der Großunternehmen“ zu nennen (HOPPENSTEDT 2001).

¹⁹ BERGER (2001) verwendet hier die gleichen Kapitalintensitäten wie beim Top-down-Ansatz, KIESE & LEINWEBER (2001) hingegen nutzen detaillierter nach Wirtschaftsbereichen aufgeschlüsselte Berechnungen des DIW (GÖRZIG ET AL. 1998), die allerdings nur für das BAV und nur für das Verarbeitende Gewerbe vorliegen.

c) Objektscharfe Bewertung von Bauten und Ausrüstungen

REESE ET AL. (2001, S. 27, 32f.; 2003, S.52f., 58f.) bewerten in ihren mikroskaligen Studien das Anlagevermögen getrennt nach Bauten und Ausrüstungen. Für die gewerblich genutzten Gebäude wird analog zu den Wohngebäuden der Neuwert anhand von Normalherstellungskosten abgeschätzt (vgl. Kap. 3.4.1.2). Unter der - allerdings unzutreffenden - Annahme, das Ausrüstungsvermögen ließe sich nicht aus dem Anlagevermögen der VGR separieren (vgl. REESE 2003, S. 146), werden aus Expertengesprächen mit Ladenausstattern und Betriebsversicherungen betriebsart-spezifische Quadratmeterpreise für das Ausrüstungsvermögen ermittelt und diese dann auf die Betriebsgrundflächen bezogen (EBD.).

In den Studien aus dem angelsächsischen Raum werden weitere Ansätze beschrieben:

- LEATHERMAN & YOHE (1996, S. H-27f.) empfehlen analog zu der Vorgehensweise bei Wohngebäuden den Gebäudewert aus einer festen Relation zum Grundstückswert herzuleiten.
- BALL ET AL. (1991, S. 116ff.) können auf die „Rateable Value List“ der britischen Steuerstatistik zurückgreifen, die alle steuerpflichtigen Unternehmen mit ihrem Bruttowert auflistet. Mangels vergleichbarer Daten ist dieser objektscharfe Ansatz leider nicht auf Deutschland übertragbar.

3.4.1.6 Vorratsvermögen der Wirtschaftsbereiche

Das Vorratsvermögen umfasst laut Definition des Statistischen Bundesamtes (STABA 2002b) „Bestände an Roh-, Hilfs- und Betriebsstoffen, unfertigen und fertigen Erzeugnissen sowie Handelswaren“, die „zur alsbaldigen Veräußerung oder Weiterverarbeitung“ (EBD.) bestimmt sind. Eine Unterscheidung zwischen Neu- und Zeitwert ist demzufolge hier nicht notwendig (vgl. BATEMAN ET AL. 1991, S. 197; BERGER 2001, S. 58)

Einige der untersuchten Studien (BEHNEN 2000a; KIESE & LEINEWEBER 2000) vernachlässigen das Vorratsvermögen bei ihrer Schadenspotenzialanalyse, was jedoch zu einer erheblichen Unterschätzung des Gesamtwertbestandes führt. Bei den übrigen Studien lassen sich zwei Methoden unterscheiden:

a) Verhältnis Vorrats- zu Anlagevermögen aus der VGR

In der VGR wurde die Vorratsbestände bis zum Jahr 1998 auf Bundesebene in sehr grober Wirtschaftsbereichgliederung ausgewiesen (STABA 1997, S. 202). Um das Vorratsvermögen auf Stadt-/Gemeindeebene abzuschätzen, bilden KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 72) sowie COLIJN ET AL. (2000) auf Bundesebene eine einheitliche Relation zwischen Vorratsvermögen (VV) und Bruttoanlagevermögen für alle Wirtschaftsbereiche (8 % bei KLAUS & SCHMIDTKE bzw. 6,64 % bei COLIJN ET AL.) und übertragen diese auf das Anlagevermögen der jeweiligen Gemeinde. Bei MURL (2000, S. 33f.) wird analog vorgegangen, allerdings werden Basiszahlen auf Landesebene verwendet, nach Wirtschaftsbereichen differenzierte Relationen gebildet sowie das Nettoanlagevermögen verwendet.

BERGER (2000, S. 59f.) kritisiert diese Vorgehensweise, da eine Relation zwischen dem Vorratsvermögen zu Buchwerten und dem Anlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen gebildet wird. Da der „Buchwert für Ausrüstungen und Bauten i. d. R. erheblich unter dem Wert des NAV zu Wiederbeschaffungspreisen“ liegt (BRÜMMERHOF & LÜTZEL 1994, S. 63) führe dieses Verfahren – so BERGER (EBD.) – zu einer Unterschätzung des Vorratsvermögens.

Dieser Schluss von BERGER (EBD.) ist jedoch nach Ansicht des Autors nicht zutreffend, da o. g. Zitat von BRÜMMERHOF & LÜTZEL (EBD.) sich nur auf das Anlagevermögen bezieht. Beim Vorratsvermögen hingegen „wird darauf verzichtet, eine Umbewertung auf [...] Wiederbeschaffungspreise vorzunehmen. Diese Ungenauigkeit dürfte bei Vorräten, die mehrmals im Jahr umgeschlagen werden, nicht von allzu großer Bedeutung sein.“ (EBD., S. 432).

b) Verhältnis von Vorrats- zu Anlagevermögen aus der Statistik der Einheitswerte (Steuerstatistik)

Aus o. g. Kritik heraus bildet BERGER (2001, S. 58ff.) ebenso wie REESE ET AL. (2001, S. 33) die Relation Vorratsvermögen/Anlagevermögen²⁰ auf Grundlage einer anderen amtlichen Sekundärstatistik, der Statistik der Einheitswerte. In dieser bis zum Jahr 1995 ausgewiesenen Steuerstatistik wird sowohl das Anlagevermögen (Sachanlagen

²⁰ BERGER bildet dabei die Relation VV/ BAV, wohingegen REESE ET AL. (2001) entsprechend ihrer differenzierten Ermittlung von Bauten und Ausrüstungen die Relation VV zum Ausrüstungsvermögen (Neuwert) verwenden. Bei der Weiterentwicklung ihres Ansatzes (REESE ET AL. 2003, S. 59) werden zudem von der DEUTSCHEN BUNDESBANK (1999) veröffentlichte Unternehmensvermögen sowie Informationen aus Expertengesprächen verwendet.

zu Buchwerten) als auch das Vorratsvermögen (zum Teilwert) differenziert nach Wirtschaftsbereichen wiedergegeben. Auch diese Relation wird dann auf das Anlage- bzw. Ausrüstungsvermögen im Untersuchungsgebiet angewandt. BERGER (EBD., S. 63ff.) ergänzt diesen Ansatz, analog zum Anlagevermögen, zudem um einen Bottom-up-Ansatz für Großunternehmen (vgl. Kap. 3.4.1.5)

Zumindest das Verfahren von BERGER (EBD.) führt nach Auffassung des Autors zu einer erheblichen Überschätzung des Vorratsvermögens (je nach Wirtschaftsbereich ergibt sich ein Verhältnis VV/NAV zwischen 7 % (Energie- und Wasserversorgung) und 295 % (Handel))²¹:

Da, wie BERGER (EBD.) selbst argumentiert, das Anlagevermögen zu Buchwerten den Zeitwert erheblich unterschätzt, sich jedoch der Teilwert, nach dem das Vorratsvermögen bewertet wird, „i. d. R. mit den Wiederbeschaffungskosten [...] für Wirtschaftsgüter gleicher Art und Güte am Bewertungsstichtag (deckt)“ (STABA 1999a, S. 14) und damit den aktuellen Wert des Vorratsvermögens gut wiedergibt, fällt diese Relation zu hoch aus. Auf das, den Zeitwert besser wiedergebende Nettoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen (NAV) aus der VGR übertragen, ergeben sich bei BERGER folglich wesentlich zu hohe Summen für die Vorratsbestände im Untersuchungsgebiet.

Um einerseits die erheblichen Unterschiede in der Relation VV/NAV zwischen den Wirtschaftsbereichen berücksichtigen zu können, andererseits die Relation zwischen Werten zu bilden, die beide den Zeitwert gut wiedergeben, erscheint eine Kombination der Ansätze a) und b) sinnvoll (vgl. Kap. 4.2.5)

3.4.1.7 Viehbestand

Innerhalb der VGR wird der Wert des Viehbestandes als Teil des Vorratsvermögens der Landwirtschaft ausgewiesen (vgl. Definition des STABA 2002b). Nach der ESVG 95 sollen Nutztiere (Zuchttiere, Milchkühe, Pferde) als Teil des Anlagevermögens angegeben werden, was allerdings bislang jedoch noch nicht umgesetzt wurde (vgl. STABA 2002a; FRENKEL & JOHN 2002, S. 208).

²¹ Bei den Verfahren von REESE ET AL. (2001; 2003) ist der exakte Rechenweg nicht bekannt. Eine Bewertung des Rechenverfahrens ist daher nicht möglich.

In mehreren Studien (KLAUS & SCHMIDTKE 1990, S. 74; COLIJN ET AL. 2000; OSAM 1995; REESE ET AL. 2001, S. 29; 2003, S. 56; BERGER 2001, S. 65ff.) wird insbesondere der Wert des Weideviehs (Kühe, Schafe) trotzdem separat erhoben, da so eine gesonderte Verortung möglich wird (vgl. Kap. 4.2.6).

Dabei lassen sich im Wesentlichen zwei Vorgehensweisen voneinander unterscheiden:

KLAUS & SCHMIDTKE (EBD.) verwenden einen durchschnittlichen Wert pro Hektar Landwirtschaftsfläche aus der landwirtschaftlichen Buchführungsstatistik.

COLIJN ET AL. (2000), BERGER (2001, S. 66f.) sowie REESE ET AL. (2001, S. 29f.; 2003, S. 56) setzen hingegen durchschnittliche Werte pro Stück an und multiplizieren diese dann mit den Bestandszahlen der Statistischen Landesämter. Die Stückpreise ergeben sich dabei zumeist aus Durchschnittsgewicht und Agrarpreisen pro kg Lebendgewicht oder werden über Internetrecherchen ermittelt.

Um eine Doppelbewertung zu vermeiden, muss das so errechnete Viehvermögen aus dem aus der amtlichen Statistik ermittelten Vorratsvermögen herausgerechnet werden. Dies geschieht jedoch bei KLAUS & SCHMIDTKE (1990), COLIJN ET AL. (2000) und OSAM (1995) nicht (vgl. BERGER 2001, S. 65).

3.4.1.8 Öffentlicher Tiefbau, Infrastruktur und sonstige Freiflächen

Innerhalb des alten Systems der VGR war der öffentliche Tiefbau (Straßen, Bahnen, Kanalisation, Küstenschutzanlagen etc.) nicht im Anlagevermögen des Staates enthalten und wurde gesondert ausgewiesen (STALA BADEN-WÜRTTEMBERG 2000, S. 9). Für diejenigen Studien, die Daten aus der alten VGR verwenden, ist demzufolge eine gesonderte Erhebung notwendig. Mit der Umstellung auf das ESVG 95 sind die Werte des öffentlichen Tiefbaus zwar wieder in das Anlagevermögen unterschiedlicher Wirtschaftsbereiche integriert, trotzdem erscheint eine gesonderte Erhebung z. T. sinnvoll, da auf diese Weise auch eine gesonderte Verortung vom übrigen Anlagevermögen des jeweiligen Wirtschaftsbereichs möglich wird und somit unterschiedliche Wertkonzentrationen dargestellt werden können (vgl. Kap. 4.2.7).

BEHNEN (2000a, S. 150) und MURL (2000, S. 30) verwenden Gesamtwerte des Öffentlichen Tiefbaus aus der Bundes- bzw. Landesstatistik und brechen diese über Einwohnerzahlen (BEHNEN) bzw. Flächennutzungen (MURL) aufs Untersuchungsgebiet herunter. Insbesondere die Umrechnung über die Bevölkerung

erscheint jedoch nur bedingt sinnvoll, da gerade dünn besiedelte Gemeinden verhältnismäßig viele Straßenkilometer pro Kopf aufweisen und der hohe Besatz mit Küstenschutzbauwerken in der Region nicht berücksichtigt wird (vgl. KIESE & LEINEWEBER 2000, S. 63).

Einige Studien hingegen bewerten einzelne Infrastrukturelemente separat voneinander. Insbesondere Straßen und Bahnlinien werden häufig erfasst, weswegen auch hier diese Bewertungsmethoden näher beschrieben werden sollen.

Straßen

Mehrere Studien verwenden straßentyp-spezifische Neubaukosten pro km. Die Daten hierzu entstammen zumeist Befragungen der zuständigen Straßenbauämter. Tab. 3.5 zeigt von unterschiedlichen Studien verwendete Werte. Ergänzt wird dies durch die Auswertung einer Zusammenstellung des Niedersächsischen Landesamtes für Straßenbau über die im Jahr 2001 durchgeführten Baumaßnahmen von Bundesfernstraßen (NDS. LA STRAßENBAU 2002).

Tab. 3.5: Neubaukosten pro km für unterschiedliche Straßentypen sowie Bahnlinien in Mio. EUR

<i>Straßentyp</i>	<i>KIESE & LEINEWEBER (2001)</i>	<i>HAMANN & KLUG (1998); REESE ET AL. (2003)</i>	<i>REESE ET AL. (2001)</i>	<i>NDS. LA STRAßENBAU (2002)</i>
Bundesautobahnen	ca. 5,1	4,1	-	8,3
Bundesstraßen	ca. 1,3-1,4	1,8	ca.1,8-1,9	2,8
Landesstraßen			-	ca. 2,2
Kreisstraßen	ca. 0,5-0,8	1,3	-	-
sonstige Straßen, versiegelt	-		ca. 1,1-1,2	-
Bahnlinien	ca. 0,6	0,8	0,5	-

Quellen: s.o.; eigene Darstellung

Der gesamte Neuwert pro Stadt/Gemeinde ergibt sich aus der Multiplikation dieses Wertes mit der Länge des jeweiligen Straßentyps in der Gemeinde. Diese Information entstammt zumeist der Auswertung digitaler Flächennutzungsdaten (vgl. Kap. 4.2.7). BERGER (2001, S. 70) führt neben Neubaukosten zudem durchschnittliche Wiederherstellungskosten pro km an. Hier einen Durchschnittswert anzusetzen, erscheint jedoch nicht sinnvoll: Der Schädigungsgrad bei Straßen hängt vor allem von

der Strömungsgeschwindigkeit ab und variiert zwischen bloßer Verschmutzung bis hin zur Totalzerstörung (vgl. REESE 2003, S. 134; Auskünfte des Niedersächsischen Landesamtes für Straßenbau 2002).

Bahnlinien

Auch hier werden zumeist Neubaukosten pro km aus Expertengesprächen ermittelt (vgl. Tab. 3.5): KIESE & LEINEWEBER (2000, S. 67) kommen so nach Auskünften der DB Netz AG auf umgerechnet etwa 575.000 EUR, REESE ET AL. (2001, S. 43; 2003, S. 78) auf 511.000 EUR und HAMANN & KLUG (1998, S. 31 nach REESE 2003, S. 134) auf 800.000 EUR. Nach neueren Auskünften²² belaufen sich die Kosten sogar auf durchschnittlich 1.000.000 EUR pro km.

Weiterhin werden beispielsweise von KIESE & LEINEWEBER (2000, S. 69f.) weitere Infrastrukturelemente wie Be- und Entwässerungssysteme, Hochspannungsleitungen und Deiche erhoben. Bei **Be- und Entwässerungssystemen, Hochspannungsleitungen** sowie den von REESE ET AL. (2003, S. 86) erhobenen **Windkraftträdern** ist jedoch nur geringfügige Schädigung durch Überflutung zu erwarten, sodass eine gesonderte Bewertung nicht notwendig erscheint.²³

Bei **Deichen** bietet es sich an, nicht den ganzen Deich zu bewerten, sondern den Wert der durch den Deichbruch entstandenen Lücke von zumeist bis max. 200 m als Schaden anzunehmen.

Sinnvoll hingegen erscheint eine gesonderte Bewertung von **öffentlichen Frei- und Grünflächen**, wie sie z. B. von KIESE & LEINEWEBER (2000, S. 63f.) sowie BERGER (2001, S. 73) und MEYER (2001, S. 79) vorgenommen wird. Auch wenn Plätze und Grünflächen nach dem neuen ESVG prinzipiell im Anlagevermögen des Wirtschaftsbereichs „Öffentliche und private Dienstleister“ enthalten sind, unterscheiden sie sich doch erheblich durch eine niedrigere Wertkonzentration von den übrigen Elementen dieses Bereichs, wie z. B. Schul- und Verwaltungsgebäuden. KIESE & LEINEWEBER (2000, S. 63f.) ermitteln den Wert dieser Flächen über gemittelte Normalherstellungskosten (vgl. SIMON & KLEIBER 1996).

²² Mündliche Auskunft von Herrn Stör, DB Bahnbau Nord, 22.7.2002

²³ So ist beispielsweise laut REESE (2003, S. 229) bei Windkraftanlagen selbst bei extremen Wasserständen ein maximaler Schädigungsgrad von 4,5 % zu erwarten (vgl. auch BERGER 2001, S. 72).

3.4.1.9 Bodenwerte

Die wesentliche Einflussgröße für die Ausbildung von Bodenpreisen ist die Lage im Raum. So werden die höchsten Bodenpreise in den Stadtzentren erzielt, mit zunehmender Entfernung zu diesen nehmen die Preise ab. (vgl. SCHÄTZL 2003, S. 63ff.; MCDONALD 1997, S. 79ff.). Bei landwirtschaftlichen Flächen ist zudem die Fruchtbarkeit des Bodens (Bodenzahl) entscheidend.

Diese Faktoren werden von einer Überflutung nicht beeinflusst, es sei denn durch eine Kontamination des Bodens durch toxische Stoffe. Das heißt, es entstehen in der Regel keine direkten Schäden am Boden, weshalb mehrere Studien auf eine Bewertung verzichten (vgl. MURL 2000, S. 29).

Eine Erfassung der Bodenwerte erscheint jedoch trotzdem sinnvoll, zum einen, wenn ein dauerhafter Verlust der Flächen durch den steigenden Meeresspiegel zu befürchten ist, zum anderen, da eine veränderte Risikowahrnehmung der Bevölkerung mittelfristig Einfluss auf die Bodenpreise haben könnte. Ein steigendes Bewusstsein der Gefahr einer Überflutung könnte zu einer geringeren Nachfrage nach potenziell überflutungsgefährdetem Bauland und damit zu sinkenden Preisen führen (vgl. BERGER 2001, S. 36).

Während BEHNEN (2000a) Daten der statistischen Landesämter über Preise für baufreies Land auf Kreisebene verwendet, bilden in den übrigen Studien die in Grundstücksmarktberichten und Bodenrichtwertkarten veröffentlichten Bodenrichtwerte der Gutachterausschüsse für Grundstückswerte (GAG) allgemeine Bewertungsgrundlage (vgl. KLAUS & SCHMIDTKE 1990, S. 65; KIESE & LEINWEBER 2000, S. 64f.; BERGER 2001, S. 37, 51).

Bodenrichtwerte sind definiert als „durchschnittliche Lagewerte des Bodens für Grundstücke eines Gebietes einer Zone, für die im Wesentlichen gleiche Nutzungs- und Wertverhältnisse vorliegen“ (GAG 2001, S. 33). Bodenrichtwerte werden aufgrund von Kaufpreissammlungen ermittelt, spiegeln also den aktuellen Marktwert wider.

Zumeist werden flächennutzungsspezifische Durchschnittswerte für jede Stadt/Gemeinde verwendet. So werden in den Grundstücksmarktberichten durchschnittliche Bodenrichtwerte für Wohnbau-, und Gewerbeflächen sowie landwirtschaftliche Flächen (z. T. differenziert in Acker- und Grünflächen)

ausgewiesen. REESE ET AL. (2003, S. 54, 56) holen für land- und forstwirtschaftliche Flächen zudem Informationen von Bodenschätzern der Finanzämter ein.

3.4.2 Indirekte, tangible Schadenspotenziale

Im Gegensatz zu direkten Schäden entstehen indirekte Schäden nicht durch Beschädigung oder Zerstörung von Objekten, sondern durch Unterbrechung (bzw. Aktivierung) wirtschaftlicher oder sozialer Prozesse (vgl. Kap. 3.3; PARKER ET AL. 1987, S. 2). Hierbei lassen sich im Wesentlichen zwei Kategorien von Hochwasserschadenspotenzialen unterscheiden, die sich in monetären Werten erfassen lassen: Produktionsausfälle und Kosten für Rettungskräfte.

3.4.2.1 Produktionsausfall

Zunächst einmal ist davon auszugehen, dass in Betrieben, die direkt von der Überflutung betroffen sind, die Produktion für den Zeitraum der Überflutung und bis zu dem Zeitpunkt, an dem die Schäden beseitigt sind, weitestgehend zum Erliegen kommt. In der Terminologie der regionalökonomischen Wirkungsforschung lässt sich dies als direkter (negativer) Produktionseffekt bezeichnen (vgl. SCHÄTZL 2000, S. 97ff.).

Solche direkten Produktionsausfälle können auch Unternehmen betreffen, die nicht überflutet werden:

Erstens können Unterbrechungen von Infrastrukturelementen wie Verkehrs-, Wasser- und Stromnetzen die übliche Wirtschaftstätigkeit stören oder unterbrechen. Die Abschätzung der volkswirtschaftlichen Kosten einer Unterbrechung z. B. von Verkehrswegen ist jedoch komplex und innerhalb einer Schadensanalyse kaum zu realisieren (vgl. PARKER ET AL. 1987, S. 82ff.; BERGER 2001, S. 25).

Zweitens führen Produktionsausfälle bei den betroffenen Unternehmen zu einer geringeren Nachfrage nach Vorleistungen und damit auch zu negativen Produktionseffekten bei Zulieferern. Weiterhin führen Produktionsausfälle sowohl bei direkt als auch indirekt betroffenen Unternehmen zu geringeren Einkommen, daraus resultierend geringerer Konsumnachfrage und somit weiteren negativen Produktionseffekten bei den Herstellern von Konsumgütern und Dienstleistungen. Diese Wirkungen werden in der Terminologie der regionalökonomischen Wirkungsforschung als indirekte bzw. induzierte Effekte bezeichnet (vgl. SCHÄTZL

2000, S. 97ff.). Diese lassen sich durch Verfahren der Input-Output-Analyse abschätzen; eine Regionalisierung gestaltet sich jedoch als schwierig, da keine regionalen Input-Output-Tabellen existieren (vgl. EBD., S. 103). Ex-post-Analysen einer Themse-Überflutung (PENNING-ROUSELL & GREEN 2000, S. 350) zeigen zudem, dass solche sekundären indirekten Schäden mit nur 0,2 % der direkten Schäden vergleichsweise gering einzuschätzen sind.

Längerfristige Störungen der Wirtschaftsleistungen einer Region werden auch als Prosperitätsschäden bezeichnet (vgl. SCHMIDTKE 1995, S. 154). Innerhalb des KRIM-Projektes wird versucht, diese mit Hilfe eines regionalökonomischen Modells zu erfassen (ELSNER ET AL. 2003c). Dabei geht der durch ein Überflutungsereignis verursachte Schaden an Vermögenswerten als Primärimpuls in das Modell ein.

Die meisten der untersuchten Studien beschränken sich auf die Ermittlung des Schadenspotenzials bzgl. Produktionsausfällen, die während der Überflutung und bei direkt betroffenen Unternehmen auftreten.

Dieser Ausfall kann ausgedrückt werden durch einen Verlust an **Bruttowertschöpfung (BWS)**. Die BWS ist ein Maßstab für die wirtschaftliche Leistung einer Volkswirtschaft als Ganzes bzw. ihrer regionalen und sektoralen Teilbereiche (vgl. Definition des STABA 2002b). Kalkulatorisch entspricht sie dem Bruttoproduktionswert abzüglich der eingesetzten Vorleistungen (vgl. SCHÄTZL 2000, S. 14). Sie ist Teil der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und wird derzeit auf Bundes- und Landesebene, bis 1996 auch auf Kreisebene ausgewiesen.

Im Gegensatz zu den Bestandsgrößen der Vermögensrechnung ist die BWS Bestandteil der Entstehungsrechnung der VGR, in der in Stromgrößen gerechnet wird. Die BWS gibt demzufolge die wirtschaftliche Leistung nicht an einem Zeitpunkt, sondern innerhalb eines Zeitraums (i. d. R. eines Jahres) an.

Im Folgenden werden unterschiedliche Methoden beschrieben, die Bruttowertschöpfung auf Stadt-/Gemeindeebene abzuschätzen. Die Vorgehensweisen sind in vielen Punkten vergleichbar mit der Abschätzung des Anlagevermögens und sollen daher nur kurz beschrieben werden.

a) BWS auf Kreisebene; Disaggregation über die Steuereinnahmekraft

KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 76), COLIJN ET AL. (2000) sowie KNOGGE & WROBEL (2000, S. 11) verwenden die – allerdings nur bis 1996 – ausgewiesenen Daten zur Bruttowertschöpfung auf Landkreisebene, die in fünf Wirtschaftsbereiche unterteilt sind. Diese werden über die Steuereinnahmekraft auf Gemeindeebene heruntergebrochen. Diese Vorgehensweise ist dahingehend nachvollziehbar, da Steuereinnahmen kalkulatorisch Teil der Bruttowertschöpfung sind und daher eine starke Korrelation mit der BWS zu erwarten ist (vgl. KLAUS & SCHMIDTKE 1990, S. 77).

b) BWS auf Landesebene; Disaggregation über Beschäftigtenzahlen

Dieses Vorgehen, das von KIESE & LEINWEBER (2000, S. 54ff.), MURL (2000, S. 37ff., 73ff.), BERGER (2001, S. 78ff.) und REESE ET AL. (2001, S. 31f.; 2003, S. 58f.) verwendet wird, ist im Wesentlichen vergleichbar mit der Abschätzung des Anlagevermögens (vgl. Kap. 3.4.1.5): Auf Landesebene wird eine wirtschaftsbereichsspezifische Relation Bruttowertschöpfung pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) gebildet und diese dann mit den SVB des Wirtschaftsbereichs in der Stadt/Gemeinde multipliziert.

REESE ET AL. (2001, S. 31f.; 2003, S. 58f.) nutzen dabei statt der SVB die Erwerbstätigenzahl, was jedoch aufgrund des Bezugs dieser Größe auf den Wohn- und nicht den Arbeitsort nicht sinnvoll erscheint (vgl. Kap. 3.4.1.5).

Bei MURL (2000, S. 37ff., 73ff.) wird, ausgehend von der auf Stadt-/Gemeindeebene ermittelten Bruttowertschöpfung, diese über eine Flächennutzungszuordnung auf PLZ-Bereiche umgerechnet und anschließend mit einem aus dem Bottom-up-Ansatz hergeleiteten Faktor gewichtet. Der Genauigkeitsgewinn dieser Vorgehensweise wird jedoch nicht deutlich.

Auch KIESE & LEINWEBER (2000, S. 54ff.) und BERGER (2001, S. 78ff.) ergänzen oben genannten Top-down-Ansatz wiederum – analog zur Vorgehensweise beim Anlagevermögen – um einen Bottom-up-Ansatz: Größere Unternehmen werden anhand ihrer Beschäftigtenzahl separat bewertet und aus der übrigen Bruttowertschöpfung herausgerechnet.

REESE ET AL. (2003, S. 54f.) ermitteln separat von der übrigen Bruttowertschöpfung durchschnittliche Ernteerträge für Ackerland und Grünland, da Ernteausfälle sich

sonst über die Bruttowertschöpfung nur schwer abschätzen ließen (EBD., S. 55). Die durchschnittlichen Ertragswerte pro Hektar entnehmen sie dabei Landwirtschaftsstatistiken (EBD.).

KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 77ff.) führen zusätzlich zur Bruttowertschöpfung Steuereinnahmen der Gemeinden als mögliches Schadenspotenzial auf. Eine Addition zum Gesamtschadenspotenzial wäre jedoch falsch, da mögliche Steuerausfälle letztlich Folge und Bestandteil der Wertschöpfungsverluste sind (vgl. SCHÄTZL 2000, S. 98; BERGER 2001, S. 80).

3.4.2.2 Katastrophenschutz/Evakuierungsmaßnahmen

Katastrophenschutzmaßnahmen unterscheiden sich vom übrigen Schadenspotenzial dahingehend, dass es sich nicht um eine potenziell geschädigte Bestands- oder Stromgröße handelt, sondern um Kosten, die erst im Schadensfall auftreten. Laut SCHMIDTKE (1995, S. 145) spielen derartige Kosten im Vergleich zu den Vermögensschäden allerdings eine untergeordnete Rolle. REESE (2003, S. 148) weist darauf hin, dass sie zudem nur schwer zu monetarisieren sind, da Rettungskräfte auch ohne Überflutungsereignis ihren Dienst versehen.

Trotzdem werden in einigen Studien Kosten insbesondere für Evakuierungsmaßnahmen veranschlagt. KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 121) berechnen aus Zeitaufwand und Stundenlohn exemplarisch Kosten von umgerechnet ca. 1,3 Mio. EUR für einen einwöchigen Rettungseinsatz mit 1.000 Helfern. REESE ET AL. (2003, S. 102) gehen unter Berufung auf Einschätzungen zuständiger Behörden von Kosten von ca. 150 EUR pro evakuierter Person aus, weisen jedoch auf die Variabilität dieses Wertes in Abhängigkeit von Intensität und Dauer des Ereignisses hin (vgl. REESE 2003, S. 248). MOTOR COLUMBUS (1986b, S. 4) rechnen mit einem vergleichbaren Wert.

3.4.3 Intangible Schadenspotenziale

Per Definition sind intangible Werte wie Einwohner, Umwelt- und Kulturgüter nicht oder nicht direkt in monetären Einheiten zu bemessen (vgl. Kap. 3.3). Da sie entweder unveräußerlich sind oder Charakteristika öffentlicher Güter aufweisen, findet kein Handel am Markt und damit keine Preisbildung statt. Sie lassen sich allenfalls in ihrer

Quantität bzw. Qualität beschreiben. Daraus resultiert eine Nicht-Vergleichbarkeit mit Vermögenswerten und somit die Gefahr einer Vernachlässigung bzw. einer Unterschätzung ihres Wertes. In der Ökonomie wurden jedoch insbesondere in Bezug auf Umweltgüter Methoden zur Monetarisierung öffentlicher Güter entwickelt.

Dabei lassen sich indirekte und direkte Bewertungsansätze unterscheiden (vgl. POMMEREHNE & RÖMER 1991, S. 3ff.; CANSIER 1996, S. 95ff.; PEARCE & TURNER 1990, S. 142ff.; PRUCKNER 1994, S. 102ff.; SCHÄTZL 2000, S. 120f.):

Bei den **indirekten Verfahren** wird versucht, die Wertschätzung für öffentliche Güter aus am Markt beobachtbaren Entscheidungen für private Güter abzuleiten. **Direkte Verfahren** ermitteln demgegenüber individuelle Präferenzen für öffentliche Güter über Befragungen.

Zu den indirekten Verfahren gehören u. a. der Transportkostenansatz und der Hedonische Preisansatz; der am häufigsten verwendete direkte Ansatz ist die Kontingente Bewertungsmethode (vgl. POMMEREHNE & RÖMER 1991, S. 3f.).

a) **Transportkostenansatz (Travel Cost Approach)**

Dieser Ansatz findet insbesondere Anwendung bei der Bewertung von (Nah-)Erholungsgebieten, wie Parks, Seen oder Stränden. Die Wertschätzung für diese Gebiete wird dabei aus den bei der Inanspruchnahme auftretenden komplementären privaten Kosten abgeleitet (EBD., S. 4). Wichtigste komplementäre Kostenkomponente stellen dabei die Reisekosten da, teilweise werden auch Opportunitätskosten berücksichtigt (vgl. CANSIER 1996, S. 102). Aus Besucherdaten wie der Besuchshäufigkeit, der jeweils zurückgelegten Distanz und den Kilometerkosten lassen sich zunächst individuelle Zahlungsbereitschaften und letztendlich auch eine Gesamtnachfragefunktion ableiten, aus der sich der Nettowert des untersuchten Objektes berechnet (EBD., S. 103ff.).

Probleme dieses Ansatzes sind zum einen die Bewertung von Besuchern, die nicht ausschließlich wegen des zu bewertenden Objektes angereist sind, sowie die Handhabung von Opportunitätskosten, d. h. ob die Reisezeit als entgangene Arbeitszeit oder als Freizeit gewertet wird.

b) **Hedonischer Preisansatz (Hedonic Price Approach)**

Ausgangspunkt dieses Ansatzes ist die Annahme, dass der Preis von Immobilien neben ihren sonstigen Merkmalen auch von der Umweltqualität bestimmt wird. Aus

einer Datensammlung von Immobilienpreisen lassen sich mit Hilfe multipler Regressionsverfahren derartige Merkmale, wie z. B. die „Lage im Grünen“ isolieren und deren Wert bestimmen (vgl. PEARCE & TURNER 1990, S. 143ff.; POMMEREHNE & RÖMER 1991, S. 10ff.).

Nachteilig an diesem Verfahren ist zum einen der recht hohe Datenaufwand (vgl. CANSIER 1996, S. 111) sowie dessen räumliche Beschränkung: Letztlich können nur öffentliche Güter in unmittelbarer Umgebung von Siedlungen bewertet werden.

c) **Kontingente Bewertungsmethode (Contingent Valuation)**

Bei der Kontingenten Bewertungsmethode wird die Wertschätzung gegenüber einem Umweltgut über eine repräsentative Befragung ermittelt. Dabei werden die Befragten einer hypothetischen Situation gegenübergestellt und gefragt, was sie einerseits für den Erhalt eines Umweltgutes oder die Verbesserung einer Umweltqualität bereit wären zu zahlen (Zahlungsbereitschaft, „willingness to pay“), bzw. was sie andererseits als Entschädigung für die Verschlechterung der Umweltqualität verlangen würden (Kompensationsforderung, „willingness to sell“; vgl. CANSIER 1996, S. 112).²⁴ Die ermittelten Geldbeträge lassen sich auf die Grundgesamtheit hochrechnen.

In der Schadenspotenzialanalyse finden solche Monetarisierungsverfahren bislang allerdings nur selten Anwendung. Dies ist nicht zuletzt auf den zumeist hohen Aufwand dieser Verfahren zurückzuführen.

Im Folgenden sollen sowohl rein quantitative als auch monetäre Verfahren zur Erfassung unterschiedlicher intangibler Wertkategorien vorgestellt werden.

3.4.3.1 Bevölkerung

Das wichtigste Schutzgut des Küstenschutzes sind Menschenleben. Eine monetäre Bewertung des Wertes „Mensch“ wird jedoch zumeist als ethisch fragwürdig betrachtet und daher in Schadenspotenzialanalysen nicht durchgeführt (vgl. MANIAK 2001, S. 61; REESE 2003, S. 111). Paradoxerweise birgt aber genau dies die Gefahr, dass Menschenleben in Kosten-Nutzen-Analysen nicht mit einbezogen werden. Den

²⁴ Empirische Ergebnisse zeigen, dass die Kompensationsforderungen die Zahlungsbereitschaft für dasselbe Gut teilweise um ein Vielfaches übersteigen. Werden beide Größen abgefragt, besteht die Möglichkeit, zumindest den Bereich anzugeben, in der die tatsächliche Wertschätzung vermutlich liegen wird (vgl. CANSIER 1996, S. 112; SCHÄTZL 2000, S. 121).

Einwohnern der betroffenen Region würde somit letztendlich kein Wert beigemessen. Um dies zu vermeiden, ist es erforderlich, zumindest die gefährdeten Einwohner als Wertgröße stets neben den monetär erfassbaren Wertkategorien mit aufzuführen.

Gleichwohl werden in anderen gesellschaftlichen Bereichen monetäre Werte für Menschenleben angesetzt: Bei MURL (2000, S. 83) werden Zahlen aufgeführt, die im Rahmen der Bundesverkehrswegeplanung 1992 im Zusammenhang mit der Verkehrssicherheit angesetzt wurden. Der volkswirtschaftliche Verlust durch einen im Straßenverkehr Getöteten betrüge demnach ca. 0,7 Mio. EUR. MANIAK (2001, S. 61) nennt unter Berufung auf das Umweltbundesamt eine Summe von 2,5 Mio. EUR für ein Menschenleben. Auch innerhalb einer Studie des Rechnungshofes der Stadt New York über die durch die World Trade Center-Anschläge verursachten Schäden werden Menschenleben monetär bewertet (HEVESI 2001, S. 7). In der „perfiden Kalkulation“ (SPIEGEL ONLINE, 5.10.2001) wird der volkswirtschaftliche Wert („productive work capacity“; HEVESI 2001, S. 7) der Getöteten mittels einer durchschnittlichen verbleibenden Lebensarbeitszeit von 20 Jahren und einem mittleren Jahreslohn von 100.000 USD auf insgesamt 2 Mio. USD berechnet.

In allen untersuchten Studien findet jedoch eine rein quantitative Erfassung der Einwohner im Untersuchungsgebiet statt. Die Erhebung auf Stadt-/Gemeindeebene gestaltet sich im Vergleich beispielsweise zum Anlagevermögen recht einfach, da Einwohnerzahlen von den Statistischen Landesämtern direkt auf Gemeindeebene ausgewiesen werden (vgl. z.B. NLS 2003). Einige Studien verwenden jedoch noch kleinräumigere Daten:

BERGER (2001, S. 81) und MEYER (2001, S. 66f.) können in ihrer Studie über Nordenham auf Einwohnerzahlen für die einzelnen Ortsteile der Stadt aus der Gemeindestatistik zurückgreifen. MURL (2000, S. 23f.) nutzt kleinräumige Geomarketingdaten und verfügt somit über Einwohnerzahlen für einzelne Stimmbezirke (vgl. Kap. 3.5.2.1). Die räumlich detailliertesten Daten verwenden REESE ET AL. (2003, S. 51): Entsprechend ihrer gebäudescharfen Kartierung werden aus den örtlichen Melderegistern auch die Einwohner hausnummerngenau ermittelt.

Neben der Gefährdung von Menschenleben kann eine Überflutung indirekte, intangible Schäden wie Gesundheitsschäden (z. B. durch verunreinigtes Wasser) und Stress hervorrufen. Diese sind jedoch ex-ante nur schwer zu erfassen und kaum zu

monetarisieren (vgl. BERGER 2001, S. 82). Ein Beispiel für einen Versuch einer Monetarisierung der Schäden durch Stress und Angst wurde von LEKUTHAI & VONGVISESOMJAI (2001, S. 347ff.) für Bangkok durchgeführt. Deren Verfahren basiert auf den Annahmen, dass die Angst der Betroffenen während der Überflutung abhängt von Intensität und Phase der Überflutung und sich diese Angst negativ auf deren Arbeitsproduktivität auswirkt. Dieser Produktivitätsrückgang führt zu einem Verlust an regionalwirtschaftlichem Einkommen, welcher den monetären Wert des „anxiety damage“ widerspiegelt (EBD.). Aufgrund ihrer Berechnungen kommen LEKUTHAI & VONGVISESOMJAI (2001, S. 358) zu dem Ergebnis „that approximately 16 % of total damage is due to anxiety damage“.

GREEN ET AL. (1994, S. 52) schließen sogar aus Befragungen von Flutopfern, dass Gesundheitschäden, die Unterbrechung des gewohnten Lebens und der Verlust von unersetzbaren Gegenständen oft als schwerwiegender angesehen seien als monetäre Schäden. Eine kontingente Bewertung (vgl. Kap. 3.4.3) derartiger Schäden wird jedoch in keiner der untersuchten Studien vorgenommen.

3.4.3.2 Umwelt- und Kulturgüter

Auch Umwelt- und Kulturgüter werden in den wenigsten der untersuchten Studien erfasst, geschweige denn monetarisiert.

Der Versuch einer Monetarisierung von **Umweltgütern** findet nur in drei Fällen statt: BATEMAN ET AL. (1993) führen in ihrer East-Anglia-Studie für ein Feuchtgebiet eine kontingente Bewertung in Form einer Zahlungsbereitschaftsanalyse durch (vgl. TURNER ET AL. 1995, S. 1787). Auch HARTJE ET AL. (2001, S. 20ff.; vgl. auch MEYERHOFF 2001, S. 297ff.) nutzen in ihrer Sylt-Studie eine bundesweite Zahlungsbereitschaftsanalyse, um die Wertschätzung für das gesamte deutsche Wattenmeer abzuschätzen: Die Erhaltung des Wattenmeeres wäre einem durchschnittlichen Haushalt demzufolge umgerechnet 1,8 EUR pro Monat wert; die gesamte Wertschätzung beläuft sich auf etwa 0,8 Mrd. EUR pro Jahr (HARTJE ET AL. 2001, S. 24, 30).

In der gleichen Studie wird zudem der Erholungsnutzen der Insel Sylt mittels eines Transportkostenansatzes abgeschätzt (EBD., S. 17ff.). Auf Grundlage einer Touristenbefragung ergibt sich hier eine Konsumentenrente von umgerechnet 9 EUR pro Tag.

Der jährliche Erholungsnutzen von Sylt errechnet sich aus der Multiplikation dieses Wertes mit der Anzahl der Besuchertage 1997 auf ca. 27 Mio. EUR (EBD.).

Sowohl die kontingente Bewertung als auch der Transportkostenansatz sind relativ aufwendige Verfahren, die aus diesem Grund in Schadenspotenzialanalysen häufig nicht umzusetzen sind. Um diesen Aufwand zu umgehen, verwendet BERGER (2001, S. 85ff.) zur Monetarisierung von Biotopen biotopspezifische Quadratmeterwerte aus einer Sekundärquelle. Derartige Werte werden bei SCHWEPPE-KRAFT (1998) mittels unterschiedlicher Verfahren erhoben. BERGER (EBD.) verwendet hiervon sowohl biotopspezifische Wiederherstellungskosten als auch Entschädigungsforderungen. Mit Hilfe digitaler Biotopkarten des Niedersächsischen Umweltministeriums (Nds. UM 2001) lässt sich so der Gesamtwert der Biotope im Untersuchungsgebiet Nordenham auf 131 Mio. EUR (Entschädigungsforderung) bzw. 38 Mio. EUR (Wiederherstellungskosten) abschätzen.

Innerhalb des KRIM-Projektes werden Biotope nicht monetär bewertet. Stattdessen werden den einzelnen Biotoptypen Funktionswerte zugeordnet, die die Ansprüche unterschiedlicher Nutzer (z.B. Naturschutz, Küstenschutz, Erholung) dokumentieren (vgl. WITTIG ET AL. 2003, S. 47).

Neben schützenswerten Umweltgütern existieren auch Umwelt-, „bads“, d. h. potenziell **umweltgefährdende Stoffe**, unter anderem in Chemiefabriken, Mineralöllagern, Tankstellen oder Abfalldeponien. Im Falle einer Überflutung besteht beispielsweise die Gefahr einer Verunreinigung des Trinkwassers oder einer Kontamination des ansonsten größtenteils schädigungsresistenten Bodens (vgl. Kap. 3.4.1.9).

Sowohl MURL (2000, S. 66) als auch BERGER (2001, S. 83) identifizieren die Standorte wassergefährdender Stoffen mit Hilfe amtlicher Listen. Eine Monetarisierung dieser Gefährdung, z. B. durch eine kontingente Bewertung, findet in beiden Fällen nicht statt.

Kulturdenkmäler werden in keiner der untersuchten Studien monetär erfasst. Lediglich BERGER (2001, S. 87) erfasst Bau- und Kulturdenkmäler, differenziert nach Bedeutungsklassen, sowie archäologische Denkmäler.

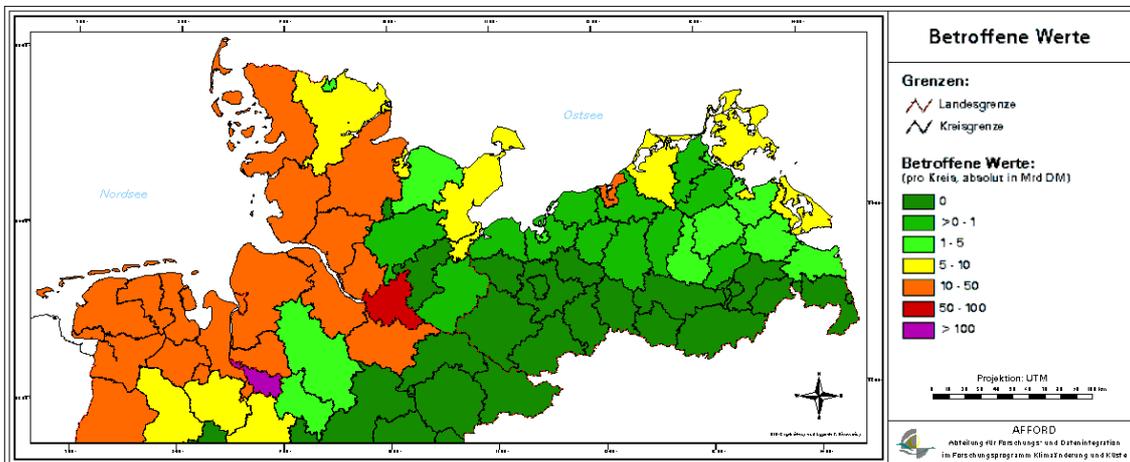
3.5 Methoden der räumlichen Modellierung bzw. Verortung

Bereits bei der Beschreibung der unterschiedlichen Methoden der Quantifizierung der Schadenspotenziale im vorangegangenen Kapitel sind Unterschiede vor allem zwischen makro- und mesoskaligen Studien auf der einen Seite und mikroskaligen Studien auf der anderen Seite deutlich geworden.

Die wesentlichen Unterschiede zwischen den Methoden der unterschiedlichen Maßstabsebenen bestehen jedoch in ihrem Anspruch an räumliche Genauigkeit und damit in ihrer räumlichen Auflösung (vgl. Kap. 3.1):

Bei **makroskaligen** Studien, wie der deutschen IPCC-Studie (EBENHÖH ET AL. 1997; BEHNEN 2000a), bildet die Gemeindeebene die tiefste räumliche Auflösung. Die Schadenspotenziale werden auf dieser Ebene erhoben und über die gesamte Gemeindefläche gleichverteilt. Der Anspruch an die zur kartographischen Darstellung und räumlichen Analyse notwendigen Daten ist demzufolge verhältnismäßig gering: Es werden lediglich Gemeindegrenzen benötigt. Abb. 3.4 zeigt die Verortung der betroffenen Werte in der deutschen IPCC-Studie.²⁵

Abb. 3.4: Verortung der betroffenen Werte in der deutschen IPCC-Studie



Quelle: Wissenschaftliches Sekretariat „Klimaänderung und Küste“ 1997

In **mikroskaligen** Studien (REESE ET AL. 2001; 2003; HEINZE 2000) hingegen bilden einzelne Objekte, also z. B. einzelne Gebäude, die tiefste räumliche Auflösungsebene. Schon die Erhebung der Schadenspotenziale erfolgt objektscharf: Entweder, wie bei REESE ET AL. (2001; 2003), mit Hilfe eigener Kartierung und Bewertung oder es liegen bereits adressgenaue Versicherungsdaten vor wie bei HEINZE (2000). Diese

²⁵ Die Darstellung erfolgt zur besseren Übersichtlichkeit auf Kreis- und nicht Gemeindeebene.

feinräumige Information gilt es auch in der Verortung mittels entsprechender Kartengrundlagen zu erhalten: HEINZE (2000, S. 13) verwendet digitale Stadtpläne, d. h. digitale Adresskoordinaten, die eine Zuordnung der adressgenauen Werte ermöglichen. REESE ET AL. (2001, S. 22; 2003, S. 51) nutzen digitalisierte Landschaftspläne, die DGK 5 sowie Katasterpläne. Zudem versuchen sie ein standardisiertes Verfahren auf Basis der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) zu entwickeln, die Katasterdaten in digitaler Form enthält (EBD. 2003, S. 72ff.; vgl. Kap. 3.5.2.2).

Der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit liegt jedoch, wie bereits erwähnt (vgl. Kap. 3.1), auf der Entwicklung **mesoskaliger** Methoden. In Bezug auf die Verortung der Schadenspotenziale liegt hier eine besondere Situation vor:

Die Quantifizierung der Werte erfolgt im Wesentlichen analog zur makroskaligen Vorgehensweise auf Stadt-/Gemeindeebene (vgl. Kap. 3.3). Eine Gleichverteilung der Werte über die Gemeindefläche würde jedoch der Zielsetzung dieser Studien nicht gerecht werden: Vor allem in Bezug auf die Verschneidung mit den recht detailliert vorliegenden Überflutungssimulationen (vgl. Kap. 2.4.1) ist eine genauere Darstellung der räumlichen Verteilung der Werte erforderlich. So ist davon auszugehen, dass sich die ermittelten Werte in der Realität nicht gleichmäßig über die Gemeindefläche verteilen, sondern sich vor allem auf den Siedlungsflächen, d. h. in den Dörfern und insbesondere in den Städten konzentrieren. Ausgehend von der Annahme, dass sich bestimmte Wertkategorien auf bestimmten Flächennutzungskategorien konzentrieren, werden bei mesoskaligen Studien die jeweiligen auf Stadt-/Gemeindeebene erhobenen Wertekategorien innerhalb der Gemeindefläche auf ihnen entsprechenden Flächennutzungen verortet.

Im Gegensatz zur makro- und mikroskaligen Vorgehensweise werden also die ermittelten Schadenspotenziale nicht auf der räumlichen Ebene verortet, auf der sie erhoben werden. Dieses Verfahren der Verortung durch das Herunterbrechen über Flächennutzungsdaten wird auch als **räumliche Modellierung** bezeichnet (KIESE & LEINWEBER 2000, S. 70; MEYER 2001, S. 20).

Im Folgenden sollen zunächst unterschiedliche Kartengrundlagen vorgestellt werden, die für die räumliche Modellierung geeignet sind. Der Schwerpunkt soll auch hier auf Datenquellen liegen, die für mesoskalige Schadenspotenzialanalysen zweckmäßig

erscheinen. Daran anschließend werden einige Methoden der räumlichen Modellierung aus ausgewählten Studien beschrieben.

3.5.1 Digitale Kartengrundlagen

Wie aus den vorangegangenen Erläuterungen deutlich wurde, sind für die räumliche Modellierung innerhalb mesoskaliger Schadenspotenzialanalysen vor allem Flächennutzungsdaten erforderlich. Diese können entweder analogen oder digitalen Kartenwerken entnommen werden.

Bei KLAUS & SCHMIDTKE (1990, S. 25ff.) werden beispielsweise die erforderlichen Flächennutzungsdaten aus **analogen** Kataster-Flurkarten entnommen. Auch KIESE & LEINEWEBER (2000, S. 28ff.) verwenden analoge Kartengrundlagen: Die Flächennutzungsinformationen werden mit Hilfe eines Erhebungsrasters manuell aus Topographischen Kartenwerken (der DGK 5 in städtischen Bereichen und der TK 25 in ländlichen Bereichen) ausgelesen. Die anteiligen Flächennutzungen pro Rasterzelle (1 qkm im ländlichen Raum und 0,04 qkm im städtischen Raum) werden zunächst in einer Datenbank gespeichert, bevor sie später wieder in das GIS „RISK“ (Version 1: Risiko-Informationssystem Küste; VON LIEBERMANN ET AL. 2001) integriert werden.

Diese Vorgehensweise verdeutlicht, dass die Erhebung von Flächennutzungsinformationen aus analogen Kartengrundlagen mit vielen potenziellen Fehlerquellen und verhältnismäßig hohem Aufwand verbunden ist: Erstens können erhebliche Ungenauigkeiten durch das manuelle Auslesen der Flächennutzungsinformationen entstehen, zweitens erfolgt durch die Speicherung in Rasterzellen eine wesentliche Generalisierung der ursprünglichen Information. Zum Dritten ist das Auslesen der Flächennutzungsdaten mit beträchtlichem Arbeitsaufwand verbunden (vgl. KIESE & LEINEWEBER 2000, S. 33).

Derartige Probleme können durch die Verwendung **digitaler Kartengrundlagen** weitestgehend ausgeschlossen werden (vgl. MEYER 2001, S. 85ff.). Zudem kann durch die Verwendung digitaler Daten die Verortung von Anfang an in **Geographischen Informationssystemen (GIS)** durchgeführt werden. Mit ihrer Fähigkeit, raumbezogene Daten zu verarbeiten, bilden diese das geeignete Instrument zur Datenaufbereitung und Analyse innerhalb von Schadenspotenzialanalysen (vgl. EBD., S. 35). Dies trifft ebenso auf den Gesamtbereich der Risikoanalyse zu, da auch in den übrigen Teilbereichen der Gefährdungs- und Schadensanalyse raumbezogene

Informationen (z. B. Überflutungsflächen) verarbeitet werden (vgl. ELSNER ET AL. 2003a, S. 16). Als ein Beispiel für die Integration sämtlicher für die Risikoanalyse notwendigen Informationen innerhalb eines GIS sei hier auf das vom Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen entwickelte „RISK“ (Version 2: GIS für Risiko- und Küstenzonenmanagement) verwiesen (ELSNER & MAI 2004), in das auch Daten aus dieser Arbeit miteingeflossen sind.

Prinzipiell können auch analoge Kartengrundlagen in GIS verarbeitet werden, dies setzt jedoch eine aufwendige Digitalisierung der Daten voraus. Inzwischen liegen in Deutschland mit dem ATKIS-Basis-DLM und der ALK zudem digitale amtliche Kartenwerke vor, die für die Schadenspotenzialanalyse geeignet erscheinen. Beide sollen im Folgenden kurz beschrieben werden, bevor mit Geomarketingdaten eine nichtamtliche Datenquelle vorgestellt wird.²⁶

3.5.1.1 ATKIS-Basis-DLM

ATKIS (Amtliches Topographisch-Kartographisches Informationssystem) bezeichnet den bundeseinheitlichen, amtlichen digitalen topographisch-kartographischen Datenbestand, der seit 1989 von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesrepublik Deutschland (AdV) aufgebaut wird und derzeit - wengleich immer noch eine Weiterentwicklung stattfindet - flächendeckend verfügbar ist.

Neben einem digitalen Höhenmodell (DGM) beinhaltet der ATKIS-Datenbestand digitale Landschaftsmodelle (DLM) unterschiedlicher Generalisierungsstufen, welche die hier relevanten Flächennutzungsinformationen enthalten (DICKMANN & ZEHNER 1999, S. 76). Für die räumliche Modellierung von Schadenspotenzialen ist in erster Linie das feinräumigste DLM, das sogenannte Basis-DLM von Interesse. Dieses orientiert sich in seinem Inhalt an der Topographischen Karte 1:25.000 (TK 25).²⁷ Weiterhin existieren stärker generalisierte DLM (DLM 200 und 1000) (vgl. BILL 1999, S. 220).

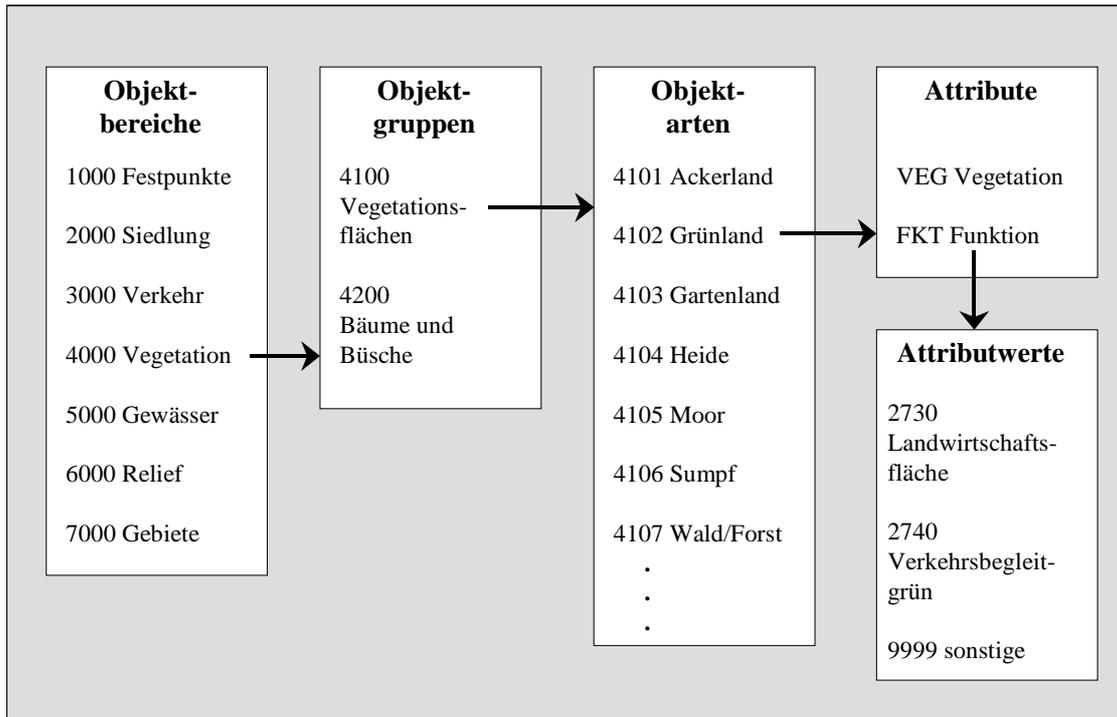
Der Inhalt des Basis-DLM wird durch einen Objektartenkatalog (ATKIS-OK; AdV 2002) wiedergegeben. Die topographischen Erscheinungsformen der Landschaft werden dabei klassifiziert und in Objektbereiche, -gruppen und -arten aufgeteilt. Den

²⁶ Für eine detailliertere Beschreibung dieser Datenquellen siehe MEYER (2001, S. 40ff.).

²⁷ Wesentliche Quelle für die Erstellung der DLM bildet jedoch die Digitalisierung der DGK 5.

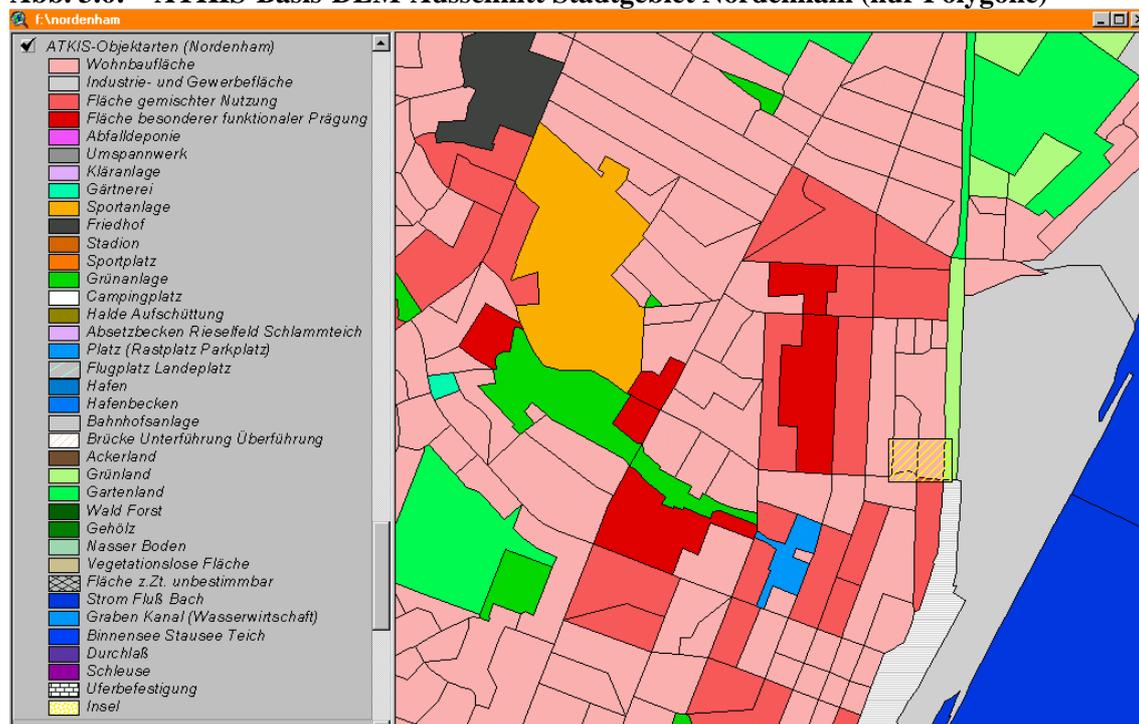
hierarchischen Aufbau des Objektartenkatalogs verdeutlicht Abb. 3.5 an einem Beispiel.

Abb. 3.5: Aufbau des ATKIS-Objektartenkatalogs



aus Meyer 2001, S. 42; eigene Darstellung in Anlehnung an Bill 1999, S. 222

Abb. 3.6: ATKIS-Basis-DLM-Ausschnitt Stadtgebiet Nordenham (nur Polygone)



aus: Meyer 2001, S. 44; Kartengrundlage: ATKIS-Basis-DLM, eigene Darstellung

In Anhang 1 sind alle Objektarten mit Angabe ihrer Realisierungsstufe in Niedersachsen angegeben. Die zweite Realisierungsstufe wurde in Niedersachsen 2002 abgeschlossen, die dritte ist derzeit in Bearbeitung (vgl. LGN 2004). Eine genaue Definition jeder Objektart ist der Onlineversion des ATKIS-OK zu entnehmen (ADV 2002).

Abb. 3.6 gibt ein Beispiel für die bildliche Darstellung des ATKIS-Basis-DLM in einem GIS. Dargestellt ist ein Ausschnitt aus dem Stadtzentrum von Nordenham.²⁸

Durch seine detaillierte Darstellung von Flächennutzungseinheiten ist das ATKIS-Basis-DLM insbesondere für mesoskalige Schadenspotenzialanalysen gut geeignet. Auch die früher recht hohen Kosten für die Daten (ca. 15 EUR pro qkm in 2001; MEYER 2001, S. 44) sind zwischenzeitlich deutlich reduziert worden auf derzeit maximal 7,50 EUR pro qkm (LGN 2004).

3.5.1.2 ALK

Zweck der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) in Verbindung mit dem Automatisierten Liegenschaftsbuch (ALB) ist die digitale Erfassung und Darstellung des Liegenschaftskatasters (ADV 2004). Dessen Hauptfunktion ist die Darstellung und Beschreibung der Lage des Grundeigentums in Form von Flurstücken (vgl. EBD.).

Während im **ALB** ausführlichere Beschreibungen jedes Flurstücks (Eigentümer, Nutzung etc.) erfasst werden, ist die **ALK** der vermessungs- und kartentechnische Teil. Sie enthält jedoch neben der graphischen Darstellung der einzelnen Flurstücke und Gebäude auch Angaben über deren Nutzung (VKV-NIEDERSACHSEN 2004).

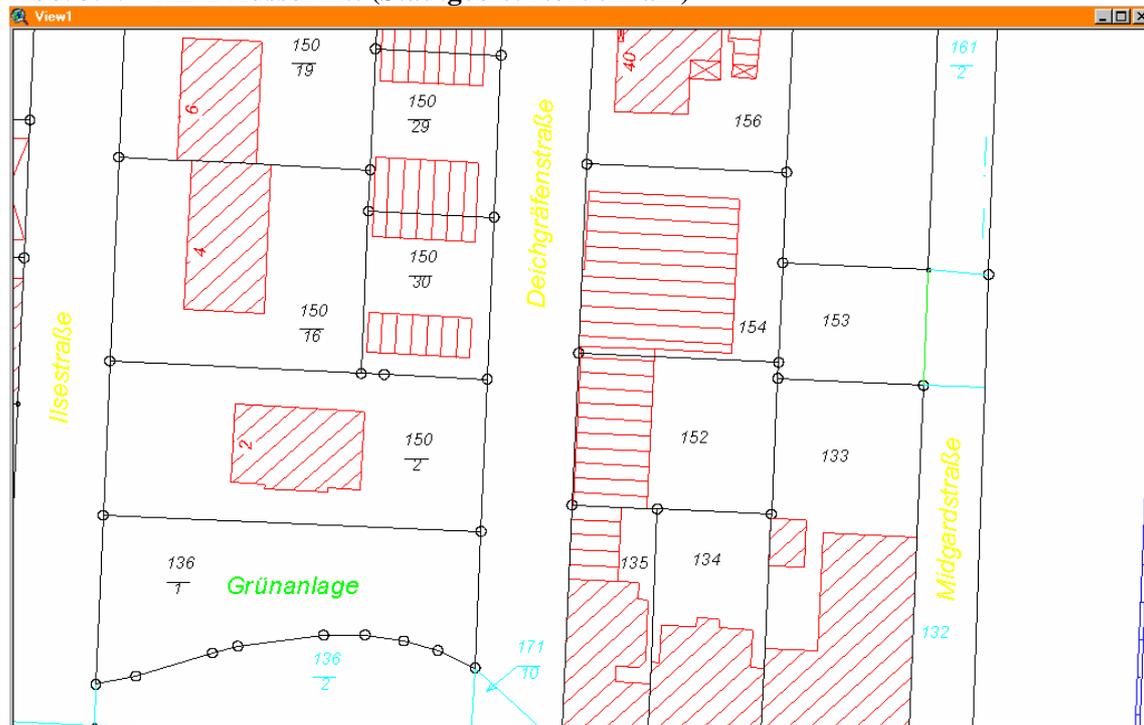
Die ALK ist derzeit noch nicht bundesweit flächendeckend verfügbar, in Niedersachsen ist sie jedoch bereits für 98 % der Fläche fertiggestellt (ADV 2004). Ab 2005 sollen ALK und ALB zudem im amtlichen Liegenschaftskatasterinformationssystem ALKIS zusammengefasst werden (LVERMA NRW 2004).

²⁸ Bildschirmmaßstab in ArcView 1:10.000, hier jedoch unmaßstäblich verkleinert. Das kleine gelb schraffierte Rechteck gehört nicht zur ATKIS-DLM-Darstellung, sondern markiert den im folgenden Teilkapitel dargestellten Ausschnitt der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK).

Verglichen mit dem ATKIS-Basis-DLM gibt die ALK eine wesentlich feinräumigere Darstellung der Flächennutzungen wieder: Während bei ATKIS beispielsweise mehrere Grundstücke mit Wohnbebauung zum einer „Wohnbaufläche“ zusammengefasst werden, stellt die ALK jedes Grundstück einzeln dar und differenziert zudem zwischen Gebäuden und Freiflächen (vgl. Abb. 3.6 und 3.7).²⁹

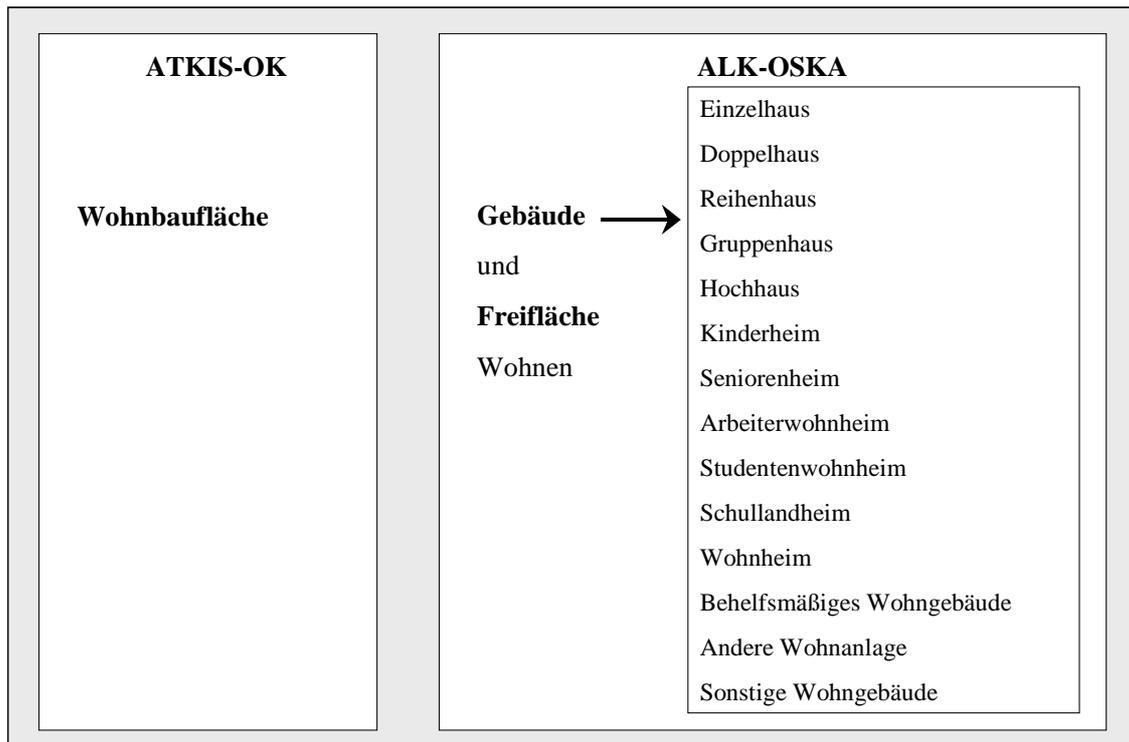
Auch die Beschreibung von Nutzungskategorien erfolgt im ALK-Objektschlüsselkatalog OSKA wesentlich detaillierter als im ATKIS-OK. Am Beispiel der ATKIS-Objektart „Wohnbaufläche“ wird dies in Abb. 3.8 verdeutlicht.

Abb. 3.7: ALK-Ausschnitt (Stadtgebiet Nordenham)



aus: Meyer 2001, S. 47. Kartengrundlage: ALK

²⁹ Der ALK-Ausschnitt ist in etwa äquivalent mit dem gelb schraffierten Rechteck in Abb. 3.6 und ermöglicht so einen Vergleich der Detaillierungsgrade der beiden Datengrundlagen. Der Datensatz wurde freundlicherweise vom Katasteramt Brake im DXF-Format bereitgestellt. Dieses Datenformat ermöglicht jedoch im Gegensatz zum EDBS-Format keinen Austausch von Objekten oder Objektklassen, sondern nur von Graphik (vgl. BILL 1999, S. 195ff.). Eine Darstellung der Nutzungsarten bzw. einer Legende ist in Abb. 3.7 somit nicht möglich. Zu erkennen sind jedoch die schwarzen Grenzlinien der Flurstücke, in rot Gebäudegrundrisse und Hausnummern sowie in gelb Straßennamen.

Abb. 3.8: Vergleich von ATKIS-OK und ALK-OSKA am Beispiel Wohnbaufläche

aus: Meyer 2001, S. 47. Quelle: AdV 2002; Datei alk_oska.dbf der Software „ALK/ATKIS-Reader 2“

Der hohe räumliche Detaillierungsgrad der ALK macht diese vor allem für mikroskalige Schadenspotenzialanalysen interessant, da hier eine objektscharfe, adressgenaue Verortung ermöglicht wird. Gegen eine Anwendung in großräumigeren Studien sprechen vor allem die hohen Kosten der ALK: Selbst bei größeren Bestellungen würden in Abhängigkeit der Informationsdichte Gebühren von 200 bis 750 EUR pro qkm anfallen (INNENMINISTERIUM NRW 2002). REESE (2003, S. 164) weist jedoch darauf hin, dass staatlichen Behörden möglicherweise zukünftig eine kostenlose Nutzung eingeräumt werde.

3.5.1.3 Geomarketingdaten

Wesentlicher Unterschied der im Folgenden vorgestellten Geomarketingdaten zum ATKIS-Basis-DLM und der ALK ist, dass nicht bzw. nur indirekt Flächennutzungsinformationen dargestellt werden. Zudem handelt es sich nicht um ein amtliches Kartenwerk, sondern um Produkte unterschiedlicher kommerzieller Datenanbieter.

Beim Geomarketing versuchen Unternehmen mit Hilfe feinräumiger sozio-ökonomischer Daten in Kombination mit unternehmensinternen Kundendaten die Markt- und Kundenstruktur in ihrer Branche zu analysieren. Dadurch lassen sich beispielsweise Vertriebsgebiete optimieren oder ein räumlich zielgruppenorientiertes Marketing realisieren (vgl. SCHÜSSLER 2000, S.9f.).

Doch auch für die Schadenspotenzialanalyse können derartige sozio-ökonomische Daten in einer räumlichen Auflösung unterhalb der Gemeindeebene nützlich sein.

Derart detaillierte Geomarketingdaten werden in Deutschland von den Firmen *infas-Geodaten* (2004) und *microm* (2004) angeboten:

infas-Geodaten verwendet die Grenzen der **Stimmbezirke** von Bundestagswahlen zur Gebietsaufteilung (INFAS-GEODATEN 2004): In einem Stimmbezirk werden im Durchschnitt etwa 500 Haushalte zusammengefasst. Die Zahl der Stimmbezirke pro Gemeinde ist demzufolge stark von der Bevölkerungsdichte abhängig.

Vergleichbar sind die sogenannten „**Marktzellen**“ der Firma *microm* (2004): Hier werden ca. 420 Haushalte pro Marktzelle nach einem allerdings nicht näher genannten Verfahren zusammengefasst.³⁰

Für diese Geometriedaten können zusätzlich unterschiedliche sozioökonomische Sachdaten erworben werden (vgl. INFAS-GEODATEN 2004). Für die Zwecke der Schadenspotenzialanalyse bieten sich hier vor allem folgende Daten an:

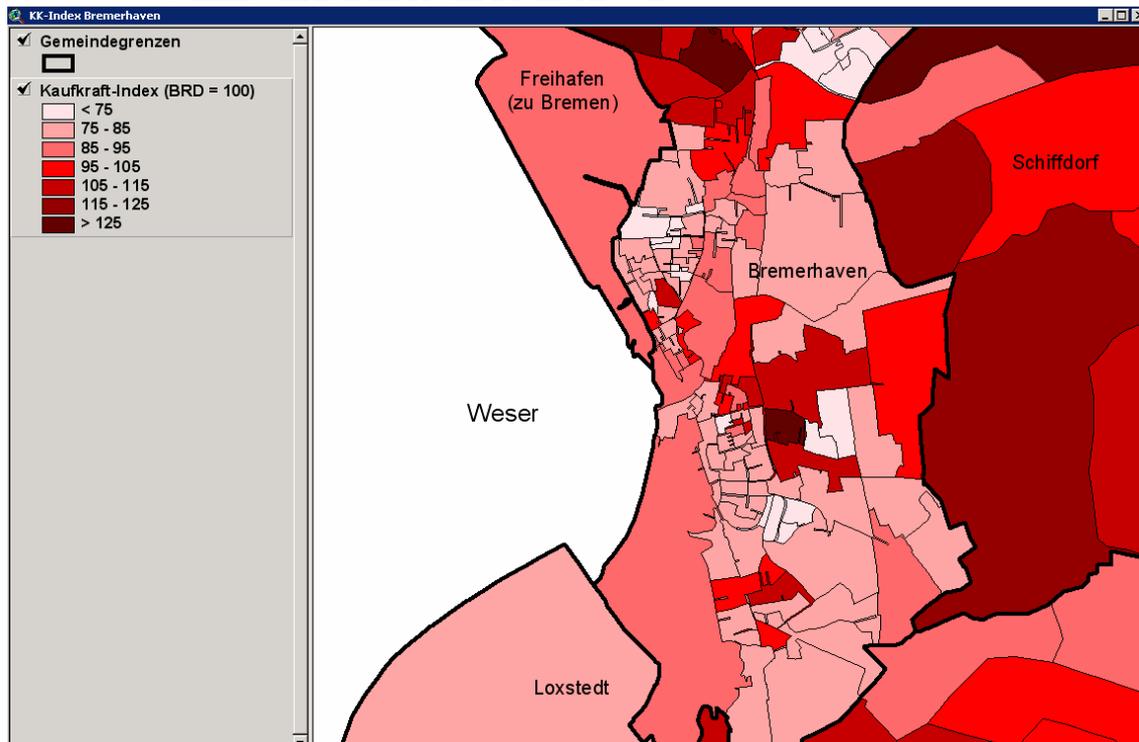
- **Demographie** (Bevölkerung),
- **Bebauungsstruktur** (Anzahl der Häuser, Haustyp),
- **Wirtschaftsstruktur** (Anzahl und Größe der Betriebe, Branchenzugehörigkeit) und
- **Kaufkraftstruktur**.

Quellen dieser Daten sind neben statistischen Ämtern, Kommunen, Unternehmen und Marktforschungsinstituten auch eigene Erhebungen und Berechnungen (vgl. INFAS-GEODATEN 2004). Die genauen Verfahren der Abschätzung der einzelnen Daten auf Stimmbezirks- bzw. Marktzellenebene werden jedoch von den Anbietern nicht

³⁰ Beide Firmen bieten zudem mit sogenannten Straßenabschnittsdaten eine noch feinräumigere Ebene an. Ein Straßenabschnitt repräsentiert ca. 30 Haushalte (INFAS-GEODATEN 2004). Da es sich hierbei jedoch um punktförmige und nicht flächenhafte Geometrien handelt, erscheint eine Verwendung dieser Datenebene in Schadenspotenzialanalysen nur bedingt sinnvoll.

preisgegeben. Ein Beispiel für Geomarketingdaten von *infas-Geodaten* auf Stimmbezirksebene zeigt Abb. 3.9.

Abb. 3.9: Beispiel für Geomarketingdaten von *infas-Geodaten*: Kaufkraftindex in den Stimmbezirken im Raum Bremerhaven³¹



Eigene Darstellung; Datengrundlage: *infas-Geodaten*

Die obigen Angaben zum Inhalt von Geomarketingdaten verdeutlichen, dass diese als alleinige Datenquelle für eine Schadenspotenzialanalyse nicht ausreichend sind:

Zum einen werden nicht wie im ATKIS-Basis-DLM oder der ALK Flächennutzungseinheiten diskret voneinander abgegrenzt, sodass eine räumliche Modellierung im oben beschriebenen Sinne mit ihnen nicht möglich ist. Zum anderen können sie nicht die Quantifizierung der Werte aus der amtlichen Statistik ersetzen, da sie keine Angaben zu Vermögenswerten oder der Wertschöpfung innerhalb der beschriebenen Flächen enthalten.

³¹ Die Daten stammen dem für diese Arbeit zur Verfügung stehenden Datensatz mit Bezugsjahr 2000 (vgl. Kap. 5.1). Daten für das Gebiet der Stadt Nordenham sind darin leider nicht enthalten, so dass kein direkter Vergleich mit den Abb. 3.6 und 3.7 möglich ist. Bildschirmmaßstab ist 1:60.000, hier unmaßstäblich verkleinert.

Gleichwohl können Geomarketingdaten jedoch als ergänzende Datenquelle zur Verfeinerung sowohl makroskaliger als auch mesoskaliger Schadenspotenzialanalysen dienen (vgl. MEYER 2001, S. 51):

Die auf Stadt-/Gemeindeebene aus der amtlichen Statistik erhobenen Wertkategorien können unter Verwendung der sozioökonomischen Daten als Hilfsindikatoren auf die feineräumigere Ebene der Stimmbezirke heruntergebrochen werden. Dies würde bereits eine Verfeinerung der üblichen makroskaligen Methodik bedeuten. Durch eine zusätzliche räumliche Modellierung dieser verbesserten Datengrundlage über Flächennutzungsdaten wie dem ATKIS-Basis-DLM erscheint auch eine Verbesserung der Genauigkeit mesoskaliger Analysen möglich.

Die Kosten für die Geometriedaten eines Stimmbezirks inklusive der Angaben zur Einwohnerzahl, Kaufkraft, Gebäudetyp sowie Anzahl, Größe und Branchenzugehörigkeit von Firmen belaufen sich bei *infas-Geodaten* (2002) auf etwa 5,50 EUR. Da die Größe der Stimmbezirke, wie erwähnt, stark variiert, streut der Preis dieser Daten pro qkm beträchtlich; im Mittel liegt er bei ca. 3,20 EUR.³²

Tab. 3.6 fasst nochmals einige wesentliche Aspekte der zuvor vorgestellten Datenquellen zusammen und stellt sie gegenüber.

Vor allem auf die Einschätzung der Eignung dieser Kartengrundlagen für mesoskalige Schadenspotenzialanalysen soll hier noch einmal hingewiesen werden:

Insbesondere das ATKIS-Basis-DLM erscheint für eine mesoskalige räumliche Modellierung prädestiniert: Die Differenzierung in Flächennutzungseinheiten ermöglicht eine hinreichend genaue Verortung der Wertkategorien aus der amtlichen Statistik.

Die diesbezüglich wesentlich genauere ALK würde hingegen den Genauigkeitsanspruch mesoskaliger Studien übertreffen. Es bestünde die Gefahr, dass durch eine objektscharfe räumliche Modellierung der Werte eine Exaktheit suggeriert würde, denen das mesoskalige Quantifizierungsverfahren mit seiner Abschätzung der Werte auf Stadt-/Gemeindeebene letztendlich nicht nachkäme. Zudem limitieren die hohen Kosten der ALK deren Anwendung auf kleinräumige Untersuchungen.

Geomarketingdaten hingegen könnten als ergänzende Datenquelle innerhalb mesoskaliger Studien fungieren.

³² Eigene Berechnungen aus dem zur Verfügung stehenden Datensatz (vgl. Kap. 5.1)

Tab. 3.6: Vergleich der untersuchten digitalen Kartengrundlagen

	<i>ATKIS-Basis-DLM</i>	<i>ALK</i>	<i>Geomarketingdaten</i>
Inhalt	Geometriedaten der Topographie, Flächennutzung differenziert nach ATKIS-Objektartenkatalog	Geometriedaten der Liegenschaften, Flächennutzung differenziert nach Objekt-schlüsselkatalog	Geometriedaten der Stimmbezirke bzw. Markzellen Sozio-ökonomische Daten
Kleinste räumliche Einheit	ATKIS-Objekt: Flächennutzungseinheit	Flurstück bzw. Gebäude	Stimmbezirk/ Marktzelle
Lagegenauigkeit	ca. 3 m	cm - dm	k.A.
Datenformat	Vektor: EDBS (Konvertierung erforderlich)	Vektor: EDBS (Konvertierung erforderlich)	Vektor: u.a. ArcView- Format
Kosten pro qkm	7,5 EUR	200-700 EUR	0,2 - > 1000 EUR, Ø 3,2 EUR (<i>infas</i> - Stimmbezirke)
Eignung für Schadenspotenzialanalysen (Maßstabsebene)	mesoskalig	mikroskalig	makro-mesoskalig In Kombination mit ATKIS-Daten auch meso-mikroskalig

Verändert und ergänzt nach Meyer 2001, S. 53

3.5.2 Umsetzungsbeispiele in ausgewählten Studien

Die folgende Beschreibung von Methoden der räumlichen Modellierung in Schadenspotenzialanalysen konzentriert sich aufgrund der soeben festgestellten besonderen Eignung der ATKIS-Basis-DLM-Daten für mesoskalige Schadenspotenzialanalysen schwerpunktmäßig auf solche Studien, die diese als digitale Kartengrundlage verwenden. Gleichwohl soll auch der Einsatz von Geomarketingdaten in der NRW-Studie (MURL 2000) dokumentiert sowie kurz der Versuch der Integration von ALK-Daten in der mikroskaligen Studie von REESE ET AL. (2003) erläutert werden.

3.5.2.1 Verfahren der räumlichen Modellierung in mesoskaligen Studien

Von den untersuchten Studien nutzen insgesamt vier das **ATKIS-Basis-DLM** für die räumliche Modellierung der erhobenen Werte: Zum einen sind dies mit der Wertermittlung für die Küstengebiete Schleswig-Holsteins (COLIJN ET AL. 2000) und der Schadenspotenzialanalyse für das Rheintal in Nordrhein-Westfalen (MURL 2000) zwei bundeslandweite Studien. Hinzu kommen die beiden vergleichsweise

kleinräumigen Untersuchungen von KNOGGE & WROBEL (2000) für die Stadt Brake und von MEYER (2001; in Verbindung mit BERGER 2001) für die Stadt Nordenham.

Die Vorgehensweise bei der räumlichen Modellierung mit Hilfe des ATKIS-Basis-DLM lässt sich wie folgt zusammenfassen: Jede der im Rahmen der Quantifizierung erhobenen Wertkategorien (vgl. Kap. 3.4) wird einer oder mehreren ATKIS-Objektart(en) zugeordnet. Diese werden dann im GIS aus dem Gesamtdatensatz selektiert und mit den jeweiligen Werten belegt. Durch Verschneidung der einzelnen Werte-Layer lässt sich so letztendlich eine Gesamt-Schadenspotenzialkarte erstellen, die die Wertkonzentration jeder Fläche in EUR/qm wiedergibt und eine Übersicht über die räumliche Verteilung der Gesamtwerte sowie der einzelnen Wertkategorien ermöglicht.³³

Kernbereich dieser Vorgehensweise ist die Entscheidung über die Zuordnung der Wertkategorien zu den ATKIS-Objektarten. Dass es dabei keinesfalls eine zwangsläufige, eindeutige Lösung gibt, zeigen die unterschiedlichen Zuordnungen in den vier genannten Studien (vgl. Tab. 3.7).

Eine Begründung der Zuordnungsentscheidung findet jedoch lediglich bei MEYER (2001, S. 66ff.) statt. Auf eine diesbezügliche Diskussion soll auch an dieser Stelle verzichtet werden, zumal die Einteilung der Wertkategorien bei allen vier Studien noch auf der alten Wirtschaftszweigklassifikation beruht und damit nur bedingt auf neuere Daten nach der WZ 93 übertragbar ist. Eine ausführliche Begründung der Zuordnung der neuen Wirtschaftsbereiche erfolgt stattdessen in Kap. 4.3.

³³ Die Vorgehensweise bei KNOGGE & WROBEL (2000, S. 16ff.) unterscheidet sich dahingehend, dass im GIS lediglich Informationen über die Flächennutzungsanteile ermittelt werden, weitere Berechnungen jedoch durch Tabellenkalkulationssoftware erfolgen.

Tab. 3.7: Vergleich der räumlichen Modellierung der erhobenen Werte auf ATKIS-Objektarten

	<i>Studie Schleswig- Holstein (Colijn et al. 2000)</i>	<i>Studie NRW (MURL 2000)</i>	<i>Studie Brake (Knogge & Wrobel 2000)</i>	<i>Studie Nordenham (Meyer 2001)</i>
Einwohner und verbundene Werte (Wohnkapital, Hausrat, Pkw-Werte)	Wohnbaufläche	Wohnbaufläche Fläche gemischter Nutzung (Verschneidung mit <i>Infas</i> -Stimmbezirken)	Wohnbaufläche Fläche gemischter Nutzung	Wohnbaufläche Fläche gemischter Nutzung
Wirtschaftstätigkeit (AV, VV, BWS) Landwirtschaft	Grün-, Ackerland	Fläche besonderer funktionaler Prägung	Grün-, Ackerland	NAV: Fläche gemischter Nutzung (ländlich) VV: s.o. , Grünland BWS: Flächen gem. Nutzung, Grünland, Ackerland, Gartenland, Wald, Sonderkulturen
Produzierendes Gewerbe	Industrie- und Gewerbeflächen	Energie- u. Wasserversorgung: Raffinerie, Kraftwerk, Umspannwerk, Heizwerk, Wasserwerk Verarbeitendes Gewerbe u. Bau: Industrie- und Gewerbefläche, Bergbaubetrieb	Energie- u. Wasserversorgung: Umspannwerk Verarbeitendes Gewerbe u. Bau: Industrie- und Gewerbefläche, Fläche gemischter Nutzung, Ortslage, Umspannwerk	Industrie- und Gewerbeflächen abzüglich: Abfalldeponie Umspannwerk Kläranlage
Handel	Fläche gemischter Nutzung	Fläche gemischter Nutzung	Bahnhofsanlage, Fläche besonderer funktionaler Prägung, Friedhof, Ortslage, Platz, Schleuse, Sportanlage, Fläche gemischter Nutzung, Ortslage, Abfalldeponie, Kläranlage	Fläche gemischter Nutzung (städtisch), Industrie- und Gewerbefläche
Verkehr u. Nachrichtenübermittlung	Fläche gemischter Nutzung	Platz, Bahnkörper, Flughafen, Flugplatz, Hafenbecken, Bahnhof, Raststätte, Grenzübergang, Brücke, Schleuse	Ortslage	Fläche gemischter Nutzung (städtisch), Industrie- und Gewerbefläche, Flughafen, Bahnhofsanlage, Hafen
Sonstige Dienstleistungen Staat, Organisationen ohne Erwerbszweck	Fläche gemischter Nutzung Staat: Fläche besonderer funktionaler Prägung OoE: Fläche gemischter Nutzung	Fläche gemischter Nutzung Abfalldeponie, Kläranlage, Abfallbeseitigungsanl., Sportanlage, Freizeitanlage, Grünanlage, Campingplatz	Bahnhofsanlage, Fläche besonderer funktionaler Prägung, Friedhof, Ortslage, Platz, Schleuse, Sportanlage, Fläche gemischter Nutzung, Ortslage, Abfalldeponie, Kläranlage	Fläche gemischter Nutzung (städtisch) Fläche besonderer funktionaler Prägung, Sportanlage, Kläranlage
Infrastruktur Straßen Bahnen Öffentliche Frei- und Grünflächen Umspannwerke	-	-	-	Straße Schienenbahn, Bahnstrecke Platz, Grünanlage Umspannwerk
Bodenwerte	Ackerland	-	(entsprechend der Zuordnung der o.g. Wertkategorien)	Grün- u. Ackerland Wohnbaufläche u. Fläche gemischter Nutzung Industrie- und Gewerbefläche
Biotope	-	-	-	<i>GEOSUM-Biotopflächen</i>

Quellen: s.o.; eigene Darstellung

Lediglich auf eine Besonderheit bei der Methodik von KNOGGE & WROBEL (2000, S. 16ff.) soll hingewiesen werden: Die Zuordnung der Wertkategorien zu den ATKIS-Objektarten erfolgt hier in einem zweistufigen Verfahren. KNOGGE & WROBEL (2000) folgen weitestgehend der Methodik von KLAUS & SCHMIDTKE (1990). Diese jedoch verwenden bei der räumlichen Modellierung Flächennutzungsarten des Flurkatasters. KNOGGE & WROBEL (2000, S. 16ff.) ordnen diesen Katasternutzungsarten daher zunächst ATKIS-Objektarten zu, um diese dann mit den Wertkategorien zu belegen. Resultat dieses Verfahrens sind jedoch zum Teil kaum noch nachvollziehbare Zuordnungen, wie beispielsweise die Verortung des Wirtschaftsbereiches „Handel“ u. a. auf Friedhöfen und Abfalldeponien (vgl. Tab. 3.7).

Von den genannten Studien versuchen zwei, die beschriebene Methodik durch zusätzliche Verfahren weiter zu verfeinern: MEYER (2001, S. 68ff.; in Verbindung mit BERGER 2001, S. 56ff.) ergänzt für größere Unternehmen ein quasi mikroskaliges **Bottom-up-Verfahren**, bei MURL (2001, S. 23f.) werden **Geomarketingdaten** integriert.

Wie in Kap. 3.4.1.5 beschrieben, erhebt BERGER (2001, S. 56ff.) für größere Unternehmen (>100 Beschäftigte) in einem Bottom-up-Verfahren Werte für das Nettoanlagevermögen, das Vorratsvermögen und die Bruttowertschöpfung. MEYER (2001, S. 68f.) versucht diese Werte zu verorten. Dies ist mit den Daten des ATKIS-Basis-DLM jedoch nur eingeschränkt möglich, da diese keine Adressinformationen enthalten. Die Geocodierung der Unternehmensadressen erfolgt stattdessen mit Hilfe der internetbasierten Geocodierungssoftware „i-Geocoder“ von *infas-Geodaten* (EBD.). Durch den Abgleich mit der DGK 5 und Stadtplänen können die so identifizierten Standorte ATKIS-Objekten zugewiesen werden und diese mit den Werten belegt werden. Auch hier treten laut MEYER (EBD.) jedoch Schwierigkeiten auf, da die selektierten ATKIS-Objekte teilweise nicht grundstücksscharf sind, d. h. deren Fläche die Grundstücksfläche der Unternehmen, auf die sich die Werte beziehen, übersteigt und die Wertkonzentration in EUR/qm in diesen Fällen folglich zu niedrig wiedergegeben wird. Für ein derartiges Verfahren erscheinen die ATKIS-Basis-DLM-Daten folglich nur bedingt geeignet.

Bei MURL (2001, S. 23f.) werden Geomarketingdaten der Firma *infas-Geodaten* auf Stimmbezirksebene integriert, um eine verbesserte Verortung von Einwohnern,

Wohnkapital und Hausrat zu ermöglichen. Zudem wird durch Informationen zur Bebauungsstruktur eine detailliertere Anwendung von Schadensfunktionen ermöglicht (EBD.).

Für jeden Stimmbezirk liegen hierbei Informationen zur Bevölkerungsstruktur (Einwohner, Haushalte und Kaufkraftindex) und zur Bebauungsstruktur (Gebäude, Gebäudetyp, Gebäudealter) vor. Durch eine Verschneidung der Stimmbezirke mit den ATKIS-Objektarten „Wohnbaufläche“ und „Fläche gemischter Nutzung“ können diese Informationen den jeweiligen ATKIS-Flächen zugewiesen werden (EBD.).

Neben den verbesserten Angaben über die Einwohnerzahl pro Fläche ermöglichen die Informationen zur Demographie, Bebauung und Kaufkraft zudem, die Wertkategorien Wohnkapital und Hausratsvermögen realitätsgetreuer auf die genannten Flächen herunterzuberechnen (EBD., S. 35f.).

Der Versuch einer verbesserten Verortung der Vermögenswerte der Wirtschaftsbereiche erfolgt jedoch bei MURL (2001) nicht.

Ein weiterer interessanter Ansatz zur Verortung von Vermögenswerten mittels Flächennutzungsinformationen wird in der Schadenspotenzialanalyse für den Gesamtverlauf des Rheins (IKSR 2001a,b) durchgeführt. Hierbei werden jedoch weder ATKIS-Daten verwendet, noch ist aufgrund der Größe des Untersuchungsgebietes strenggenommen von einer mesoskaligen Studie zu sprechen. Stattdessen werden Flächennutzungsdaten des Projektes „CORINE Land Cover“ verwendet. Innerhalb dieses Projektes wurde eine europaweite Erfassung der Flächennutzung auf Basis von Satellitendaten vorgenommen (vgl. CAF 2004). CORINE Land Cover unterscheidet insgesamt zwischen 44 Flächennutzungsarten, weist also einen wesentlich geringeren Detaillierungsgrad als das ATKIS-Basis-DLM auf. Innerhalb der Rheinstudie (IKSR 2001a, S. 16ff.) werden die CORINE-Nutzungsarten mit durchschnittlichen Vermögenswertkonzentrationen belegt. Diese werden dabei aus früheren kleinräumigeren deutschen Studien entnommen (EBD., S. 19). Hierbei erfolgt eine Übertragung der dort verwendeten Flächennutzungsklassifizierung (Katasterdaten) auf die CORINE-Klassifizierung (EBD., S. 20ff.). Eine Anpassung der Werte auf die übrigen Rhein-Anrainerstaaten erfolgt über Hilfsgrößen wie PPP und GDP (EBD., S. 24).

Die Verwendung von CORINE Land Cover ermöglicht zwar eine grenzübergreifende einheitliche Klassifikation von Flächennutzungen, erscheint jedoch für kleinräumigere Untersuchungsgebiete nicht detailliert genug.

3.5.2.2 Standardisiertes mikroskaliges Verfahren auf Basis der ALK

Innerhalb des Forschungsprojektes MERK versuchen REESE ET AL. (2003, S. 72ff.) neben ihrer sonst angewandten Methodik auf Basis von Eigenkartierungen ein standardisiertes mikroskaliges Verfahren auf Basis der ALK zu entwickeln. Dabei werden den aus der ALK entnommenen Flächennutzungseinheiten standardisierte Werte aus den bisherigen Wertermittlungsergebnissen zugewiesen (für eine detaillierte Beschreibung des Verfahrens für die einzelnen Wertkategorien vgl. REESE ET AL. 2003, S. 72ff.; REESE 2003, S. 163ff.).

Dabei kommt REESE (2003, S. 182f.) bezüglich der Eignung der ALK für ein solches Verfahren zu insgesamt eher ernüchternden Ergebnissen:

Die großen Vorteile der ALK liegen zunächst einmal in der detaillierten Verortung und Flächenangabe von Gebäuden und Flurstücken. So ist beispielsweise in Kombination mit adressgenauen Angaben aus dem Einwohnermelderegister eine exakte Zuordnung der Einwohner auf die Gebäude möglich (EBD., S. 165). Schon bei der Bewertung des Wohnkapitals und des Hausratsvermögens treten jedoch erste Probleme auf, da die ALK (ebenso wie das ATKIS-Basis-DLM) keine Information zu den Geschosszahlen der Gebäude enthält. Eine durchschnittliche Geschosszahl des jeweiligen Gebietes muss daher über Parameter wie die Bebauungsdichte und Bevölkerungsdichte abgeschätzt werden (EBD., S. 166ff., 170ff.).

Des Weiteren ist eine detaillierte Verortung der Wirtschaftsbetriebe nicht möglich, da der ALK keine Informationen über Art und Anzahl der Betriebe zu entnehmen sind (EBD., S. 182). Auch eine Bewertung der Verkehrsflächen ist mittels der ALK kaum möglich, da exakte Flächenangaben bzw. Angaben über die Art der Straßen fehlen (EBD.).

REESE (2003, S. 183) kommt zu dem Schluss, dass die ALK „sich infolgedessen nur eingeschränkt für eine mikroskalige Wertermittlung [eignet]“. Zusätzliche Datenquellen seien erforderlich, um die angesprochenen Informationslücken zu schließen.

3.6 Zwischenfazit

Bei der Beschreibung unterschiedlicher Methoden sowohl der Quantifizierung als auch der Verortung von Schadenspotenzialen in diesem Kapitel ist deutlich geworden, dass - selbst im Bereich mesoskaliger Schadenspotenzialanalysen - so etwas wie eine einheitliche, zwangsläufige Vorgehensweise nicht existiert.

Schon bezüglich der von ihnen erhobenen Wertkategorien unterscheiden sich die untersuchten Studien z. T. beträchtlich voneinander. Der Schwerpunkt liegt dabei im Allgemeinen auf der Ermittlung direkter, tangibler Schadenspotenziale. Intangible Werte werden hingegen, aufgrund des hohen Aufwandes der beschriebenen Monetarisierungsverfahren, in den seltensten Fällen in monetären Einheiten erhoben.

Doch auch im Bereich der relativ leicht zu erfassenden Vermögenswerte kann nicht auf eine einheitliche Quelle zurückgegriffen werden: Zwar lassen sich aus der Vermögensrechnung der VGR die betragsmäßig bedeutendsten Wertkategorien, das Wohnkapital und das Anlagevermögen, erheben, für andere Vermögensbereiche müssen jedoch weitere Quellen herangezogen werden. Insbesondere für das Vorratsvermögen gibt es bislang kein zufriedenstellendes Quantifizierungsverfahren.

Unterschiedliche Auffassungen, und dementsprechend kaum zu vergleichende Ergebnisse, bestehen bei den untersuchten Studien zudem in der Frage, ob die zu ermittelnden Wertbestände mit ihrem Neuwert oder ihrem Zeitwert zu bewerten sind.

Für die räumliche Modellierung der erhobenen Schadenspotenziale existiert in Deutschland mit dem ATKIS-Basis-DLM jedoch offensichtlich eine insbesondere für mesoskalige Analysen gut geeignete amtliche digitale Kartengrundlage. Gegenüber früheren Studien erscheint jedoch eine Modifizierung des Modellierungsschlüssels erforderlich, da sich die Klassifizierung der Wirtschaftszweige in der amtlichen Statistik geändert hat. Geomarketingdaten könnten einen zusätzlichen Beitrag leisten, die Verortung der Schadenspotenziale weiter zu verfeinern.

Mit der Entwicklung zweier Methoden der Schadenspotenzialanalyse in den folgenden Kapiteln soll zumindest versucht werden, einen kleinen Beitrag zur Standardisierung mesoskaliger Verfahren zu leisten.

4 Entwicklung und Durchführung einer mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse (Methodik I)

Im vorangegangenen Kapitel wurden unterschiedliche Methoden sowohl der Quantifizierung als auch der räumlichen Modellierung von Schadenspotenzialen beschrieben und diskutiert. Wie eingangs erwähnt, soll es jedoch nicht nur Ziel dieser Arbeit sein, Methoden der Schadenspotenzialanalyse theoretisch zu behandeln, sondern auch in sich kohärente Analysen zu entwickeln, anzuwenden und zu testen.

In diesem Kapitel soll daher, basierend auf den im vorangegangenen Kapitel gewonnenen Erkenntnissen, eine mesoskalige Methodik entwickelt und für ein Untersuchungsgebiet durchgeführt werden. Der praxisorientierte Hintergrund hierfür ist die Mitarbeit am Forschungsprojekt KRIM (vgl. Kap. 1.1). Die hier entwickelte und beschriebene Schadenspotenzialanalyse fließt in dieser Form als Teil von Risikoanalysen für Gebiete an der deutschen Nordseeküste in das Projekt mit ein.

Im Folgenden sollen zunächst einige Prämissen der hier durchgeführten Schadenspotenzialanalyse erläutert werden, bevor die Methodik detailliert beschrieben wird. Dabei werden sowohl die Ergebnisse der Quantifizierung als auch die der gesamten Analyse präsentiert. Das Kapitel schließt mit einer Diskussion möglicher Fehlerquellen der vorgestellten Methodik.

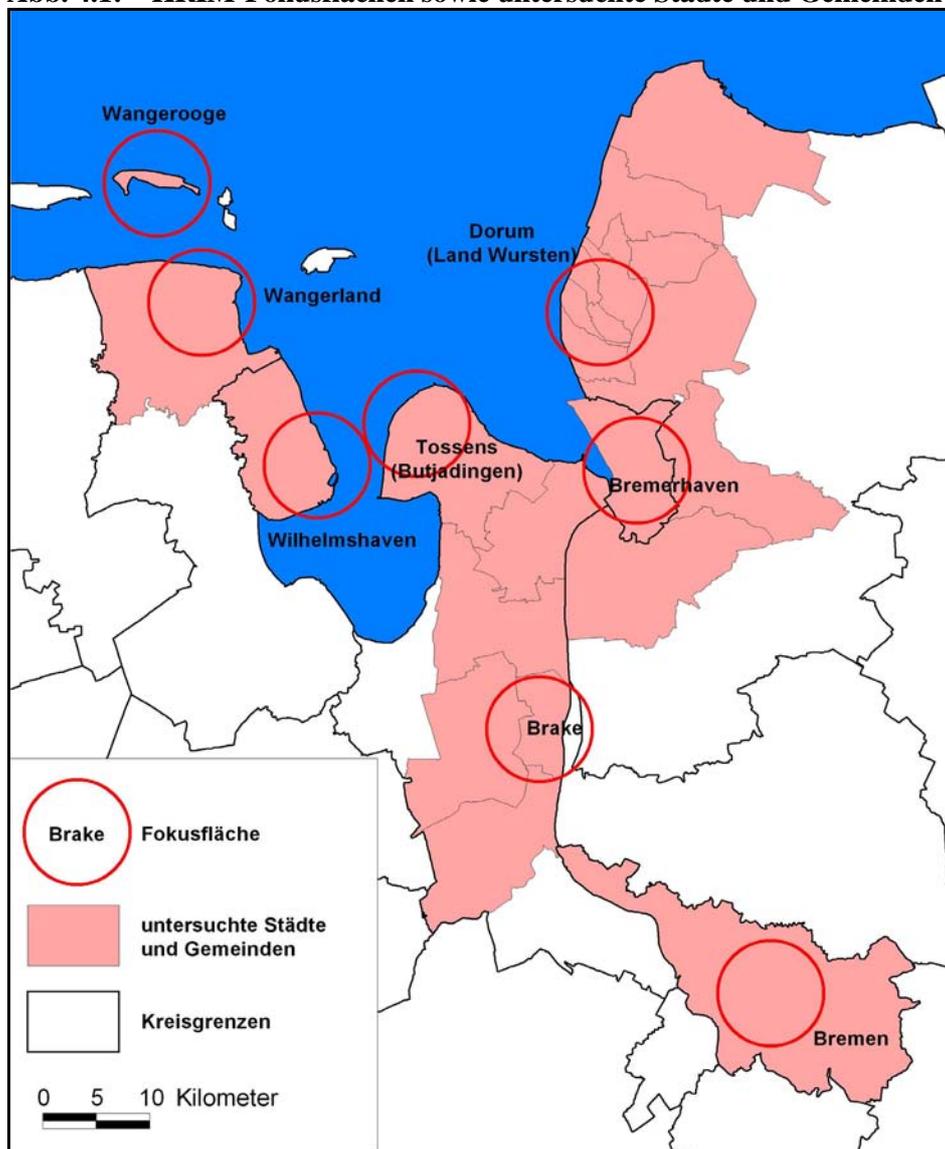
4.1 Prämissen der durchgeführten Analyse

Abb. 4.1 gibt einen Überblick über das Untersuchungsgebiet von KRIM. Innerhalb dieses Untersuchungsgebietes wurden insgesamt acht Fokusflächen benannt, auf die sich detailliertere Analysen (z. B. Deichbruchsimulationen) konzentrieren sollen (vgl. SCHUCHARDT & SCHIRMER 2003, S. 35). Eine exakte Abgrenzung dieser Fokusflächen wurde dabei jedoch nicht vorgegeben.

In der hier durchgeführten Schadenspotenzialanalyse werden neben den als Fokusflächen ausgewiesenen Städten bzw. Gemeinden auch umliegende Gemeinden erfasst, da die aus den Deichbruchsimulation hervorgehenden Überflutungsflächen administrative Grenzen z. T. überschreiten. In diesen Fällen wird es so möglich, den Gesamtschaden eines Überflutungsereignisses abzuschätzen.

Insgesamt werden die Schadenspotenziale für 17 Städte, Gemeinden bzw. Samtgemeinden in der Untersuchungsregion erhoben.³⁴

Abb. 4.1: KRIM-Fokusflächen sowie untersuchte Städte und Gemeinden



Eigene Darstellung

Die Analyse konzentriert sich vornehmlich auf die Ermittlung von direkten, tangiblen Schadenspotenzialen, d. h. Vermögenswerten (vgl. Kap. 3.4). Als wichtigstes Schutzgut werden zudem die Einwohner im Untersuchungsgebiet erhoben.

³⁴ In der Samtgemeinde Land Wursten konnten einige Wertkategorien (Einwohner, Wohnkapital, Hausrat und Pkw) für jede einzelne der sieben Mitgliedsgemeinden separat erhoben werden; beim Anlage- und Vorratsvermögen und der Bruttowertschöpfung war dies aufgrund der statistischen Datenlage nicht möglich.

Mit der Bruttowertschöpfung wird außerdem eine indirekte Schadenspotenzialkategorie behandelt. Auf den Versuch einer Quantifizierung von ökologischen Schadenspotenzialen wird hingegen verzichtet, da diese innerhalb des interdisziplinären Projektes KRIM von den Teilprojekten Ökologie und Ökonomie betrachtet werden. Das Teilprojekt Ökonomie versucht zudem, langfristige ökonomische Prosperitätsschäden abzuschätzen, sodass sich die hier durchgeführte Analyse auf primäre Schadenskategorien konzentrieren kann. Kulturelle Schadenspotenziale finden hingegen keinen Eingang in die Analyse. Schon die Erfassung und Verortung von z. B. Kulturdenkmälern wäre mit erheblichem Aufwand verbunden (vgl. Kap. 3.4.3), eine Monetarisierung jedoch im Rahmen dieser Untersuchung unmöglich. Die erhobenen Wertkategorien sind in Tab. 4.1 aufgeführt.

Grundsätzlich wird – entsprechend der Größe des Untersuchungsgebiets und in Anbetracht des zur Bearbeitung zur Verfügung stehenden Zeitrahmens – eine mesoskalige Vorgehensweise verfolgt (vgl. Kap. 3.1). D. h. es erfolgt zunächst eine Quantifizierung der Schadenspotenziale auf Stadt-/Gemeindeebene, die dann mittels einer räumlichen Modellierung auf Flächennutzungskategorien heruntergebrochen werden.

Auf die Ergänzung der mesoskaligen Vorgehensweise durch einen Bottom-up-Ansatz, wie er bei KIESE & LEINEWEBER (2000) sowie BERGER (2001) und MEYER (2001) verwendet wird, wird hier verzichtet. Zum einen wäre die Identifizierung und Erfassung von Großunternehmen durch das im Vergleich zu o. g. Studien größere Untersuchungsgebiet mit erheblichem Aufwand verbunden. Zum anderen zeigen die Ergebnisse von MEYER (2001, S. 68f.; vgl. auch Kap. 3.5.2.1), dass die ATKIS-Basis-DLM-Daten für die Durchführung eines solchen Ansatz nur bedingt bzw. nicht als alleinige Datenquelle geeignet sind. Eine Geocodierungssoftware für die Verortung zahlreicher Unternehmensadressen steht jedoch innerhalb dieser Untersuchung nicht zur Verfügung.

Für die Quantifizierung der Schadenspotenziale gilt als einheitliches Bezugsjahr das Jahr 2000. Beispielsweise für Einwohnerzahlen sind auch aktuellere Daten verfügbar, für Anlagevermögen und Bruttowertschöpfung waren jedoch zum Untersuchungszeitpunkt keine neueren Daten erhältlich. Für die Wertkategorien „Viehvermögen“ und „öffentliche Freiflächen“ werden Daten für 1999 bzw. 1998

verwendet, was aufgrund der verhältnismäßig geringen Werte in diesen Bereichen akzeptabel erscheint. Auch der verwendete ATKIS-Basis-DLM-Datensatz gibt die Flächennutzungsinformation für das Jahr 2000 wieder.

Da es Ziel des Projektes ist, volkswirtschaftliche Schäden zu prognostizieren und nicht mögliche Wiederbeschaffungskosten abzuschätzen, wird bei der Erhebung der Werte in dieser Arbeit durchgehend das **Nettokonzept** verfolgt (vgl. Kap. 3.4.1.1). D. h. es wird versucht, den zum Untersuchungszeitpunkt aktuellen Wert (den Zeitwert) zu ermitteln. So wird beispielsweise das Nettoanlagevermögen der Wirtschaftsbetriebe verwendet, welches gegenüber dem Bruttoanlagevermögen Abschreibungen beinhaltet. Wo aufgrund der Datenlage lediglich Neuwerte zu ermitteln sind, wird ein durchschnittlicher Zeitwert von 50 % des Neuwerts angenommen, was einen linearen Wertverlust des Bestandes impliziert.

4.2 Quantifizierung der Schadenspotenziale auf Stadt- bzw. Gemeindeebene

In Kap. 3.4 wurden unterschiedliche Verfahren zur Quantifizierung der einzelnen Wertkategorien vorgestellt. Die Entscheidung, welches der vorgestellten Verfahren umgesetzt wird, ist jedoch dadurch erschwert, dass sich letztlich kaum überprüfen lässt, welches Verfahren jeweils die besten Ergebnisse liefert, d. h. welches den realen Wertbestand am besten wiedergibt (vgl. Kap. 3.4). In Anlehnung an BERGER (2001, S. 33) sollen jedoch folgende Kriterien der Beurteilung und Auswahl der Verfahren zugrunde gelegt werden:

- **Aktualität** der Daten: Generell sind Methoden vorzuziehen, für die aktuelle Zahlen (für das Jahr 2000) zur Verfügung stehen.
- **Aggregationsniveau** der Daten: Je kleinräumiger die Daten vorliegen, desto geringer werden die Schätzfehler beim Herunterbrechen der Werte auf die Gemeindeebene sein. Deswegen werden Daten auf kleineren räumlichen Ebenen bevorzugt.
- **Art der Quelle**: Grundsätzlich sind Daten der amtlichen Statistik vorzuziehen, da hier Kontinuität und Transparenz der Datenerfassung eher gewährleistet sind.
- Neben den o. g. Kriterien, die vor allem auf die Genauigkeit der Ergebnisse abzielen, ist zudem der **Aufwand des Verfahrens** zu berücksichtigen: Einige der

in Kap. 3.4 vorgestellten Verfahren sind allein aufgrund der Größe des Untersuchungsgebiets hier nicht umzusetzen. Ansonsten gilt, dass bei zu erwartender gleicher Qualität der Ergebnisse diejenigen Verfahren zu bevorzugen sind, die mit geringerem Aufwand umzusetzen sind.

Tab. 4.1 gibt einen Überblick über die erhobenen Wertkategorien, die für deren Berechnung notwendigen Eingangsgrößen, deren Quellen sowie die erforderlichen Berechnungen. Die einzelnen Verfahren werden im Folgenden detailliert beschrieben und begründet. Daran schließt sich eine Zusammenfassung der Ergebnisse für die erhobenen Städte und Gemeinden an.

Tab. 4.1: Erhobene Wertkategorien, Eingangsgrößen, deren Quellen sowie erforderliche Berechnungen

<i>Wertkategorie</i>	<i>Eingangsgrößen</i>	<i>Quellen</i>	<i>Berechnungen</i>
Wohnkapital	Nettoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen (NAV) nach Wirtschaftsbereichen (Bundesland) NAV nach Wirtschaftsbereichen (Bund) Einwohner (Gemeinde)	Statistische Landesämter: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung (VGR) Statistisches Bundesamt (VGR) Statistische Landesämter	Anteil „Grundstücks- und Wohnungswesen“ an „Finanzierung, Vermietung u. Unternehmensdienstleister“ auf Bundesebene (84%). Anwendung dieses Anteils auf das NAV „Finanzierung, Vermietung u. Unternehmensdienstleister“ auf Landesebene. Wohnkapital pro Einwohner (Landeswert) Wohnkapital auf Gemeinde/Stadtebene = WK/Einw. (Landeswert) * Einwohner (Gemeinde/Stadt)
Hausratsvermögen	Wohnfläche (Gemeinde) Hausratswert pro qm Wohnfläche	Statistische Landesämter Versicherungswert (VGH)	Wohnfläche * Hausratswert/qm * 50% (Zeitwert)
Pkw-Vermögen	Pkw-Bestand Durchschnittswert Gebrauchtwagen	Statistische Landesämter (Kraftfahrt BA) Kommerzielle Datenanbieter (DAT, Eurotax)	Durchschnittswert Gebrauchtwagen * Pkw-Bestand
Anlagevermögen der Wirtschaftsbereiche: Land- und Forstwirtschaft, Fischerei Bergbau Energie- und Wasserwirtschaft Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe Handel Gastgewerbe Verkehr und Nachrichtenübermittlung Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen Öffentliche und Private Dienstleister	NAV nach Wirtschaftsbereichen (Bundesland) NAV nach Wirtschaftsbereichen (Bund) Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (SVB) (Gemeinde)	Statistische Landesämter (VGR) Statistisches Bundesamt (VGR) Statistische Landesämter	NAV der Wirtschaftsbereiche pro SVB auf Landesebene NAV der Wirtschaftsbereiche auf Gemeinde/Stadtebene = NAV pro SVB (Landesebene) * SVB (Gemeinde/Stadt)
Vorratsvermögen der Wirtschaftsbereiche (s.o.)	Vorratsvermögen zum Teilwert (VV) nach Wirtschaftsbereichen 1995 (Bundesland)	Statistische Landesämter: Steuerstatistik; Einheitswertstatistik	Bildung der Relation zwischen VV und NAV für 1995 auf Landesebene nach Wirtschaftsbereichen. Übertragung dieser Relation auf das NAV 2000.
Viehvermögen (1999)	Viehbestand (Rinder, Schafe) Gewicht entsprechend Großvieheinheiten Agrarpreise (Preis pro kg Lebendgewicht)	Statistische Landesämter (Viehzählung) Eurostat	Durchschnittliches Gewicht entsprechend Großvieheinheiten Wert = Bestand * durchschn. Gewicht * Preis pro kg Lebendgewicht

<i>Wertkategorie</i>	<i>Eingangsgrößen</i>	<i>Quellen</i>	<i>Berechnungen</i>
Straßen: Bundesautobahnen Bundestrassen Landestrassen Kreis- und Gemeindestraßen	Durchschnittliche Neubaukosten/m für unterschiedliche Straßentypen	Niedersächsisches LA Straßenbau (2002) BERGER 2001, S. 70 REESE ET AL. 2001	Berechnung des Zeitwerts/m (50%) Gesamtwert = Meterwert * Länge (ATKIS)
Bahnlinien	Durchschnittliche Neubaukosten/m	DB Bahnbau Nord	Berechnung des Zeitwerts/m (50%) Gesamtwert = Meterwert * Länge (ATKIS)
Öffentliche Freiflächen (1998)	Durchschnittliche Herstellungskosten/qm	KIESE & LEINWEBER 2000, S. 64 Basiswerte: SIMON & KLEIBER 1996,S. 622	Herstellungskosten pro qm übernommen aus Kiese & Leinweber 2000 Berechnung des Zeitwerts (50%): 12,09 EUR/qm Gesamtwert = Quadratmeterwert * Fläche (ATKIS)
Bodenwerte: Citylagen Wohnbauland Gewerbeflächen Ackerland Grünland	Durchschnittliche Bodenrichtwerte pro qm für unterschiedliche Nutzungen	GAG 2002, telefonisch (Bremen)	Gesamtwert = Quadratmeterwert * Fläche (ATKIS)
Wertschöpfung der Wirtschaftsbereiche (s.o.)	Bruttowertschöpfung (BWS) (Bundesland) Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte (Gemeinde)	Statistische Landesämter (VGR) Statistische Landesämter	BWS der Wirtschaftsbereiche pro SVB auf Landesebene BWS der Wirtschaftsbereiche auf Gemeinde/Stadtebene = BWS pro SVB (Landesebene) * SVB (Gemeinde/Stadt)
Bevölkerung	Einwohner (Gemeinde)	Statistische Landesämter	-

Eigene Zusammenstellung

4.2.1 Wohngebäude

Der Wert der Wohngebäude wird nach der Wirtschaftszweigklassifikation von 1993 (WZ 93) im Anlagevermögen in der VGR der Länder nicht mehr separat ausgewiesen, sondern ist im Anlagevermögen des Wirtschaftsbereichs „Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistung“ enthalten (vgl. Kap. 3.4.1.2). Auf Bundesebene wird dieser Bereich jedoch differenzierter ausgewiesen: Hier beträgt der Anteil des Wirtschaftsbereichs „Grundstücks- und Wohnungswesen“ an „Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistung“ 84 % (STABA 2000, S. 134). Dieser Anteil wird auf den Landeswert übertragen. Das Herunterbrechen des Wohnkapitals von der Landes- auf die Gemeindeebene erfolgt wie u. a. bei KIESE & LEINWEBER (2000, S. 40f.), COLIJN ET AL. (2000) und BERGER (2001, S. 40f.) über die Einwohnerzahl.

Dazu wird zunächst auf Landesebene die Relation „Wohnkapital pro Einwohner“ gebildet. Für Bremen errechnet sich hier mit ca. 34.850 EUR ein geringfügig niedrigerer Wert als für Niedersachsen mit ca. 35.500 EUR. Die entsprechenden Werte werden dann mit der Einwohnerzahl der jeweiligen Stadt/Gemeinde multipliziert.

4.2.2 Hausratsvermögen

Da in der VGR keine aktuellen Zahlen mehr zum privaten Gebrauchsvermögen ausgewiesen werden, erscheint die unter Kap. 3.4.1.3 c) beschriebene Abschätzung des Hausratsvermögens über Versicherungswerte pro qm Wohnfläche die besten und aktuellsten Ergebnisse zu liefern. Wie bei REESE ET AL. (2001, S. 28) und BERGER (2001, S. 45) wird ein Neuwert pro qm Wohnfläche von 700 EUR angenommen. Die Wohnfläche pro Stadt/Gemeinde wird von den Statistischen Landesämtern ausgewiesen. Auf das Produkt dieser beiden Größen wird der Zeitwert mit 50 % des Neuwerts angesetzt.

4.2.3 Pkw-Vermögen

Wie in den meisten Studien soll sich auch hier die Bewertung auf die Pkw beschränken, da die übrigen Kfz, wie Lkw, Busse und Zugmaschinen, bereits im betrieblichen Anlagevermögen enthalten sind (vgl. Kap. 3.4.1.4). Die Zahlen der Pkw-Bestände auf Stadt/Gemeindeebene entstammen aus den Daten der jeweiligen

Statistischen Landesämter (NLS 2001a; STALA Bremen 2002a). Da wie beim Hausrat keine aktuellen Daten aus der amtlichen Statistik zu entnehmen sind, wird zur Bewertung des Pkw-Bestands ein durchschnittlicher Gebrauchtwagenpreis nach Auskünften der kommerziellen Datenanbieter *DAT* und *Eurotax Schwacke* (in BERGER 2001, S. 49; vgl. Kap. 3.4.1.4b) für das Jahr 2000 von 9.100 EUR verwendet.

4.2.4 Anlagevermögen der Wirtschaftsbereiche

Entsprechend dem in dieser Arbeit verfolgten Nettokonzept wird das in der VGR der Länder ausgewiesene Nettoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen (NAV) verwendet, welches den Zeitwert der Anlagen am besten wiedergibt (vgl. Kap. 3.4.1.1).

Da das NAV lediglich auf Landesebene vorliegt, muss es über eine Hilfsgröße auf Stadt-/Gemeindeebene heruntergebrochen werden. Dabei wird im Wesentlichen der in Kap. 3.4.1.5 a) beschriebenen Methodik gefolgt: Hierfür wird zunächst auf Landesebene für jeden Wirtschaftsbereich die Relation zwischen NAV und sozialversicherungspflichtig Beschäftigten (SVB) gebildet (vgl. Tab. 4.2). Diese Kapitalintensität pro Beschäftigten wird anschließend mit den SVB im jeweiligen Wirtschaftsbereich der Stadt/Gemeinde multipliziert.

Tab. 4.2: Nettoanlagevermögen pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in EUR nach Wirtschaftsbereichen in Niedersachsen und Bremen (2000)

<i>Wirtschaftsbereich</i>	<i>Niedersachsen</i>	<i>Bremen</i>
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	482.049	820.237
Produzierendes Gewerbe	72.678	77.611
Bergbau	112.916	1.000.708
Energie- und Wasserversorgung	760.551	
Verarbeitendes Gewerbe	66.239	64.946
Baugewerbe	15.963	12.032
Handel, Gastgewerbe und Verkehr	89.854	89.989
Handel, Rep. v. Kfz und Gebrauchsgütern	41.916	51.416
Gastgewerbe	61.240	94.063
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	264.825	146.670
Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister (ohne Grundstücks- und Wohnungswesen)	172.406	102.398
Öffentliche und Private Dienstleister (ohne Straßen)	133.989	97.543
Alle Wirtschaftsbereiche zusammen	234.794	179.853

Quellen: StaLA Bremen 2002b; 2001, S. 63; NLS 2002b; 2002c; eigene Berechnungen

Die Aufteilung sowohl von Anlagevermögen als auch Beschäftigten in die unterschiedlichen Wirtschaftsbereiche erfolgt dabei gemäß der Wirtschaftszweigklassifikation von 1993 (WZ 93; STABA 1999b).

Aus dem NAV der jeweiligen Wirtschaftsbereiche wird das Wohnkapital, der Wert der Straßen, Bahnlinien und öffentlichen Freiflächen herausgerechnet, da für diese Wertkategorien eine gesonderte Verortung stattfindet (vgl. Kap. 4.3)

4.2.5 Vorratsvermögen der Wirtschaftsbereiche

Wie in Kap. 3.4.1.6 beschrieben wurde, weisen die beiden bislang verwendeten Methoden zur Berechnung des Vorratsvermögens erhebliche Nachteile auf: Die Daten zum Vorratsvermögen aus der VGR sind nicht nach Wirtschaftsbereichen unterteilt (vgl. Kap. 3.4.1.6 a) und eine Berechnung nach der in Kap. 3.4.1.6 b) beschriebenen Vorgehensweise führt nach Ansicht des Autors zu einer erheblichen Überschätzung der Werte.

Das hier angewandte Verfahren soll die angesprochenen Fehler durch eine Kombination beider Verfahren ausschalten:

Als Quelle wird die Einheitswertstatistik auf Landesebene verwendet, in der das Vorratsvermögen zum Teilwert nach Wirtschaftsbereichen aufgeschlüsselt angegeben wird. Wie in Kap. 3.4.1.6 beschrieben, gibt die Bewertung durch den Teilwert den Zeitwert der Vorräte gut wieder; leider stammen die neuesten Daten jedoch aus dem Jahr 1995.

In Ermangelung weiterer Quellen wird dieser Wert auf das Jahr 2000 hochgerechnet. Hierfür wird zunächst für jeden Wirtschaftsbereich für das Jahr 1995 die Relation zwischen Vorratsvermögen und Nettoanlagevermögen gebildet (vgl. Tab. 4.3). Unter der Annahme, dass sich dieses Verhältnis nicht wesentlich geändert hat, wird die Relation auf das Nettoanlagevermögen der Wirtschaftsbereiche im Jahr 2000 angewandt.

Tab. 4.3: Verhältnis zwischen Vorrats- und Anlagevermögen 1995 (in Prozent)

<i>Wirtschaftsbereich</i>	<i>Niedersachsen</i>	<i>Bremen</i>
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	0,29	0,55
Produzierendes Gewerbe	19,57	29,25
Handel, Gastgewerbe und Verkehr	13,12	16,18
Finanzierung, Vermietung und Unternehmens-Dienstleister	0,49	0,90
Öffentliche und Private Dienstleister	0,07	0,17
alle Wirtschaftsbereiche	3,93	6,72

Quellen: StaLA Bremen 2002a; 2002c; NLS 1998; 2002a; eigene Berechnungen

Hierbei wird jeweils das gesamte Nettoanlagevermögen eines Wirtschaftsbereichs verwendet, d. h. bevor wie oben beschrieben (vgl. Kap. 4.2.4) Wohnkapital, Straßen und Bahnlinien herausgerechnet werden.

4.2.6 Viehbestand

Das Viehvermögen ist Teil des Vorratsvermögens der Landwirtschaft (vgl. Definition des STABA 2002b). Da aber davon ausgegangen wird, dass sich insbesondere Kühe und Schafe einen Großteil des Jahres auf Weideland befinden, werden diese Werte gesondert verortet (vgl. Kapitel 4.3.2.1). Ihr Anteil muss daher aus dem sonstigen Vorratsvermögen der Landwirtschaft herausgerechnet werden.

Die Bewertung erfolgt wie bei COLIJN ET AL. (2000), BERGER (2001, S. 66f.) und REESE ET AL. (2001, S. 29f.; 2003, S. 56) über Bestandszahlen und durchschnittliche Stückpreise (vgl. Kap. 3.4.1.7).

Die Bestände an Kühen und Schafen pro Gemeinde werden als Teil der allgemeinen Landwirtschaftszählung von den statistischen Landesämtern ausgewiesen (STALA BREMEN 2001b; NLS 1999). Die monetäre Bewertung dieser Bestände wird anhand der durchschnittlichen Preise pro kg Lebendgewicht vorgenommen (EUROSTAT 1999). Das durchschnittliche Gewicht pro Stück lässt sich über Angaben zu den Großvieheinheiten je Viehtyp (eine Großvieheinheit = 500 kg) ermitteln (NLS 1999, S. 15).

Durch Multiplikation von Bestand, durchschnittlichem Gewicht und Preis pro kg Lebendgewicht berechnet sich der Wert des Viehbestandes. Entsprechend den zum Bearbeitungszeitpunkt aktuellsten Daten zu den Agrarpreisen wird dieser Wert zu Preisen von 1999 statt von 2000 berechnet.

In nahezu allen betrachteten Städten und Gemeinden übersteigt das so berechnete Viehvermögen den zuvor abgeschätzten Wert des gesamten landwirtschaftlichen Vorratsvermögens. Dies ist vermutlich darauf zurückzuführen, dass die Küstenregion einen überdurchschnittlichen Viehbesatz aufweist und damit hier die Relation Vorratsvermögen pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten deutlich höher ist als im Landesdurchschnitt. Das restliche landwirtschaftliche Vorratsvermögen wird in diesen Fällen mit null bewertet.

4.2.7 Infrastruktur und Freiflächen

Es erfolgt eine Bewertung der Infrastrukturelemente Straßen und Bahnlinien sowie der öffentlichen Frei- und Grünflächen. Sonstige Infrastrukturelemente wie Hochspannungsleitungen, Be- und Entwässerungssysteme oder Windkraftträder werden nicht erfasst, da allenfalls ein geringer Schädigungsgrad zu erwarten ist (vgl. Kap. 3.4.1.8). Von einer Bewertung der gesamten Deichlinie wird abgesehen, da hier der Schaden einfacher zu ermitteln ist, indem man jeweils den Wert der Deichbruchlücke als Schaden annimmt (vgl. EBD.).

4.2.7.1 Straßen

Da der Straßenbau von der öffentlichen Hand finanziert wird sind Straßen dementsprechend Teil des Anlagevermögens des Wirtschaftsbereichs „Öffentliche und private Dienstleister“. Auch hier scheint allerdings eine gesonderte Bewertung sinnvoll, da der Wert der Straßen einer Gemeinde weitgehend unabhängig ist von der Zahl der Beschäftigten in o. g. Wirtschaftsbereich und zudem eine gesonderte Verortung durch die Verwendung der ATKIS-DLM-Daten technisch möglich ist (vgl. EBD.).

Die Durchschnittskosten pro km für den Neubau von Bundesfernstraßen (Bundesautobahnen, Bundesstraßen) können einer Zusammenstellung des NIEDERSÄCHSISCHEN LANDESAMTES FÜR STRAßENBAU (2002) über Baumaßnahmen im Jahr 2001 entnommen werden (vgl. Tab. 3.5). Die Neubaukosten von Landstraßen betragen nach Auskunft des Niedersächsischen Landesamtes für Straßenbau etwa 80 % des Werts von Bundesstraßen. Diese Werte werden auch für Bremen verwendet. Der Baukosten sonstiger Straßen (Kreis-, Gemeindestraßen) wird aus der Studie von REESE ET AL. (2001; vgl. Tab. 3.5) übernommen. Auch hier wird der Zeitwert mit 50 % der Neubaukosten angesetzt.

Der Gesamtwert pro Stadt/Gemeinde ergibt sich aus der Multiplikation des km-Werts mit den aus den ATKIS-DLM-Daten ermittelten Gesamtkilometern der jeweiligen Straßentypen in den Städten bzw. Gemeinden (vgl. Kapitel 4.3.3).

4.2.7.2 Bahnlinien

Das Anlagevermögen des Wirtschaftsbereichs „Verkehr und Nachrichtenübermittlung“ beinhaltet u. a. den Wert der Bahnlinien. Aus den gleichen Gründen wie bei den

Straßen wird auch hier eine gesonderte Bewertung und Verortung als sinnvoll erachtet.

Die durchschnittlichen Herstellungskosten pro km Bahnlinie von 1 Mio. EUR entstammen Auskünften der DB-BAHNBAU-NORD.³⁵ Der Zeitwert wird mit 50 % angesetzt. Die Gesamtlänge der Bahnlinien pro Stadt/Gemeinde wird auch hier im GIS den ATKIS-DLM-Daten entnommen (vgl. Kap. 4.3.3).

4.2.7.3 Öffentliche Freiflächen

Unter diesem Begriff werden öffentliche Plätze und Grünflächen gefasst. Deren Wert ist Teil des Anlagevermögens des Wirtschaftsbereichs „Öffentliche und private Dienstleister“. Im Gegensatz zu anderen in diesem Bereich erfassten Anlagen, wie beispielsweise Schulen und Krankenhäuser, dürfte die Wertkonzentration auf öffentlichen Freiflächen jedoch wesentlich geringer sein. Aus diesem Grund findet eine gesonderte Bewertung statt. Der so ermittelte Wert wird vom o. g. Anlagevermögen abgezogen.

Der durchschnittliche Neuwert dieser Flächen von 24,2 EUR/qm wird aus der Studie von KIESE & LEINEWEBER (2000, S. 64) übernommen. Dieser stellt einen gemittelten Wert von Herstellungskosten unterschiedlicher Bodenbeläge und Grünanlagen pro qm dar (Quelle dieser Basiswerte: SIMON & KLEIBER 1996, S. 622). Da im Gegensatz zur Studie von KIESE & LEINEWEBER (2000) das Nettokonzept verfolgt wird, wird auf diesen Neuwert der Zeitwert mit 50 % angesetzt. Auch hier ergibt sich der Gesamtwert pro Stadt/Gemeinde aus der Multiplikation mit den entsprechenden aus dem ATKIS-Basis-DLM ermittelten Flächen (vgl. Kap. 4.3.3).

4.2.8 Bodenwerte

Ebenso wie z.B. bei KLAUS & SCHMIDTKE (1990), KIESE & LEINEWEBER (2001) und BERGER (2001) werden für die Bewertung des Bodens die von den Gutachterausschüssen für Grundstückswerte (GAG) ausgewiesenen Bodenrichtwerte verwendet (vgl. Kap. 3.4.1.9). Wesentliche Quelle für Niedersachsen ist dabei der

³⁵ Telefonat mit Herrn Störr (DB Bahnbau Nord) am 22.7.2002

Landesgrundstücksmarktbericht (GAG 2002). Eingang in die Berechnung finden die durchschnittlichen Bodenrichtwerte³⁶ für folgende Flächennutzungen:

- **zentrale und zentrumsnahe Geschäftsgebiete**
- **Wohnbauflächen** (des individuellen Wohnungsbaus)
- **Gewerbeflächen**
- **Ackerflächen**
- **Grünland**

Fehlende Werte werden z. T. aus den regionalen Grundstücksmarktberichten (GAG 2000, GAG 2001) ergänzt. Die entsprechenden Werte für Bremen und Bremerhaven entstammen der fernmündlichen Auskunft der dortigen Gutachterausschüsse.³⁷ Für Bremen liegen allerdings keine Bodenrichtwerte für landwirtschaftliche Flächen vor. Da eine näherungsweise Abschätzung als die bessere Alternative gegenüber einer Nicht-Bewertung erscheint, werden unter der Annahme weitgehend einheitlicher naturräumlicher Voraussetzungen hier die Werte der angrenzenden niedersächsischen Gemeinden übertragen.³⁸

Tab. 4.4 zeigt die durchschnittlichen Bodenrichtwerte für einige ausgewählte Städte und Gemeinden.³⁹

Tab. 4.4: Durchschnittliche Bodenrichtwerte unterschiedlicher Flächennutzungen in EUR/qm (2000)

<i>Flächennutzung</i>	<i>Bremerhaven</i>	<i>Nordenham</i>	<i>Loxstedt</i>	<i>Butjadingen</i>
zentrale und zentrumsnahe Geschäftsgebiete	450	260	66	-
Wohnbauflächen (des individuellen Wohnungsbaus)	102,5	66	50	41
Gewerbeflächen	60	24	18	10
Ackerflächen	1,07 ⁴⁰	.	1,07	.
Grünland	0,76 ⁴⁰	0,82	0,76	0,82

Quellen: GAG 2002, Auskünfte GAG Bremerhaven

³⁶ (für Grundstücke in mittlerer Lage)

³⁷ Telefonat mit Herrn Bode, Gutachterausschuss Bremen, 16.7.2002; Gutachterausschuss Bremerhaven, 29.10.2002

³⁸ Für Bremen: Lk Osterholz; für Bremerhaven: Gem. Schiffdorf

³⁹ Die Zahlen sollen die Spannweite der Bodenrichtwerte verdeutlichen. Dargestellt sind die Werte für eine Großstadt (Bremerhaven), eine Kleinstadt (Nordenham), eine Stadtrand-Gemeinde (Loxstedt) und eine rein ländliche Gemeinde (Butjadingen).

⁴⁰ Werte übertragen von der Gemeinde Schiffdorf

Der Gesamtbodenwert einer Gemeinde errechnet sich aus der Multiplikation der Bodenrichtwerte mit den aus den ATKIS-DLM-Daten ermittelten Flächen (vgl. Kap. 4.3.4).

4.2.9 Bruttowertschöpfung

Als indirekte Schadenskategorie wird die Bruttowertschöpfung erfasst. Als Teil der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung wird diese auf Landesebene von den Statistischen Landesämtern ausgewiesen (STALA BREMEN 2001a, S. 277; NLS 2002a).

Um die BWS auf Stadt-/Gemeindeebene zu ermitteln, wird analog zum NAV der Landeswert mit Hilfe der sozialversicherungspflichtig Beschäftigten disaggregiert. D. h. es werden zunächst wirtschaftsbereichsspezifische Wertschöpfungsintensitäten pro Beschäftigten auf Landesebene gebildet und diese dann mit der Zahl der Beschäftigten der jeweiligen Stadt bzw. Gemeinde multipliziert.

Tab. 4.5: Bruttowertschöpfung pro sozialversicherungspflichtig Beschäftigten in EUR nach Wirtschaftsbereichen in Niedersachsen und Bremen (2000)

<i>Wirtschaftsbereich</i>	<i>Niedersachsen</i>	<i>Bremen</i>
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	95.782	63.843
Produzierendes Gewerbe	59.564	71.450
Bergbau	102.176	201.251
Energie- und Wasserversorgung	145.173	
Verarbeitendes Gewerbe	61.857	72.991
Baugewerbe	40.280	49.305
Handel, Gastgewerbe und Verkehr	49.219	56.011
Handel, Rep. v. Kfz und Gebrauchsgütern	45.314	.
Gastgewerbe	.	.
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	90.689	.
Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleister	138.295	129.765
Öffentliche und Private Dienstleister	57.921	58.660
Alle Wirtschaftsbereiche zusammen	67.201	72.544

Quellen: NLS 2002a; NLS 2002c; StaLA Bremen 2001a; eigene Berechnungen

4.2.10 Bevölkerung

Einwohnerzahlen werden von den jeweiligen Statistischen Landesämtern direkt auf Stadt-/Gemeindeebene ausgewiesen (NLS 2001b; STALA BREMEN 2001a; vgl. Tab. 4.6-11). Eine kleinräumigere Erhebung findet nicht statt, da Werte für Stadt- und Ortsteile nicht flächendeckend vorliegen bzw. diese in den ATKIS-Daten nicht abgegrenzt werden können.

Auf eine monetäre Bewertung des Wertes „Mensch“ soll auch in dieser Arbeit verzichtet werden. Pauschalwerte, wie die in Kap. 3.4.3.1 genannten, ließen sich jedoch prinzipiell mit der Einwohnerzahl multiplizieren. Selbst wenn man hierfür den niedrigsten der genannten Werte verwenden würde, überstiege der Wert der Bevölkerung als Schutzgut den der gesamten Vermögenswerte bei weitem.

4.2.11 Zwischenergebnisse

Die Ergebnisse der Quantifizierung der Schadenspotenziale für die einzelnen Städte bzw. Gemeinden im Untersuchungsgebiet sind den Tab. 4.6-11 zu entnehmen.

Ohne an dieser Stelle detaillierter auf diese Zwischenergebnisse eingehen zu wollen, soll zumindest festgehalten werden, dass im Bereich der Vermögenswerte vor allem die Wertkategorien Wohnkapital und Nettoanlagevermögen, in eher ländlichen Gemeinden aber auch das Hausratsvermögen und die Straßen einen Großteil des Gesamtschadenspotenzials ausmachen.⁴¹

Tab. 4.6: Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Cuxhaven (1)

<i>Wertkategorie</i>	<i>Wert (2000)</i>		
	Cuxhaven (Stadt)	Nordholz	Land Wursten (Samtgemeinde)
Einwohner	53.736	7.482	8.972
Vermögenswerte (in Mio EUR)			
Wohnkapital	1.907,4	265,6	318,5
Hausrat	855,8	110,2	158,2
Wert des Pkw-Bestandes	244,4	37,8	46,7
Nettoanlagevermögen ¹	1.985,3	145,2	143,0
Vorratsvermögen ²	135,2	6,8	8,1
Wert Viehbestand ³	14,0	6,5	13,1
Öffentliche Freiflächen ⁴	9,0	0,2	1,9
Straßen	292,7	76,9	138,3
Bahnlinien	11,1	3,5	7,3
Bodenwerte (in Mio EUR)	1.941,5	204,0	360,0
Bruttowertschöpfung (in Mio EUR)	1.093,9	71,7	74,1

¹ abzüglich Wohnkapital, öffentliche Freiflächen, Straßen und Bahnlinien

Eigene Berechnungen

² abzüglich Viehbestand

³ 1999

⁴ 1998

⁴¹ Auch die Bodenwerte erreichen vergleichbare Beträge; hier ist allerdings nur bedingt von einer primären Schädigung durch temporäre Überflutungen auszugehen (vgl. Kap. 3.4.1.9).

Tab. 4.7: Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Cuxhaven (2)

<i>Wertkategorie</i>	<i>Wert (2000)</i>		
	Langen (Stadt)	Loxstedt	Schiffdorf
Einwohner	17.895	16.500	13.487
Vermögenswerte (in Mio EUR)			
Wohnkapital	635,2	585,6	478,8
Hausrat	279,9	246,9	213,8
Wert des Pkw-Bestandes	94,8	87,3	70,6
Nettoanlagevermögen ¹	346,6	173,2	127,5
Vorratsvermögen ²	19,4	16,8	16,7
Wert Viehbestand ³	16,7	16,9	13,1
Öffentliche Freiflächen ⁴	2,1	1,1	1,0
Straßen	173,8	234,2	160,1
Bahnlinien	4,2	4,0	8,2
Bodenwerte (in Mio EUR)	687,1	549,2	604,7
Bruttowertschöpfung (in Mio EUR)	197,7	109,4	95,0

¹ abzüglich Wohnkapital, öffentliche Freiflächen, Straßen und Bahnlinien

Eigene Berechnungen

² abzüglich Viehbestand³ 1999⁴ 1998**Tab. 4.8: Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Wesermarsch (1)**

<i>Wertkategorie</i>	<i>Wert (2000)</i>		
	Brake (Stadt)	Butjadingen	Elsfleth (Stadt)
Einwohner	16.415	6.546	9.345
Vermögenswerte (in Mio EUR)			
Wohnkapital	582,8	232,4	319,8
Hausrat	235,3	133,1	132,6
Wert des Pkw-Bestandes	71,8	32,1	42,2
Nettoanlagevermögen ¹	781,1	116,1	259,0
Vorratsvermögen ²	41,1	3,9	18,1
Wert Viehbestand ³	2,9	21,4	19,2
Öffentliche Freiflächen ⁴	1,4	1,2	0,7
Straßen	83,9	186,0	147,5
Bahnlinien	5,0	0,0	3,9
Bodenwerte (in Mio EUR)	431,5	370,5	284,6
Bruttowertschöpfung (in Mio EUR)	403,6	62,1	117,6

¹ abzüglich Wohnkapital, öffentliche Freiflächen, Straßen und Bahnlinien

Eigene Berechnungen

² abzüglich Viehbestand³ 1999⁴ 1998

Tab. 4.9: Schadenspotenziale in den erhobenen Städten und Gemeinden des Landkreises Wesermarsch (2)

<i>Wertkategorie</i>	<i>Wert (2000)</i>		
	Nordenham (Stadt)	Ovelgönne	Stadland
Einwohner	28.263	5.704	8.028
Vermögenswerte (in Mio EUR)			
Wohnkapital	1.003,2	202,6	285,0
Hausrat	398,4	82,4	119,9
Wert des Pkw-Bestandes	121,6	29,3	39,5
Nettoanlagevermögen ¹	915,3	74,7	364,6
Vorratsvermögen ²	97,4	5,1	13,2
Wert Viehbestand ³	12,3	22,3	15,6
Öffentliche Freiflächen ⁴	7,4	0,2	1,4
Straßen	160,0	117,2	134,2
Bahnlinien	5,4	0,0	4,4
Bodenwerte (in Mio EUR)	1.038,3	301,8	349,4
Bruttowertschöpfung (in Mio EUR)	547,7	39,6	127,9

¹ abzüglich Wohnkapital, öffentliche Freiflächen, Straßen und Bahnlinien

Eigene Berechnungen

² abzüglich Viehbestand³ 1999⁴ 1998**Tab. 4.10: Schadenspotenziale in den erhobenen Gemeinden des Landkreises Friesland sowie der kreisfreien Stadt Wilhelmshaven**

<i>Wertkategorie</i>	<i>Wert (2000)</i>		
	Wangerland	Wangerooge (Nordseebad)	Wilhelmshaven (Stadt)
Einwohner	10.072	1.199	86.457
Vermögenswerte (in Mio EUR)			
Wohnkapital	357,5	42,6	3.068,8
Hausrat	198,9	23,6	1.230,6
Wert des Pkw-Bestandes	51,0	2,7	370,2
Nettoanlagevermögen ¹	198,2	61,7	3.270,1
Vorratsvermögen ²	7,2	2,2	182,1
Wert Viehbestand ³	21,6	0,0	5,5
Öffentliche Freiflächen ⁴	4,3	0,7	25,3
Straßen	203,4	10,0	316,5
Bahnlinien	0,0	2,9	14,3
Bodenwerte (in Mio EUR)	545,8	132,2	2.549,4
Bruttowertschöpfung (in Mio EUR)	107,0	39,1	1.800,0

¹ abzüglich Wohnkapital, öffentliche Freiflächen, Straßen und Bahnlinien

Eigene Berechnungen

² abzüglich Viehbestand³ 1999⁴ 1998

Tab. 4.11: Schadenspotenziale in den Städten Bremen und Bremerhaven

<i>Wertkategorie</i>	<i>Wert (2000)</i>	
	Stadt Bremen	Stadt Bremerhaven
Einwohner	540.308	122.741
Vermögenswerte (in Mio EUR)		
Wohnkapital	18.828,6	4.276,9
Hausrat	7.571,8	1.710,0
Wert des Pkw-Bestandes	2.153,9	453,9
Nettoanlagevermögen ¹	21.557,8	4.358,4
Vorratsvermögen ²	2.961,9	493,8
Wert Viehbestand ³	10,4	0,3
Öffentliche Freiflächen ⁴	145,3	33,4
Straßen	1.198,7	338,3
Bahnlinien	72,7	11,8
Bodenwerte (in Mio EUR)	19.507,6	3.268,9
Bruttowertschöpfung (in Mio EUR)	17.415,4	3.143,6

¹ abzüglich Wohnkapital, öffentliche Freiflächen, Straßen und Bahnlinien

Eigene Berechnungen

² abzüglich Viehbestand

³ 1999

⁴ 1998

4.3 Räumliche Modellierung

Die durch die Quantifizierung erzielten Ergebnisse stellen eine Abschätzung des Gesamtschadenspotenzials einer Stadt/Gemeinde dar. Innerhalb einer makroskaligen Studie würden diese Werte über die Gemeindefläche gleichverteilt und wären somit das Endergebnis der Analyse.

In der Realität sind die erhobenen Werte jedoch innerhalb dieser administrativen Einheiten sehr heterogen verteilt. Innerhalb mesoskaliger Studien wird deshalb versucht, sich der realen Wertverteilung mittels einer Räumlichen Modellierung der Werte anzunähern (vgl. Kap. 3.5).

Als Kartengrundlage für die hier durchgeführte räumliche Modellierung sollen die digitalen Flächennutzungsdaten des ATKIS-Basis-DLM dienen. Diese wurden in Kap. 3.5 als die am besten geeignete Datenquelle für die Verortung der Werte innerhalb mesoskaliger Schadenspotenzialanalysen identifiziert.

Den Kern der räumlichen Modellierung stellt die Zuordnung der einzelnen Wertkategorien zu ihnen entsprechenden Flächennutzungsarten dar. In Tab. 3.7 wurden bereits einige Zuordnungsvarianten in unterschiedlichen Studien vorgestellt. Diese sind jedoch nur bedingt als Vorlage geeignet, da deren Unterteilung der Wirtschaftsbereiche auf der alten Wirtschaftszweigklassifikation (WZ 79) beruht. Die

Unterteilung der hier verwendeten Daten zum Anlage-, Vorratsvermögen und zur Bruttowertschöpfung erfolgt hingegen auf Basis der WZ 93. Die veränderte Zuordnung und Aggregation von Wirtschaftszweigen zu Wirtschaftsbereichen erfordert in vielen Fällen auch eine Modifizierung der Zuordnung der Wirtschaftsbereiche zu den ATKIS-Objektarten.

Innerhalb dieser Arbeit wird dies zum Anlass genommen, auch die Zuordnung der übrigen Wertkategorien zu überarbeiten. Dabei wird versucht, die Vielfalt des ATKIS-Objektartenkatalogs noch tiefer auszuschöpfen als bei den Studien von MURL (2000), COLIJN ET AL. (2000) und MEYER (2001).

Die Zuordnung erfolgt hierbei vor allem auf Basis der Definitionen der Objektarten im ATKIS-Objektartenkatalog (ADV 2002). Für die Zuordnung der Wirtschaftsbereiche bildet zudem eine detaillierte Auflistung der Wirtschaftszweigklassifikation (WZ 93; STABA 1999b) eine wichtige Grundlage. Theoretisch untermauert wird die Zuordnungsentscheidung durch Fachliteratur zur Stadtgeographie und Stadtplanung (HEINEBERG 2000; SCHÖNING & BORCHARD 1992; MÜLLER & KORDA 1999; McDONALD 1997) und die Baunutzungsverordnung (FICKERT & FIESELER 1998).

Tab. 4.12 zeigt die hier angewandte Zuordnung. Im Folgenden wird die Verortung der einzelnen Wertkategorien begründet.

Tab. 4.12: Zuordnung der Wertkategorien/Wirtschaftsbereiche zu der ATKIS-Nutzungsklassifikation

Wertkategorie/Wirtschaftsbereich	Zugeordnete ATKIS-Objektarten
Einwohner und verbundene Werte	
Einwohner, Wohnkapital, Hausrat, Pkw-Werte	2111 Wohnbaufläche 2113 Fläche gemischter Nutzung (50 % gegenüber 2111)
Wirtschaftstätigkeit und verbundene Werte	
Land- und Forstwirtschaft, Fischerei	
(NAV, VV ohne Vieh)	2113 Fläche gemischter Nutzung (außerhalb städtischer Ortslagen) 2132 Gärtnerei <i>(3401 Hafen; soweit als Fischereihafen ausgewiesen)</i>
(Viehvermögen)	4102 Grünland (Attribut FKT 2730: landwirtschaftliche Nutzung)
(BWS)	2113 Fläche gemischter Nutzung (außerhalb städtischer Ortslagen) 2132 Gärtnerei 4101 Ackerland 4102 Grünland (Attribut FKT 2730: landwirtschaftliche Nutzung) 4103 Gartenland 4107 Wald, Forst 4109 Sonderkultur
Bergbau	2121 Bergbaubetrieb 2128 Förderanlage
(NAV, VV, BWS)	
Energie- und Wasserversorgung	2126 Kraftwerk 2127 Umspannstation 2133 Heizwerk 2134 Wasserwerk
(NAV, VV, BWS)	
Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe	2112 Industrie- und Gewerbefläche (abzgl. 2121-2135, 3401) 50 % 2123 Raffinerie 2124 Werft
(NAV, VV, BWS)	
Handel	2112 Industrie- und Gewerbefläche (abzgl. 2121-2135, 3401) 25 % 2113 Fläche gemischter Nutzung (innerhalb städtischer Ortslagen)
(NAV, VV)	
Gastgewerbe	2113 Fläche gemischter Nutzung
(NAV, VV)	
Verkehr und Nachrichtenübermittlung	2112 Industrie- und Gewerbefläche (abzgl. 2121-2135, 3401) 25 % (BWS 50 %) 2112 Industrie- und Gewerbeflächen (innerhalb 3401 Hafen) 2113 Fläche gemischter Nutzung (innerhalb städtischer Ortslagen) 3301 Flughafen 3501 Bahnhofsanlage <i>(3401 Hafen: relevante Flächen in 2112 enthalten)</i>
(NAV, VV)	
Handel, Gastgewerbe und Verkehr	
(BWS)	
Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen	2113 Fläche gemischter Nutzung (innerhalb städtischer Ortslagen) <i>(2131 Ausstellungs-, Messegelände)</i>
(NAV, VV, BWS)	
Öffentliche und Private Dienstleister	2114 Fläche besonderer funktionaler Prägung 2129 Kläranlage (kein VV) 2135 Abfallbehandlungsanlage (kein VV) 2201 Sportanlage (kein VV)
(NAV, VV, BWS)	
Infrastruktur	
Straßen	3101 Straße 3105 Straßenkörper beide Attribut WDM: 1301 Bundesautobahn 1303 Bundesstraße 1305 Landesstraße 1306 Kreisstraße 1307 Gemeindestraße
Bahnlinien	3201 Schienenbahn 3205 Bahnstrecke beide Attribut BKT: 1100 Eisenbahn
Öffentliche Freiflächen	2227 Grünanlage 3103 Platz (außerhalb 2112)
Bodenwerte	
Wohnbauland	2111 Wohnbaufläche
Gewerbebauland	2112 Industrie- und Gewerbeflächen
Citylagen	2113 Flächen gemischter Nutzung (innerhalb städtischer Ortslagen)
Ackerland	4101 Ackerland
Grünland	4102 Grünland (Attribut FKT 2730: landwirtschaftliche Nutzung)

NAV: Nettoanlagevermögen; VV: Vorratsvermögen; BWS: Bruttowertschöpfung Eigene Darstellung

4.3.1 Einwohner und verbundene Werte

Zu prognostizieren, wie viele Menschen sich zum Zeitpunkt einer potenziellen Überflutung wo befinden, ist aufgrund deren Mobilität letztlich kaum möglich. Es ist jedoch anzunehmen, dass Menschen den größten Prozentanteil der Tageszeit zu Hause verbringen. Die ermittelten Einwohnerzahlen werden dementsprechend auf die Wohnstätten verteilt.

Die Verortung der Einwohner und der Wohnstätten erfolgt wie bei MURL (2000) und MEYER (2001) über die ATKIS-Objektarten „Wohnbaufläche“ und „Fläche gemischter Nutzung“. Bei „Flächen gemischter Nutzung“ handelt sich um dörfliche Mischgebiete und städtische Kerngebiete, für die anzunehmen ist, dass hier die Bevölkerungsdichte geringer ist als auf reinen Wohnbauflächen. Da jedoch aufgrund der Heterogenität dieser Gebiete schwerlich ein einheitlicher Wert zu ermitteln ist, wird, analog zu KIESE & LEINEWEBER (2000, S. 40), von einer im Verhältnis zur Wohnbaufläche halb so großen Bevölkerungsdichte ausgegangen.

Die ermittelten Werte für Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen werden entsprechend den Einwohnern auf die Flächen verteilt. Dabei liegt die vereinfachende Annahme zugrunde, dass jeder Einwohner über den gleichen Wert an Wohngebäuden, Hausrat und Pkw-Vermögen verfügt. Ebenso wie bei den Einwohnern kann auch die Mobilität der Pkw nicht berücksichtigt werden.

4.3.2 Wirtschaftstätigkeit und verbundene Werte

4.3.2.1 Land- und Forstwirtschaft, Fischerei

Die Verortung des Nettoanlagevermögens (NAV) erfolgt auf die Objektart „Fläche gemischter Nutzung“, die auch „ländlich-dörflich geprägte Flächen mit land- und forstwirtschaftlichen Betrieben, Wohngebäuden u. a.“ (ADV 2002) enthält.

Hierfür werden allerdings nur „Flächen gemischter Nutzung“ im ländlichen Raum verwendet. Diese werden mit Hilfe der Objektart „Ortslage“ von den städtischen getrennt.⁴²

⁴² Als „ländlich“ werden dabei jene Gebiete definiert, die entweder außerhalb von Ortslagen liegen oder sich in Ortslagen befinden, die unter 3.000 Einwohner haben und eine deutlich traditionell-dörfliche Siedlungsstruktur aufweisen.

Zusätzlich werden Flächen der Objektarten „Gärtnerei“ und „Hafen“ berücksichtigt, soweit sich letztere als Fischereihäfen identifizieren lassen.

Den größten Teil des erhobenen Vorratsvermögens (VV) macht das Viehvermögen aus (vgl. Kap. 4.2.6). Es wird hier davon ausgegangen, dass Rinder und Schafe, für die diese Werte erhoben wurden, sich größtenteils auf den Weiden befinden. Dementsprechend wird das Viehvermögen auf die Objektart „Grünland“ verortet. Der ATKIS-OK (ADV 2002) bietet für diese Objektart das Attribut „Funktion“ an, wodurch zusätzlich in „Landwirtschaftsfläche“, „Verkehrsbegleitgrün“ und „sonstige“ unterschieden werden kann (vgl. Abb. 3.5). Die Verortung erfolgt folglich auf die Grünlandflächen mit dem Attribut „Landwirtschaftsfläche“. Der nach Abzug des Viehvermögens übrig bleibende Teil des Vorratsvermögens wird analog zum NAV den ländlichen Mischflächen zugeordnet.

Wertschöpfungseinbußen können prinzipiell auf allen Flächen auftreten, auf denen Tätigkeiten des primären Sektors vorstatten gehen. Die Modellierung der Bruttowertschöpfung (BWS) erfolgt daher gleichmäßig auf die Objektarten „Fläche gemischter Nutzung“ (ländlich), „Gärtnerei“, „Grünland“ (Attribut: Landwirtschaftsfläche), „Ackerland“, „Gartenland“, „Wald, Forst“ und „Sonderkultur“ sowie „Hafen“ (Fischereihäfen).

4.3.2.2 Produzierendes Gewerbe

Das Produzierende Gewerbe umfasst nach der WZ 93 die Bereiche Bergbau, Energie- und Wasserversorgung, Verarbeitendes Gewerbe und Baugewerbe (STABA 1999b). Diese Bereiche können dort, wo die statistische Datenlage es zulässt⁴³, gesondert erhoben und verortet werden:

a) Bergbau

NAV, VV und BWS werden den Objektarten „Bergbaubetrieb“ und „Förderanlage“ zugewiesen.

b) Energie- und Wasserversorgung

NAV, VV und BWS werden den Objektarten „Kraftwerk“, „Umspannstation“, „Heizwerk“ und „Wasserwerk“ zugewiesen.

⁴³ Für einige Städte und Gemeinden sind in der amtlichen Statistik keine Daten für die Beschäftigtenzahlen der einzelnen Bereiche des Produzierenden Gewerbes zu entnehmen; für das Land Bremen ist nur eine gemeinsame Beschäftigtenzahl für die Bereiche „Bergbau“ und „Energie- und Wasserwirtschaft“ verfügbar. In diesen Fällen werden die ermittelten Werte auf alle genannten Objektarten verortet.

c) **Verarbeitendes Gewerbe, Baugewerbe**

Die Werte dieser beiden Bereiche werden auf die Objektarten „Industrie- und Gewerbefläche“, „Raffinerie“ und „Werft“ verortet.

Bei der Objektart „Industrie- und Gewerbefläche“ handelt es sich um eine in der ATKIS-Hierarchie übergeordnete Objektart. Sie umfasst 14 weitere Objektarten, u. a. die übrigen im Bereich Produzierendes Gewerbe verwendeten (also beispielsweise auch die o. g. Objektarten „Bergbaubetrieb“, „Förderanlage“, „Kraftwerk“, „Umspannstation“, „Heizwerk“, „Wasserwerk“, „Raffinerie“ und „Werft“), aber auch Flächen, die keiner dieser 14 Objektarten zugeordnet sind.

Um eine Doppelbelegung von Flächen mit Werten zu vermeiden, müssen die Flächen, die durch die untergeordneten Objektarten näher spezifiziert werden, aus den „Industrie- und Gewerbeflächen“ gelöscht werden. Berücksichtigung finden bei o. g. Verortung also nur die „Industrie- und Gewerbeflächen“, die sich nicht einer untergeordneten Objektart zuordnen lassen und nicht innerhalb der Objektart „Hafen“ liegen.

Laut Definition des ATKIS-OK (ADV 2002) sind auf diesen Flächen jedoch nicht nur Industriebetriebe angesiedelt, sondern u. a. auch großflächige Handelsbetriebe sowie Lager und Depots. Da sich die jeweiligen Flächenanteile mittels der ATKIS-Daten nicht bestimmen lassen, wird für das Verarbeitende Gewerbe und Baugewerbe vereinfacht von einem Flächenanteil von 50 % ausgegangen (die übrigen 50 % entfallen je zur Hälfte auf die Bereiche „Handel“ und „Verkehr und Nachrichtenübermittlung“). Dementsprechend werden diese Flächen mit einer - gegenüber den eindeutig dem Verarbeitenden Gewerbe zuzuordnenden Objektarten „Raffinerie“ und „Werft“ - halb so großen Wertkonzentration belegt.

4.3.2.3 Handel⁴⁴

Der Bereich Handel wird zum einen auf die ATKIS-Objektart „Fläche gemischter Nutzung“ verortet. Allerdings ist beim Handel von einer Konzentration auf städtische Gebiete auszugehen: Bereits kleinere Ladengruppen für Tagesbedarf benötigen laut SCHÖNING & BORCHARD (1992, S. 71) einen Einzugsbereich von mindestens 2.000-3.000 Einwohnern (vgl. auch MÜLLER & KORDA 1999, S. 126). Für den ländlichen Bereich ist demnach höchstens von der Existenz einiger Einzelläden (z. B.

⁴⁴ Wirtschaftsbereich „Handel; Instandhaltung und Reparatur von Kfz und Gebrauchsgütern“

Bäckereien) auszugehen. Auch der ATKIS-OK (ADV 2002) spricht bei ländlichen „Flächen gemischter Nutzung“ lediglich von landwirtschaftlichen Betrieben und Wohngebäuden. Aufgrund der Annahme einer Konzentration des Handels auf den städtischen Bereich werden also, wiederum mit Hilfe der Objektart „Ortslage“, die eher ländlichen Flächen dieser Objektart herausgefiltert (vgl. Kap. 4.3.2.1).

Ebenso wie bei den „Industrie- und Gewerbeflächen“ werden auch die städtischen Mischflächen mit weiteren Wertkategorien belegt. Anders als bei „Industrie- und Gewerbeflächen“, wo mehrere Nutzungen *nebeneinander* liegen können, ist es hier jedoch möglich, dass mehrere Nutzungen *übereinander* liegen (z. B. Einzelhandel, Büroflächen und Wohnflächen auf unterschiedlichen Stockwerken). Dementsprechend erfolgt keine prozentuale Aufteilung, sondern eine vollständige Addition der unterschiedlichen Wertkategorien.

Zweitens ist zu berücksichtigen, dass sich großflächiger Einzelhandel, Großhandel, Kfz-Werkstätten und Tankstellen auf Industrie- und Gewerbeflächen ansiedeln. Berücksichtigt wurden demzufolge alle „Industrie- und Gewerbeflächen“, die sich nicht durch untergeordnete Objektarten eindeutig anderen Wirtschaftsbereichen als dem Handel zuzuordnen lassen. Vereinfacht wird hier ein Flächenanteil des Bereichs „Handel“ von 25 % angenommen und dementsprechend eine Wertkonzentration von einem Viertel gegenüber den städtischen Mischflächen zugewiesen.

NAV und VV für den Handel werden also sowohl auf städtische „Flächen gemischter Nutzung“ als auch auf oben beschriebenen „Industrie- und Gewerbeflächen“ (25 % Wertkonzentration) verortet. Die BWS kann nicht getrennt von den Bereichen „Gastgewerbe“ und „Verkehr und Nachrichtenübermittlung“ erhoben werden. Hier findet eine gemeinsame Verortung unter Berücksichtigung aller hier verwendeter Flächen statt.

4.3.2.4 Gastgewerbe

Betriebe des Wirtschaftsbereichs Gastgewerbe (u. a. Hotels, Restaurants, Jugendherbergen und Heime) können prinzipiell auf zahlreichen ATKIS-Objektarten auftreten. Am plausibelsten erscheint jedoch eine Verortung von NAV und VV auf der Objektart „Flächen gemischter Nutzung“, da hier o. g. Objekte schwerpunktmäßig zu finden sind. Berücksichtigt werden dabei sowohl ländliche als auch städtische Mischflächen.

4.3.2.5 Verkehr und Nachrichtenübermittlung

Der Wirtschaftsbereich Verkehr und Nachrichtenübermittlung beinhaltet laut WZ 93 Landverkehr, Schifffahrt, Luftfahrt, Frachtumschlag und Lagerei, Reiseunternehmen sowie Post- und Fernmeldedienste (STABA 1999b). Dementsprechend können die Werte dieses Bereichs auf zahlreiche unterschiedliche Flächennutzungen verteilt sein. Bei der Verortung von NAV und VV werden die Objektarten „Industrie- und Gewerbeflächen“, „Flächen gemischter Nutzung“ (städtisch), „Flughafen“, „Bahnhofsanlage“ und „Hafen“ verwendet. Von den Industrie- und Gewerbeflächen werden zum einen diejenigen berücksichtigt, die sich innerhalb der Objektart „Hafen“ befinden, zum anderen diejenigen, die sich nicht durch eine untergeordnete Objektart spezifizieren lassen. Bei Letzteren wird wiederum eine Wertkonzentration von 25 % gegenüber den anderen genannten Flächen angenommen, da auf diesen Flächen auch andere Nutzungen auftreten können.

4.3.2.6 Finanzierung, Vermietung und Unternehmensdienstleistungen

In diesen Bereich fallen neben Banken und Versicherungen u. a. die Wirtschaftszweige Autovermietung, Datenverarbeitung, private Forschung und Entwicklung, Rechts-, Steuer- und Unternehmensberatung sowie Werbung (STABA 1999b).

Der überwiegende Teil dieser Dienstleistungen, vor allem der wertintensive Bereich der Banken und Versicherungen, kann den Innenstädten zugeordnet werden. Die Verortung (NAV, VV und BWS) erfolgt dementsprechend auf die Objektart „Fläche gemischter Nutzung“ (vgl. auch COLIJN ET AL. 2000; MURL 2000; MEYER 2001). Auch hier werden dabei die ländlichen Mischflächen nicht berücksichtigt, da in diesem Bereich kaum o. g. Dienstleistungsunternehmen zu erwarten sind.

4.3.2.7 Öffentliche und private Dienstleister

Der Wirtschaftsbereich „Öffentliche und private Dienstleister“ beinhaltet laut WZ 93 die Bereiche Öffentliche Verwaltung, Verteidigung, Sozialversicherung, Erziehung und Unterricht (inkl. Hochschulen), Gesundheits-, Veterinär- und Sozialwesen, Entsorgungsbetriebe, Interessenvertretungen, kirchliche Vereinigungen, Kultur, Sport und Unterhaltung sowie klassische private Dienstleistungen, wie Wäschereien und Friseure (STABA 1999b).

Diese Objekte lassen sich größtenteils der Objektart „Flächen besonderer funktionaler Prägung“ zuordnen. Hierzu gehören laut ATKIS-OK (ADV 2002) „u. a. die

Funktionen 'Verwaltung', 'Gesundheit und Soziales' (z. B. Krankenhaus), 'Bildung', 'Forschung' (z. B. Universität), 'Kultur' (z. B. Kirche), 'Sicherheit und Ordnung' (z. B. Haftanstalt), 'Wochenend- und Ferienhausbebauung' und 'Landesverteidigung'.

In Bezug auf die Wirtschaftsbereiche Sport und Entsorgung werden zusätzlich die Objektarten „Sportanlage“ sowie „Kläranlage“ und „Abfallbeseitigungsanlage“ mit aufgenommen.

Nicht berücksichtigt wird hingegen zum einen die Objektart „Grünanlage“, da diese Werte in Kap. 4.3.3 gesondert behandelt werden, sowie die Objektart „Abfalldeponie“, da hier von einer äußerst geringen Wertkonzentration auf relativ großer Fläche auszugehen ist. Auch die zum NAV des Bereichs „öffentliche Verwaltung“ zählenden Straßen werden gesondert erhoben und verortet.

4.3.3 Infrastruktur und öffentliche Freiflächen

Straßen, Bahnlinien und öffentliche Freiflächen sind Bestandteil des NAV der Wirtschaftsbereiche Öffentliche und private Dienstleister (Straßen, Freiflächen) bzw. Verkehr und Nachrichtenübermittlung (Bahnlinien). Die Darstellung von Straßen und Bahnlinien innerhalb des ATKIS-DLM als linienhafte Nutzungselemente erfordert jedoch eine gesonderte Verortung. Hierdurch lässt sich zudem der Differenzierungsgrad der räumlichen Modellierung erhöhen. Bei den öffentlichen Freiflächen liegt die Begründung der separaten Behandlung in der - verglichen mit den übrigen Flächen des Bereichs Öffentliche und private Dienstleister - sehr geringen Wertkonzentration.

Straßen werden über die Objektarten „Straße“ und „Straßenkörper“ verortet.⁴⁵ Über das Attribut „Widmung“ ist zudem eine Differenzierung unterschiedlicher Straßentypen möglich, für die innerhalb der Quantifizierung unterschiedliche Kilometerwerte ermittelt wurden.⁴⁶

Bei **Bahnlinien** findet die Verortung über die Objektarten „Schienenbahn“ und „Bahnstrecke“ statt.⁴⁷ Über das Attribut „Bahnkategorie“ werden hier die Elemente der Kategorie „Eisenbahn“ selektiert.

⁴⁵ „Straßenkörper“ bezeichnet den Verlauf von Autobahnen und Bundesstrassen, der nicht von der Objektart „Straße“ erfasst wird.

⁴⁶ Bundesautobahn, Bundesstraße, Landesstraße, Kreisstraße sowie Gemeindestraße.

⁴⁷ „Bahnstrecke“ bezeichnet den Verlauf der Bahngleise innerhalb der Objektart „Bahnhofsanlage“.

Als **Öffentliche Freiflächen** werden die Objektarten „Grünanlage“ und „Platz“ ausgewiesen. Dabei werden nur Plätze außerhalb der Objektart „Industrie- und Gewerbefläche“ berücksichtigt, da jene bereits im privaten Anlagevermögen enthalten sind.

4.3.4 Bodenwerte

Die erhobenen Bodenrichtwerte für Wohnbauflächen, Gewerbeflächen, Ackerflächen und Grünland (vgl. Kap. 4.2.8) werden auf die gleichnamigen Objektarten verortet. Die Bodenrichtwerte für „zentrale und zentrumsnahe Geschäftsgebiete“ werden (falls vorhanden) den „Flächen gemischter Nutzung“ (innerhalb städtischer Ortslagen) zugewiesen. Die übrigen „Flächen gemischter Nutzung“ werden mit dem Wert für Wohnbauland belegt. Dies ist als Mindestwert zu verstehen.

4.3.5 Technische Umsetzung im GIS

Die technische Umsetzung der räumlichen Modellierung der sozio-ökonomischen Werte erfolgt mit Hilfe der GIS-Software ArcView 3.2. Das Ausschneiden des Untersuchungsgebiets aus dem ATKIS-Datensatz sowie die Aufteilung des Datensatzes in die jeweiligen Städte/Gemeinden erfolgt durch die Verschneidung mit digitalen Gemeindegrenzen. Aus bearbeitungstechnischen Gründen werden zudem nicht alle Städte/Gemeinden gleichzeitig bearbeitet. Stattdessen wird das Untersuchungsgebiet in fünf Teilregionen unterteilt.

Bei der räumlichen Modellierung jeder Wertkategorie werden die entsprechenden ATKIS-Objektarten aus dem Gesamtdatensatz (vgl. Abb. 4.2) selektiert und zu einem Polygon bzw. bei Straßen und Bahnen zu einer Linie zusammengefügt, um ihnen die erhobenen Werte zuweisen zu können. Um Wertdichten visuell zu verdeutlichen, werden die Werte, sofern sie nicht schon auf Quadratmeter bezogen sind, durch die zugewiesene Fläche geteilt, sodass alle Werte in Einwohner bzw. Euro pro qm (flächenhafte Objekte) bzw. Euro pro m (linienhafte Objekte) angegeben sind (vgl. Abb. 4.3-5). Bei Wertkategorien, die bereits als Quadratmeterwerte bzw. Meterwerte erhoben wurden (Freiflächen, Straßen, Bahnlinien und Bodenwerte), werden diese direkt den Flächen zugewiesen. Hier ergibt sich der Gesamtwert pro Stadt/Gemeinde erst über die Multiplikation mit der jeweiligen Fläche bzw. Länge.

Abb. 4.2: Auszug aus dem ATKIS-Basis-DLM-Datensatz (Bremerhaven, nur Polygone)

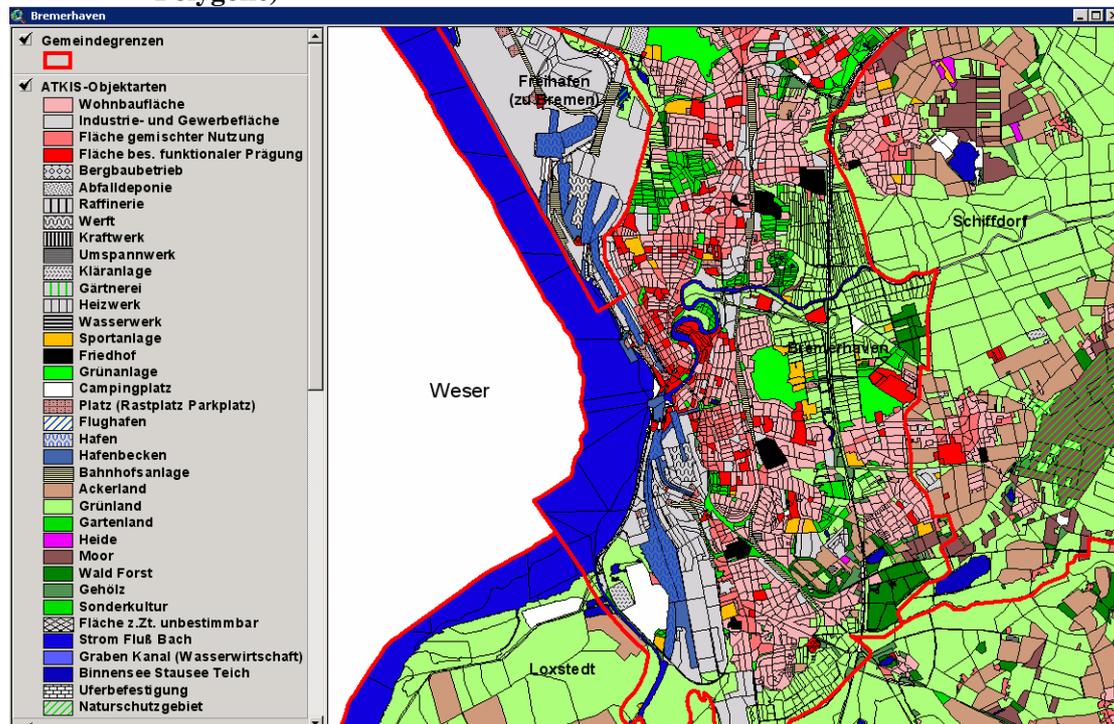


Abb. 4.3: Beispiel für die räumliche Modellierung einer Wertkategorie (Einwohner in Bremerhaven)

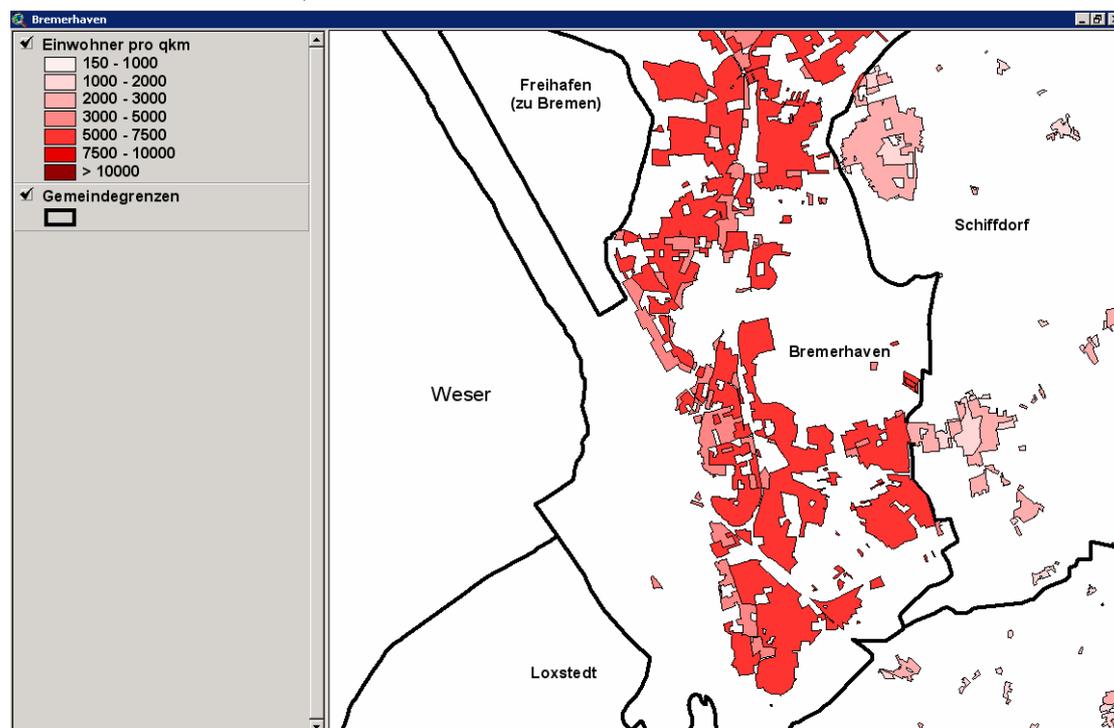
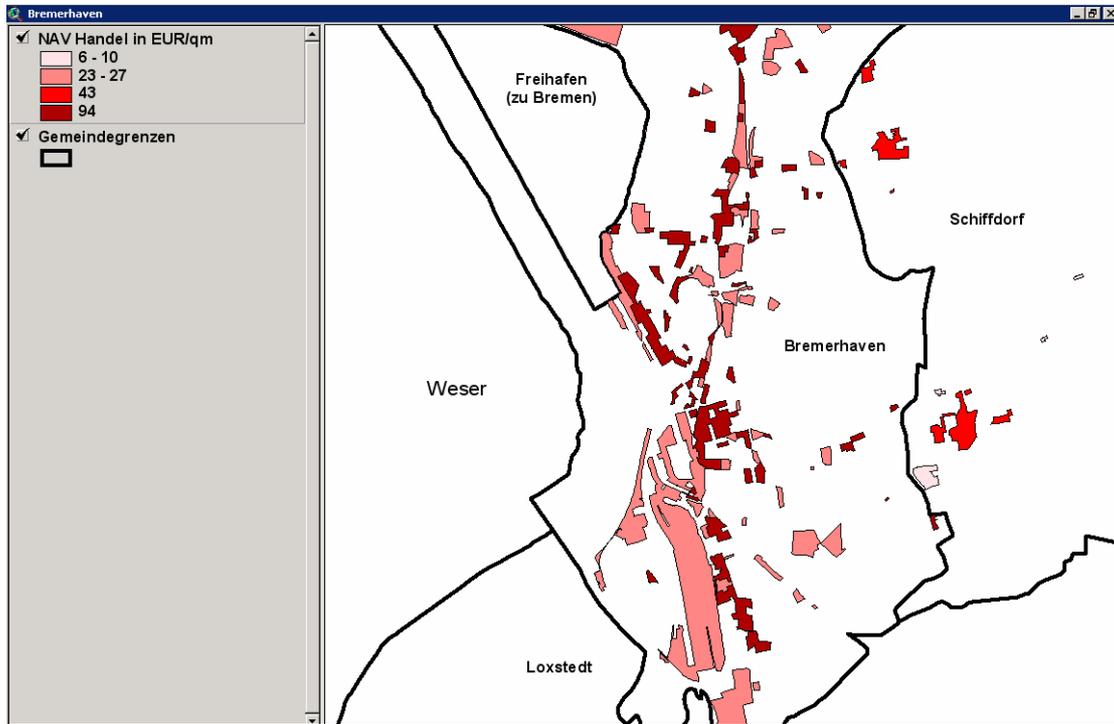
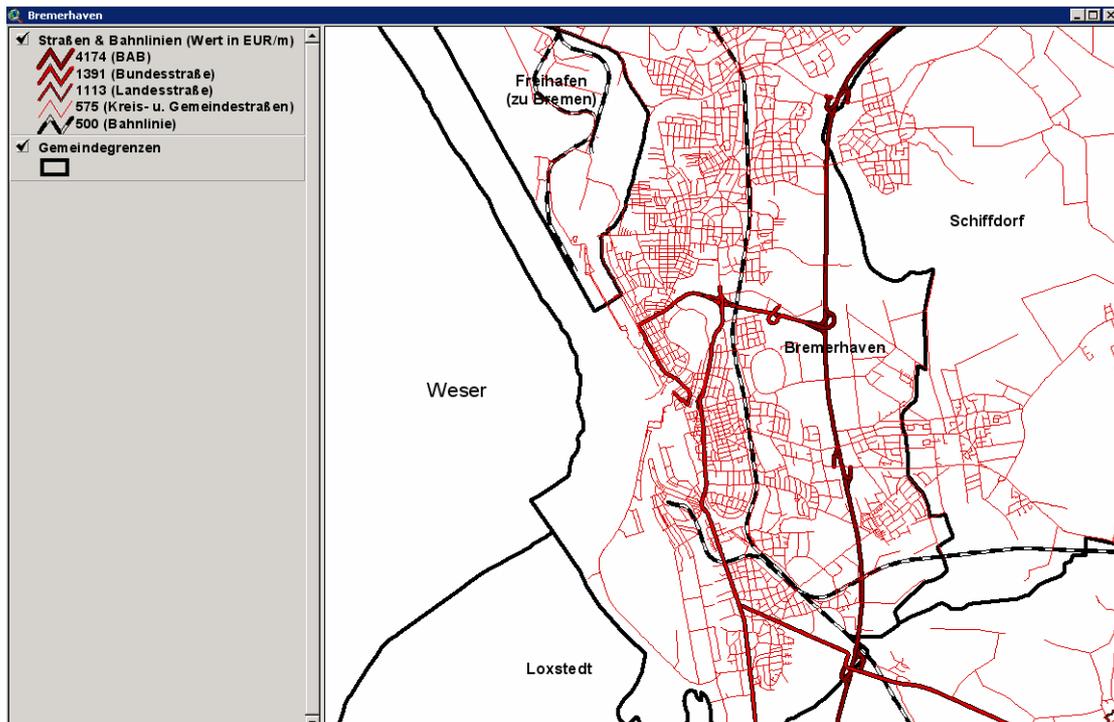


Abb. 4.4: Beispiel für die räumliche Modellierung einer Wertkategorie (NAV Handel in Bremerhaven)



Eigene Darstellung

Abb. 4.5: Räumliche Modellierung der linienhaften Wertkategorien (Bremerhaven)



Eigene Darstellung

Jeder der oben aufgeführten Wertkategorien liegt demzufolge in einem einzelnen ArcView-Thema (einer Ebene) vor. Um die Daten dahingehend vorzubereiten, dass bei einer Verschneidung mit Überflutungsszenarien *ein* Wertethema zugrunde liegt, aus dem sowohl die Gesamtwerte als auch jegliche mögliche Kombination von Werten hervorgeht, werden die unterschiedlichen ArcView-Themen zu einem Thema (also einer Ebene) verschnitten. Sämtliche Wertattribute der jeweiligen Themen bleiben dabei erhalten und fließen in das Ergebnisthema mit ein.

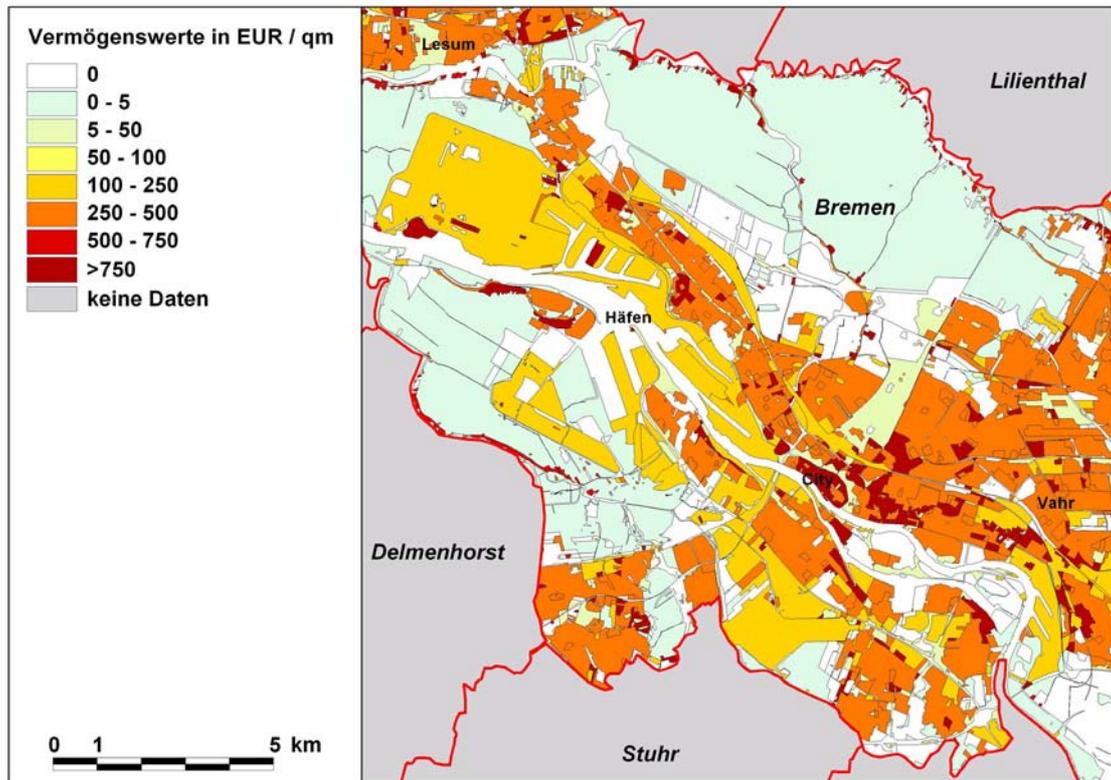
Dieses Ergebnisthema enthält letztendlich für jede Stadt/Gemeinde mehrere aus der Verschneidung hervorgegangene, unzusammenhängende Polygone, die sich alle in zumindest einer Wertausprägung eines Attributs voneinander unterscheiden. Die Wertattribute lassen sich in der Thementabelle des Ergebnisthemas beliebig miteinander addieren, sodass jede gewünschte Wertkategorie dargestellt werden kann.

4.3.6 Ergebnisse

Die Ergebnisse der räumlichen Modellierung aller Wertkategorien bzw. Schadenspotenziale liegen in Form von ArcView-Shapefiles vor. Die räumliche Verteilung und Konzentration jeder einzelnen Wertkategorie lässt sich daraus in Form von Karten abrufen (vgl. Abb. 4.3-5).

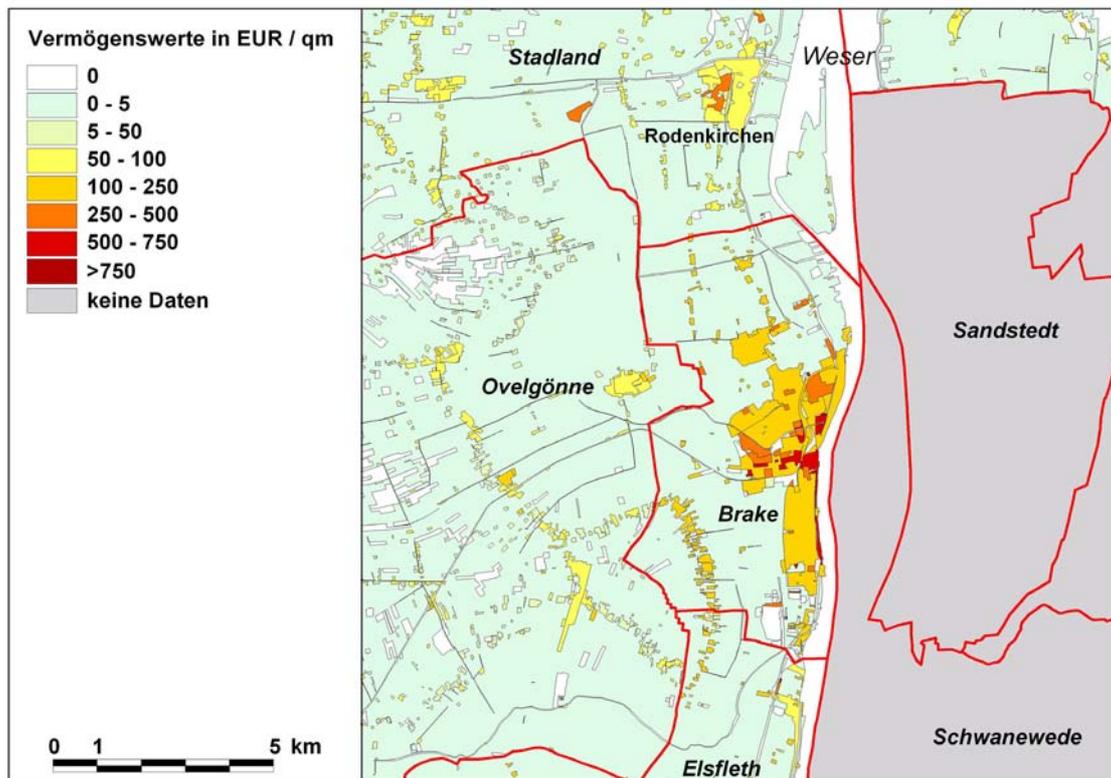
Im Folgenden soll beispielhaft für alle KRIM-Fokusflächen (vgl. Abb. 4.1) die Verteilung der aufaddierten Vermögenswerte dargestellt werden (Abb. 4.6-11). Hierunter fallen die Wertkategorien Wohnkapital, Hausrat, Pkw-, Anlage-, Vorrats-, und Viehvermögen sowie öffentliche Freiflächen. Bodenwerte, die auch zu dieser Kategorie gehören, werden in dieser Darstellung nicht berücksichtigt, da hier nur bedingt eine primäre Schädigung durch temporäre Überflutung zu erwarten ist (vgl. Kap. 3.4.1.9). Die ebenfalls zu den Vermögenswerten zählenden Wertkategorien Straßen und Bahnlinien liegen in linienhafter Form vor (vgl. Abb. 4.5), werden jedoch der Übersichtlichkeit halber in diesen Karten nicht dargestellt.

Abb. 4.6: Verteilung der Vermögenswerte in Bremen (Zentrum) nach Methodik I⁴⁸



Eigene Darstellung

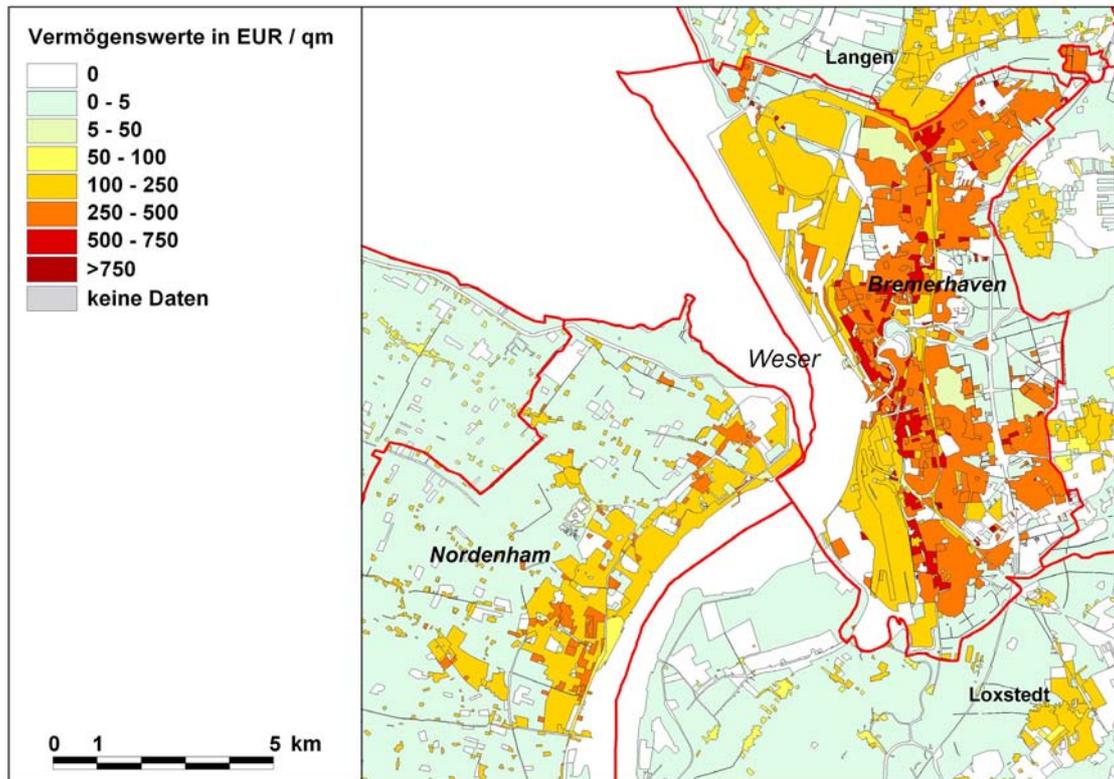
Abb. 4.7: Verteilung der Vermögenswerte in Brake nach Methodik I



Eigene Darstellung

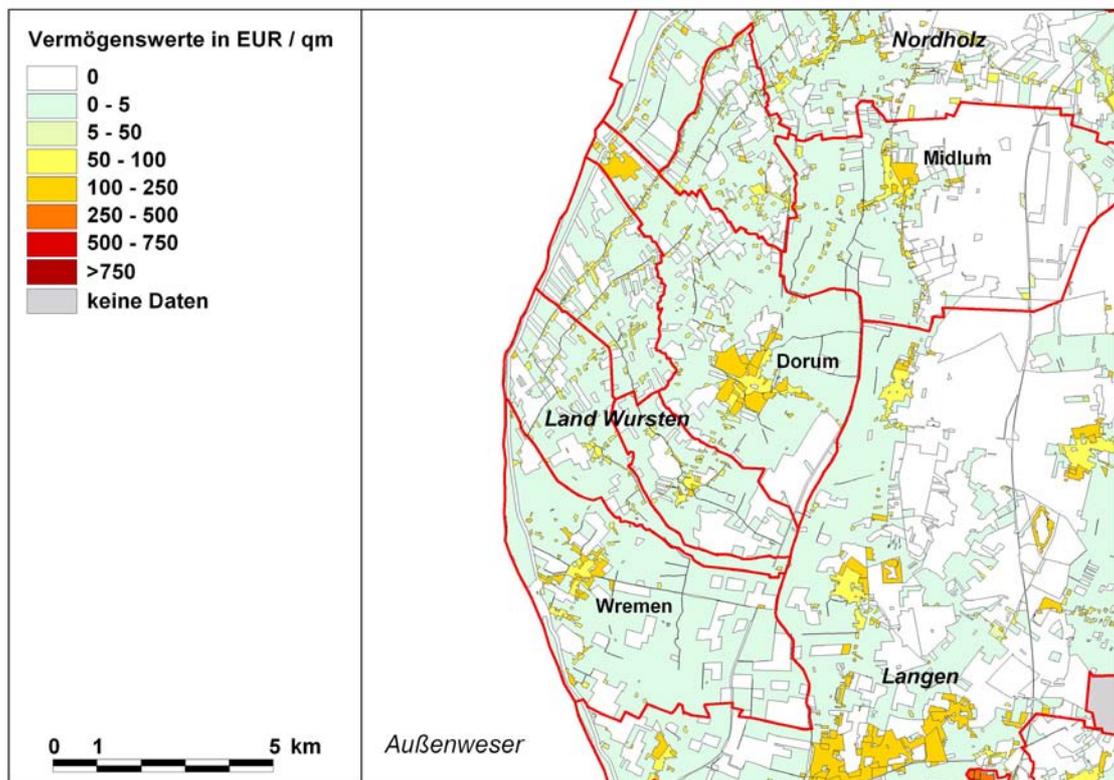
⁴⁸ Bei der dargestellten Klassifizierung beinhaltet (auch bei allen noch folgenden Abbildungen) stets die zuerst genannte Klasse den Trennwert (d. h. 0, >0-5, >5-50, etc.).

Abb. 4.8: Verteilung der Vermögenswerte in Bremerhaven nach Methodik I



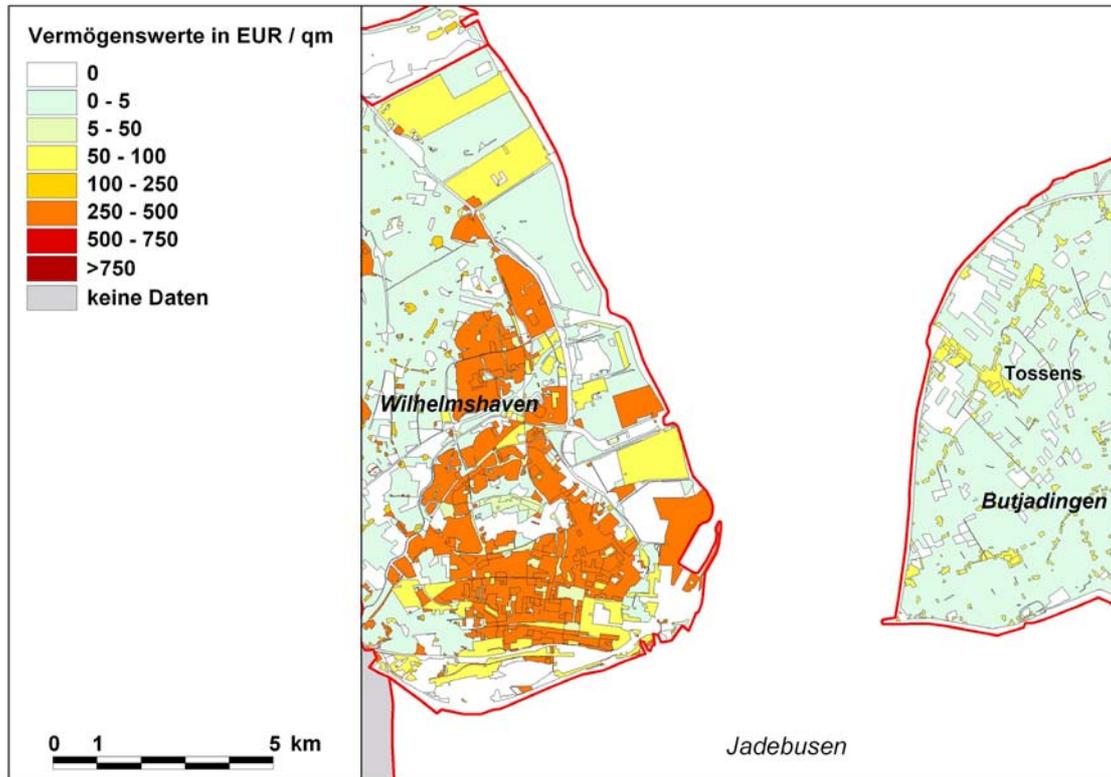
Eigene Darstellung

Abb. 4.9: Verteilung der Vermögenswerte in Dorum (Land Wursten) nach Methodik I



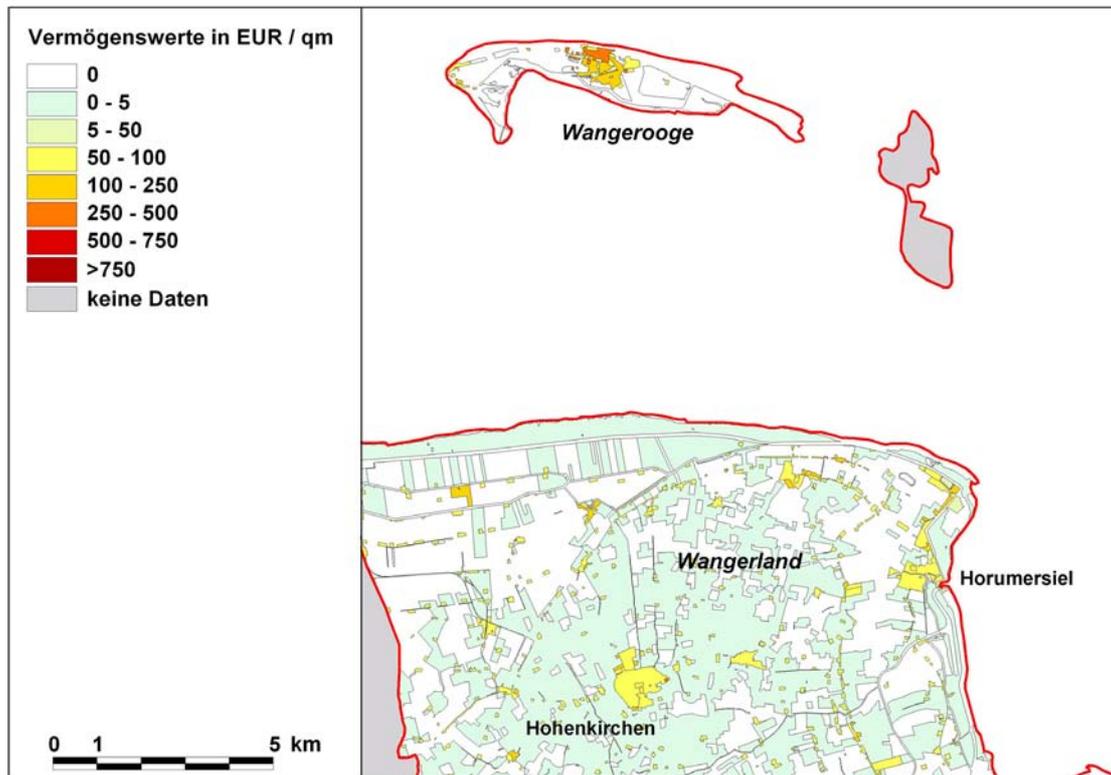
Eigene Darstellung

Abb. 4.10: Verteilung der Vermögenswerte in Wilhelmshaven und Tossens nach Methodik I



Eigene Darstellung

Abb. 4.11: Verteilung der Vermögenswerte in Wangerland und auf Wangerooge nach Methodik I



Eigene Darstellung

Deutlich wird, dass durch die räumliche Modellierung statt einer Gleichverteilung der Werte auf Gemeindeebene eine wesentlich differenziertere, realitätsnähere Verteilung ermöglicht wird. So setzen sich Siedlungsflächen mit Wertkonzentrationen >50 EUR/qm im dörflichen Bereich und >100 EUR/qm in Städten deutlich von Siedlungsfreiflächen mit zumeist <1 EUR/qm ab. Aber auch innerhalb der Siedlungsbereiche lassen sich durchaus Flächen unterschiedlicher Wertkonzentration unterscheiden.

4.4 Fehlerdiskussion

Inwieweit sich diese modellierte Verteilung jedoch tatsächlich der Realität annähert, lässt sich indes nur schwer abschätzen. Im Folgenden sollen jedoch mögliche Fehlerquellen in der beschriebenen Methodik zusammenfassend diskutiert werden.

Als wesentlicher Grund für mögliche Fehler sowohl bei der Quantifizierung als auch der Verortung der Werte ist zunächst das **Aggregationsniveau** der Ausgangsdaten anzuführen:

Erstens betrifft dies das **räumliche Aggregationsniveau** der Daten. Schon bei der Quantifizierung auf Stadt-/Gemeindeebene können einige Wertkategorien (NAV, VV, BWS und Wohnkapital) nicht direkt der amtlichen Statistik entnommen werden, sondern müssen abgeschätzt werden, indem sie von einer höheren räumlichen Aggregationsebene (der Landesebene) über Hilfsgrößen (Beschäftigte, Einwohner) auf Gemeindeebene heruntergebrochen werden. Dies kann insbesondere dann zu falschen Abschätzungen führen, wenn das zugrundegelegte Verhältnis Wertintensität pro Beschäftigten bzw. pro Einwohner in der jeweiligen Gemeinde stark von dem des jeweiligen Bundeslands abweicht. So ist beispielsweise zu vermuten, dass das landwirtschaftliche Vorratsvermögen in den meisten Gemeinden unterschätzt wird (vgl. Kap. 4.2.6), da durch den hohen Viehbestand in der Küstenregion hier ein höheres Verhältnis Vorratsvermögen pro SVB als auf Landesebene gegeben ist. Da der Viehbestand in der beschriebenen Methodik separat bewertet und aus dem Vorratsvermögen herausgerechnet wird, wird dieser Fehler abgeschwächt, allerdings reduziert sich in zahlreichen Städten und Gemeinden das restliche landwirtschaftliche Vorratsvermögen auf Null.

Zweitens resultieren weitere Schwierigkeiten aus dem **sektoralen Aggregationsniveau** der Daten zum Anlage- und Vorratsvermögen und der Bruttowertschöpfung in der amtlichen Statistik. Zum einen können die in einem Wirtschaftsbereich zusammengefassten Wirtschaftszweige sehr heterogen bzgl. des oben angesprochenen Verhältnisses Anlagevermögen bzw. Vorratsvermögen pro SVB sein. Zum anderen werden in den Wirtschaftsbereichen z. T. Branchen zusammengefasst, die sich auf sehr unterschiedlichen Flächennutzungen lokalisieren. Dies erschwert eine eindeutige Zuordnung der Wirtschaftsbereiche zu den Flächennutzungskategorien des ATKIS-OK in einigen Fällen erheblich. So wäre beispielsweise eine getrennte Verortung der Wirtschaftsbereiche Fischerei und Landwirtschaft sinnvoll. Eine Trennung dieser Werte ist jedoch auf Grundlage der amtlichen Statistik nicht möglich.

Aber auch bei den Objektarten des ATKIS-OK handelt es sich um **aggregierte Flächennutzungskategorien**, wodurch teilweise eine exakte Zuordnung der Wertkategorien erschwert wird. Vor allem die Objektarten „Flächen gemischter Nutzung“ und „Industrie- und Gewerbeflächen“ sind weit gefasst und lassen die Zuordnung zahlreicher Wertkategorien zu. Zumindest bei letztgenannter Objektart wird durch die Weiterentwicklung von ATKIS zukünftig eine exaktere Spezifizierung der Nutzung einzelner Flächen über Objektattribute möglich sein (vgl. ADV 2002).

Außerdem sind aus den ATKIS-Objektarten keine Aussagen zu entnehmen, die eine Differenzierung bezüglich der Intensität der Nutzung und damit der Höhe des Wertbestandes zulassen. So werden innerhalb einer Stadt bzw. Gemeinde beispielsweise alle Wohnbauflächen gleich bewertet. Vor allem in Städten mit ihrer heterogenen Bebauung führt dies tendenziell zu einer Unterbewertung von Vierteln mit hoher Baudichte und einer Überbewertung wenig dicht bebauter Wohnviertel, wie z. B. Einfamilienhausgebieten.

Zudem wäre der Aspekt der Höhe der Bebauung bzw. der Geschoszahl von unmittelbarem Interesse bzgl. der Schadanfälligkeit des Wertbestandes gegenüber Überflutungen, da diese zumeist nur Keller- und Erdgeschosse betreffen.

Weiterhin ist es nicht möglich, zwischen „reichen“ und „armen“ Wohnvierteln zu unterscheiden, d. h. es wird überall das gleiche Verhältnis Wohnkapital/Einwohner, Hausrat/Einwohner sowie Pkw-Vermögen/Einwohner angenommen. Reichere Wohnviertel werden demzufolge in ihrem Wert unterschätzt, ärmere überschätzt.

Ein weiterer wesentlicher Grund für eine mögliche Überschätzung bzw. Fehlverortung von Schadenspotenzialen ist die **Mobilität** von Einwohnern, Pkw und Vieh. Die tages- bzw. jahreszeitenbedingte Mobilität dieser Wertkategorien zu berücksichtigen ist in einer derartigen Analyse letztendlich unmöglich. Sie werden deshalb den Orten zugeordnet, wo sie sich vermutlich die meiste Zeit befinden, also Einwohner und Pkw in den Wohngebieten, Kühe und Schafe auf den Weiden. Dies führt ggf. zu einer Unterschätzung des Schadenspotenzials beispielsweise an den Arbeitstätten, den Straßen bzw. den landwirtschaftlichen Hofstellen. Zudem wird bei der durchgeführten Schadenpotenzialanalyse zunächst von der Evakuierungsmöglichkeit mobiler Wertkategorien im Überflutungsfall abstrahiert. Derartige Überlegungen könnten jedoch bei der Schadensprognose mit einfließen.

Als weitere Quellen möglicher Ungenauigkeiten sind zu nennen:

- Insbesondere die Abschätzung des Vorratsvermögens beruht auf einer relativ ungesicherten Datenlage, da hier keine aktuellen Zahlen mehr in der amtlichen Statistik publiziert werden. Das durchgeführte Verfahren, dass sich in starkem Maße an den ermittelten Werten des Anlagevermögens orientiert, erscheint aus den genannten Gründen trotzdem als eine Verbesserung gegenüber den bisher bestehenden Methoden (vgl. Kap. 3.4.1.6).
- Nicht alle zur Quantifizierung verwendeten Daten entstammen der amtlichen Statistik. So wird zur Abschätzung des Hausratsvermögens ein Quadratmeterwert verwendet, der auf Auskünfte aus der Versicherungswirtschaft zurückgeht, und für die Berechnung des Pkw-Vermögens ein Pkw-Durchschnittswert, der auf Angaben der Firmen *DAT* und *Eurotax* beruht. In beiden Fällen erscheint diese Vorgehensweise jedoch legitim, da die angesprochenen Werte auf einer umfangreichen Datenbasis beruhen und entsprechende Daten nicht der amtlichen Statistik zu entnehmen sind. Auch hier werden jedoch wiederum Durchschnittswerte verwendet, die die Heterogenität des Wertobjekts Pkw bzw. Hausrat nicht berücksichtigen können.
- Für die Abschätzung des Zeitwerts von Wertkategorien, bei denen nur der Neu- bzw. Herstellungswert zu ermitteln war (Hausrat, Straßen, Bahnlinien, Öffentliche Freiflächen), wird ein Zeitwert von 50 % und damit ein linearer Wertverlust des gesamten Bestandes angenommen. Inwieweit dies der Realität

entspricht, ist nur schwer zu überprüfen. Ein Vergleich mit dem Anlagevermögen zeigt, dass dies den Zeitwert möglicherweise etwas unterschätzt, jedoch nicht gänzlich falsch liegt.⁴⁹

- Bei landwirtschaftlichen Betrieben kann es vorkommen, dass Teile des bewirtschafteten Landes nicht in der gleichen Gemeinde liegen. Dies kann in der durchgeführten Methodik nicht berücksichtigt werden. D. h. die gesamte Bruttowertschöpfung bzw. das gesamte Viehvermögen wird in der Gemeinde verortet, in der sich der Betrieb befindet. Es kommt daher möglicherweise zu einer Überschätzung der landwirtschaftlichen Wertschöpfung auf Flächen in Bremen und Bremerhaven. Aufgrund der vergleichsweise sehr geringen Wertkonzentrationen dieser Wertkategorien erscheint dieser Fehler jedoch tolerierbar.
- Ackerfrüchte werden nicht auf den Ackerflächen als Vermögenswert berücksichtigt, sondern als Vorratsvermögen den Hofstellen zugeordnet und auf den Ackerflächen lediglich als möglicher Wertschöpfungsverlust verortet. Ackerflächen weisen dementsprechend keine Vermögenswerte (Bestandgröße), sondern lediglich Wertschöpfung (Stromgröße) auf. Im Vergleich zu Grünland wird der Wert der Ackerflächen daher unterschätzt. Auch hier erscheint dieser Fehler aufgrund der sehr geringen Wertkonzentrationen dieser Wertkategorien tolerierbar.
- Industrie- und Gewerbeflächen werden, sofern sie durch die ATKIS-Daten nicht näher spezifiziert werden, im Verhältnis 50/25/25 mit Werten der Wirtschaftsbereiche Verarbeitendes Gewerbe & Baugewerbe, Handel und Verkehr & Nachrichtenübermittlung belegt. Dieses Verhältnis beruht in Ermangelung empirischer Daten auf der subjektiven Einschätzung des Autors, erscheint jedoch zumindest plausibler als eine komplette Addition der genannten Bereiche, welche zu einer Überbewertung der genannten Flächen führen würde.
- Ähnliches gilt für „Flächen gemischter Nutzung“, auf denen eine halb so große Bevölkerungsdichte gegenüber reinen Wohnbauflächen angenommen wird. Auch hier liegen keine empirischen Zahlen vor, die belegen, wie intensiv die einzelnen Flächen tatsächlich für Wohnzwecke genutzt werden. Im Einzelfall könnte es

⁴⁹ So liegt das Verhältnis von Nettoanlagevermögen zu Bruttoanlagevermögen für das Jahr 2000 bei 57 % in Bremen und 61 % in Niedersachsen (STALA BREMEN 2002b; NLS 2002b; eigene Berechnungen).

folglich zu größeren Fehlabschätzungen der Bevölkerungsdichte auf diesen Flächen kommen.

Einige der oben angesprochenen möglichen Fehlerquellen, vor allem diejenigen, die sich auf das Aggregationsniveau der Ausgangsdaten beziehen, sind als der mesoskaligen Methodik immanent zu bezeichnen und ließen sich vermutlich durch eine objektscharfe, mikroskalige Vorgehensweise reduzieren. Dies wäre jedoch mit erheblichem Aufwand bzw. Kosten verbunden. Für ein Untersuchungsgebiet der oben beschriebenen Dimension erscheint daher eine mesoskalige Methodik trotzdem als die effizienteste. Im Vergleich zu früheren mesoskaligen Studien (KLAUS & SCHMIDTKE 1990; KIESE & LEINEWEBER 2000; MURL 2000; COLIJN ET AL. 2000) wurde hier zudem versucht, die mesoskalige Methodik in zahlreichen Punkten zu verbessern. Dies betrifft sowohl die Verfahren der Quantifizierung, die innerhalb dieser Arbeit überprüft, verglichen und optimiert wurden, als auch die räumliche Modellierung, bei der zum einen Verbesserungen durch die Verwendung einer digitalen Datenquelle erzielt werden konnten, zum anderen der Zuordnungsschlüssel verfeinert wurde.

Gleichwohl bestehen auch innerhalb der mesoskaligen Methodik noch Verbesserungsmöglichkeiten: Wie bereits in Kap. 3.5 angesprochen, wäre durch die Integration von Geomarketingdaten vermutlich eine genauere Quantifizierung und Verortung der Schadenspotenziale möglich. Ein solcher Ansatz soll in den folgenden Kapiteln entwickelt und getestet sowie mit dem oben beschriebenen Ansatz verglichen werden.

5 Weiterentwicklung einer mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse durch die Integration von Geomarketingdaten (Methodik II)

In diesem Kapitel soll versucht werden, die Genauigkeit der im vorherigen Kapitel beschriebenen mesoskaligen Methodik der Schadenspotenzialanalyse durch die Integration von Geomarketingdaten zu verbessern.

Diese Datenquelle wurde bereits in Kap. 3.5.1.3 beschrieben und ihre potenzielle Eignung für die Zwecke der Schadenspotenzialanalyse theoretisch behandelt. Zudem fanden derartige Daten bereits in der Schadenspotenzialanalyse für den Rhein in NRW Anwendung (MURL 2000; vgl. Kap. 3.5.2.1). Dort wurden Geomarketingdaten jedoch lediglich für die räumliche Modellierung „privater“ Wertkategorien wie Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen verwendet (MURL 2000, S. 23). Hier soll darüber hinaus auch die Anwendbarkeit auf die Wertkategorien der Wirtschaftsbereiche getestet werden.

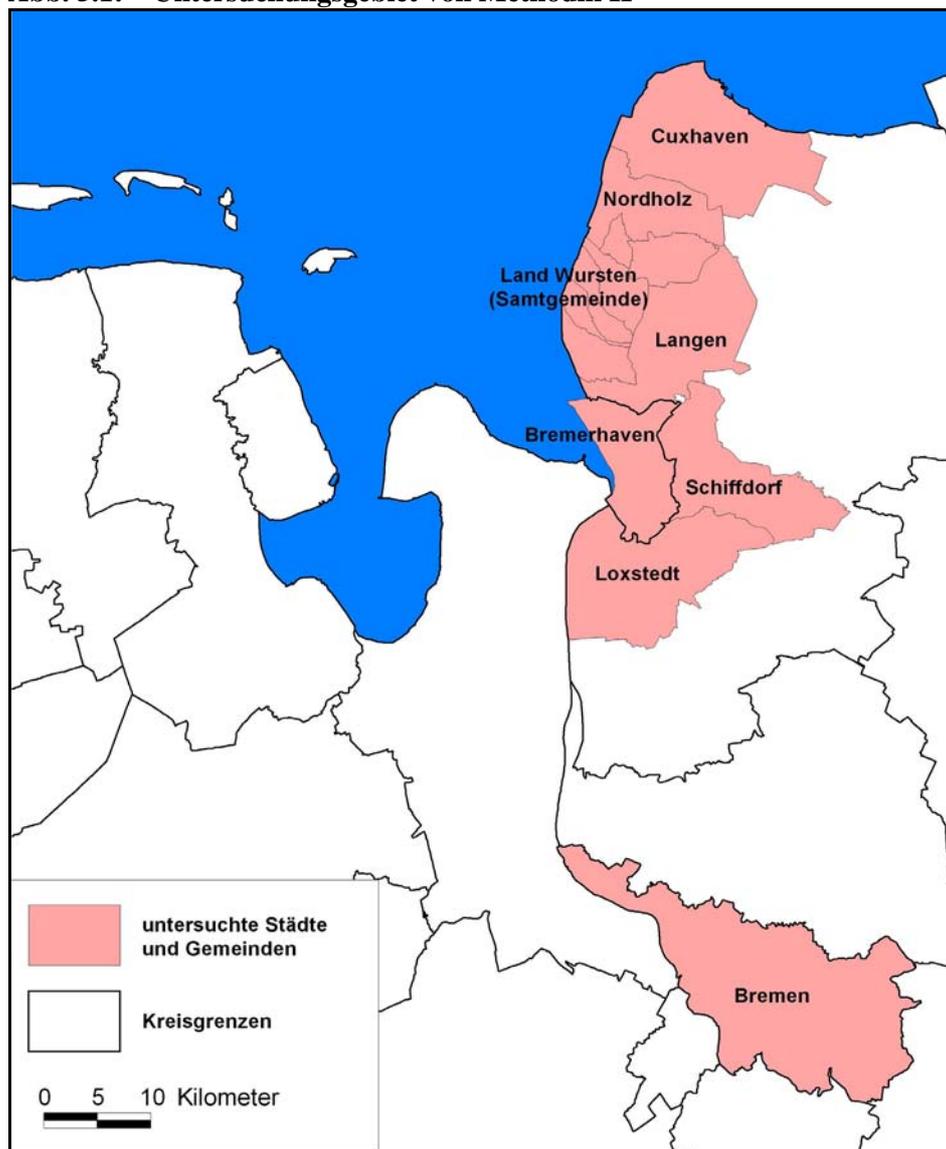
5.1 Prämissen der modifizierten Analyse

Zu diesem Zweck wurde ein Geomarketingdatensatz der Firma *infas-Geodaten* auf Stimmbezirksebene erworben (vgl. Kap. 3.5.1.3). Neben den Geometrien der Stimmbezirke enthält dieser für jeden Stimmbezirk Informationen zur

- Einwohnerzahl,
- Kaufkraft,
- Anzahl und Typ der Gebäude (Bebauungsstruktur) sowie
- Anzahl, Branche und Größe der Betriebe („Firmenzähler“).

Das Untersuchungsgebiet und damit die räumliche Ausdehnung des Datensatzes ist in Abb. 5.1 dargestellt. Es stellt einen Teil des Untersuchungsgebiets der für das Projekt KRIM entwickelten Methodik dar (vgl. Abb. 4.1) und ermöglicht so einen Vergleich der Ergebnisse beider Methoden.⁵⁰ Beinhaltet sind sowohl größere Städte, wie Bremen und Bremerhaven, eine kleinere Stadt (Cuxhaven) als auch ländliche Städte und Gemeinden.

⁵⁰ Aus Kostengründen wurde darauf verzichtet, die Daten für das gesamte Untersuchungsgebiet von KRIM zu erwerben.

Abb. 5.1: Untersuchungsgebiet von Methodik II

Eigene Darstellung

Alle Daten beziehen sich ebenso wie die Daten aus der in Kap. 4 beschriebenen Methodik auf das Jahr 2000.

Die Quellen der von *infas-Geodaten* herausgegebenen Daten sind laut deren Informationen (INFAS-GEODATEN 2004) statistische Ämter, Kommunen, Wirtschaftsunternehmen, Marktforschungs- und wissenschaftliche Institute sowie eigene Erhebungen und Berechnungen. Die Datenqualität dürfte demnach sehr heterogen sein: Während z. B. Einwohnerzahlen durch amtliche Statistiken recht gut abgesichert oder Gebäudedaten aus eigenen Erhebungen sehr genau sein dürften, beruhen Kaufkraftinformationen auf nicht näher erläuterten Berechnungsverfahren, deren Qualität und Genauigkeit nur schwerlich überprüft werden kann.

Wie bereits in Kap. 3.5.1.3 erwähnt, ist eine eigenständige Schadenspotenzialanalyse, bei der ausschließlich Geomarketingdaten verwendet werden, nicht möglich, da sie keine Angaben zu monetären Wertbeständen enthalten. Auch die hier entwickelte Methodik soll daher auf den Ergebnissen der in Kap. 4 beschriebenen Methodik (Methodik I) basieren. Insbesondere die durch die Quantifizierung (vgl. Kap. 4.3) ermittelten Gesamtwerte pro Stadt bzw. Gemeinde bilden eine wesentliche Grundlage und werden nicht bzw. nur teilweise verändert.⁵¹ Die angestrebte Weiterentwicklung der Methodik betrifft also vornehmlich die räumliche Modellierung der Werte innerhalb der Städte bzw. Gemeinden. Die kleinräumigen Geomarketingdaten sollen hierbei neben den auch bisher verwendeten ATKIS-Flächennutzungsdaten als weitere Hilfsgröße dienen.

5.2 Integration der einzelnen Geomarketing-Informationen

Im Folgenden soll die Integration der einzelnen o. g. Informationen beschrieben werden. Hierbei soll zunächst jeweils kurz dargelegt werden, in welchen Punkten die jeweiligen Daten eine Verbesserung der bisherigen Methodik bewirken könnten, bevor die Umsetzung der Integration beschrieben wird und exemplarische Ergebnisse präsentiert werden.

5.2.1 Kleinräumige Einwohnerzahlen

Innerhalb der in Kap. 4 beschriebenen Methodik I wird bislang von einer gleichmäßigen Verteilung der Einwohner einer Stadt bzw. Gemeinde auf die ihnen im Zuge der räumlichen Modellierung zugeordneten Flächennutzungen ausgegangen. Es findet lediglich eine Unterscheidung zwischen Wohnbauflächen und Flächen gemischter Nutzung statt (vgl. Abb. 4.3)

Dabei wird jedoch vernachlässigt, dass Wohngebiete vor allem in Städten z. T. sehr unterschiedliche Bebauungsdichten aufweisen und damit auch äußerst heterogene Bevölkerungsdichten (vgl. Kap. 4.4). So ist beispielsweise in Wohngebieten mit Geschosswohnungsbau eine wesentlich höhere Bevölkerungsdichte zu erwarten als in Einfamilienhaussiedlungen.

⁵¹ Lediglich durch die Integration der Kaufkraftdaten ist eine Veränderung des Wertbestandes der Wertkategorien Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen zu erwarten.

Da nach der bisherigen Methodik auch Wohnkapital, Hausratsvermögen und Pkw-Vermögen entsprechend der Einwohner auf die Wohngebiete verteilt werden, findet auch hier tendenziell eine Unterbewertung von Vierteln mit hoher Baudichte und eine Überbewertung wenig dicht bebauter Wohnviertel statt.

Durch die Geomarketingdaten auf Stimmbezirksebene liegen statt einer Gesamteinwohnerzahl pro Stadt bzw. Gemeinde z. T. wesentlich kleinräumigere Einwohnerzahlen vor:

Dabei schwankt die Größe der Stimmbezirke erheblich. Bei einer durchschnittlichen Einwohnerzahl der Stimmbezirke im Untersuchungsgebiet von 1.157 weisen vor allem Stimmbezirke in dichtbesiedelten Bereichen eine geringe Fläche auf und ermöglichen so eine detaillierte räumliche Differenzierung (vgl. Abb. 3.9). So ist denn auch primär für Städte ein Informationsgewinn zu erwarten: Während einige ländliche Samtgemeindeteile, wie z. B. die Gemeinde Paddingbüttel (Samtgemeinde Land Wursten), nur durch einen Stimmbezirk charakterisiert werden, weist Cuxhaven 63 Stimmbezirke auf, Bremerhaven 122 und Bremen 422. Da vor allem Städte sehr heterogene Bebauungs- und Bevölkerungsdichten aufweisen, erscheint diese Quelle daher gut geeignet, sich der realen Verteilung der Bevölkerung und der damit verbundenen Werte anzunähern.

Wenngleich *infas-Geodaten* die **Herkunft ihrer Daten** nicht näher spezifizieren, so dürften die Einwohnerzahlen pro Stimmbezirk jedoch recht gesicherten Datengrundlagen entstammen, wie amtlichen Statistiken und Einwohnermelderegistern. Die Gesamteinwohnerzahl pro Gemeinde kann dabei geringfügig von den in Kap. 4 aus der amtlichen Statistik ermittelten abweichen (Tab. 4.6-11), was möglicherweise auf einen anderen Bewertungsstichtag innerhalb des Jahres 2000 zurückzuführen ist.

Abgesehen von den kleinräumigeren Ausgangsdaten unterscheidet sich die Vorgehensweise bei der **räumlichen Modellierung** nicht wesentlich von der in Kap. 4.3.1 beschriebenen: Wiederum wird davon ausgegangen, dass sich die Einwohner innerhalb der Stimmbezirke auf die ATKIS-Objektarten „Wohnbaufläche“ und „Flächen gemischter Nutzung“ konzentrieren. Dabei wird ebenfalls, in Ermangelung detaillierterer Angaben, bei den „Flächen gemischter Nutzung“ von einer halb so großen Bevölkerungsdichte wie bei den „Wohnbauflächen“ ausgegangen.

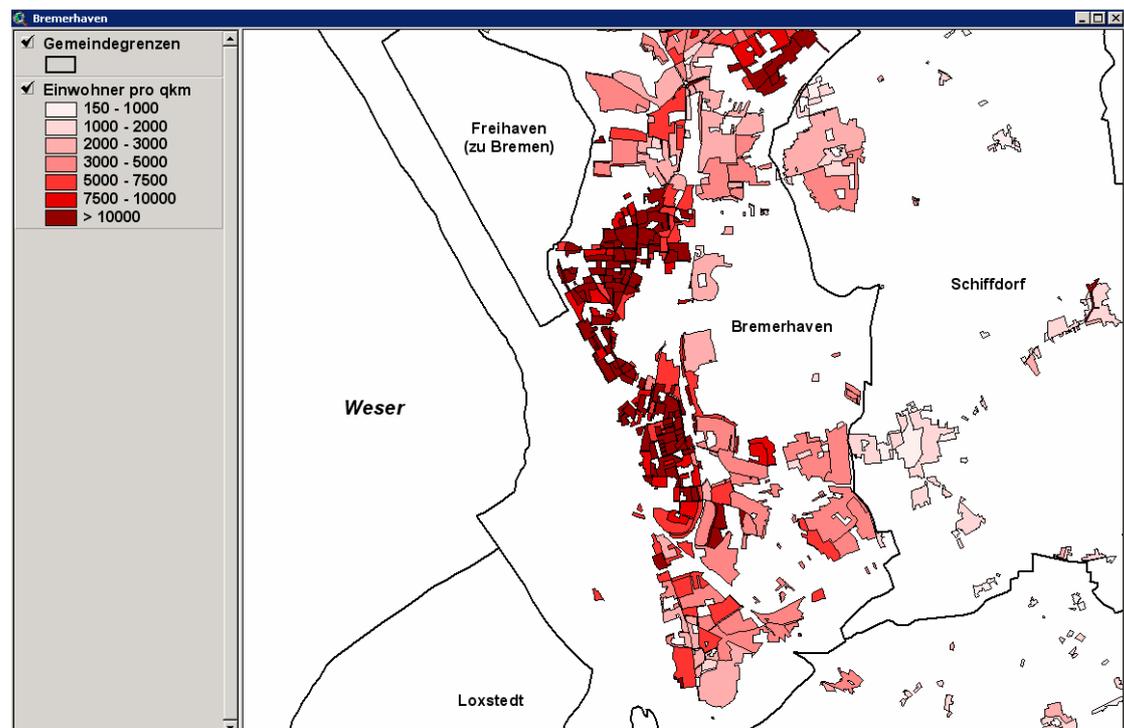
Die **technische Umsetzung** ist ebenfalls vergleichbar mit der der ersten Methodik (vgl. Kap. 4.3.5): Die entsprechenden Objektarten werden aus dem ATKIS-Datensatz selektiert und anschließend mit den Stimmbezirken verschnitten. Die Einwohnerzahlen der Stimmbezirke können so in Relation zur relevanten Fläche innerhalb der Stimmbezirke gesetzt werden. Über ein Umrechnungsverfahren werden dabei den „Wohnbauflächen“ doppelt so hohe Bevölkerungsdichten zugewiesen wie den „Flächen gemischter Nutzung“.

Bei der Umsetzung dieser Methodik sind folgende Probleme aufgetreten:

- Bei der Verschneidung der ATKIS-Flächen mit den Stimmbezirken kommt es aufgrund z. T. eng beieinander liegender Grenzen zur Bildung einiger schmaler Kleinst-Polygone (<140 qm), denen wegen ihrer geringen Größe bei der Verortung keine Einwohner zugeordnet werden. Dieser Fehler erscheint jedoch tolerabel. Die Polygone können aus dem Datensatz gelöscht werden.
- Die Stimmbezirke sind offenbar teilweise so geschnitten, dass sie zwar die Straßenzüge und ihnen zugehörige Häuser beinhalten, nicht jedoch die kompletten Grundstücke. Diese zählen dann zur Fläche benachbarter Stimmbezirke. Bei der Verortung der Einwohner kann dies zur Folge haben, dass die genannten Stimmbezirke im Vergleich zu ihren Nachbarn zu hohe Bevölkerungsdichten zugewiesen bekommen.
- Drei Stimmbezirke in Bremen weisen zwar Einwohnerzahlen, jedoch keine oder nur sehr geringe Flächen der ATKIS-Objektarten „Wohnbaufläche“ und „Flächen gemischter Nutzung“ auf. Hierbei handelt es sich um Schrebergartenflächen im Norden von Bremen, in denen offensichtlich einige Bremer ihren Hauptwohnsitz angemeldet haben. Um dies zu berücksichtigen, werden die entsprechenden Stimmbezirke als Ganzes mit aufgenommen und die entsprechenden Einwohnerzahlen auf sie verteilt. Dieser Fall verdeutlicht, dass die räumliche Modellierung der Einwohner auf die ATKIS-Objektarten „Wohnbaufläche“ und „Flächen gemischter Nutzung“ zwar vermutlich den Schwerpunkt der Bevölkerungsverteilung richtig wiedergibt, es aber auch außerhalb dieser Flächen Wohnbevölkerung geben kann, wie z. B. in Schrebergärten, aber auch auf Gewerbeflächen. Dieses lässt sich jedoch sowohl mit Methodik I als auch der hier verwendeten Methodik II nur unzureichend darstellen.

Als Beispiel für das Ergebnis o. g. Methodik ist in Abb. 5.2 die Verteilung der Einwohner in Bremerhaven dargestellt (vgl. hierzu Abb. 4.3).

Abb. 5.2: Verteilung der Einwohner in Bremerhaven nach Methodik II



Eigene Darstellung

Deutlich wird, dass das angestrebte Ziel, die Heterogenität der Bevölkerungsdichte innerhalb der Wohngebiete von Städten darzustellen, erfolgreich umgesetzt werden konnte: So lassen sich zentrale Wohnviertel im Geschosswohnungsbau mit z. T. über 10.000 Einwohnern pro qkm deutlich von Einfamilienhausvierteln in Stadtrandlagen mit unter 5.000 Einwohnern pro qkm unterscheiden, die sich wiederum von dörflichen Wohnvierteln mit unter 2.000 Einwohnern pro qkm absetzen.

Diese verbesserte räumliche Modellierung der Einwohner wirkt sich auch auf die Wertkategorien Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen aus: Da diese zunächst einmal gemäß der Einwohnerzahlen verteilt werden, findet auch hier eine entsprechend differenziertere Verortung statt.

5.2.2 Kaufkraftdaten

Bislang wurde von der vereinfachenden Annahme ausgegangen, dass jeder Einwohner über den gleichen Wert an Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen verfügt und diese Wertkategorien sich folglich entsprechend der Einwohner räumlich verteilen. Mittels der Kaufkraft-Angaben aus dem Geomarketingdatensatz erscheint es jedoch möglich, sich von dieser Annahme zu lösen und zwischen „reicheren“ und „ärmeren“ Wohnvierteln zu differenzieren.

Der Begriff „Kaufkraft“ ist laut INFAS-GEODATEN (2004) identisch mit dem in der VGR verwendeten „verfügbaren Einkommen der privaten Haushalte“. Dieses bezeichnet laut ARBEITSKREIS VGR (2003) das Einkommen, das den Haushalten für Konsum- und Sparzwecke zur Verfügung steht.

Abstrahiert man von unterschiedlichen Einkommenselastizitäten der Nachfrage für unterschiedliche Produktgruppen, so lässt sich folglich die Annahme treffen, dass in einem Stimmbezirk, der beispielsweise über eine um 10 % überdurchschnittliche Kaufkraft verfügt, auch 10 % mehr für den Konsum an Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen ausgegeben wird und der Wertbestand dieser Wertkategorien dementsprechend ebenfalls 10 % über dem Durchschnitt liegt. Diese Annahme bildet die Grundlage für die Berechnungen dieser Wertkategorien in diesem Kapitel.

Bezüglich einer Überprüfung der **Datenqualität** sind von *infas-Geodaten* jedoch nur vage Informationen über die Berechnungen zur Abschätzung der Kaufkraftzahlen auf Stimmbezirksebene zu bekommen.⁵² Grundlage bilden offenbar die Daten aus der VGR zum verfügbaren Einkommen der privaten Haushalte, die auf Landesebene ausgewiesen werden (vgl. z. B. ARBEITSKREIS VGR 2004). Diese werden über nicht näher genannte Hilfsgrößen auf Stimmbezirksebene heruntergebrochen und fortgeschrieben.

Vollzieht man allerdings für Bremen eine Reaggregation dieser Daten auf Landesebene, erhält man einen Wert, der erheblich unter dem liegt, der in der amtlichen Statistik (EBD.) als verfügbares Einkommen pro Einwohner ausgewiesen wird (ca. 16.500 EUR gegenüber ca. 19.500 EUR für das Jahr 2000). Auf Nachfrage werden von *infas-Geodaten* als möglicher Grund für diese Differenz die zentralstaatlichen Arbeitslosenhilfeszahlungen genannt, von denen vor allem Bremen,

⁵² Telefonat mit Frau Cavelius von *infas-Geodaten* am 8.5.2003.

das Saarland und die neuen Bundesländer profitieren. In der amtlichen Statistik führe dies in den genannten Bundesländern zu relativ hohen Zahlen für das verfügbare Einkommen, während *infas-Geodaten* diese Zahlungen bei der Abschätzung ihrer Kaufkraftdaten nicht berücksichtige.

Eine abschließende Beurteilung der Datenqualität ist aufgrund der Unkenntnis der genauen Datenquellen und Berechnungsverfahren nicht möglich. Es lässt sich jedoch festhalten, dass die Kaufkraftdaten auf Stimmbezirksebene letztendlich Produkt eines Abschätzungsverfahrens sind und damit auch Fehlern unterliegen können. Trotz dieser Vorbehalte erscheint jedoch eine Verwendung der Kaufkraftdaten als Informationsgewinn gegenüber der bisherigen Koppelung der Werte an die Einwohnerzahlen.

Neben der absoluten Kaufkraft und der Kaufkraft pro Einwohner bieten die *infas*-Daten drei Kaufkraft-Indizes: in Relation zur durchschnittlichen Kaufkraft pro Einwohner der jeweiligen Gemeinde, Deutschland (West) und Deutschland (gesamt). Für die Berechnungen wird hierbei der letztgenannte Index (BRD=100) verwendet (vgl. Abb. 3.9).

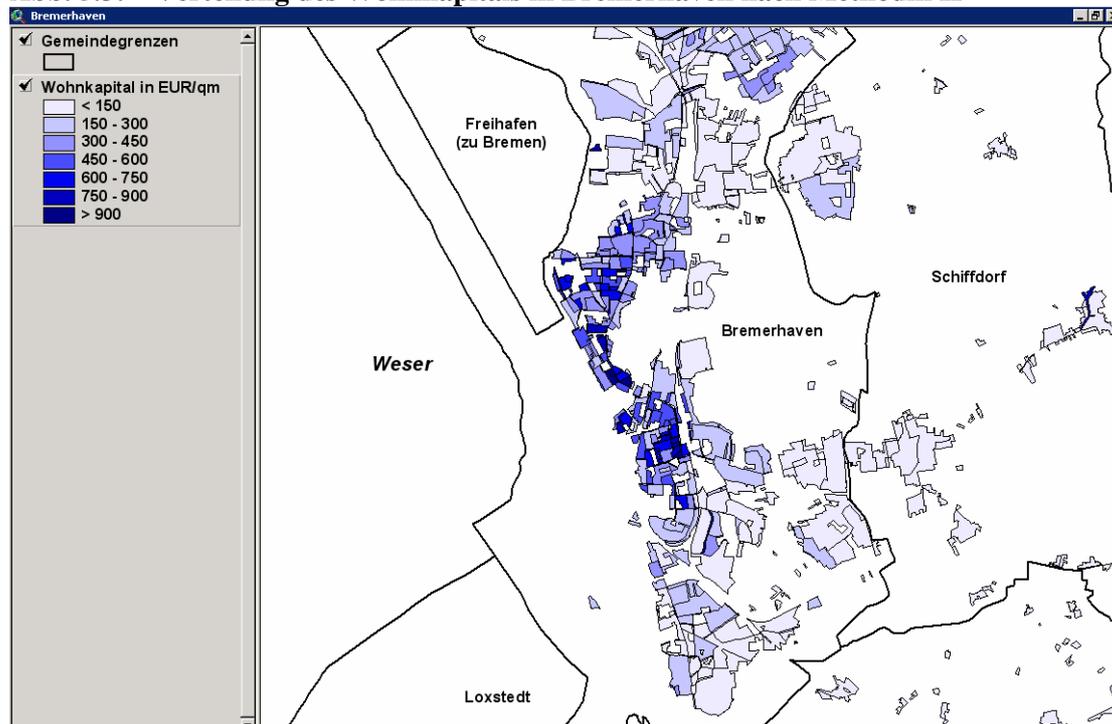
Bevor dieser auf die aus Kap. 5.2.1 hervorgehenden Werte für das Wohnkapital pro qm, Hausrat pro qm und Pkw-Vermögen pro qm angewendet werden kann, sind zunächst einmal folgende Überlegungen bzw. Modifikationen notwendig:

- In der in Kap. 4.2.1 beschriebenen Methodik wurde ein bundeslandspezifischer Wert für das **Wohnkapital pro Einwohner** verwendet. Da hier lediglich ein Kaufkraft-Index zur Verfügung steht, der das Verhältnis zum Bundesdurchschnitt wiedergibt, muss demzufolge auch für das Wohnkapital pro Einwohner ein Bundeswert verwendet werden. Die für die Berechnung erforderlichen Daten lassen sich aus der Bundesstatistik (STABA 2000) entnehmen.
- Sowohl in die Berechnung des **Hausrats-** als auch des **Pkw-Vermögens** fließen neben bundesdurchschnittlichen Werten (Hausratsvermögen/Wohnfläche; Pkw-Wert) auch gemeindespezifische Werte (Wohnfläche, Pkw-Bestand) mit ein (vgl. Kap. 4.2.2-3). Eine Anwendung des Kaufkraftindex auf diese Werte würde voraussetzen, dass Wohnfläche und Pkw-Bestand einer Gemeinde weitgehend unabhängig sind von der Kaufkraft. Andernfalls ginge der Kaufkrafteinfluss doppelt in die Berechnung mit ein: Zum einen durch die

gemeindespezifischen Werte und zum anderen durch den Kaufkraftindex. Empirische Ergebnisse zeigen jedoch, dass zumindest im Untersuchungsgebiet allenfalls ein geringer Zusammenhang sowohl zwischen Kaufkraft und Pkw-Bestand als auch zwischen Kaufkraft und Wohnfläche besteht.⁵³ Die Anwendung des bundesspezifischen Kaufkraftindex erscheint daher legitim.

Die durch die Kaufkraftdaten modifizierten Werte für Wohnkapital, Hausratsvermögen und Pkw-Vermögen ergeben sich folglich aus der Multiplikation der jeweiligen Quadratmeterwerte aus Kap. 5.2.1 mit dem Kaufkraftindex (geteilt durch 100). Je nach Ausprägung des Kaufkraftindex des jeweiligen Stimmbezirks kann es hierbei zu einer Reduktion des ursprünglichen Quadratmeterwertes auf minimal 67 % bzw. zu einer Steigerung auf maximal 168 % kommen. Abb. 5.3 stellt beispielhaft die Verteilung des Wohnkapitals in Bremerhaven dar.

Abb. 5.3: Verteilung des Wohnkapitals in Bremerhaven nach Methodik II



Eigene Darstellung

⁵³ Hierfür wurden für die 22 Städte bzw. Gemeinden im infas-Datensatz Korrelationsanalysen zwischen den Größen Kaufkraft pro Einwohner sowie Wohnfläche bzw. Pkw-Bestand durchgeführt. Hierbei konnte kein (Kaufkraft, Wohnfläche) bzw. nur ein schwacher Zusammenhang (Kaufkraft, Pkw-Bestand) festgestellt werden.

5.2.3 Informationen zur Bebauungsstruktur

Bislang wurde die dritte Dimension bei der räumlichen Verteilung der Schadenspotenziale weitestgehend außer Acht gelassen. Zwar konnten in Kap. 5.2.1 über die Einwohnerzahl der Stimmbezirke dicht und damit möglicherweise auch hoch bebaute Wohnviertel identifiziert werden, dies führt in einer zweidimensionalen Betrachtungsweise jedoch zur einer Erhöhung des Schadenspotenzials.

Im Falle einer Überflutung werden allerdings niedriggeschossige Gebäude und die sich darin befindenden Bewohner und Werte zu einem höheren Grad von einer Überflutung geschädigt als Gebäude mit mehreren Geschossen. Ergebnisse von Überflutungssimulationen zeigen, dass es kaum zu Überflutungshöhen $>1,5\text{m}$ kommt (ELSNER ET AL. 2003a, S. 17; ELSNER ET AL. 2003b). Betroffen sind folglich im Wesentlichen die Erdgeschosse von Gebäuden sowie - falls vorhanden - Kellergeschosse. Informationen über die Geschosshöhen der Gebäude im Untersuchungsgebiet könnten demzufolge helfen, das Schadenspotenzial weiter einzugrenzen.

Zwar beinhalten die vorhandenen Geomarketingdaten keine direkten Informationen über die durchschnittliche Geschosshöhe in den Stimmbezirken, wohl aber die Anzahl der Gebäude in einem Stimmbezirk, differenziert nach Gebäudetypen (vgl. Tab. 5.1). Quelle dieser Daten sind nach Auskünften von *infas-Geodaten* Kartierungen.⁵⁴ Die Datenqualität dürfte demzufolge relativ gut sein.

Über die Zuweisung durchschnittlicher Geschosshöhen je Gebäudetyp kann die durchschnittliche Geschosshöhe eines Stimmbezirks zumindest indirekt ermittelt werden. Allerdings sind in der Literatur lediglich Angaben zur Spannweite der Geschosshöhen eines Gebäudetyps zu finden, sodass kein Mittel im statistischen Sinn gebildet werden kann, sondern lediglich eine Art „typische Geschosshöhe“ (vgl. Tab. 5.1):

⁵⁴ Emails von Frau Cavelius, *infas-Geodaten* vom 13.8.2002; 1.9.2002; Fax vom 1.9.2003

Tab. 5.1: Spannweite und abgeschätzte typische Geschossezahlen unterschiedlicher Gebäudetypen

<i>infas-Gebäudetyp</i>	<i>Geschossezahl</i>	<i>Typische Geschossezahl</i>
Ein-/Zweifamilienhäuser	1-2	1,5
Reihen-/Doppelhäuser	1-3	2
Mehrfamilienhäuser	3-5 (6)	4
Wohnblöcke	3-6	4
Terrassenhäuser	3-6	4
Wohnhochhäuser	7-?	9
Bauernhäuser	1-2	1,5
Büro-/Verwaltungsgebäude	1-?	?
Fabriken, Lagergebäude	?	?
Häuser mit unbekanntem Gebäudetyp	?	?

Quellen: Auskünfte infas-Geodaten; Prinz 1999; Albers 1992; Müller & Korda 1999; Schöning & Borchard 1992; Emporis 2003; eigene Zusammenstellung

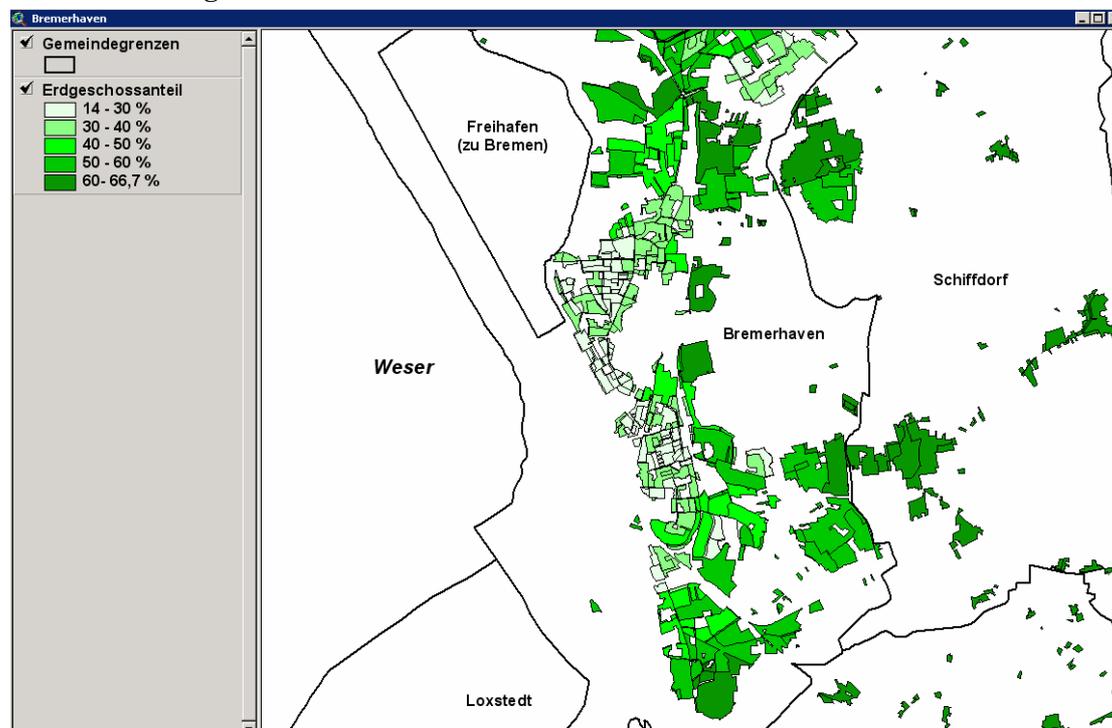
- Ein- und Zweifamilienhäuser sind ein- bis zweigeschossig (vgl. Auskünfte infas-Geodaten; Prinz 1999, S. 188). Als typische Geschossezahl werden 1,5 Geschosse angenommen. Dieser Wert wird auch für Bauernhäuser übernommen.
- Doppel- und Kettenhäuser sind ebenfalls ein- bis zweigeschossig, Reihenhäuser jedoch zumeist zwei- bis dreigeschossig (vgl. ALBERS 1992, S. 176; MÜLLER & KORDA 1999, S. 101; PRINZ 1999, S. 189ff.) Als typische Geschossezahl für diese Kategorie werden deshalb zwei Geschosse angenommen.
- Als Mehrfamilienhäuser werden Gebäude bezeichnet, die zwischen drei und sechs Geschosse aufweisen (Auskünfte *infas-Geodaten*) und einen Eingang haben. SCHÖNING & BORCHARD (1992, S. 39) sprechen von drei bis fünf Geschossen. Davon unterscheidet sich der Typ „Wohnblock“ lediglich darin, dass er mehrere Eingänge hat (Auskünfte *infas-Geodaten*). Auch der Typ „Terrassenhaus“ hat zwischen drei und sechs Geschosse. Als typische Geschossezahl für alle drei Typen werden vier Geschosse angenommen.
- Als Wohnhochhäuser werden in der *infas*-Typologie alle Wohnhäuser mit mindestens sieben Geschossen erfasst (Auskünfte *infas-Geodaten*).⁵⁵ Eine Obergrenze gibt es – zumindest definitorisch – nicht. Bremen weist z. B. laut *infas*-Datensatz 532 Wohnhochhäuser auf, von denen allerdings laut der internetbasierten Gebäudedatenbank *Emporis* (EMPORIS 2004) lediglich 16 15-geschossig oder höher sind. Es wird daher davon ausgegangen, dass die

⁵⁵ Laut BRAAM 1999, S. 264 sind Hochhäuser hingegen „Gebäude mit mehr als acht Geschossen“ und auch laut ALBERS 1992, S. 173 sind Hochhäuser dadurch definiert, „dass der Fußboden des obersten bewohnten Geschosses höher als zweiundzwanzig Meter über dem Boden liegt, was normalerweise vom neunten Geschoss an zutrifft.“

meisten Wohnhochhäuser eher Geschosszahlen im unteren Bereich des Spektrums aufweisen. Es wird daher von einer typischen Geschosszahl von neun Geschossen für Wohnhochhäuser ausgegangen.

Die Anzahl der Wohngeschosse eines Stimmbezirks ergibt sich durch die Multiplikation der so abgeschätzten typischen Geschosszahlen mit der Anzahl der Gebäude des jeweiligen Typs. Teilt man nun die Anzahl der Wohngebäude (die der Anzahl der Erdgeschosse entspricht) durch die Anzahl der Wohngeschosse, erhält man für jeden Stimmbezirk den Anteil der Erdgeschosse an den Gesamtgeschossen. Ein Stimmbezirk, der lediglich Gebäude des Typs „Ein-/Zweifamilienhäuser“ aufweist, hätte dementsprechend einen Erdgeschossanteil von 66,7 %. Abb. 5.4 zeigt die so ermittelten Erdgeschossanteile beispielhaft für die Wohnviertel in Bremerhaven. Durch eine Multiplikation dieses Anteils mit den der Wohnnutzung zuzuordnenden Werten Einwohner, Hausrat und Wohnkapital lässt sich der durch eine Überflutung direkt betroffene Anteil dieser Wertkategorien abschätzen.

Abb. 5.4: Erdgeschossanteile in den Wohnvierteln Bremerhavens



Eigene Darstellung

Die beschriebene Vorgehensweise weist jedoch einige Schwachstellen auf:

- So wird in Ermangelung weiterer Informationen von einer Gleichverteilung der Einwohner und verbundenen Werte auf die so ermittelten Wohngeschosse ausgegangen. Allerdings wurde auch in der bisherigen Methodik von einer Gleichverteilung über die Wohnbaufläche eines Stimmbezirkes ausgegangen.
- Weiterhin ist durch die indirekte Ermittlung der Geschosshöhen über den Gebäudetyp lediglich eine grobe Abschätzung der Anzahl der Geschosse eines Stimmbezirks möglich, die nicht statistisch fundiert ist. Der daraus abgeleitete Anteil der Erdgeschosse und damit der Anteil der direkt betroffenen Einwohner und Werte ist demzufolge ebenfalls als eine grobe Annäherung einzuschätzen.
- Im Falle einer Überflutung wären Kellergeschosse am stärksten betroffen. Ob Kellergeschosse existieren, lässt sich aus den Geomarketingdaten jedoch nicht ableiten. Angesichts der groben Abschätzung der Zahl der Geschosse dürfte dieser Fehler jedoch nicht schwerwiegend sein und sich im Mittel ausgleichen.
- Die Anwendung dieses Anteils bleibt auf eine geringe Anzahl der Wertkategorien beschränkt: Zum einen wäre eine Anwendung auf Wertkategorien wie Pkw, landwirtschaftliche Werte, Freiflächen etc., die nicht oder nur in Ausnahmen in mehrgeschossigen Gebäuden auftreten, sicherlich nicht sinnvoll. Allerdings lassen sich auch für Nicht-Wohngebäude, wie die *infas*-Typen „Fabriken/Lagergebäude“ und „Büro-/Verwaltungsgebäude“, keine Informationen über die Geschosshöhen aus den Daten ableiten. Dies ist insbesondere für Büro-/Verwaltungsgebäude nicht zufriedenstellend, da hier zum einen in hohem Maße von einer Mehrgeschossigkeit auszugehen ist, zum anderen aber auch von einer hohen Heterogenität der Geschosshöhe dieser Gebäude in Abhängigkeit der Lage des Stimmbezirks innerhalb des Siedlungsraums. So wäre vermutlich nur ein Bruchteil der Wertbestände des Dienstleistungssektors in den zumeist mehrgeschossigen Innenstädten betroffen. Dies lässt sich jedoch mittels der Geomarketingdaten nicht quantifizieren.

Die Anwendbarkeit des ermittelten Anteils der Erdgeschosse beschränkt sich also auf die mit Wohngebäuden verbundenen Wertkategorien Einwohner, Hausrat und Wohnkapital, wobei eine Anwendung auf die Kategorie Wohnkapital ebenfalls nur mit Einschränkungen möglich ist: Gebäudeschäden durch Hochwasser lassen sich laut

RAHN (2003, vgl. auch REESE 2003, S. 208) in statisch relevante Schäden, Feuchteschäden und Schadstoffkontaminationen unterteilen. Während Letztere nur die direkt vom Wasser umspülten Gebäudeteile betreffen, können statisch relevante Schäden auch das Gebäude als Ganzes betreffen, d. h. die Schäden sind nicht ausschließlich dem Erdgeschoss zuzuordnen.

Weiterhin wären die bisher für die Bereiche Wohnkapital und Hausrat verwendeten Schadensfunktionen nicht mehr zu nutzen: Diese geben den Schädigungsgrad am gesamten Gebäude bzw. Hausrat wieder und berücksichtigen dementsprechend auch höher gelegene Geschosse, die nicht von der Überflutung betroffen sind. Die getroffene Eingrenzung des Wohnkapitals bzw. des Hausrats auf die im Erdgeschoss lokalisierten Werte greift diesen Schadensfunktionen somit vor. Es bedürfte folglich Schadensfunktionen, die den Schädigungsgrad am in den Erdgeschossen lokalisierten Wohnkapital bzw. Hausrat angeben.

Eine Alternative wäre diesbezüglich, nicht wie oben beschrieben, den Anteil der sich im Erdgeschoss befindenden Werte zu berechnen, sondern gebäudetyp-spezifische Schadensfunktionen zu verwenden. So verwendet REESE (2003, S. 212f.) beispielsweise für das Wohnkapital unterschiedliche Schadensfunktionen für zwei-, viergeschossige und hallenartige Gebäude. Eine solche Vorgehensweise erscheint mittels der Geomarketingdaten prinzipiell möglich: Das Wohnkapital könnte wie oben entsprechend der abgeschätzten Geschosshöhen auf die jeweiligen Gebäudetypen verteilt werden. Auch hier bedürfte es jedoch entsprechend der Gebäudetypen differenzierter Schadensfunktionen, die so bislang nicht existieren.

In Anbetracht der Ermangelung erdgeschossspezifischer Schadensfunktionen wird daher zunächst von einer rechnerischen Reduzierung des Schadenspotenzials mittels der oben dargestellten Erdgeschossanteile abgesehen.

5.2.4 Informationen zur Wirtschaftsstruktur („Firmenzähler“)

Die bisher beschriebenen Weiterentwicklungen der mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse mit Hilfe der Geomarketingdaten beschränken sich auf die Wertkategorien Einwohner sowie Wohnkapital, Hausrats- und Pkw-Vermögen. Davon nicht betroffen sind dagegen die den Wirtschaftsbereichen zuzuordnenden

Wertkategorien, wie das Anlage- und Vorratsvermögen sowie die Bruttowertschöpfung.

Auch hier sind im zur Verfügung stehenden Geomarketingdatensatz jedoch Informationen enthalten, die eventuell eine differenziertere Verortung dieser Werte ermöglichen.

So beinhaltet der sogenannte „Firmenzähler“ von *infas-Geodaten* Angaben

- über die **Anzahl der Betriebe** in einem Stimmbezirk,
- eine **Branchenklassifizierung** dieser Betriebe mit insgesamt 137 Kategorien
- sowie eine Einstufung der Betriebe in **Betriebsgrößenklassen**.

Quelle dieser Daten sind laut INFAS-GEODATEN (2004) eigene Erhebungen. Die Daten dürften demzufolge auf quasi mikroskaligen Informationen beruhen.

Mit Hilfe dieser Informationen erscheint es möglich, die räumliche Verteilung der Wirtschaftsbereiche und der damit verbundenen Werte über die Stimmbezirke abzuschätzen. Damit läge neben der räumlichen Modellierung der Werte über die Flächennutzungskategorien (vgl. Kap. 4.3.2) eine zweite Datengrundlage für die Verortung der Werte innerhalb der Städte bzw. Gemeinden vor.

Ideal wäre es hierbei, wenn wirtschaftsbereichsspezifische Beschäftigtenzahlen pro Stimmbezirk vorlägen. Analog zur Vorgehensweise bei der Abschätzung des Anlagevermögens (vgl. Kap. 4.2.4) könnte so der Wertbestand über diese Hilfsgröße heruntergebrochen werden.

Zwar liegen genaue Beschäftigtenzahlen nicht explizit vor, der jeweilige Anteil eines Stimmbezirks an den Gesamtbeschäftigten einer Gemeinde lässt sich jedoch über die o. g. Informationen zumindest abschätzen.

Hierzu müssen die Ausgangsdaten jedoch zunächst aufbereitet werden:

- Zum einen müssen die insgesamt 137 Branchen aus den *infas*-Daten den Wirtschaftsbereichen zugeordnet werden. Dies ist insofern z. T. problematisch, da sich die Branchenklassifikation von *infas-Geodaten* nicht an der amtlichen Wirtschaftszweigklassifikation orientiert. Zudem ist die Branchenklassifikation von *infas-Geodaten* teilweise nicht eindeutig, d. h. es werden mehrere Hierarchieebenen nebeneinander gestellt. So treten neben recht spezifischen Branchenbezeichnungen wie „Friseursalons“ umfassendere wie z. B.

„Dienstleistung“ auf. Der Bezeichnung nach müsste letztere Branche erstere umfassen, dies ist jedoch nicht der Fall. Trotzdem wird anhand der Bezeichnungen der Branchen sowie der Wirtschaftszweigklassifikation (WZ 93; STABA 1999b) eine Zuordnung vorgenommen (vgl. Anhang 2).⁵⁶ In einigen Fällen ist keine eindeutige Zuordnung möglich. Die entsprechenden Branchen bzw. Betriebe werden dann zur Hälfte unterschiedlichen Wirtschaftsbereichen zugeordnet.

- Zum anderen wird der Versuch unternommen, die Beschäftigtenzahl eines Betriebes aus der angegebenen Betriebsgrößenklasse abzuschätzen. In den Infas-Daten werden die Betriebe in die Größenklassen
 - klein (bis 10 Beschäftigte)
 - mittel (10 bis 100 Beschäftigte) und
 - groß (über 100 Beschäftigte)

unterteilt. Die durchschnittliche Beschäftigtenzahl dieser Größenklassen wird aus der Arbeitsstättenzählung von 1987 (StaBA 1987) hergeleitet.⁵⁷ Demnach verfügt ein bundesdurchschnittlicher Kleinbetrieb im Mittel über 3, ein mittlerer Betrieb über 24,3 und ein Großbetrieb über 337,4 Beschäftigte.

Die Beschäftigtenzahl der jeweiligen Wirtschaftsbereiche innerhalb eines Stimmbezirkes ergibt sich folglich aus der Addition der Betriebe, die diesem Wirtschaftsbereich zugeordnet werden können, multipliziert mit der ermittelten durchschnittlichen Beschäftigtenzahl der jeweiligen Betriebsgrößenklasse.

Aufgrund der möglichen Streuung der Beschäftigtenzahl innerhalb einer Betriebsgrößenklasse kann diese Vorgehensweise nur eine grobe Abschätzung der tatsächlichen Beschäftigtenzahl darstellen, erscheint jedoch zumindest geeignet, Branchenkonzentrationen innerhalb der Städte bzw. Gemeinden zu lokalisieren.

Zu diesem Zweck wird der Anteil jedes Stimmbezirks an den Gesamtbeschäftigten eines Wirtschaftsbereiches der jeweiligen Stadt/Gemeinde berechnet. Dazu werden

⁵⁶ Der Wirtschaftsbereich Produzierendes Gewerbe wird hierbei im Gegensatz zur bisherigen Methodik für das gesamte Untersuchungsgebiet als Ganzes betrachtet, da eine Differenzierung in die Unterbereiche aufgrund der statistischen Datenlage nicht für alle Städte und Gemeinden möglich ist.

⁵⁷ Diese Quelle stellt die letzte amtliche Vollerhebung zur Beschäftigtenzahl dar. Da für die anschließenden Berechnungen nicht die absolute Zahl, sondern vielmehr das Verhältnis zwischen den Betriebsgrößenklassen relevant ist, erscheint die Verwendung dieser alten Zahlen jedoch vertretbar.

die aufsummierten Beschäftigtenzahlen der Stimmbezirke einer Stadt/Gemeinde verwendet.

Dieser Anteil wird nun verwendet, um die Werte eines Wirtschaftsbereichs auf die Stimmbezirke zu verteilen. Hierbei liegt wiederum die vereinfachende Annahme zugrunde, dass auf jeden Beschäftigten eines Wirtschaftsbereichs der gleiche Betrag an Anlage-, Vorratsvermögen und Wertschöpfung entfällt. Die jeweiligen Gesamtwerte einer Stadt bzw. Gemeinde werden aus der bisherigen Methodik übernommen (vgl. Kap. 4.2.11; Tab. 4.6-11).

Während also nach der bisherigen Methodik lediglich der Wertbestand der Wirtschaftsbereiche auf Stadt- bzw. Gemeindeebene vorlag, ermöglichen oben beschriebene Berechnungen den Wertbestand jedes Stimmbezirkes abzuschätzen.

Gleichwohl erscheint auch hier eine Gleichverteilung der Werte über die Fläche eines Stimmbezirkes nicht realitätsnah. Deshalb soll auch hier zusätzlich eine **räumliche Modellierung** der Werte auf entsprechende Flächennutzungen erfolgen.

Hierbei erscheint es zunächst naheliegend, den gleichen Zuordnungsschlüssel wie in der bisherigen Methodik zu verwenden (vgl. Tab. 4.12).

Schon bei der Umsetzung für die ersten beiden Wirtschaftsbereiche (Land- und Forstwirtschaft, Fischerei sowie Produzierendes Gewerbe) treten jedoch massive Probleme auf:

Nicht alle Stimmbezirke, die laut der *infas*-Daten Betriebe und damit gemäß obiger Berechnung auch Werte dieser Wirtschaftsbereiche aufweisen, beinhalten Flächen der ATKIS-Objektarten, die diesen Wirtschaftsbereichen zugewiesen sind. Die entsprechenden Werte könnten demzufolge in diesen Stimmbezirken nicht verortet werden, was zu einer Nichtberücksichtigung eines erheblichen Teils des jeweiligen Wertbestandes führen würde.⁵⁸

Geht man davon aus, dass die Daten des Firmenzählers von *infas-Geodaten* bezüglich Anzahl und Branchenzugehörigkeit der Betriebe keine schwerwiegenden Fehler aufweisen, was hier letztlich nicht überprüft werden kann, so stellen diese Ergebnisse die bisherige Zuordnung der Wirtschaftsbereiche zu den Flächennutzungskategorien

⁵⁸ So blieben beim Nettoanlagevermögen des Produzierenden Gewerbes immerhin 19,4 %, beim Nettoanlagevermögen der Landwirtschaft sogar 27,7 % der Werte im Untersuchungsgebiet nicht berücksichtigt.

erheblich in Frage: Offenbar treten Betriebe der betreffenden Wirtschaftsbereiche in höherem Maße als bislang angenommen auch außerhalb dieser Flächen auf.

Aus diesem Grund wird von der bisherigen wirtschaftsbereichsspezifischen Zuordnung abgewichen und stattdessen eine wesentlich weiter gefasste Auswahl an relevanten Flächennutzungen für alle Wirtschaftsbereiche getroffen (vgl. Tab. 5.2).

Tab. 5.2: Modifizierte Zuordnung der Wirtschaftsbereiche zu der ATKIS-Nutzungsklassifikation

<i>Wertkategorie/Wirtschaftsbereich</i>	<i>Zugeordnete ATKIS-Objektarten</i>
Wirtschaftstätigkeit und verbundene Werte	
Alle Wirtschaftsbereiche ^x (NAV, VV, BWS)	2112 Industrie- und Gewerbefläche 2113 Fläche gemischter Nutzung 2114 Fläche besonderer funktionaler Prägung 2201 Sportanlage 3301 Flughafen 3501 Bahnhofsanlage (z. T. auch: 2111 Wohnbaufläche)

^x ausgenommen hiervon sind das Viehvermögen sowie die Bruttowertschöpfung des Wirtschaftsbereichs Land- und Forstwirtschaft, Fischerei, bei denen die Verortung wie bisher erfolgt.

NAV: Nettoanlagevermögen; VV: Vorratsvermögen; BWS: Bruttowertschöpfung Eigene Darstellung

Ausgangspunkt für diese Auswahl ist die Annahme, dass sich die Werte aller Wirtschaftsbereiche (mit Ausnahme des Viehvermögens sowie der land- und forstwirtschaftlichen Wertschöpfung) auf Siedlungsflächen konzentrieren. Es werden daher alle Objektarten selektiert, die diese Siedlungsflächen charakterisieren. Ausgenommen bleiben dabei zunächst die Wohnbauflächen, da diese „ausschließlich oder vorwiegend dem Wohnen“ (ADV 2002) dienen und dementsprechend nur in geringem Maße eine wirtschaftliche Nutzung zu erwarten ist. Zudem sind diese Flächen bereits mit anderen Wertkategorien belegt worden (vgl. Kap. 5.2.2).

Im Gegensatz zur bisherigen Vorgehensweise ermöglicht diese Zuordnung keine differenzierte Verortung der unterschiedlichen Wirtschaftsbereiche innerhalb der Siedlungsflächen. Da jedoch bereits mit der Verteilung der Werte der Wirtschaftsbereiche auf die Stimmbezirke mit Hilfe der Geomarketingdaten mögliche Unterschiede in deren räumlicher Verteilung identifiziert werden konnten, erscheint dieses Vorgehen akzeptabel.

Auch bei der Umsetzung dieser modifizierten räumlichen Modellierung tritt jedoch wiederum das o. g. Problem auf, wenn auch in erheblich geringerem Maße:

- Weiterhin enthalten mehrere Stimmbezirke, die mit Werten belegt sind, keine der oben genannten Flächennutzungen.
- In anderen Stimmbezirken sind diese Flächen nur sehr klein (<1.000 qm), sodass es hier durch die räumliche Modellierung zu extrem hohen Wertkonzentrationen käme.

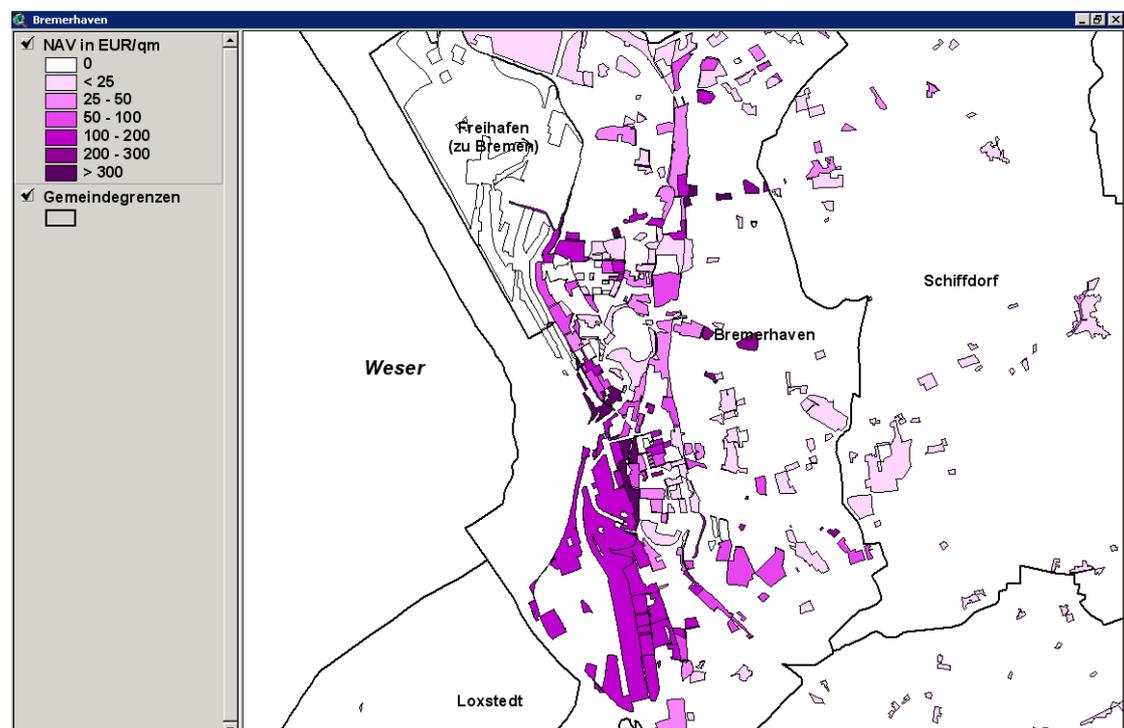
Für die hiervon betroffenen Stimmbezirke wird die ATKIS-Objektart „Wohnbauflächen“ zusätzlich in den Modellierungsschlüssel mit aufgenommen. Zwar ist hier im Vergleich zu den anderen Siedlungsflächen eine geringere Wertkonzentration zu erwarten, gleichwohl ist hier laut ATKIS-OK auch das Vorkommen „der Versorgung der Fläche dienender Läden, nichtstörender Handwerksbetriebe, Einrichtungen für kirchliche, kulturelle, soziale und gesundheitliche Zwecke“ möglich (ADV 2002).

Ein Stimmbezirk mit Wertbestand (eine Schrebergartenkolonie) weist auch nach dieser zweiten Modifizierung der räumlichen Modellierung keine der genannten Flächen auf. Die entsprechenden Werte werden in diesem Fall auf die gesamte Fläche des Stimmbezirks verteilt.

Es existieren folglich drei verschiedene Varianten der Wertverteilung in den Stimmbezirken: Im Großteil der Stimmbezirke werden die Werte auf die o. g. Siedlungsflächen ohne Wohnbauflächen verortet, bei einigen Stimmbezirken auf die gesamten Siedlungsflächen (inklusive Wohnbauflächen) und bei einem Stimmbezirk auf die gesamte Fläche. Dies bedeutet, dass beispielsweise die Wohnbauflächen in den Stimmbezirken des erstgenannten Typs, in denen sicherlich ebenfalls einzelne Betriebe auftreten, verglichen mit den Wohnbauflächen des zweiten Typs unterbewertet sind. Dafür kommt es in beim ersten Typ zu keiner Doppelbelegung der Wohnbauflächen mit Werten und außerdem wird hier berücksichtigt, dass andere Siedlungsflächen höhere Firmen- und Wertkonzentrationen aufweisen als Wohnbauflächen.

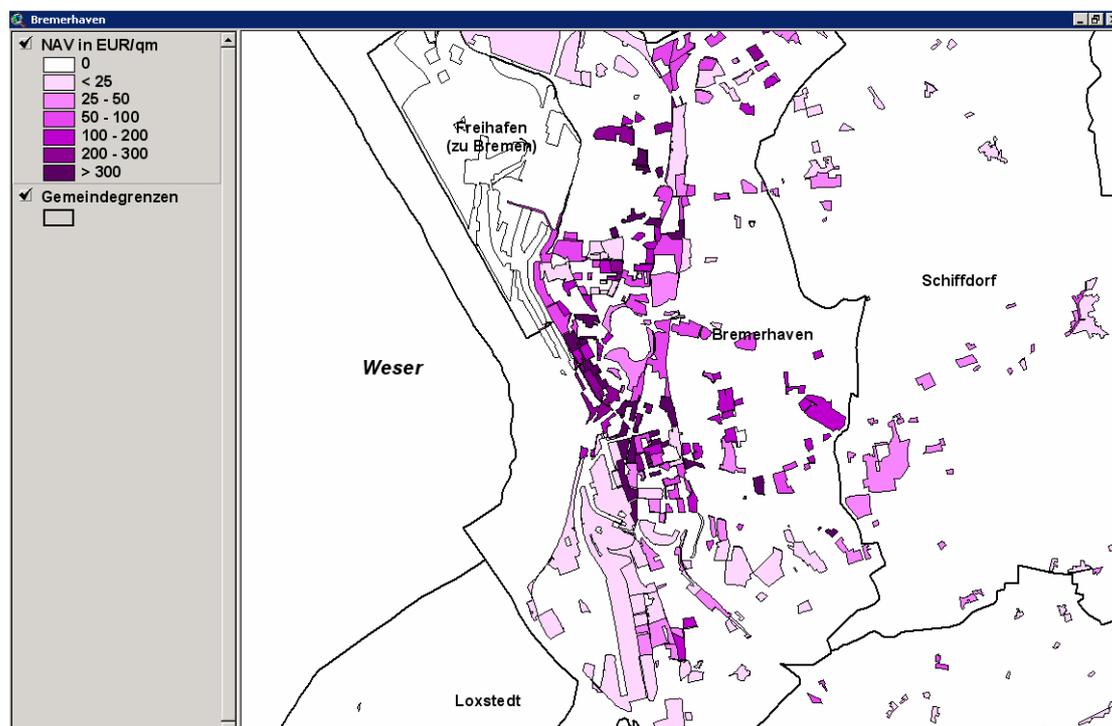
In den Abb. 5.5 und 5.6 wird die räumliche Verteilung der Werte innerhalb Bremerhavens exemplarisch für das Nettoanlagevermögen der Wirtschaftsbereiche Produzierendes Gewerbe und Öffentliche und Private Dienstleister dargestellt. Bei einem Vergleich wird deutlich, dass trotz der gleichen Flächenauswahl Unterschiede in der räumlichen Verteilung der Werte der Wirtschaftsbereiche dargestellt werden können: Während beim Produzierenden Gewerbe Wertkonzentrationen vor allem in den Industrie- und Gewerbegebieten Bremerhavens auftreten, konzentrieren sich die Werte der öffentlichen und privaten Dienstleister in der Innenstadt sowie auf Flächen, die Krankenhäuser, Schulen oder Sportstadien beinhalten. Zumindest von der Tendenz erscheinen die Ergebnisse der räumlichen Modellierung somit plausibel und realitätsnah.

Abb. 5.5: Verteilung des NAV des Produzierenden Gewerbes in Bremerhaven nach Methodik II



Eigene Darstellung

Abb. 5.6: Verteilung des NAV der öffentlichen und privaten Dienstleister in Bremerhaven nach Methodik II



Eigene Darstellung

5.3 Gesamtergebnisse

Die in diesem Kapitel beschriebene, weiterentwickelte Schadenspotenzialanalyse ermöglicht eine modifizierte und möglicherweise verbesserte Abschätzung der räumlichen Verteilung der Wertkategorien Wohnkapital, Hausrat, Pkw-Vermögen sowie der Werte der Wirtschaftsbereiche und nicht zuletzt des wichtigsten Schutzgutes, der Bevölkerung. Bei den Wertkategorien Infrastruktur (Straßen, Bahnlinien, Öffentliche Freiflächen), Bodenwerte, Viehvermögen sowie der Bruttowertschöpfung des Wirtschaftsbereichs Land-, Forstwirtschaft und Fischerei wird hingegen keine Möglichkeit gesehen, deren räumliche Modellierung mit Hilfe der Geomarketingdaten entscheidend zu verbessern. Für diese Wertkategorien werden die Ergebnisse der Schadenspotenzialanalyse nach der bisherigen Methodik übernommen.

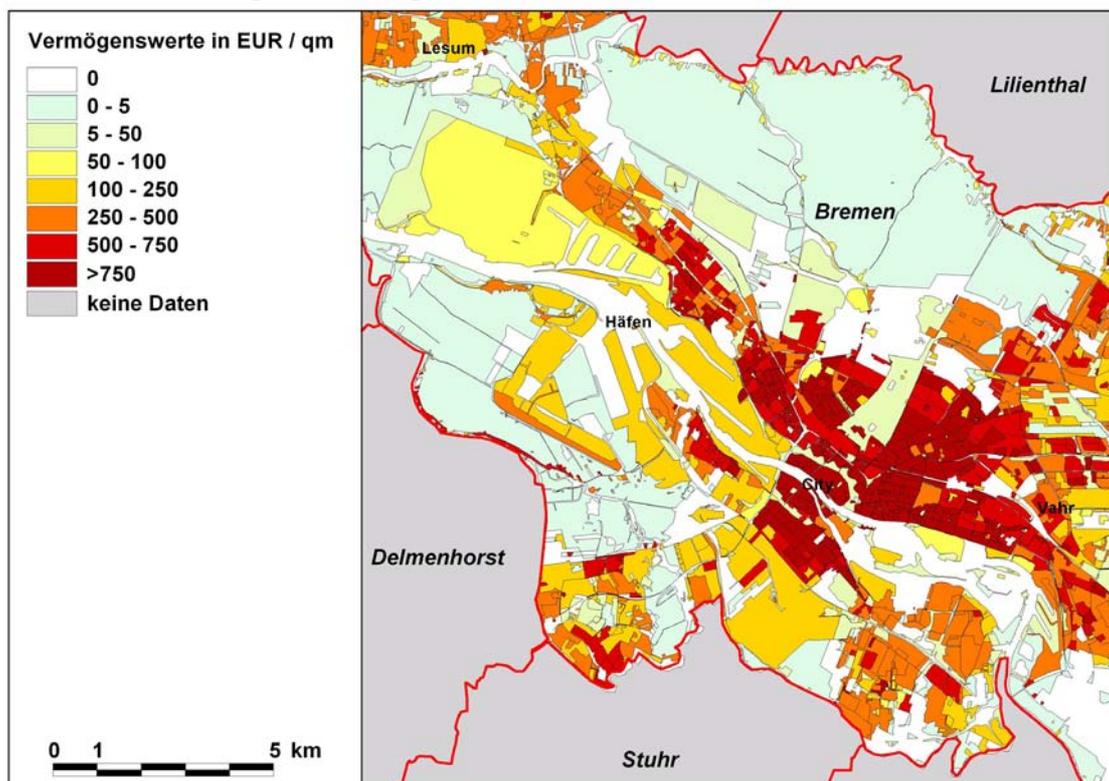
Ebenso wie bei der bisherigen Methodik (vgl. Kap. 4.3.5) können die einzelnen Wertkategorien, die bislang als einzelne ArcView-Themen vorliegen, im GIS zu

einem Thema (einer Ebene) verschnitten werden. Auf diese Weise wird es möglich, die einzelnen Wertkategorien miteinander aufzuaddieren.

Die Abb. 5.7-10 zeigen analog zu den Abb. 4.5-10 die räumliche Verteilung der Vermögenswerte in den Teilregionen des Untersuchungsgebiets.

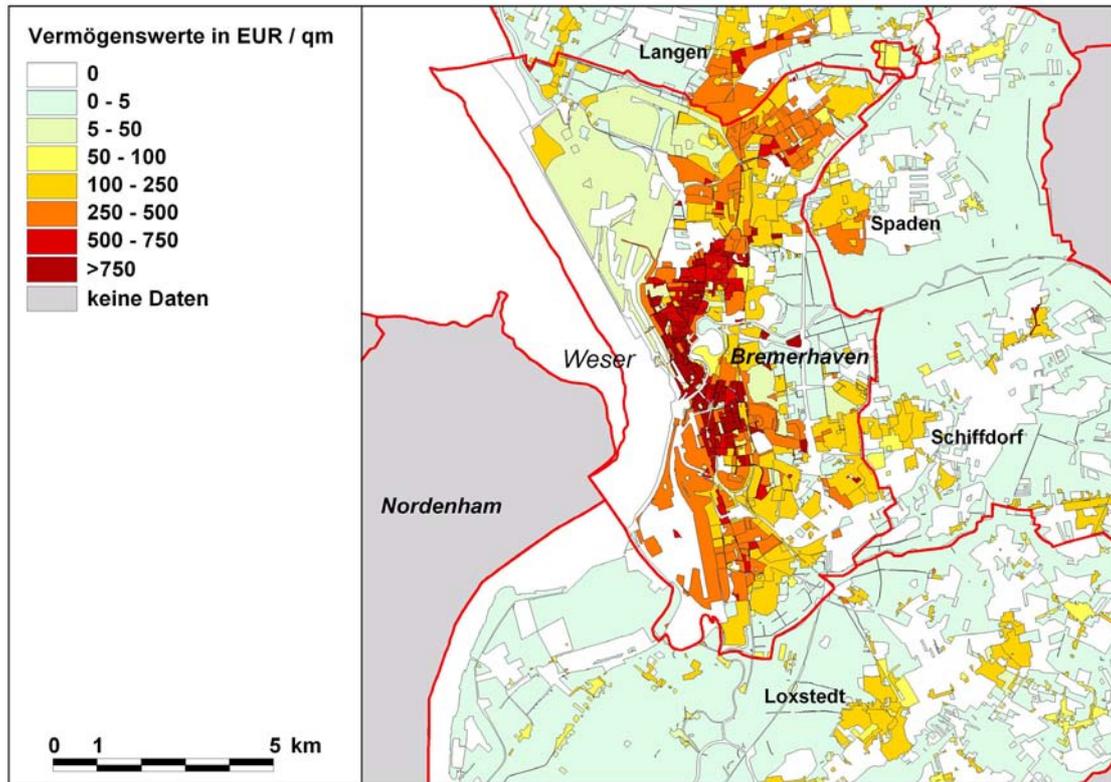
Ein Vergleich dieser Ergebnisse mit denen aus der ersten Methodik sowie eine Fehlerdiskussion und Bewertung der Ansätze soll im folgenden Kapitel erfolgen.

Abb. 5.7: Verteilung der Vermögenswerte in Bremen (Zentrum) nach Methodik II



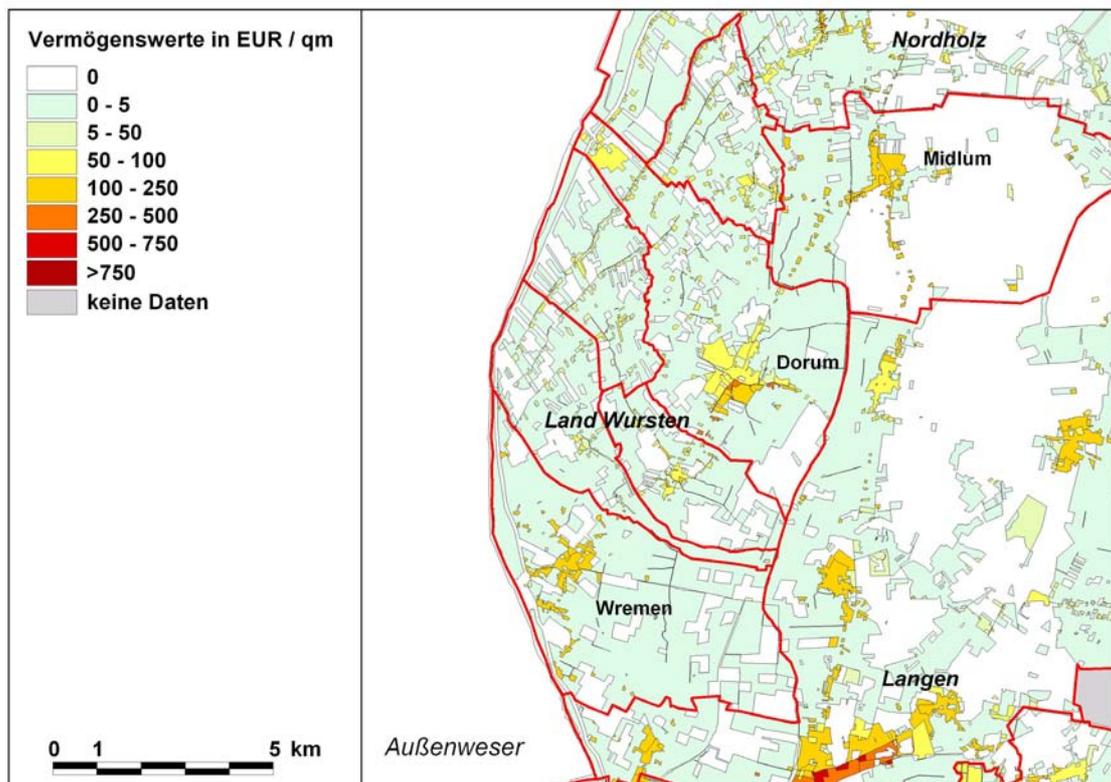
Eigene Darstellung

Abb. 5.8: Verteilung der Vermögenswerte in Bremerhaven nach Methodik II



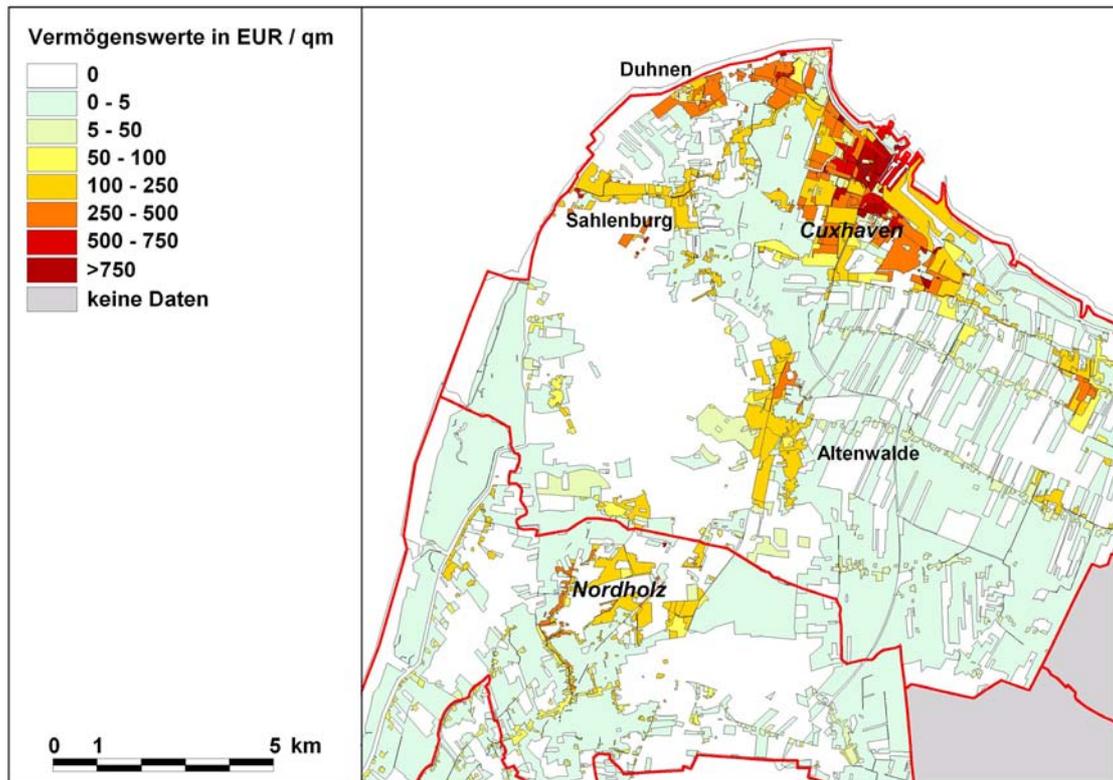
Eigene Darstellung

Abb. 5.9: Verteilung der Vermögenswerte an der Wurster Küste nach Methodik II



Eigene Darstellung

Abb. 5.10: Verteilung der Vermögenswerte in Cuxhaven nach Methodik II



6 Vergleich und Bewertung der durchgeführten Ansätze

In den Kap. 4 und 5 wurden zwei unterschiedliche Verfahren der mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse entwickelt und für ein z. T. deckungsgleiches Gebiet durchgeführt. Dementsprechend liegen zwei unterschiedliche Ergebnisse bzgl. der räumlichen Verteilung der Schadenspotenziale für die Region Bremen/Bremerhaven/Cuxhaven vor. Schwächen der ersten Methodik wurden bereits in Kap. 4 diskutiert. Ziel der Weiterentwicklung dieser Methodik zu Methodik II (vgl. Kap. 5) sollte es sein, zumindest einige der identifizierten Fehlerquellen zu reduzieren und so die Genauigkeit der Schadenspotenzialanalyse zu verbessern. Innerhalb dieses Kapitels sollen nun die Ergebnisse beider Methoden verglichen und dabei insbesondere überprüft werden, ob durch die Weiterentwicklung (Methodik II, vgl. Kap. 5) die erwarteten Verbesserungen gegenüber der ersten Methodik (vgl. Kap. 4) realisiert werden konnten.

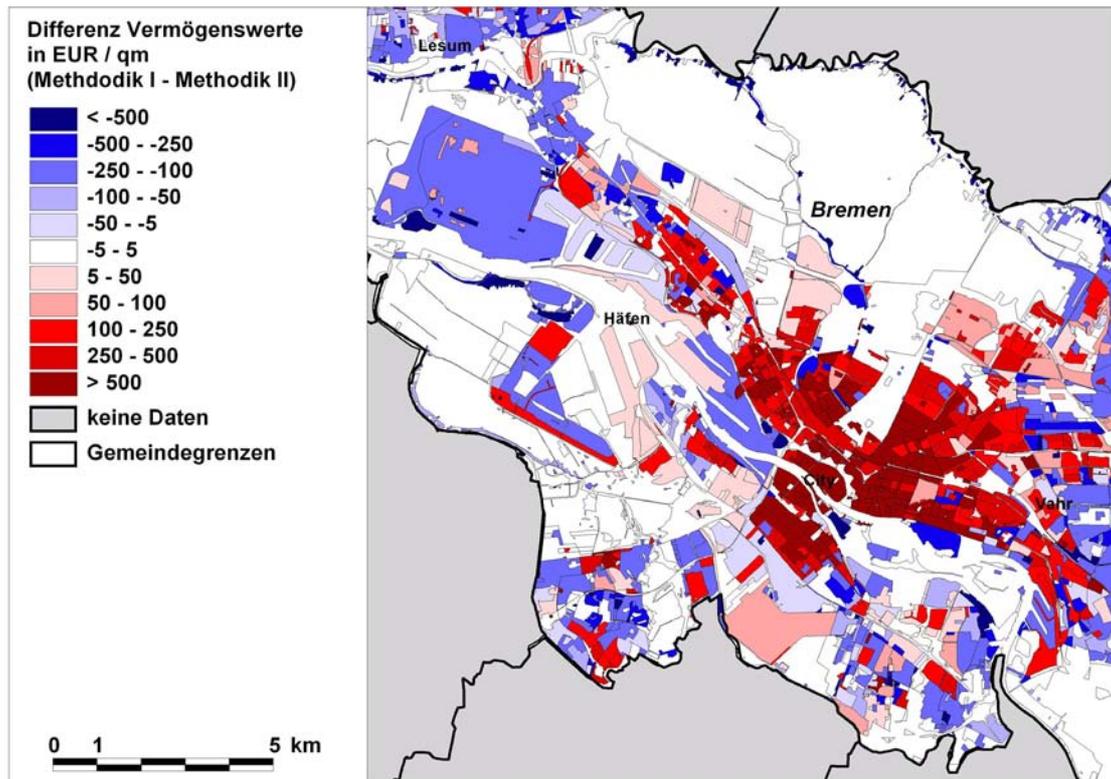
In einem kurzen Exkurs soll zudem anhand eines exemplarischen Beispiels verdeutlicht werden, wie sich diese Veränderungen innerhalb der Methodik der Schadenspotenzialanalyse auch auf die Ergebnisse einer Ex-ante-Schadensanalyse auswirken können.

Daran anschließend erfolgt eine zusammenfassende Bewertung der beiden durchgeführten Methoden. Hierbei werden auch verbleibende Schwachstellen der weiterentwickelten Methodik diskutiert. Zudem soll neben der Genauigkeit der Ergebnisse der beiden Methoden auch der Aufwand bei deren Umsetzung in den Blickpunkt gerückt werden, um eine Einschätzung hinsichtlich ihrer Effizienz zu ermöglichen.

6.1 Vergleich der Ergebnisse

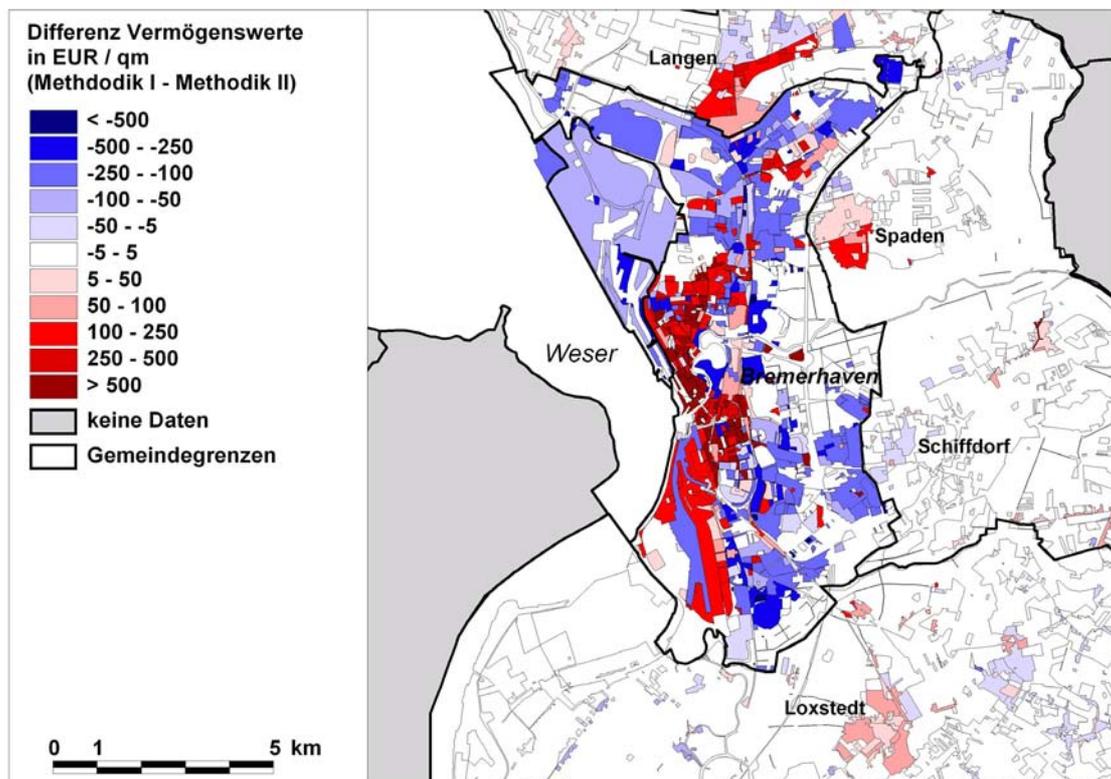
Sowohl in Kap. 4 als auch in Kap. 5 wurden mit der räumlichen Verteilung der Vermögenswerte wesentliche zusammengefasste Ergebnisse der jeweiligen Schadenspotenzialanalyse kartographisch dargestellt (vgl. Abb. 4.6-11 sowie Abb. 5.7-10). Bereits aus den genannten Abbildungen lassen sich Unterschiede in den Ergebnissen ablesen; diese sollen jedoch im Folgenden noch deutlicher visualisiert werden. In den Abb. 6.1-4 werden daher die absoluten Veränderungen der Ergebnisse von Methodik II gegenüber Methodik I als Differenz dargestellt.

Abb. 6.1: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Bremen)



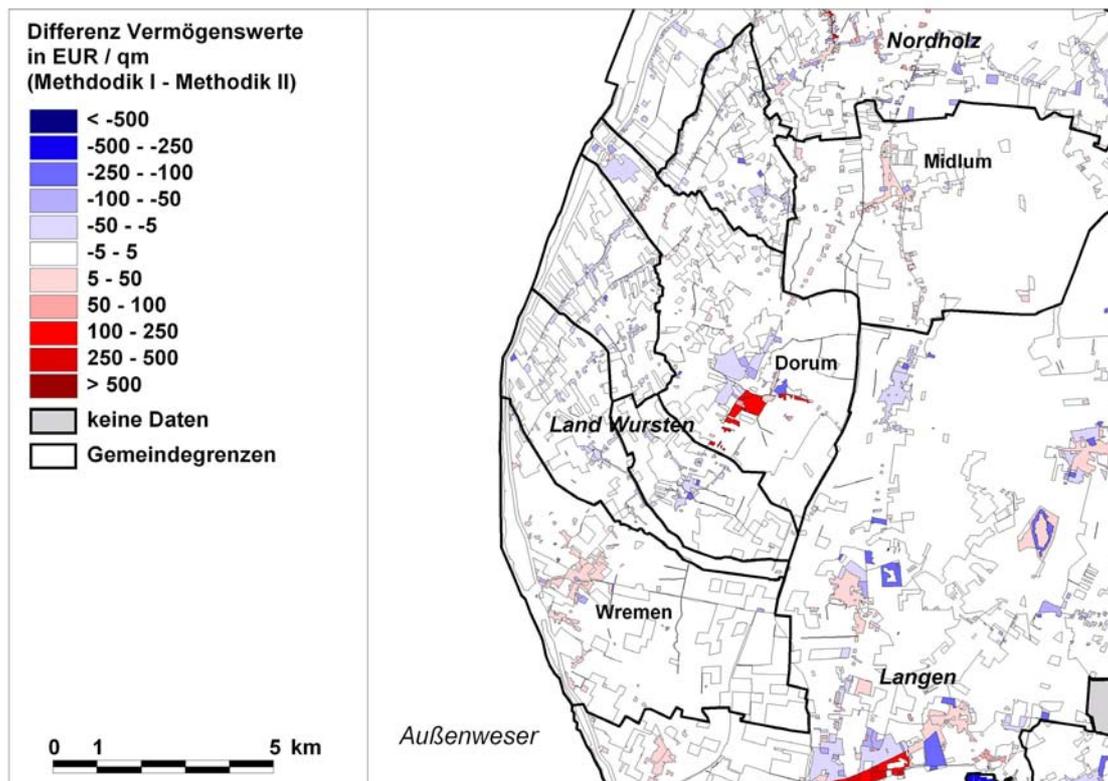
Eigene Darstellung

Abb. 6.2: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Bremerhaven)



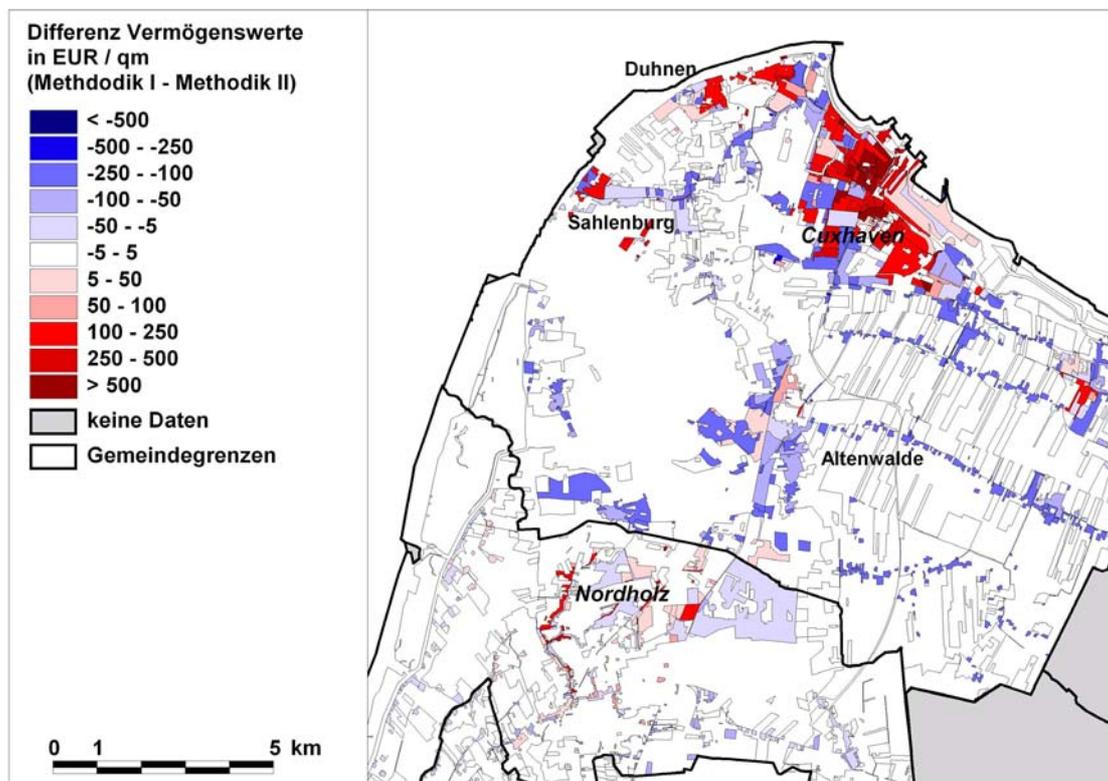
Eigene Darstellung

Abb. 6.3: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Land Wursten)



Eigene Darstellung

Abb. 6.4: Absolute Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Cuxhaven)



Eigene Darstellung

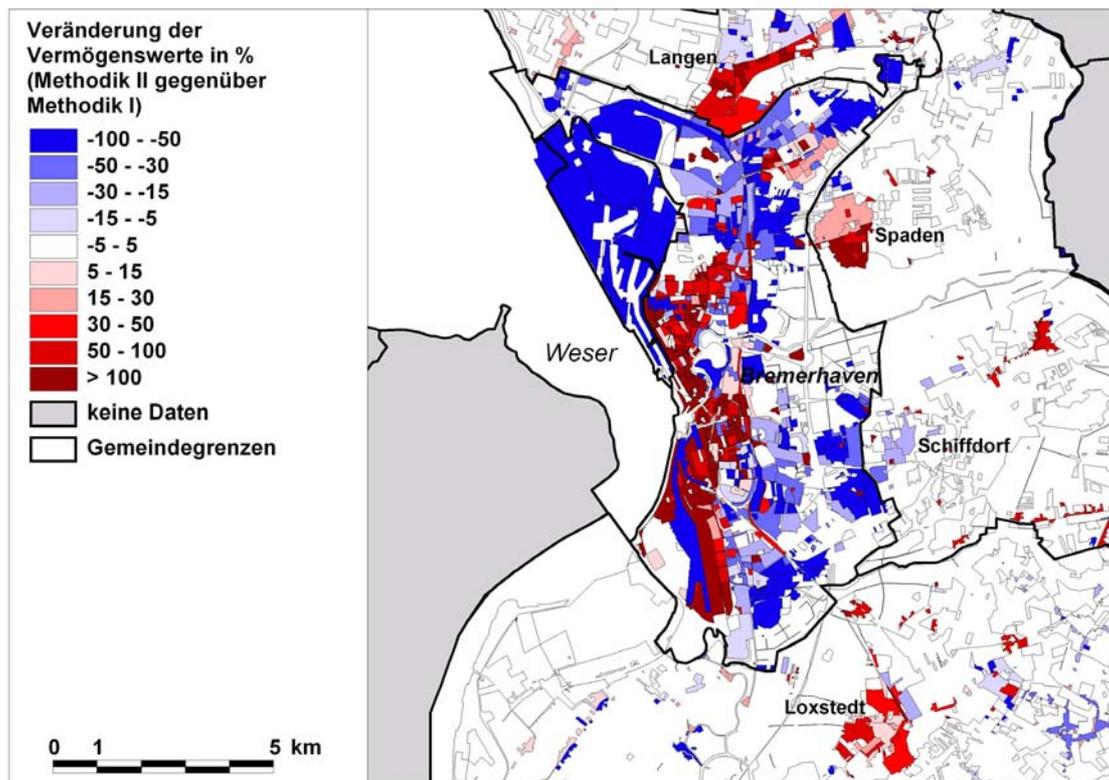
Deutlich wird zunächst, dass die Veränderungen in den Ergebnissen vor allem die Siedlungsbereiche betreffen: Dies ist darauf zurückzuführen, dass sich hier die von der Modifikation der Methodik betroffenen Wertkategorien konzentrieren. Die Wertkategorien, die auf Freiflächen verortet werden, wie Viehvermögen und öffentliche Freiflächen, werden in beiden Vorgehensweisen gleich behandelt.

Innerhalb der Siedlungsbereiche lassen sich jedoch z. T. erhebliche Differenzen in den Ergebnissen von Methodik II gegenüber Methodik I feststellen: Zahlreiche Flächen werden bedeutend höher bewertet, andere ebenso beträchtlich niedriger. Die Differenzen in Vermögenswerten pro qm betragen dabei teilweise weit über 100 EUR/qm.

Die betragsmäßig größten Umverteilungen sind dabei in den städtischen Siedlungsbereichen zu beobachten: Hier werden vor allem die Innenstädte sowie einige Industrie- und Gewerbegebiete erheblich höher bewertet. Ebenfalls deutliche Zuwächse weisen die am Stadtrand Bremerhavens gelegenen Siedlungen der Nachbargemeinden und -städte auf. Vergleichsweise geringe Unterschiede hingegen sind, sicherlich auch bedingt durch den insgesamt geringeren Wertbestand, in den eher ländlichen Siedlungen zu beobachten (vgl. z. B. Abb. 6.3).

Um diese bislang deskriptive Darstellung der Veränderungen näher zu erläutern und auf ihre Plausibilität zu überprüfen, erscheint es notwendig, zum einen auch die relativen Veränderungen darzustellen, zum anderen einen Blick auf die Veränderungen einzelner Wertkategorien zu werfen. Da eine kartographische Darstellung dieser einzelnen Aspekte für alle Teilregionen des Untersuchungsgebiets schnell zu umfangreich würde, beschränkt sich diese im Folgenden auf den Raum Bremerhaven. Die Ergebnisse aus den anderen Teilregionen fließen jedoch in die Beschreibungen mit ein.

Abb. 6.5 stellt zunächst die relative Veränderung der Vermögenswertkonzentration von Methodik II gegenüber Methodik I dar.

Abb. 6.5: Relative Veränderungen der Verteilung der Vermögenswerte (Bremerhaven)

Die Klasse >100% beinhaltet zudem die Flächen, deren Wertzuwachs sich nicht prozentual wiedergeben lässt (Wertbestand bei Methodik I = 0 EUR/qm)

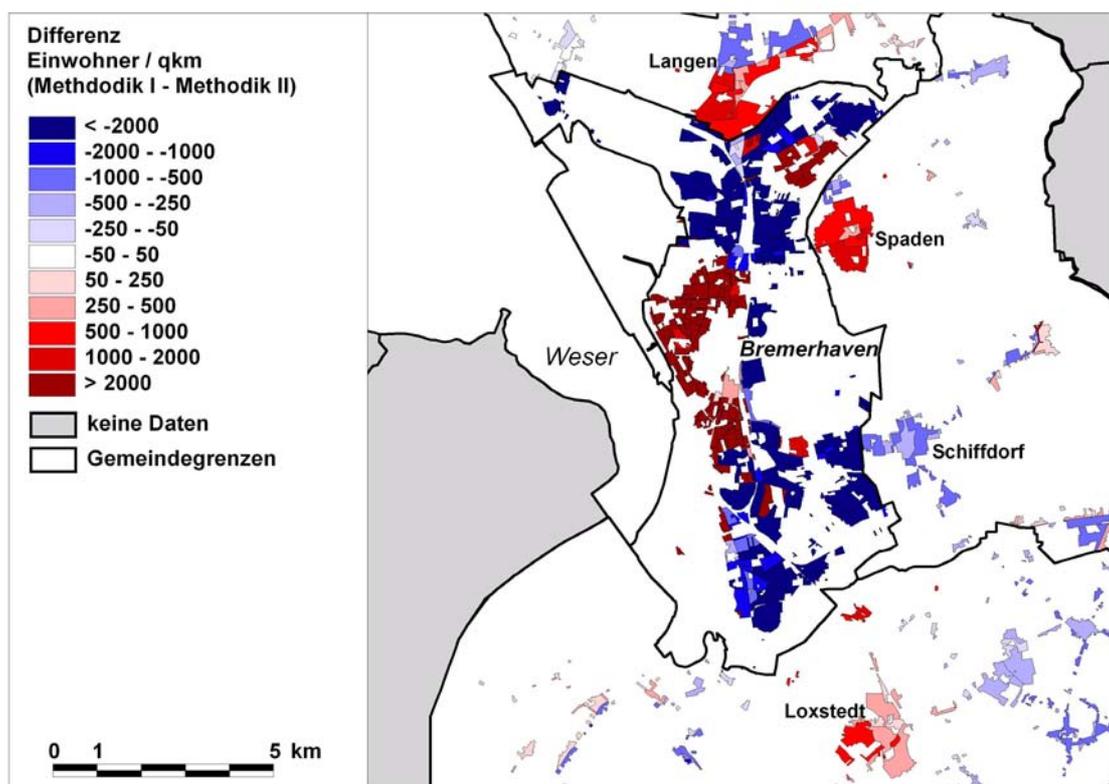
Eigene Darstellung

Auch hier sind die größten prozentualen Veränderungen in den städtisch geprägten Siedlungsbereichen festzustellen: So weisen Innenstädte sowie einige Industrie- und Gewerbegebiete Wertsteigerungen von über 100 % auf. Bei Wohnvierteln mit geringer Bebauungsdichte, aber auch einigen Industrie- und Gewerbeflächen reduziert sich nach Methodik II hingegen der Wertbestand auf weniger als die Hälfte. Auch bei ländlichen Siedlungen werden nach dieser relativen Betrachtungsweise z. T. größere Umverteilungen deutlich. Insgesamt fallen diese jedoch geringer aus als im städtisch geprägten Bereich. Die in Kap. 5.2.1 formulierte Annahme, dass sich die Integration der Geomarketingdaten vor allem auf die Wertverteilung in den Städten auswirkt, scheint damit zuzutreffen.

Im Folgenden sollen die Veränderungen in der Verteilung einzelner Wertkategorien dokumentiert werden. Die kartographische Darstellung beschränkt sich hier auf absolute Veränderungen; relative Veränderungen werden jedoch bei der Beurteilung mit berücksichtigt.

Abb. 6.6 stellt die Differenz bei der räumlichen Modellierung der **Einwohner** innerhalb der Stadt Bremerhaven sowie einiger Umlandgemeinden dar (vgl. auch Abb. 4.3 und 5.2). Die Bevölkerung geht zwar nicht in die oben dargestellten Vermögenswerte mit ein, eine gesonderte Betrachtung dieser Wertkategorie erscheint jedoch erforderlich: Zum einen stellt diese das wichtigste Schutzgut dar, weswegen eine möglichst genaue räumliche Modellierung der Einwohner von besonderer Bedeutung ist, zum anderen orientiert sich auch die Verteilung der Wertkategorien Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen wesentlich an der Einwohnerverteilung.

Abb. 6.6: Absolute Veränderungen der Verteilung der Einwohner (Bremerhaven)



Eigene Darstellung

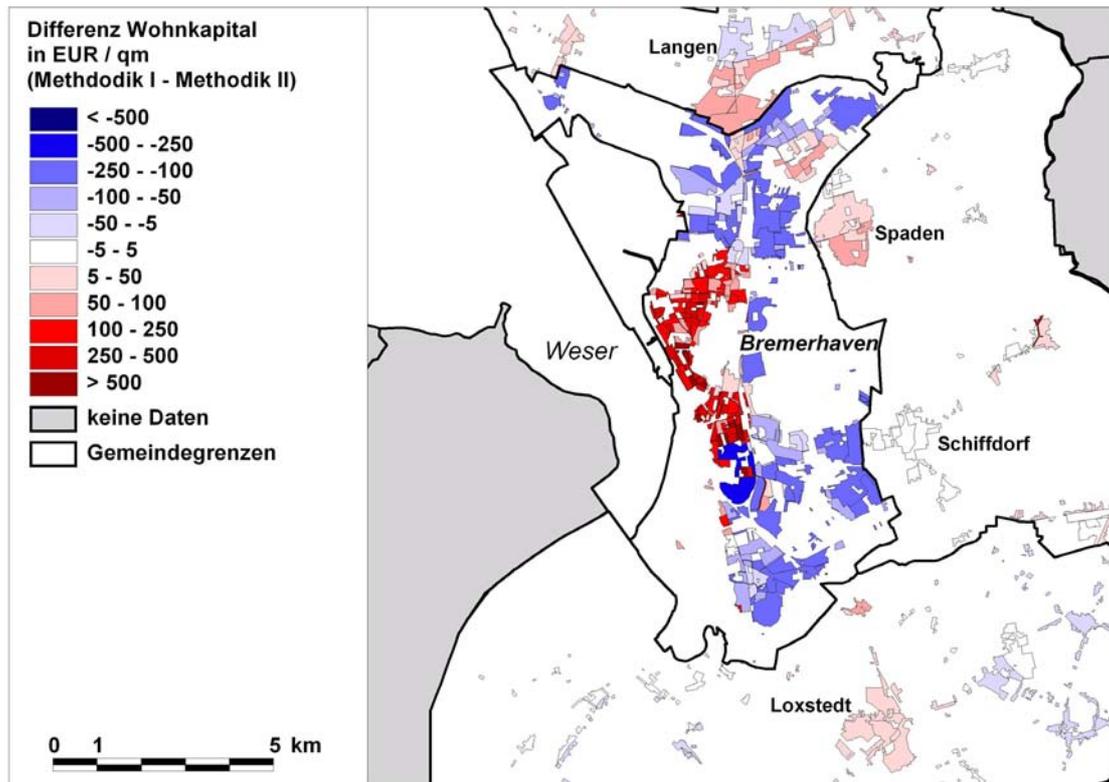
Auch hier wird sowohl bei absoluter (Abb. 6.6) als auch relativer Betrachtungsweise eine besonders starke Umverteilung in den größeren Städten deutlich: In den dicht bebauten Innenstädten und innenstadtnahen Wohngebieten sowie Großwohnsiedlungen von Bremen, Bremerhaven und Cuxhaven erhöht sich die Einwohnerdichte nach Methodik II größtenteils um über 2.000 Einwohner pro qkm. Gleichzeitig nimmt diese in den zumeist eher peripher gelegenen Wohngebieten mit einer geringeren Bebauungsdichte um zumeist über 1.000 Einwohner pro qkm ab.

Die Veränderungen in den eher ländlichen Städten und Gemeinden fallen dagegen geringer aus: Hier sind insbesondere bei einigen Siedlungen am Stadtrand Bremerhavens deutliche Zuwächse festzustellen.

Diese Ergebnisse sind als deutliche Verbesserung durch Methodik II gegenüber Methodik I einzustufen: Es ist gelungen, der Heterogenität der Bevölkerungsdichte innerhalb der Städte gerecht zu werden. Die Umverteilung hin zu Wohnvierteln mit offensichtlich hoher Bebauungsdichte ist plausibel und entspricht den in Kap. 5.2.1 formulierten Erwartungen. Zudem sind die der räumlichen Modellierung zugrundeliegenden Einwohnerzahlen der Stimmbezirke aus den Geomarketingdaten als recht gesicherte Datenquelle einzustufen (vgl. Kap. 5.2.1).

In Abb. 6.7 wird die absolute Veränderung bei der räumlichen Verteilung des **Wohnkapitals** dargestellt. Die relativen Veränderungen entsprechen bei dieser Wertkategorie denen der Wertkategorien Hausrat und Pkw-Vermögen. Die Veränderungen des Wohnkapitals als betragsmäßig größte dieser drei Wertkategorien kann also stellvertretend für die Veränderungen beim Hausrats- und Pkw-Vermögen betrachtet werden.

Zunächst wird deutlich, dass das Wohnkapital stark ähnliche Umverteilungsmuster aufweist wie die Bevölkerung (vgl. Abb. 6.6). Dies ist insofern nachvollziehbar, da die Verortung auf den selben Flächen erfolgt und zudem die Einwohnerzahl wesentliche Einflussgröße bei der Verteilung des Wohnkapitals ist (vgl. Kap. 5.2.1). Zusätzlich fließen jedoch auch noch die Kaufkraftdaten (vgl. Abb. 3.9) bei der Abschätzung und Verortung des Wohnkapitals sowie des Hausrats- und Pkw-Vermögens mit ein (vgl. Kap. 5.2.2). Deren Einfluss soll daher im Folgenden näher betrachtet werden.

Abb. 6.7: Absolute Veränderungen der Verteilung des Wohnkapitals (Bremerhaven)

Eigene Darstellung

Sowohl bei absoluter als auch relativer Betrachtungsweise wird deutlich, dass die Kaufkraftdaten tendenziell eine Minderung der Umverteilung bewirken: Gerade die Wohnviertel, die aufgrund der höheren Bevölkerungsdichte einen erheblichen Zuwachs bei der Verortung des Wohnkapitals erfahren (Innenstädte, Großwohnsiedlungen), haben zumeist unterdurchschnittliche Kaufkraftwerte. Umgekehrt treten hohe Kaufkraftwerte vor allem in Einfamilienhaussiedlungen etc. auf, die geringe Bevölkerungsdichten aufweisen. Relativ betrachtet, erfolgt somit beim Wohnkapital, Hausrats- und Pkw-Vermögen eine geringere Umverteilung als bei der Bevölkerung. Zu einer Nivellierung kommt es jedoch nur in Einzelfällen, wie z. B. in Schiffdorf (Abb. 6.7).

Ebenso wie die Veränderungen durch die Neuverortung der Bevölkerung erscheinen die Veränderungen durch den Kaufkrafteinfluss plausibel. Hierbei ist jedoch auf die vergleichsweise wesentlich ungesichertere Datenqualität der Kaufkraftdaten hinzuweisen (vgl. Kap. 5.2.2).

Bei einem Vergleich von Abb. 6.7 mit Abb. 6.2 wird ein weiteres Ergebnis deutlich: Allein die Veränderungen bei der Verteilung des Wohnkapitals machen einen

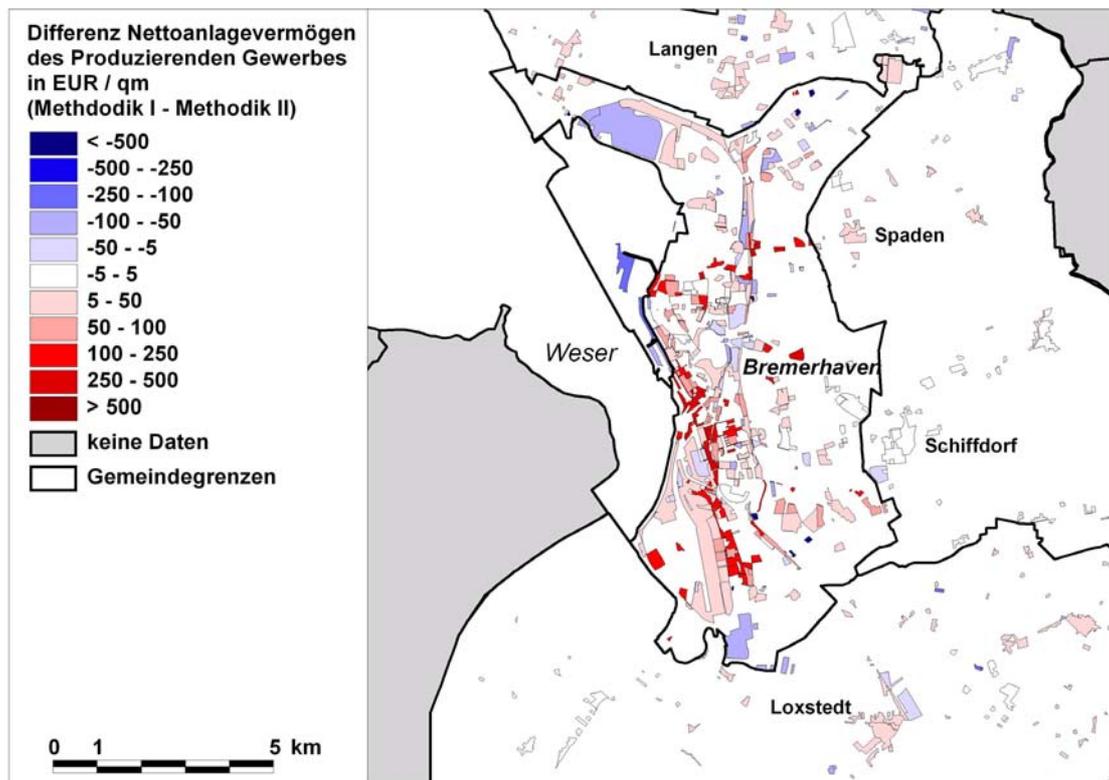
erheblichen Teil der Gesamtveränderungen der Vermögenswerte auf den davon betroffenen Flächen aus. Offenbar scheint also ein Großteil der Veränderungen durch Methodik II auf die modifizierte räumliche Verteilung der Wertkategorien Wohnkapital, Hausrat und Pkw-Vermögen und damit nicht zuletzt auf die Neuverteilung der Einwohner zurückzuführen zu sein.

Neben der Weiterentwicklung der Schadenspotenzialanalyse für die Einwohner und die damit verbundenen Wertkategorien wurde innerhalb von Methodik II auch die räumliche Modellierung der **Wertkategorien der Wirtschaftsbereiche** mit Hilfe des „Firmenzählers“ von *infas-Geodaten* modifiziert (vgl. Kap. 5.2.4). Zudem wurde hier auch die Verortung über die ATKIS-Flächennutzungskategorien gegenüber Methodik I erheblich vereinfacht (vgl. EBD.). Auch bei diesen Wertkategorien dürfte es also zu einigen Veränderungen in den Ergebnissen gekommen sein, die im Folgenden betrachtet werden sollen.

Auf die Darstellung der Veränderungen jedes einzelnen Wirtschaftsbereichs soll hier jedoch verzichtet werden. Stattdessen werden die zusammengefassten Bereiche Produzierendes Gewerbe sowie Dienstleistungen jeweils als Ganzes betrachtet. Die Veränderungen im Wirtschaftsbereich Land- und Forstwirtschaft & Fischerei sind verhältnismäßig gering und werden daher nicht ausführlicher beschrieben, zumal dieser Wirtschaftsbereich betragsmäßig nur einen geringen Einfluss auf die Gesamtergebnisse hat. Weiterhin beschränkt sich die kartographische Darstellung auf das Nettoanlagevermögen (NAV) der o. g. Wirtschaftsbereiche, da dieses den vom Betrag her größten Anteil darstellt, der in die Berechnung der Vermögenswerte eingeht. Auch hier gilt jedoch, dass auch Vorratsvermögen und Bruttowertschöpfung nach dem gleichen Muster räumlich modelliert werden und dementsprechend die gleichen relativen Veränderungen aufweisen.

In Abb. 6.8 werden zunächst die absoluten Veränderungen bei der Verteilung des Nettoanlagevermögens des **Produzierenden Gewerbes** im Raum Bremerhaven dargestellt.

Abb. 6.8: Absolute Veränderungen der Verteilung des NAV des Produzierenden Gewerbes (Bremerhaven)

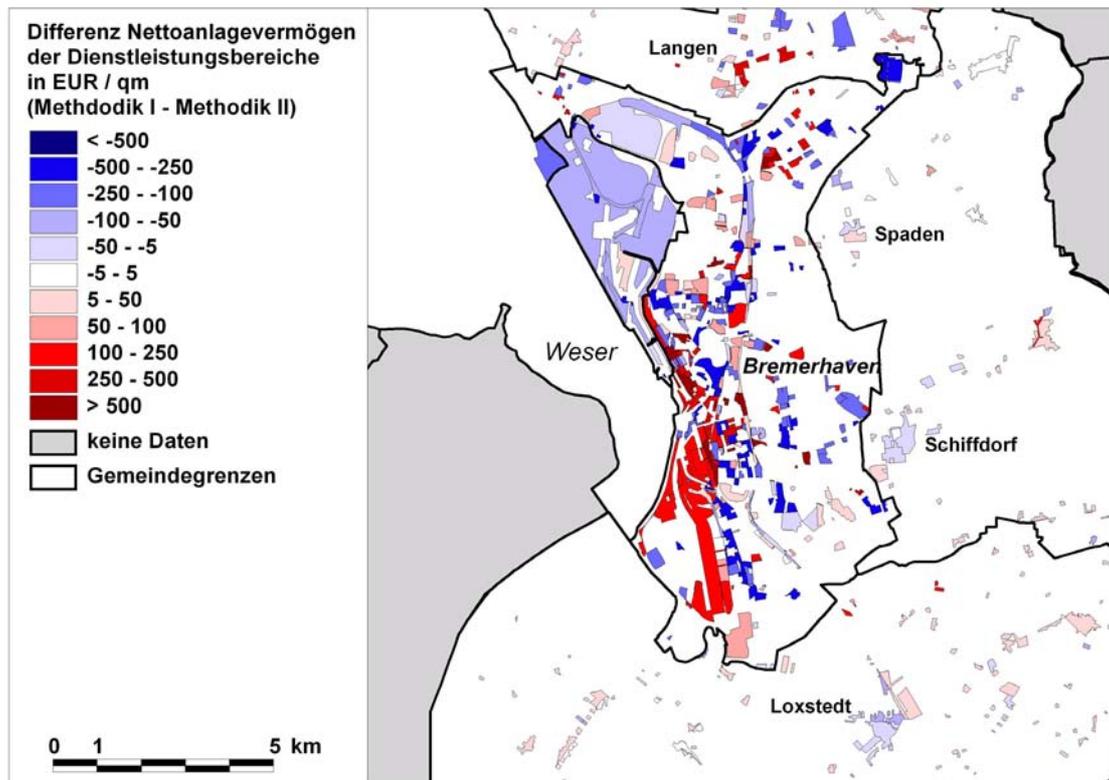


Eigene Darstellung

Auch hier wird wiederum deutlich, dass innerhalb größerer Städte die größten Veränderungen zu beobachten sind. Zuwächse sind hier vor allem auf einigen Industrie- und Gewerbegebieten sowie in einigen Bereichen der Innenstädte zu beobachten. Letztere wurden bei Methodik I aufgrund der enggefassten räumlichen Modellierung nicht mit Werten dieses Wirtschaftsbereichs versehen (vgl. Kap. 4.3.2.2). Geringere Wertkonzentrationen gegenüber Methodik I treten hingegen auf anderen z. T. großflächigen Gewerbegebieten auf, die möglicherweise nicht oder nicht mehr in diesem Umfang industriell genutzt werden.

Abb. 6.9 zeigt schließlich die Veränderungen bei der Verteilung des Nettoanlagevermögens der **Dienstleistungsbereiche** für den Raum Bremerhaven.

Abb. 6.9: Absolute Veränderungen der Verteilung des NAV der Dienstleistungsbereiche (Bremerhaven)



Eigene Darstellung

Die größten Umschichtungen sind hierbei ebenfalls innerhalb der größeren Städte (Bremen, Bremerhaven und Cuxhaven) festzustellen. Zuwächse erfahren dabei vor allem die städtischen Zentren und Subzentren. In Industrie- und Gewerbegebieten sind sowohl Zuwächse als auch Verluste gegenüber der in Methodik I abgeschätzten Wertkonzentration zu beobachten, je nachdem, wie intensiv diese von Handels- und sonstigen Dienstleistungsbetrieben in Anspruch genommen werden.

In welchem Maße Methodik II eine Verbesserung gegenüber Methodik I darstellt, lässt sich in Bezug auf die Werte der Wirtschaftsbereiche nicht so eindeutig beurteilen wie z. B. bei der Bevölkerung.

Bereits bei der Umsetzung von Methodik II wurde jedoch deutlich, dass die räumliche Modellierung von Methodik I offensichtlich zu eng gefasst ist, d. h. dass zu wenig Flächennutzungskategorien bei der Verortung der einzelnen Wirtschaftsbereiche berücksichtigt werden (vgl. Kap. 5.2.4). Die räumliche Modellierung auf Flächennutzungskategorien wurde bei Methodik II deshalb weiter gefasst und gleichzeitig durch empirische Geomarketingdaten bzgl. der Anzahl und Größe der

Betriebe in den einzelnen Stadtteilen (den Stimmbezirken) untermauert. Die Ergebnisse erscheinen dahingehend plausibel, dass nun z. B. in den städtischen Zentren erhöhte Wertkonzentrationen festgestellt werden können und einzelne Industrie- und Gewerbegebiete, die offensichtlich viele bzw. große Betriebe aufweisen, ebenfalls höher bewertet werden. Gleichzeitig geht jedoch (zumindest innerhalb der einzelnen Stimmbezirke) durch den weiter gefassten Verortungsschlüssel die Differenzierung unterschiedlicher Flächennutzungskategorien verloren: So ist beispielsweise davon auszugehen, dass in der Realität Industrie- und Gewerbeflächen eines Stimmbezirkes eine höhere Konzentration an Werten des Produzierenden Gewerbes aufweisen als beispielsweise Flächen gemischter Nutzung; eine solche Unterscheidung gewährleistet Methodik II jedoch nicht. Nach Auffassung des Autors entspricht es jedoch eher der Zielsetzung einer mesoskaligen Studie, Unterschiede in der Wertkonzentration *zwischen* einzelnen Stadtteilen (bzw. Stimmbezirken) darzustellen, weswegen ein derartiger Fehler bei der Differenzierung *innerhalb* der Stimmbezirke als tolerabel erscheint.

Weiterhin ist zu beachten, dass mit Hilfe des „Firmenzählers“ von *infas-Geodaten* nur eine verhältnismäßig grobe Abschätzung der Wertverteilung eines Wirtschaftsbereichs über die Stimmbezirke einer Stadt/Gemeinde möglich ist: Zwar liefern die Daten zur Anzahl und Größe der Betriebe innerhalb eines Stimmbezirkes von der Tendenz her wichtige Anhaltspunkte; die hierauf aufbauende Abschätzung der Beschäftigtenzahlen innerhalb eines Stimmbezirks, auf der letztendlich die Wertverteilung beruht, basiert jedoch auf der Annahme durchschnittlicher Beschäftigtenzahlen (vgl. Kap. 5.2.4). Im Einzelfall ist es daher möglich, dass der so abgeschätzte Wertbestand eines Stimmbezirks erheblich von der Realität abweicht.

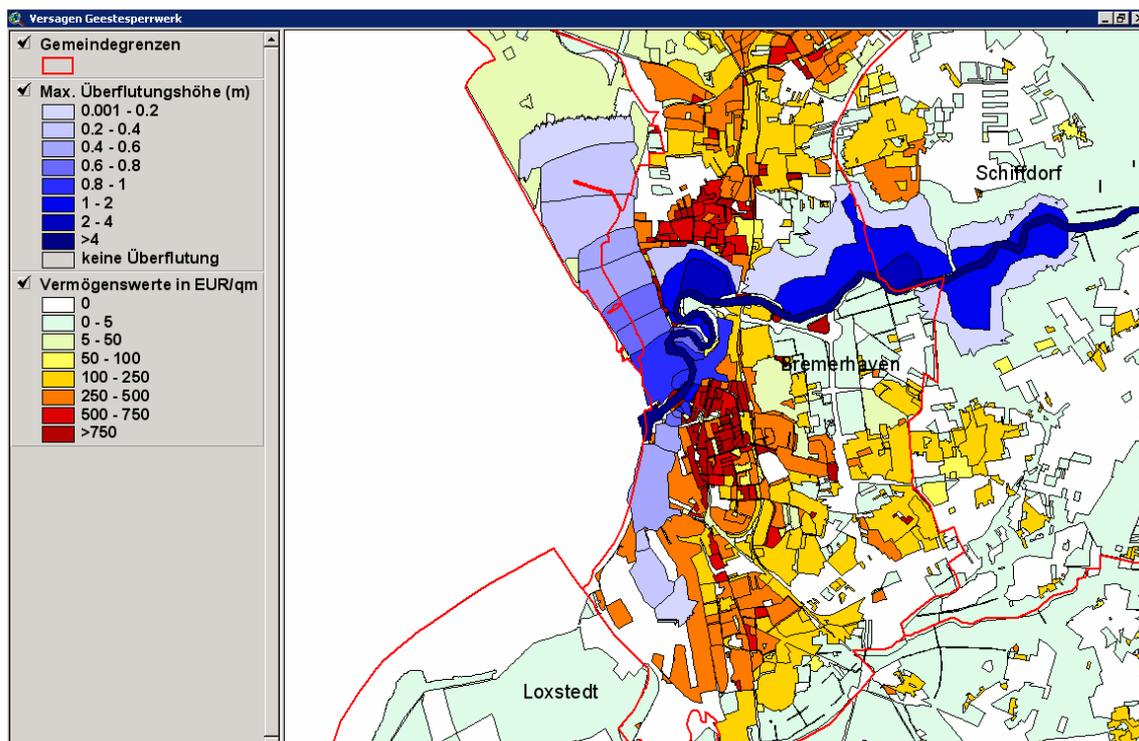
Trotz dieser Einschränkungen stellen nach Einschätzung des Autors auch die Ergebnisse der räumlichen Modellierung der Werte der Wirtschaftsbereiche nach Methodik II eine Verbesserung gegenüber Methodik I dar, da die räumliche Verteilung nicht mehr nur auf rein theoretischen Annahmen beruht, sondern durch empirische Daten unterfüttert wird.

6.2 Beispielhafte Auswirkung auf die Ergebnisse einer Ex-ante-Schadensanalyse

An dieser Stelle erscheint es sinnvoll, den Fokus dieser Arbeit kurzzeitig wieder auf den Bereich der Ex-ante-Schadensanalysen auszuweiten (vgl. Kap. 2.4), um zu verdeutlichen, dass die beschriebenen Veränderungen in den Ergebnissen der Schadenspotenzialanalyse nach Methodik II auch unmittelbare Auswirkungen auf die Ergebnisse einer Schadensprognose nach sich ziehen.

Wie bereits in der Einleitung erwähnt wurde, fließen die Ergebnisse der Schadenspotenzialanalyse nach Methodik I in unterschiedliche Schadens- und Risikoanalysen für die Fokusflächen des KRIM-Projektes, die vom Franzius-Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen der Universität Hannover durchgeführt werden, mit ein. Zudem wurde dort auch für eines dieser hypothetischen Überflutungsereignisse, eine Überflutung Bremerhavens nach Versagen des Geestesperrwerks, eine Schadensprognose unter Verwendung der Ergebnisse der Schadenspotenzialanalyse nach Methodik II durchgeführt (vgl. Abb. 6.10).

Abb. 6.10: Max. Überflutungshöhe nach Versagen des Geestesperrwerks in Bremerhaven sowie Verteilung der Vermögenswerte nach Methodik II



Quelle der Überflutungsdaten: Franzius-Institut; eigene Darstellung

Die Überflutungsflächen und -höhen wurden hierbei mit Hilfe einer dynamischen Überflutungssimulation unter Verwendung der Eingangsparameter einer Sturmflut vom 29.10.1996 berechnet (vgl. VON LIEBERMANN & MAI 2000, S. 103). Die Verschneidung dieser maximalen Überflutungshöhen mit den Schadenspotenzialen sowie die Berechnung der zu erwartenden Schäden erfolgte durch das vom Franzius-Institut entwickelte GIS-basierte Werkzeug „Loss-Calculator“ (vgl. ELSNER ET AL. 2004, S. 142f.) unter Nutzung der Schadensfunktionen von KLAUS & SCHMIDTKE (1990; vgl. Abb. 2.9).

Bei sonst gleicher Vorgehensweise liegen somit zwei unterschiedliche Ex-ante-Schadensanalysen für ein exemplarisches Überflutungsereignis vor, die sich lediglich hinsichtlich der Methoden zur Ermittlung der Schadenspotenziale unterscheiden.

Bereits bezüglich der von der Überflutung betroffenen Werte, also den Schadenspotenzialen, die sich innerhalb der in Abb. 6.10 dargestellten Überflutungsfläche befinden, kommt es zu deutlichen Unterschieden in den Ergebnissen:

Wären gemäß Methodik I ca. 11.000 Einwohner und ein Vermögenswertbestand⁵⁹ von ca. 1.850 Mio. EUR betroffen, so sind dies nach Methodik II etwa 25.000 Einwohner und ca. 2.500 Mio. EUR an Vermögenswerten (MEYER & MAI 2003, S. 178; MAI ET AL. 2004a).

Auch der zu erwartende Schaden an Vermögenswerten wäre nach Methodik II mit ca. 480 Mio. EUR wesentlich höher als nach Methodik I mit 330 Mio. EUR (MAI ET AL. 2004a).

Diese starken Unterschiede sind vor allem darauf zurückzuführen, dass von o. g. Überflutungsereignis insbesondere große Teile der Innenstadt Bremerhavens betroffen wären, auf denen das Schadenspotenzial nach Methodik II wesentlich höher, vermutlich aber auch realitätsnäher eingeschätzt wird (vgl. Abb. 6.2, 6.6). Bei Schadensanalysen für Überflutungsereignisse, die eher ländliche Flächen betreffen, wären die Unterschiede voraussichtlich geringer.

Demzufolge kann die modifizierte Schadenspotenzialanalyse nach Methodik II besonders in städtischen Räumen einen Beitrag leisten, die Abschätzung möglicher Überflutungsschäden zu verbessern.

⁵⁹ Ohne Bodenwerte, Straßen und Bahnlinien

6.3 Zusammenfassende Bewertung

Die abschließende Bewertung der beiden in dieser Arbeit entwickelten und durchgeführten Methoden der Schadenspotenzialanalyse soll hinsichtlich der Kriterien Genauigkeit und Aufwand erfolgen.

Die **Genauigkeit** der Ergebnisse von **Methodik I** wurde bereits in den Kapiteln 4.4 sowie 6.1 ausführlicher diskutiert und soll hier noch einmal zusammenfassend beurteilt werden.

Hinsichtlich ihrer Vorgehensweise orientiert sich Methodik I stark an der „klassischen“ mesoskaligen Vorgehensweise (vgl. Kap. 3.1): Die Quantifizierung der Werte auf Stadt- bzw. Gemeindeebene basiert größtenteils auf Grundlage amtlicher Statistiken; die räumliche Modellierung dieser Werte innerhalb der Städte und Gemeinden erfolgt mit Hilfe digitaler Flächennutzungsdaten. Verglichen mit makroskaligen (z. B. BEHNEN 2000a), aber auch mit mesoskaligen Schadenspotenzialanalysen, die auf Basis analoger Flächennutzungsdaten durchgeführt wurden (z. B. KIESE & LEINWEBER 2001), ermöglicht diese Methodik eine wesentlich differenziertere, räumlich detailliertere Darstellung der Verteilung der Schadenspotenziale. So gelingt es, Schwerpunkte der Wertkonzentration, wie Siedlungsflächen und insbesondere Stadtgebiete bzw. einzelne Stadtteile, wie Citylagen, zu identifizieren und von Gebieten mit vergleichsweise sehr niedrigen Wertkonzentration, wie landwirtschaftlichen und städtischen Freiflächen abzugrenzen.

Mögliche Fehler von Methodik I resultieren im Bereich der Quantifizierung vor allem aus dem räumlichen und sektoralen Aggregationsniveau der verwendeten amtlichen Statistiken (vgl. Kap. 4.4). Zudem kann die Mobilität einzelner Wertkategorien (Bevölkerung, Pkw und Vieh) nicht berücksichtigt werden (vgl. EBD.). Die theoretisch hergeleitete räumliche Modellierung der Werte auf Flächennutzungskategorien ist gegenüber der Realität sicherlich z. T. zu eng gefasst (vgl. 5.2.4). Ihre Genauigkeit stößt bei einer kleinräumigeren Betrachtungsweise an ihre Grenzen: So ist es nicht möglich, innerhalb einer Stadt Unterschiede der Wertkonzentration auf Flächen der gleichen Flächennutzungskategorie darzustellen. Beispielsweise kann nicht zwischen dicht und locker bebauten oder „reichen“ und „armen“ Wohnvierteln unterschieden werden (vgl. EBD.). Für Schadensanalysen, die einen hohen Anspruch an die

Genauigkeit der Schadensabschätzung in städtischen Räumen haben, ist eine Schadenspotenzialanalyse nach Methodik I folglich nur bedingt geeignet.

Methodik II wurde mit dem Ziel entwickelt, vor allem den letztgenannten Fehler zu reduzieren. Durch die Integration von den besonders innerhalb der Städte kleinräumig vorliegenden Geomarketingdaten soll hier eine differenziertere und realitätsnähere Verteilung der wichtigsten Wertkategorien ermöglicht werden. Die sonstige Vorgehensweise bei der Quantifizierung und räumlichen Modellierung der Schadenspotenziale wurde dabei mit Ausnahme der Verortung der Wirtschaftsbereiche nahezu unverändert von Methodik I übernommen (vgl. Kap. 5.1). Die in Kap. 5.3 dargestellten und in Kap. 6.1 diskutierten Ergebnisse deuten auf eine Verbesserung der Genauigkeit in allen Bereichen hin:

Vor allem die räumliche Verteilung der Einwohner und der damit verbundenen Wertkategorien Wohnkapital, Hausrats- und Pkw-Vermögen erscheint wesentlich realitätsnäher. So können Unterschiede bei der Bevölkerungsdichte innerhalb der Städte besser dargestellt und Kaufkraftunterschiede bei der Wertverteilung berücksichtigt werden. Aber auch die Verteilung der Werte der Wirtschaftsbereiche konnte verbessert werden, wenngleich hier die Ergebnisse aufgrund von Abschätzungsverfahren wesentlich ungesicherter sind als z. B. bei der Bevölkerung (vgl. Kap. 6.1). Zusätzlich wurden über Gebäudeinformationen durchschnittliche Geschosshöhen in den einzelnen Stadtteilen abgeleitet (vgl. Kap. 5.2.3). Diese Information ist bislang nicht in die in Kap. 5.3 und 6.1 beschriebenen Ergebnisse der Schadenspotenzialanalyse mit eingeflossen; Innerhalb einer Schadensanalyse könnten diese Angaben es jedoch erleichtern, den tatsächlich von einer Überflutung betroffenen Anteil der Schadenspotenziale genauer abzuschätzen.

Fehler innerhalb von Methodik II könnten zum einen aus der nicht näher zu überprüfenden Datenqualität der Geomarketingdaten resultieren. Des Weiteren beruhen sowohl die Abschätzung der Beschäftigtenzahlen als auch der Geschosshöhen auf angenommenen Durchschnittswerten, sodass hier in Einzelfällen deutliche Fehlabschätzungen möglich sind (vgl. Kap. 5.2.3; 5.2.4). Wegen der weiter gefassten räumlichen Modellierung der Werte der Wirtschaftsbereiche ist zudem innerhalb der Stimmbezirke keine Differenzierung zwischen den verwendeten Flächennutzungskategorien möglich.

Daneben verbleiben natürlich auch bei Methodik II die bereits bei Methodik I angesprochenen Fehlerquellen, die nicht von der Weiterentwicklung betroffen sind, wie die möglichen Fehler bei der Quantifizierung des Wertbestandes oder die Nichtberücksichtigung der Mobilität einiger Wertkategorien.

Sowohl Methodik I als auch Methodik II vernachlässigen zudem den Wertbestand der in den Häfen umgeschlagenen Waren. Diese können nicht der Vermögensrechnung der amtlichen Statistik entnommen werden. Auch die für die Bremer Häfen zuständige *Bremer Lagerhaus Gesellschaft* (BLG) konnte auf Nachfrage keine Angaben zum durchschnittlichen Wertbestand an umgeschlagenen Waren geben.⁶⁰ Nach Angaben der BLG stehen jedoch im Überseehafengebiet Bremerhaven durchschnittlich etwa 70.000 Fahrzeuge aller Preisklassen.

Nimmt man hier einen durchschnittlichen Pkw-Neuwert für das Jahr 2000 von 21.525 EUR an (vgl. Kap. 3.4.1.4), so ergäbe sich daraus ein Wert von 1,5 Mrd. EUR. Dies würde z. B. den Pkw-Wertbestand der Stadt Bremerhaven um das Dreifache übersteigen. Auch die BLG verfügt jedoch über keine Informationen zu den Containerinhalten im Containerterminal, sodass hier eine Abschätzung des Wertbestands nicht möglich ist.

Insgesamt scheint es jedoch gelungen, durch die Weiterentwicklungen von Methodik II vor allem in den Städten eine räumlich differenziertere und realitätsnähere räumliche Verteilung der Wertbestände zu ermöglichen, die auch Schadensanalysen mit einem höheren Genauigkeitsanspruch in diesem Bereich genügt und eine intermediäre Lösung zwischen „klassischen“ mesoskaligen Analysen und objektscharfen mikroskaligen Verfahren anbietet.

Inwieweit die Ergebnisse von Methodik I und II sich jedoch tatsächlich der Realität annähern, lässt sich hier nicht abschließend überprüfen. Eine Überprüfung durch eine mikroskalige Erhebung im Untersuchungsgebiet könnte zumindest ansatzweise eine nähere Einschätzung der Ergebnisse ermöglichen. Eine solche Erhebung war jedoch im Zuge dieser Arbeit nicht zu realisieren.

⁶⁰ Korrespondenz mit Herrn Mester von der BLG am 5.7.2004.

Bezüglich des **Aufwands** bei der Umsetzung ist jedoch zunächst einmal ein wesentlicher Vorteil der beiden hier durchgeführten mesoskaligen Verfahren gegenüber mikroskaligen Analysen festzustellen: Da keine eigenen Erhebungen und Kartierungen durchzuführen sind, sondern auf Sekundärquellen bezüglich des Wertbestands und der Flächennutzungsdaten zurückgegriffen wird, lassen sich größere Untersuchungsgebiete mit erheblich geringerem Aufwand erfassen. Dabei steigt der Aufwand vor allem bei der Beschaffung der notwendigen Daten nur geringfügig mit der Größe des Untersuchungsgebiets. Grenzen bezüglich der Größe des in einem Arbeitsgang zu bearbeitenden Untersuchungsgebiets resultieren vor allem aus den rechenkapazitätsintensiven Verschneidungsverfahren im GIS. Selbst PC mit derzeit vergleichsweise hoher Rechenleistung stoßen bei diesen im Rahmen der räumlichen Modellierung erforderlichen Operationen schnell an ihre Grenzen. Aus diesem Grund wurde beispielsweise bei der Umsetzung von Methodik I das Untersuchungsgebiet in mehrere Teilgebiete unterteilt (vgl. Kap. 4.3.5).

Auch gegenüber mesoskaligen Verfahren, die auf analoge Flächennutzungsdaten zurückgreifen (z. B. KIESE & LEINWEBER 2001), ermöglichen Methodik I und II eine erhebliche Reduzierung des erforderlichen Arbeitsaufwandes: Durch die verwendeten digitalen Flächennutzungsdaten kann nicht nur die Genauigkeit erhöht werden, es entfällt zudem das Auslesen und Digitalisieren dieser Informationen aus analogen Karten.

Der Arbeitsaufwand bei Methodik II erhöht sich gegenüber Methodik I indes nur geringfügig: Zwar sind für die Integration der Geomarketingdaten zahlreiche weitere Rechen- und Verschneidungsoperationen im GIS notwendig, gleichzeitig reduziert sich jedoch der Aufwand der räumlichen Modellierung durch die gemeinsame Verortung aller Wirtschaftsbereiche.

Der genaue Arbeitsaufwand der beiden Methoden lässt sich allerdings nur schwer quantifizieren. Nach Einschätzung des Autors ließe sich jedoch mit beiden Methoden eine Schadenspotenzialanalyse für ein Set von maximal etwa acht Städten bzw. Gemeinden von einer Person innerhalb eines Monats bewältigen.⁶¹

⁶¹ Etwaige Lieferverzögerungen der erforderlichen Ausgangsdaten seien hier nicht mit eingerechnet.

Dem verminderten Arbeitsaufwand vor allem im Vergleich mit mikroskaligen Analysen stehen bei beiden hier durchgeführten Ansätzen **Kosten** für die Beschaffung von Daten aus Sekundärquellen gegenüber.

Dies betrifft weniger die für die Quantifizierung notwendigen Sekundärstatistiken, die bei den statistischen Ämtern größtenteils kostenlos oder gegen geringe Gebühren erhältlich sind. Für beide Methoden ist jedoch der Erwerb der erheblich kostenintensiveren ATKIS-Basis-DLM-Daten erforderlich. Die Gebühren für diese Daten sind qm-orientiert (vgl. Kap. 3.5.1.1) und beliefen sich für das in Methodik II untersuchte Gebiet derzeit auf insgesamt rund 8.500 EUR.

Bei Methodik II ist zusätzlich der Kauf von Geomarketingdaten notwendig. Die Kosten für den in Kap. 5 verwendeten Datensatz für das o. g. Gebiet betragen hier etwa 3.700 EUR. Die Möglichkeit, hier Kosten einzusparen, indem man die Verwendung von Geomarketingdaten auf die größeren Städte beschränkt, in denen laut Kap. 6.1 der höchste Genauigkeitszuwachs durch Methodik II zu erwarten ist, ist indes nur begrenzt vorhanden: Da sich die Kosten der Geomarketingdaten aus der Anzahl der erworbenen Stimmbezirke ergeben, entfällt das Gros der o. g. Kosten auf die Daten für die größeren Städte, die durch wesentlich mehr Stimmbezirke unterteilt werden als die eher ländlichen Gemeinden.⁶²

Der Preis für den Genauigkeitszuwachs, der durch Methodik II gegenüber Methodik I realisiert werden kann, besteht demzufolge weniger in einem erhöhten Arbeitsaufwand als vielmehr in höheren Kosten für den Datenerwerb.

Bezüglich Effizienz und Anwendungsmöglichkeiten der beiden in dieser Arbeit entwickelten Methoden der Schadenspotenzialanalyse ergibt sich hieraus folgendes abschließendes Fazit:

Methodik I stellt den Versuch einer Optimierung einer mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse auf Basis bisheriger Studien dar: Bei der Quantifizierung wurden nach eingehender Prüfung die als am besten geeigneten Verfahren zur Abschätzung der einzelnen Wertkategorien ausgewählt. Im Bereich der räumlichen Modellierung wurde versucht, die Vielfältigkeit der ATKIS-Nutzungsklassifikation tiefgehend auszuschöpfen. Sie eignet sich vor allem für Studien mit

⁶² So entfallen etwa 94 % der o. g. Kosten auf Daten für die Städte Bremen, Bremerhaven und Cuxhaven.

Untersuchungsgebieten regionaler Ausdehnung, deren Anspruch es ist, Unterschiede der Wertkonzentration zwischen Städten, ländlichen Siedlungen und Freiflächen darzustellen. Der Größe des Untersuchungsgebiets sind hierbei vor allem Grenzen durch die Kosten für die erforderlichen ATKIS-Daten gesetzt.

Für Studien, die einen erhöhten Anspruch an die Differenzierung der Wertkonzentrationen auch *innerhalb* größerer Städte haben, ist Methodik I jedoch nur bedingt geeignet. Für derartige Studien bietet sich hingegen Methodik II an. Die erhöhte Genauigkeit der Ergebnisse auf diesem Gebiet führt dabei allerdings zu höheren Kosten.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Das zentrale Ziel der vorliegenden Arbeit war die Entwicklung geeigneter mesoskaliger Methoden der Schadenspotenzialanalyse für unterschiedliche Anwendungsfelder sowie der Test, der Vergleich und die Bewertung dieser Methoden.

Schadenspotenzialanalysen sind ein wesentlicher Bestandteil von Risikoanalysen von Überflutungsereignissen. Diese gewinnen vor allem vor dem Hintergrund des Klimawandels an Bedeutung. Insbesondere für das Forschungsvorhaben KRIM sollte im Zuge dieser Arbeit ein geeignetes Verfahren der Schadenspotenzialanalyse entwickelt und durchgeführt werden, um in Risikoanalysen für Teile der deutschen Nordseeküste mit einzufließen. Darüber hinaus sollte versucht werden, die dort angewandte Methodik noch einmal weiterzuentwickeln und hinsichtlich ihrer Genauigkeit zu verbessern.

Im Folgenden sollen die wichtigsten Ergebnisse anhand der eingangs formulierten Fragestellung zusammengefasst werden:

Welchem Zweck dienen Risikoanalysen für Überflutungsereignisse, wie sind sie aufgebaut und welches sind die grundsätzlichen Vorgehensweisen der einzelnen Teilbereiche?

Bezüglich ihres Zwecks lassen sich drei Gruppen von Studien unterscheiden, in denen Risikoanalysen bzw. ihre Teilbereiche Anwendung finden:

Kosten-Nutzen-Analysen gewinnen im Flusshochwasser-, aber auch im Küstenschutz an Bedeutung. Mit ihrer Hilfe wird versucht, die knappen öffentlichen Mittel möglichst effizient einzusetzen. Risikoanalysen dienen dabei der Abschätzung des durch die Schutzalternative vermiedenen Schadens als auch des verbleibenden Restrisikos.

Klimafolgenuntersuchungen versuchen demgegenüber, die mittelfristige Bedrohung durch den steigenden Meeresspiegel in Form von dauerhaften Landverlusten bzw. der Zunahme an gefährdeten Werten zu quantifizieren.

Im Bereich der Versicherungswirtschaft dienen Risikoanalysen vor allem der Abschätzung des zu erwartenden Maximalschadens, aber auch der Ausarbeitung einer gerechten Prämiengestaltung.

Das Risiko lässt sich definieren als das Produkt aus Versagenswahrscheinlichkeit des Schutzsystems und dem zu erwartenden Schaden im Überflutungsfall. Dementsprechend unterteilt sich die Risikoanalyse zunächst einmal in zwei Teilbereiche: Die Sicherheitsanalyse und die Ex-ante-Schadensanalyse (vgl. Abb. 2.1).

Innerhalb der Sicherheitsanalyse wird versucht, die Versagenswahrscheinlichkeit des Schutzsystems zu bestimmen. Im Bereich des Küstenschutzes wird hierbei die Eintrittswahrscheinlichkeit von Sturmflutereignissen anhand von Wahrscheinlichkeitsdichtekurven von Tidehochwasser und Seegang analysiert und der Belastbarkeit des Schutzsystems, im Wesentlichen ausgedrückt durch die Höhe des Hauptdeichs, gegenübergestellt.

Die Ex-ante-Schadensanalyse hingegen versucht, die Schäden möglicher Überflutungsereignisse im Voraus abzuschätzen.

Hierbei werden zum einen Überflutungsflächen und -höhen mit Hilfe von Überflutungssimulationen bestimmt. In Bezug auf Sturmfluten bilden hier die Intensität des Ereignisses, der Grad des Versagens des Küstenschutzsystems und das Höhenprofil des Hinterlandes die wichtigsten Eingangsparameter.

Zweiter wesentlicher Bestandteil ist die Schadenspotenzialanalyse, bei der die Gesamtheit der Werte im gefährdeten Gebiet quantifiziert und verortet wird.

Durch die Verschneidung von Überflutungsflächen und Schadenspotenzialen lässt sich mit Hilfe von Wasserstands-Schadensfunktionen der geschädigte Anteil des Schadenspotenzials bestimmen.

Welche grundsätzlichen Vorgehensweisen und Maßstabebenen der Schadenspotenzialanalyse lassen sich unterscheiden?

Nach der Einführung in die Risikoanalyse im zweiten Kapitel wurde im dritten Kapitel explizit auf die Methoden der Schadenspotenzialanalyse und damit den Schwerpunkt dieser Arbeit eingegangen.

Es lassen sich - grob betrachtet - drei Maßstabebenen von Schadenspotenzialanalysen identifizieren, die sich hinsichtlich ihrer grundsätzlichen Vorgehensweise unterscheiden:

Mikroskalige Analysen werden bei Untersuchungsgebieten lokaler Dimension angewandt. Objektscharfe Kartierungen und Erhebungen gewährleisten dabei ein hohes Maß an Genauigkeit, führen jedoch auch zu einem verhältnismäßig hohen

Aufwand, der die Anwendbarkeit einer solchen Methodik auf kleine Untersuchungsgebiete beschränkt.

Demgegenüber werden makroskalige Analysen bei Untersuchungsgebieten nationaler bzw. internationaler Ausdehnung verwendet. Das Schadenspotenzial wird hierbei auf Stadt-/Gemeindeebene aus amtlichen Statistiken erhoben. Makroskalige Analysen sind dementsprechend wesentlich ungenauer, aber auch weniger aufwendig als mikroskalige Verfahren.

Sowohl bezüglich der Größe des Untersuchungsgebiets als auch der verwendeten Methodik bilden mesoskalige Analysen eine intermediäre Lösung: Ebenso wie bei makroskaligen Analysen wird hier das Schadenspotenzial zunächst auf Stadt- bzw. Gemeindeebene erhoben, dann aber mit Hilfe von Flächennutzungsdaten innerhalb dieser administrativen Einheiten genauer räumlich verortet. Mesoskalige Analysen finden vor allem bei Untersuchungsgebieten regionaler Ausdehnung Anwendung.

Entsprechend dem Hintergrund und der Zielsetzung lag der Schwerpunkt dieser Arbeit vor allem auf diesen mesoskaligen Methoden der Schadenspotenzialanalyse.

Welche Schadens- und Wertkategorien lassen sich differenzieren und welche konkreten Methoden existieren, diese zu quantifizieren bzw. zu monetarisieren?

Die Quantifizierung der Schadenspotenziale erfolgt differenziert nach unterschiedlichen Schadens- bzw. Wertkategorien. Dabei lassen sich zunächst direkte Schäden, die durch unmittelbare Einwirkung des Wassers entstehen, von indirekten Schäden, die vor allem aus der Unterbrechung wirtschaftlicher Aktivitäten resultieren, unterscheiden. Eine zweite Differenzierung erfolgt, je nachdem, ob sich Schäden in monetären Einheiten beziffern lassen oder nicht, in tangible und intangible Schäden (vgl. Abb. 3.2).

Die daraus resultierenden Schadenskategorien lassen sich wiederum in einzelne Wertkategorien unterteilen (vgl. Tab. 3.2).

In Kap. 3.4 wurden zahlreiche Verfahren zur Quantifizierung der einzelnen Wertkategorien beschrieben und gegenübergestellt. Soweit dies aus der theoretischen Betrachtungsweise möglich war, wurde dabei auf Defizite einzelner Verfahren hingewiesen. Wesentliche Quelle für die Erhebung der meisten Wertkategorien innerhalb mesoskaliger Analysen bilden amtliche Statistiken. Für die direkten, tangiblen Schadenspotenziale (Vermögenswerte) ist hier insbesondere die Vermögensrechnung der VGR zu nennen.

Wie lassen sich die erhobenen Werte verorten bzw. räumlich modellieren und welche Kartengrundlagen sind hierfür geeignet?

Neben der Quantifizierung der Schadenspotenziale ist es ebenso Aufgabe der Schadenspotenzialanalyse, die räumliche Verteilung der Werte zu ermitteln und kartographisch darzustellen.

Während makroskalige Analysen dabei vereinfacht von einer Gleichverteilung der Werte auf Stadt-/Gemeindeebene ausgehen, erfolgt bei mikroskaligen Analysen eine objektscharfe Verortung, also z. B. die Bewertung einzelner Gebäude. Bei mesoskaligen Analysen bilden hingegen aggregierte Flächennutzungseinheiten die räumliche Auflösungsebene. Dabei werden die auf Stadt-/Gemeindeebene quantifizierten Werte auf diese Flächennutzungseinheiten räumlich modelliert. Dies erfolgt durch eine Zuordnung der erhobenen Wertkategorien zu ihnen entsprechenden Flächennutzungskategorien.

Für eine solche Vorgehensweise erscheinen für Deutschland zwei amtliche digitale Kartenwerke prinzipiell geeignet:

Die Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK) eignet sich hinsichtlich ihres hohen Detaillierungsgrads und ihrer hohen Kosten allerdings eher für mikroskalige Analysen. Auch hierfür wären jedoch noch weitere, ergänzende Datenquellen erforderlich (vgl. Kap. 3.5.2.2).

Das ATKIS-Basis-DLM erscheint hingegen hinsichtlich der Differenzierung von Flächennutzungseinheiten und ihrer vergleichsweise moderaten Kosten als die am besten geeignete Kartengrundlage für mesoskalige Analysen.

Geomarketingdaten kommerzieller Anbieter stellen eine zusätzliche Möglichkeit dar, meso- aber auch makroskalige Analysen durch ihre kleinräumigen sozio-ökonomischen Informationen zu ergänzen.

Welche Quantifizierungs- bzw. Verortungsverfahren und welche Datenquellen sind am besten für die zu entwickelnden Methoden geeignet?

Basierend auf den im dritten Kapitel erarbeiteten Grundlagen wurden zwei unterschiedliche mesoskalige Methoden der Schadenspotenzialanalyse entwickelt und für Untersuchungsgebiete im Küstenraum des Jade-Weser-Ästuars durchgeführt.

Bei der für das Forschungsprojekt KRIM entwickelten Methodik (Methodik I; vgl. Kap. 4) wurde von der Grundstruktur eine „klassische“ mesoskalige Vorgehensweise verwendet:

Die Quantifizierung der einzelnen Wertkategorien erfolgte zunächst auf Stadt-/Gemeindeebene. Hierbei wurde ein einheitliches Bezugsjahr verwendet sowie grundsätzlich das Nettokonzept verfolgt, d. h. der zum Bewertungszeitpunkt aktuelle Wert des Schadenspotenzials (der Zeitwert) erfasst. Die Auswahl der Verfahren zur Quantifizierung der einzelnen Wertkategorien erfolgte anhand eines Kriterienkatalogs, bei dem neben Aktualität, Aggregationsniveau und Quelle der Ausgangsdaten auch der Aufwand des jeweiligen Verfahrens Berücksichtigung fand. Teilweise wurden bestehende Verfahren auch überarbeitet und weiterentwickelt. Wesentliche Datenquelle für die Erhebung der meisten Wertkategorien bildeten amtliche Statistiken, darüber hinaus wurden aber auch weitere Literaturquellen, Expertenauskünfte und Daten kommerzieller Anbieter verwendet.

Die räumliche Modellierung der erhobenen Werte auf Flächennutzungseinheiten erfolgte auf Grundlage der Daten des ATKIS-Basis-DLM und wurde mit Hilfe eines GIS durchgeführt. Hierbei wurde die Zuordnung der Wertkategorien zu der ATKIS-Nutzungsklassifikation gegenüber früheren Studien neu überarbeitet und verfeinert.

Methodik II (Kap. 5) stellt den Versuch dar, vor allem die räumliche Modellierung der Werte zu verbessern. Dies geschieht durch die Integration von kleinräumigen Geomarketingdaten in das bisherige Verfahren.

Hierbei wurden Information zur Bevölkerung, der Kaufkraft sowie der Bebauungs- und Wirtschaftsstruktur verwendet, um die räumliche Verteilung mehrerer Wertkategorien vor allem in Siedlungsbereichen besser darstellen zu können. Zudem erfolgte gegenüber Methodik I eine Vereinfachung der räumlichen Modellierung der Werte der Wirtschaftsbereiche.

Welche Genauigkeit bzw. welche räumliche Differenzierung lässt sich durch die entwickelten Methoden realisieren? Inwieweit lässt sich durch die Integration weiterer Datenquellen in eine mesoskalige Analyse ein Genauigkeitszuwachs erzielen?

Aufgrund der Durchführung beider Methoden für ein weitgehend deckungsgleiches Untersuchungsgebiet im Raum Bremen/Bremerhaven/Cuxhaven war es möglich, nicht nur deren Vorgehensweise, sondern auch ihre Ergebnisse zu beurteilen und zu vergleichen (vgl. Kap. 6).

Mit Methodik I lässt sich nach Einschätzung des Autors vor allem gegenüber makroskaligen Schadenspotenzialanalysen, aber auch gegenüber mesoskaligen Analysen, die analoge Flächennutzungsdaten verwenden, eine wesentlich genauere Abschätzung der Quantität und räumlichen Verteilung der Schadenspotenziale realisieren. Schwerpunkte der Wertkonzentration, wie Siedlungsflächen und speziell städtische Zentren, lassen sich mit Hilfe dieser Methodik von Gebieten geringerer Wertkonzentration deutlich abgrenzen.

Es bleibt jedoch festzuhalten, dass auch diese Methodik aufgrund ihrer mesoskaligen Vorgehensweise letztlich nur eine relativ grobe Annäherung an die reale Verteilung der Werte wiedergeben kann: Mögliche Ungenauigkeiten resultieren vor allem aus der Verwendung z. T. stark aggregierter Daten aus amtlichen Statistiken und Kartenwerken. Beispielsweise kann die Heterogenität der Wertkonzentration unterschiedlicher Wohn- oder Gewerbegebiete innerhalb größerer Städte nur unzureichend dargestellt werden.

Dafür lassen sich durch den im Vergleich zu mikroskaligen Analysen wesentlich geringeren Aufwand dieser Methodik in überschaubarer Zeit verhältnismäßig große Gebiete untersuchen.

Bezüglich der erzielten Genauigkeit lässt sich durch Methodik II insbesondere innerhalb größerer Städte eine Verbesserung und damit eine Annäherung an mikroskalige Analysen erzielen:

Vor allem die Verteilung der Einwohner und der damit verbundenen Wertkategorien, aber auch die Verteilung der Werte der Wirtschaftsbereiche kann hier genauer wiedergegeben werden. Zudem wird durch die Integration der Daten zur Bebauungsstruktur ein erster, wenngleich grober Ansatz geschaffen, der die Höhe der Bebauung und damit die unterschiedliche Gefährdung der Werte durch Überflutungen innerhalb mesoskaliger Schadenspotenzialanalysen berücksichtigt. Über die Qualität der für diese Methodik verwendeten Geomarketingdaten können derzeit jedoch nur recht spekulative Aussagen getroffen werden.

Der Arbeitsaufwand bei der Durchführung von Methodik II ist dabei in etwa vergleichbar mit dem bei Methodik I; es entstehen jedoch höhere Kosten für die Datenbeschaffung.

Eine exakte Bewertung der Qualität der Ergebnisse der durchgeführten Methoden kann diese Arbeit indes nicht liefern: Hierfür wäre ein Vergleich mit der realen Verteilung der Werte notwendig, die jedoch nicht bekannt ist.⁶³

Auch eine Überprüfung durch eine mikroskalige Schadenspotenzialanalyse im Untersuchungsgebiet, die genauere Ergebnisse geliefert hätte, konnte im Rahmen dieser Arbeit nicht durchgeführt werden.

Diesbezüglich bestünde dementsprechend noch weiterer Forschungsbedarf. In der Arbeit von REESE (2003, S. 157ff.) werden zwar Ergebnisse der mesoskaligen Schadenspotenzialanalyse für Schleswig-Holstein (COLIJN ET AL. 2000) mit denen der dortigen mikroskaligen Untersuchungen (REESE ET AL. 2003) verglichen; dieser Vergleich beschränkt sich jedoch auf die Stadt-/Gemeindeebene. Zudem sind laut REESE (2003, S. 157ff.) aufgrund methodischer Unterschiede nur einige Wertkategorien vergleichbar. Hier könnten weitere Untersuchungen, die auch die Ergebnisse einzelner Teilflächen vergleichen, weitere Erkenntnisse hervorbringen.

Weiterhin werden sowohl in der vorliegenden Arbeit als auch in allen weiteren untersuchten Studien die Wertbestände der in Häfen umgeschlagenen Waren vernachlässigt. Auch hier besteht demzufolge weiterer Forschungsbedarf. Derartige Erhebungen wären jedoch vermutlich auf die Hilfe der für die jeweiligen Häfen zuständigen Institutionen angewiesen. Möglicherweise könnte auch die Außenhandelsstatistik als Basis einer solchen Ermittlung dienen.

Die in der vorliegenden Arbeit entwickelten Methoden könnten einen Beitrag zur Standardisierung mesoskaliger Schadenspotenzialanalysen liefern. Die Verfahren können nicht nur auf andere Gebiete der deutschen Nord- und Ostseeküste übertragen werden und hier miteinander vergleichbare Ergebnisse erzeugen. Auch eine Anwendung in durch Flusshochwasser gefährdeten Gebieten wäre ohne weiteres möglich: Zwar stand die Entwicklung der beiden Methoden der Schadenspotenzialanalyse in dieser Arbeit im Kontext einer Gefährdung durch Sturmfluten; im Gegensatz zu anderen Teilbereichen der Risikoanalyse, wie der Sicherheitsanalyse oder der Überflutungssimulation, sind die Verfahren der

⁶³ Wäre sie bekannt, so wären derartige Analysen letztlich obsolet.

Schadenspotenzialanalyse aber nicht von bestimmten Naturgefahren abhängig und sind somit vielseitig einsetzbar.

Für eine Übertragung auf Gebiete außerhalb Deutschlands wäre hingegen eine Anpassung hinsichtlich der zur Verfügung stehenden Eingangsdaten erforderlich. Zumindest innerhalb der EU erscheint eine solche Anpassung durch die Vereinheitlichung der amtlichen Statistiken (z. B. ESVG) relativ leicht möglich. Mit den CORINE-Daten stünde hier zudem eine einheitliche, obschon im Vergleich zum ATKIS-Basis-DLM gröbere Datenquelle für die räumliche Modellierung auf Basis von Flächennutzungsdaten zur Verfügung (vgl. Kap. 3.5.2.2; CAF 2004). Bereits bei der Schadenspotenzialanalyse für den Rhein (IKSR 2001a) wurden diese Daten für eine länderübergreifende Studie verwendet.

Schließlich bestünde ein Ansatz zur Weiterentwicklung in der Dynamisierung der bislang statischen Verfahren: So wäre es von Vorteil, wenn zeitliche Veränderungen von Wertbestand und Flächennutzungen nicht eine neue Analyse erforderten, sondern bestehende Analysen dementsprechend aktualisiert werden könnten. Nicht zuletzt vor dem Hintergrund des beschleunigten Meeresspiegelanstiegs wäre zudem eine Zukunftsprojektion des Schadenspotenzials hinsichtlich unterschiedlicher Entwicklungsszenarien interessant.

Literaturverzeichnis

- AdV (Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Bundesrepublik Deutschland), 2002: ATKIS-Objektartenkatalog Basis-DLM. Internetseite: www.atkis.de/-dstinfo/dstinfo.dst_start4?dst_oar=1000&inf_sprache=deu&c1=1&dst_typ=25&dst_ver=dst&dst_land=ADV. Stand 1.3.2002.
- AdV, 2004: Liegenschaftskataster. Internetseite: www.adv-online.de/extdeu/broker.jsp?uMen=ea7769da-d319-fa6d-7879-f08a07b51a69. Stand: 26.1.2004.
- Albers, G., 1992: Stadtplanung. Eine praxisorientierte Einführung. Darmstadt.
- Annoncen Avis, 2000: Gebrauchtwagenpreise. Internetseite: www.avis-net.de.
- Arbeitskreis VGR (Arbeitskreis Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder), 2003: Begriffsdefinitionen. Internetseite: www.statistik-bw.de/Arbeitskreis_VGR/-definitionen.asp. Stand: 25.11.2003.
- Arbeitskreis VGR, 2004: Verfügbares Einkommen, 1991-2002. Internetseite: www.statistik-bw.de/Arbeitskreis_VGR/tab14.asp. Stand: 24.3.2004.
- Ball, J.H.; Clark, M.J., Collins, M.B.; Gao, S.; Ingham, A.; Ulph, A., 1991: The Economic Consequences of Sea Level Rise on the South Coast of England. GeoData Institute Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. Southampton. Unveröffentlicht.
- Bateman, I.; Bateman, S.; Brown, D.; Doktor, P.; Karas, J. H. W.; Maher, A.; Turner, R. K., 1991: Economic Appraisal of the Consequences of Climate-Induced Sea Level Rise: A case Study of East Anglia. Report to the Ministry of Agriculture, Fisheries and Food. University of East Anglia. Norwich. Unveröffentlicht.
- Behnen, T., 2000a: Der beschleunigte Meeresspiegelanstieg und seine sozioökonomischen Folgen: Eine Untersuchung der Ursachen, methodischen Ansätze und Konsequenzen unter besonderer Berücksichtigung Deutschlands. Hannoversche Geographische Arbeiten, Band 54. Hannover.
- Behnen, T., 2000b: Sind Schäden durch Überschwemmungen nach Sturmfluten versicherbar? Eine Diskussion unter Berücksichtigung der Folgen des Klimawandels für die deutsche Küstenzone. In: Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, Heft 36. S. 149-158. Bremen.
- Berger, M., 2001: Methoden der Schadenspotenzialanalyse in überflutungsgefährdeten Küstenregionen unter besonderer Berücksichtigung eines mesoskaligen Ansatzes. Unveröffentlichte Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover, Abteilung Wirtschaftsgeographie.
- Berz, G., 2002: Naturkatastrophen im 21. Jahrhundert. Befürchtungen und Handlungsoptionen der Versicherungswirtschaft. In: Geographische Rundschau, Jg. 54, Heft 1. S. 9-14.
- Beyene, M., 1992: Ein Informationssystem für die Abschätzung von Hochwasserschadenspotentialen. Mitteilungen des Instituts für Wasserwirtschaft der RWTH Aachen. Aachen.
- Bill, R., 1999: Grundlagen der Geo-Informationssysteme. Band 2: Analysen, Anwendungen und neue Entwicklungen. 2. Auflage. Heidelberg.

- BMRBS (Bundesministerium für Raumordnung, Bauwesen und Städtebau), 1997: Normalherstellungskosten 1995. Bonn.
- BMVBW (Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen), 2001: Normalherstellungskosten 2000. Berlin.
- BMVBW, 2002: Wertermittlungsrichtlinien 2002 (WertR 2002). Berlin.
- Braam, W., 1999: Stadtplanung. Aufgabenbereiche - Planungsmethodik - Rechtsgrundlagen. 3. Auflage. Düsseldorf.
- Brümmerhoff, D., 2000: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. 6. Auflage. München.
- Brümmerhoff, D.; Lützel, H., 1994: Lexikon der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnungen. München, Wien.
- BWK (Bund der Ingenieure für Wasserbau, Abfallwirtschaft und Kulturbau) (Hrsg.), 2001: Hochwasserschadenspotenziale. Bericht 1/2001. Düsseldorf.
- CAF (Cluster Angewandte Fernerkundung), 2004: Kurzbeschreibung des Projekts CORINE 2000. Internetseite: www.caf.dlr.de/caf/anwendungen/projekte/projekte_nutzung/-corine/Projekt/.
- Cansier, D. (1996): Umweltökonomie. 2. Auflage. Stuttgart.
- Citlak, B.; Wagner, G. G., 2001: Hochwasser: Unkalkulierbare Ereignisse und unvermeidbare Folgen? Denkanstöße für den ökonomischen Umgang mit Elementarschäden. In: Mager, H.-C.; Schäfer, H.; Schrüfer, K. (Hrsg.): Private Versicherung und Soziale Sicherung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Roland Eisen. Marburg. S. 97-111.
- Colijn, F.; Hamann, M.; Reese, S.; Rohr, T., 2000: Wertermittlung für die potenziell sturmflutgefährdeten Gebiete an den Küsten Schleswig-Holsteins. Gutachten im Auftrag des Ministeriums für ländliche Räume, Landesplanung, Landwirtschaft und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein. Internetpublikation: www.uni-kiel.de/ftzwest/ag4/PROJEKT/Txtlinks/test.htm.
- Crouch, E.A.C.; Wilson, R.; 1982: Risk Benefit Analysis. Boston, Mass.
- CUR (Centre for Civil Engineering Research and Codes), 1990: Probabilistic Design of Flood Defences. Gouda.
- Daschkeit, A.; Schottes, P. (Hrsg.), 2001: Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Berlin.
- Daschkeit, A.; Sterr, H. (Hrsg.), 2003: Aktuelle Ergebnisse der Küstenforschung. 20. AMK-Tagung Kiel, 30.5.-1.6.2002. Berichte des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste der Universität Kiel, Nr. 28. Büsum.
- Deutsche Bundesbank, 1999: Jahresabschlüsse westdeutscher Unternehmen 1971 bis 1996. Statistische Sonderveröffentlichung 5. Frankfurt a. M.
- Dickmann, F.; Zehner, K., 1999: Computergeographie und GIS. Braunschweig.
- Ebenhöh, W.; Sterr, H.; Simmering, F., 1997: Potentielle Gefährdung und Vulnerabilität der deutschen Nord- und Ostseeküste bei fortschreitendem Klimawandel. Case Study in Anlehnung an die Common Methodology der IPCC Coastal Zone Management Subgroup. Oldenburg.
- Elsner, A.; Mai, S., 2004: RISK – Geographisches Informationssystem für Risiko- und Küstenzonenmanagement. Broschüre. Hannover.
- Elsner, A.; Mai, S.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2003a: GIS-gestützte Analyse von Überflutungsschäden als Teil des Küstenzonenmanagements. In: Unimagazin Universität Hannover, H. 3/4. S. 16-19. Hannover.
- Elsner, A.; Mai, S.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2003b: Integration of the flood risk in coastal hinterland management. Proc. of the Int. Conf. CoastGis, Genua, Italy, 2003.

- Elsner, W.; Otte, C. ; Yu, I., 2003c: KRIM - Teilprojekt „Regionalökonomische Risiko- und Reaktions-Analyse des Klimawandels“, 2. Zwischenbericht. Unveröffentlicht.
- Elsner, A.; Mai, S.; Zimmermann, C., 2004: Risikoanalyse – ein Element des Küstenzonenmanagements. In: Schernewski, G.; Dolch, T. (Hrsg.): Geographie der Meere und Küsten. 22. AMK-Jahrestagung. Coastline Reports 1/2004. S. 137-147.
- Emporis, 2004: Emporis Gebäudedatenbank Hochhäuser. Internetseite: www.emporis.com/ge/bu/sk/.
- Eurostat (Statistisches Amt der Europäischen Gemeinschaften), 1999: Agrarpreise - Preisindizes und absolute Preise. Daten 1989-98. Luxemburg.
- Fickert, C.; Fieseler, H., 1998: Baunutzungsverordnung. Kommentar unter besonderer Berücksichtigung des Umweltschutzes mit ergänzenden Rechtsvorschriften. 9. Auflage. Stuttgart, Berlin, Köln.
- Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.), 2000: Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen, Heft 85. Hannover.
- Frenkel, M.; John, K.D., 2002: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. 5. Auflage. München.
- GAG (Gutachterausschüsse für Grundstückswerte Niedersachsen), 2000: Grundstücksmarktbericht 2000 für die Bereiche der kreisfreien Stadt Wilhelmshaven sowie der Landkreise Friesland und Wesermarsch. Wilhelmshaven, Varel, Brake.
- GAG, 2001: Grundstücksmarktbericht 2000 für den Bereich des Landkreises Cuxhaven. Otterndorf.
- GAG, 2002: Landesgrundstücksmarktbericht Niedersachsen 2002. Internetseite: <http://www.gutachterausschuesse-ni.de/>.
- Gardette, J.-M., 1997: Versicherungsschutz für Hochwasserschäden? Vergleichende Betrachtungen zum deutschen und französischen Recht. In: Zeitschrift für die gesamte Versicherungswissenschaft, Jg. 86. S. 211-232.
- geomer, 2004: FloodArea – ArcView-Erweiterung zur Berechnung von Überschwemmungsbereichen. Anwenderhandbuch. Internetpublikation: www.geomer.de/download/dl/floodarea/floodarea_manual_dt.pdf
- Gewalt, M.; Klaus, J.; Peerbolte, E. B.; Pflügner, W.; Schmidtke, R. F.; Verhage, L., 1996: EUROflood – Technical Annex 8. Economic Assessment of Flood Hazards. Regional Scale Analysis-Decision Support System (RSA-DSS). München.
- Görzig, B.; Schintke, J.; Schmidt, M., 1998: Produktion und Faktoreinsatz nach Branchen des Verarbeitenden Gewerbes Westdeutschlands. Berechnungen für 31 Branchen in europäischer Klassifikation. Statistische Kennziffern 1980 bis 1997. Berlin.
- Green, C.; van der Veen, A.; Wierstra, E.; Penning-Rowsell, E. C., 1994: Vulnerability Refined: Analysing Full Flood Impact. In: Penning-Rowsell, E. C.; Fordham, M. (Hrsg.): Floods Across Europe. Hazard Assessment, Modelling and Management. London. S. 32-68.
- Grigo, F.; Grimm, S.; Meier, D., 2004: Sturmfluten in Nordfriesland. Internetseite: www.uni-kiel.de/ftzwest/ag5/AG5_EXPO_INDEX.htm.
- Hamann, M.; Klug, H., 1998: Wertermittlung für die potentiell sturmflutgefährdeten Gebiete an den Küsten Schleswig-Holsteins. In: Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 20, S. 63-70.

- Hamann, M.; Reese, S., 2000: Wertermittlung und Schadensanalyse als Instrumente für die Küstenschutzplanung in Schleswig-Holstein. In: Bremer Beiträge zur Geographie und Raumplanung, Heft 36, S. 139-147.
- Hartje, V.; Meyer, I.; Meyerhoff, J., 2001: Kosten einer möglichen Klimaänderung auf Sylt. In: Daschkeit, A.; Schottes, P. (Hrsg.): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Berlin.
- Heineberg, H., 2000: Grundriss Allgemeine Geographie: Stadtgeographie. Paderborn, München, Wien, Zürich.
- Heinze, A., 2000: Visualisierung und Einschätzung von Hochwasserrisiken mit GIS aus Sicht der Versicherungswirtschaft. In: Geoinformationssysteme, Jg. 13, Heft 5. S. 12-15.
- Hevesi, A. G., 2001: The Impact of the September 11 WTC Attack on NYC's Economy and City Revenues. The City of New York, Office of the Comptroller, Alan G. Hevesi. New York.
- Hofstede, J.; Hamann, M., 2000: Wertermittlung sturmflutgefährdeter Gebiete in Schleswig-Holstein. In: Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.): Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen, Heft 85. S. 105-112.
- Hoppenstedt, 2001: Handbuch der Großunternehmen. Darmstadt.
- IKSR (Internationale Kommission zum Schutz des Rheines) (Hrsg.), 2001a: Übersichtskarten der Überschwemmungsgefährdung und der möglichen Vermögensschäden am Rhein. Abschlußbericht: Vorgehensweise zur Ermittlung der hochwassergefährdeten Flächen, Vorgehensweise zur Ermittlung der möglichen Vermögensschäden.
- IKSR (Hrsg.), 2001b: Atlas der Überschwemmungsgefährdung und möglichen Schäden bei Extremhochwasser am Rhein.
Internetveröffentlichung: www.iksr.org/rheinatlas/printversion/IKSR_Atlas_II.pdf
- Infas-Geodaten, 2004: Homepage: www.infas-geodaten.de.
- Innenministerium NRW, 2002: Vermessungsgebührenordnung vom 21. Januar 2002: Vermessungsgebührentarif.
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 1991: Assessment of the Vulnerability of Coastal Areas to Sea Level Rise - A Common Methodology. Report of the Coastal Zone Management Subgroup of IPCC Working Group III. Den Haag.
- IPCC, 2001a: Climate Change 2001: The Scientific Basis. Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.
- IPCC, 2001b: Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge.
- Jakobi, W.; Kron, W.; Berz, G., 2001: Versicherung. In: Plate, E. J.; Merz, B. (Hrsg.): Naturkatastrophen. Ursachen - Auswirkungen - Vorsorge. Stuttgart. S. 408-421.
- Kelletat, D. (Hrsg.), 2003: Neue Ergebnisse der Küsten- und Meeresforschung. Tagungsband der 21. Jahrestagung des Arbeitskreises "Geographie der Meere und Küsten" (AMK) 2003 in Essen. Essener Geographische Arbeiten 35.
- Kiese, M.; Leineweber, B., 2001: Risiko einer Küstenregion bei Klimaänderung. Ökonomische Bewertung und räumliche Modellierung des Schadenspotentials in der Unterweserregion. Hannoversche Geographische Arbeitsmaterialien, Nr. 25. Hannover.

- Klaus, J.; Pflügner, W.; Schmidtke, R. F.; Wind, H.; Green, C., 1994: Models for Flood Hazard Assessment and Management. In: Penning-Rowsell, E. C.; Fordham, M. (Hrsg.): Floods across Europe. Hazard assessment, modelling and management. London. S. 67-106.
- Klaus, J.; Schmidtke, R. F., 1990: Bewertungsgutachten für Deichbauvorhaben an der Festlandsküste – Modellgebiet Wesermarsch. Untersuchungsbericht an den Bundesminister für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Bonn.
- Kleiber, W., 2000: Wertermittlungsrichtlinien und Normalherstellungskosten 1995. Textsammlung. Köln.
- Kleiber, W.; Simon, J.; Weyers, 2002: Verkehrswertermittlung von Grundstücken. Kommentar und Handbuch zur Ermittlung von Verkehrs-, Versicherungs- und Beleihungswerten unter Berücksichtigung von WertV und BauGB. 4. Aufl. Köln.
- Knogge, T., 2003: Regionalökonomische Folgen eines Deichversagens an der Unterweser. In: Wasser und Boden, Jg. 55, Heft 7/8. S. 30-35.
- Knogge, T.; Wrobel, M., 2000: Klimasensitive Wirtschaftsbereiche: Ergebnisse eines Verfahrens zur Identifikation eines regionalen Clusters am Beispiel der Unterweserregion. Bremer Diskussionspapiere zur ökonomischen Klimafolgenforschung, Nr. 7.
- Krause, G., 2000: Generalplanungen für den Küstenschutz in Niedersachsen. In: Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.): Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen Heft 85/2000. S. 65-68.
- Kron, W., 2000: Occurrence and Insurance of Natural Desasters. In: Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.): Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen, Heft 85. S. 133-144.
- LAWA (Länderarbeitsgemeinschaft Wasser), 1995: Leitlinien für einen zukunftsweisenden Hochwasserschutz. Hochwasser: Ursachen und Konsequenzen. Stuttgart.
- Leatherman, S.; Yohe, G., 1996: Appendix H: Coastal Resource Impacts and Methods of Adaptation Assessment. In: Benioff, R.; Guill, S.; Lee, J. (Hrsg.): Vulnerability and Adaptation Assessments. An International Handbook. Dordrecht. S. H-1-H-39.
- Leibrich, P. (Hrsg.), 1997: Business Mapping im Marketing. Heidelberg.
- Lekuthai, A.; Vongvisessomjai, S., 2001: Intangible Flood Damage Quantification. In: Water Resources Management, Heft 15. S. 343-362.
- LGN (Landesvermessung und Geobasisinformation Niedersachsen) 2004: ATKIS- Digitales Landschaftsmodell – Basis-DLM. Internetseite: www.lgn.de.
- Lietzau, O., 2001: Risikovorsorge gegen Überschwemmungsschäden. Das Zonierungssystem der deutschen Versicherungswirtschaft. In: Neues Archiv für Niedersachsen, Heft 2. S. 73-85.
- Lverma NRW (Landesvermessungsamt Nordrhein-Westfalen), 2004: Amtliches Liegenschaftskataster Informationssystem, ALKIS. Internetseite: www.lverma.nrw.de/produkte/liegenschaftsinformation/katasterinfo/alkis/ALKIS.htm.
- Mager, H.-C.; Schäfer, H.; Schrüfer, K. (Hrsg.), 2001: Private Versicherung und Soziale Sicherung. Festschrift zum 60. Geburtstag von Roland Eisen. Marburg.

- Mai, S.; Elsner, A.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2003: KRIM: Probabilistic Risk Analysis of Coastal Defences. Proc. of the Status Seminar on DEKLIM, S. 276-277, Bad Münstereifel, 2003.
- Mai, S.; Elsner, A.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2004a: Änderung des Sturmflutrisikos der niedersächsischen Küste bei Klimawandel. Tagungsband zur Konferenz "Klimaänderung und Küstenschutz", Hamburg 2004 (zur Veröffentlichung angenommen).
- Mai, S.; Elsner, A.; Ohle, N.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2004b: Präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement als Reaktion auf den Klimawandel. In: Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Band 54 (im Druck).
- Mai, S.; von Liebermann, N., 2000: Belastung der Seedeiche durch Wasserstände und Wellen. In: Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.): Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen Heft 85/2000. S. 27-38.
- Mai, S.; von Liebermann, N., 2001: GIS-gestützte Risikoanalyse. In: HANSA – Schifffahrt – Schiffbau – Hafen, Jg. 138, Heft 7. S. 63-66.
- Mai, S.; von Liebermann, N., 2002: RISK – Risikoinformationssystem Küste. In: Jahrbuch der Hafenbautechnischen Gesellschaft, Band 53. S. 44-56.
- Mai, S.; Zimmermann, C., 2003: Vulnerabilität des Küstenhinterlands an Jade und Weser bei Klimaänderung. Tagungsband des 4. FZK-Kolloquiums "Küsten - Morphodynamik und Küstenschutzwerke", S. 75-79. Hannover.
- Maier, C., 1998: Regionale VGR im Umbruch. Zur Umstellung auf das neue Europäische System Volkswirtschaftlicher Gesamtrechnungen, In: Baden-Württemberg in Wort und Zahl 3/98, S. 111-122.
- Maniak, U., 2001: Wasserwirtschaft. Einführung in die Bewertung wasserwirtschaftlicher Vorhaben. Berlin.
- Markau, H.-J. (2003): Risikobetrachtung von Naturgefahren. Analyse, Bewertung und Management des Risikos von Naturgefahren am Beispiel der sturmflutgefährdeten Küstenniederungen Schleswig-Holsteins. Berichte aus dem Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel, Bd. 31. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- McDonald, J., 1997: Fundamentals of Urban Economics. N.J.
- Meyer, V. 2001: Ermittlung sturmflutgefährdeter Werte - Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes von Geographischen Informationssystemen (GIS). Diplomarbeit am Geographischen Institut der Universität Hannover, Abteilung Wirtschaftsgeographie.
- Meyer, V.; Mai, S., 2003: Verfahren zur Berechnung der Schäden nach Deichbruch an der deutschen Nordseeküste. In: Kelletat, D. (Hrsg.): Neue Ergebnisse der Küsten- und Meeresforschung. Tagungsband der 21. Jahrestagung des Arbeitskreises "Geographie der Meere und Küsten" (AMK) 2003 in Essen. Essener Geographische Arbeiten 35. S. 169-178.
- Meyer, V.; Mai, S., 2004: Überflutungsschäden im Küstenhinterland nach Deichbruch. In: Wasserwirtschaft. Wiesbaden (zur Veröffentlichung angenommen).
- Meyerhoff, J., 2001: Die Wertschätzung für den Schutz des Wattenmeeres vor den Folgen des Klimawandels. In: Jahrbuch Ökologische Ökonomik 2: Ökonomische Naturbewertung. S. 297-312. Marburg.

- Microm, 2001: Homepage: www.microm.info/de/.
- Mobile.de, 2000: Gebrauchtwagenpreise. Internetseite: www.mobile.de.
- Motor Columbus, 1986a: Risikoanalyse der Hochwassergefährdung Hamburgs. Band 2: Risikoanalyse. Hamburg. Unveröffentlicht.
- Motor Columbus, 1986b: Risikoanalyse der Hochwassergefährdung Hamburgs. Band 4: Ermittlung des Schadenpotentials. Hamburg. Unveröffentlicht.
- Nds. UM (Niedersächsisches Umweltministerium), 2001: Geographisches Informationssystem Umwelt (GEOSUM). Internetseite: www.mu.niedersachsen.de/geosum; 29.10.01.
- Müller, W.; Korda, M., 1999: Städtebau. Stuttgart, Leipzig.
- Münchener Rück (Münchener Rückversicherungs-Gesellschaft), 1998: Sturmflut Deutschland. Studie zur Gefährdung durch Sturmfluten und Abschätzung des Sachschadenspotentials an Nord- und Ostsee.
- Münchener Rück, 2003: Jahresrückblick Naturkatastrophen 2002. Topics, Jg. 10. München.
- Münchener Rück, 2004: Jahresrückblick Naturkatastrophen 2003. Topics geo, Jg. 11. München.
- MURL (Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft des Landes Nordrhein-Westfalen) (Hrsg.), 2000: Hochwasserschadenspotentiale am Rhein in Nordrhein-Westfalen. Abschlussbericht. Düsseldorf.
- Nds. LA Straßenbau (Niedersächsisches Landesamt für Straßenbau), 2002: Durchschnittskosten für den Neubau von Bundesfernstraßen. Unveröffentlichte Zusammenstellung. Hannover.
- NLS (Niedersächsisches Landesamt für Statistik), 1998: Vermögensteuer und Einheitswerte der gewerblichen Betriebe 1995. Statistische Berichte Niedersachsen L IV 8.
- NLS, 1999: Landwirtschaftszählung 1999. Heft 1, Teil A. Hannover.
- NLS, 2001a: Bestand an Kraftfahrzeugen und -anhängern in Niedersachsen. NLS-Online: www1.nls.niedersachsen.de/statistik/. Tabelle K7600111.
- NLS, 2001b: Bevölkerung und Katasterfläche in Niedersachsen. Internetseite: NLS-Online: <http://www1.nls.niedersachsen.de/statistik/>.
- NLS, 2002a: BIP, BWS und Erwerbstätige 1991 bis 2000. Statistische Berichte Niedersachsen P I 1.
- NLS, 2002b: Brutto- und Nettoanlagevermögen 1995 und 2000 in Niedersachsen gem. ESVG 95. Unveröffentlichte Zusammenstellung.
- NLS, 2002c: Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte. Internetseite: NLS-Online: www1.nls.niedersachsen.de/statistik/; Tab. Z7023113.
- NLS, 2003: Bevölkerung der Gemeinden am 30. Juni 2003. Statistische Berichte Niedersachsen AI2. Hannover.
- OSAM GmbH Rostock, 1995: Analyse zum Hochwasserschadenspotential an der Ostsee- und Boddenküste in Mecklenburg-Vorpommern. Teil 1: Zusammenfassung aller Landkreise und kreisfreien Städte. Teilbereich: Statistik. Analyse, im Auftrage des Staatlichen Amtes für Umwelt und Natur Rostock. Rostock.
- Parker, D.J.; Green, C.H.; Thompson, P.M., 1987: Urban Flood Protection Benefits. A Project Appraisal Guide. Aldershot.
- Pearce, D.W.; Turner, R.K., 1990: Economics of Natural Resources and the Environment. Hemel Hempstead.

- Penning-Rowsell, E. C.; Chatterton, J. B., 1977: The benefits of flood alleviation. Westmead, Farnborough, Hants.
- Penning-Rowsell, E. C.; Fordham, M. (Hrsg.), 1994: Floods Across Europe. Hazard Assessment, Modelling and Management. London.
- Penning-Rowsell, E. C.; Green, C., 2000: New Insights into the Appraisal of Flood-Alleviation Benefits: (1) Flood Damage and Flood Loss Information. In: Water and Environmental Management - The Journal of the Chartered Institution of Water and Environmental Management, 14. Jg., H. 5, S. 347-353.
- Plate, E. J., 2000: Risikoanalyse im Hochwasser- und Küstenschutz. In: Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.): Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen, Heft 85. S. 1-14.
- Plate, E. J.; Merz, B. (Hrsg.), 2001: Naturkatastrophen. Ursachen - Auswirkungen - Vorsorge. Stuttgart.
- Plate, E. J.; Merz, B.; Eikenberg, C., 2001: Naturkatastrophen: Herausforderung an Wissenschaft und Gesellschaft. In: Plate, E. J.; Merz, B. (Hrsg.): Naturkatastrophen. Ursachen - Auswirkungen - Vorsorge. Stuttgart. S. 1-46.
- Pommerehne, W.; Römer, A. U., 1992: Erfassung der Präferenzen für öffentliche Güter. In: Jahrbuch für Sozialwissenschaft 43. S. 171-210.
- Prinz, D., 1999: Städtebau. Bd. 1: Städtebauliches Entwerfen. Stuttgart, Berlin, Köln.
- Probst, B., 2000: Generalplanungen für den Küstenschutz in Schleswig-Holstein. In: Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.): Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen Heft 85/2000. S. 69-76.
- Pruckner, G. J., 1994: Die ökonomische Quantifizierung natürlicher Ressourcen: Eine Bewertung überbetrieblicher Leistungen der österreichischen Land- und Forstwirtschaft. Frankfurt a.M.
- Rahn, A. C., 2002: Merkblatt zu Hochwasserschäden an Gebäuden. Internetseite: www.bauphysik.com/download/Merkblatt_Hochwasser.001.pdf.
- Reese, S., 2003: Die Vulnerabilität des schleswig-holsteinischen Küstenraumes durch Sturmfluten. Fallstudien von der Nord- und Ostseeküste. Berichte aus dem Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel, Bd. 30. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel.
- Reese, S.; Markau, H. J.; Sterr, H., 2001: Wertermittlung hochwassergefährdeter Gebiete in den Gemeinden Scharbeutz und Timmendorfer Strand. Büsum. Internetpublikation: www.uni-kiel.de/ftzwest/ag4/Timdorf/timcov.html.
- Reese, S.; Markau, H.-J.; Sterr, H., 2003: MERK – Mikroskalige Evaluation der Risiken in überflutungsgefährdeten Küstenniederungen. Abschlussbericht. Kiel.
- Schätzl, L., 2000: Wirtschaftsgeographie 2: Empirie. 3. Auflage. Paderborn, München, Wien, Zürich.
- Schätzl, L., 2003: Wirtschaftsgeographie 1: Theorie. 9. Auflage. Paderborn, München, Wien, Zürich.
- Schernewski, G.; Dolch, T. (Hrsg.), 2004: Geographie der Meere und Küsten. 22. AMK-Jahrestagung. Coastline Reports 1/2004.

- Schmidtke, R. F., 1995: Sozio-ökonomische Schäden von Hochwasserkatastrophen. In: Darmstädter Wasserbau-Mitteilungen 40. Darmstadt. S. 143-156.
- Schöning, G.; Borchard, K., 1992: Städtebau im Übergang zu 21. Jahrhundert. Stuttgart.
- Schuchardt, B.; Schirmer, M., 2003: Ansatz und Ziel des interdisziplinären Verbundvorhabens „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste“ (KRIM). In: Daschkeit, A.; Sterr, H. (Hrsg.): Aktuelle Ergebnisse der Küstenforschung. 20. AMK-Tagung Kiel, 30.5.-1.6.2002. Berichte des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste der Universität Kiel, Nr. 28. Büsum. S. 31-42.
- Schüssler, F., 2000: Geomarketing: Anwendungen Geographischer Informationssysteme im Einzelhandel. Marburg.
- Schwarze, R.; Wagner, G. G., 2003: Marktkonforme Versicherungspflicht für Naturkatastrophen. Bausteine einer Elementarschadenversicherung. DIW-Wochenbericht, Jg. 70, Heft 12. S. 183-189.
- Schweppe-Kraft, B., 1998: Monetäre Bewertung von Biotopen. Bundesamt für Naturschutz: Angewandte Landschaftsökologie, Heft 24. Bonn-Bad Godesberg.
- Siebert, A.; Loster, T., 1997: Risiko-Analyse im Versicherungswesen. In: Leibrich, P. (Hrsg.): Business Mapping im Marketing. Heidelberg. S. 339-356.
- Simon, J.; Kleiber, W., 1996: Schätzung und Ermittlung von Grundstückswerten. Eine umfassende Darstellung der Rechtsgrundlagen und praktischen Möglichkeiten einer zeitgemäßen Verkehrswertermittlung. 7. Aufl.. Neuwied.
- Smith, K.; Ward, R., 1998: Floods – Physical Processes and Human Impacts. Chichester.
- StaBA (Statistisches Bundesamt Deutschland), 1987: Unternehmen und Arbeitsstätten. Arbeitsstättenzählung vom 25. Mai 1987. Arbeitsstätten und Beschäftigte nach Beschäftigungsgrößenklassen. Fachserie 2, Heft 3. Stuttgart.
- StaBA, 1995: Umsteigeschlüssel von der Systematik der Wirtschaftszweige Ausgabe 1979 (WZ 79), Fassung für Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen zur Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (WZ 93). Wiesbaden.
- StaBA, 1997: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung. Fachserie 18, Reihe 1.3: Konten und Standardtabellen. Wiesbaden.
- StaBA, 1999a: Finanzen und Steuern. Fachserie 14, Reihe 7.5.1: Einheitswerte der Gewerbebetriebe 1995. Wiesbaden.
- StaBA, 1999b: Klassifikation der Wirtschaftszweige, Ausgabe 1993 (WZ 93). Wiesbaden.
- StaBA, 2000: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen. Reihe 1.3: Konten und Standardtabellen. Hauptbericht. Wiesbaden.
- StaBA, 2001: Gliederung der WZ 79. Word-Dokument des StaBA. Unveröffentlicht.
- StaBA, 2002a: Auszug aus der Methodenbeschreibung zum ESVG 95. Wiesbaden.
- StaBA, 2002b: Definitionen. Internetseite: www-zr.destatis.de/def/definha.htm.
- StaLA Baden-Württemberg (Statistisches Landesamt Baden-Württemberg), o.J.: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnung der Länder. Bruttoanlagevermögen zu Wiederbeschaffungspreisen. Berechnungsstand: VGR 58. Unveröffentlichter Datenbankauszug.
- StaLA Baden-Württemberg, 2000: Volkswirtschaftliche Gesamtrechnungen der Länder. Heft 34. Entstehung, Verteilung und Verwendung des Sozialprodukts in den Ländern der Bundesrepublik Deutschland 1970 bis 1998. Stuttgart.

- StaLA Bremen (Statistisches Landesamt Bremen), 2001a: Statistisches Jahrbuch 2001. Bremen.
- StaLA Bremen, 2001b: Die Viehbestände im Land Bremen. Ergebnisse der Allgemeinen Viehzählung 1999 und 2001. Statistische Berichte C III 1-j/99 und 01. Bremen.
- StaLA Bremen, 2002a: Bestand an zulassungspflichtigen Kfz. Internetseite: www.statistik.bremen.de.
- StaLA Bremen, 2002b: Nettoanlagevermögen (Anlagen) zu Wiederbeschaffungspreisen im Lande Bremen. Unveröffentlichte Zusammenstellung.
- StaLA Bremen, 2002c: Einheitswerte der gewerblichen Betriebe im Lande Bremen 1995. Unveröffentlichte Zusammenstellung.
- Sterr, H.; Klein R.; Reese, S., 2000: Climate Change and Coastal Zones: An Overview on the state-of-the-art of Regional and Local Vulnerability Assessments. FEEM Working Paper Series, 38/2000.
- SwissRe (Schweizerische Rückversicherungs-Gesellschaft), 2002: Überschwemmungen sind versicherbar! Zürich.
- Tapsell, S. M.; Penning-Rowsell, E. C.; Tunstall, S. M.; Wilson, T. L., 2002: Vulnerability to Flooding: Health and Social Dimensions. In: Phil. Trans. R. Soc. Lond. A, 360. S. 1511-1525.
- Turner, R. K.; Adger, N.; Doktor, P., 1995: Assessing the economic costs of sea level rise. In: Environment and Planning A, volume 27, p. 1777-1796.
- Turner, R. K.; Doktor, P.; Adger, N., 1993: Key Issues in the Economics of sea level rise. CSERGE (Centre of Social and Economic Research on Global Environment) Working Paper PA 93-04. Norwich, London.
- VKV-Niedersachsen (Vermessungs- und Katasterverwaltung Niedersachsen), 2004: Automatisierte Liegenschaftskarte (ALK). Internetseite: www.vkv-ni.de/. Stand: 8.7.2004.
- von Liebermann, N.; Mai, S., 2000: Risikopotenziale für Nutzflächen und Infrastruktur. In: Franzius Institut für Wasserbau und Küsteningenieurwesen (Hrsg.): Risikomanagement im Küstenraum. Beiträge zum internationalen Workshop 30./31. März, Universität Hannover. Mitteilungen, Heft 85. S. 97-104.
- von Liebermann, N.; Mai, S., 2001: Entscheidungsunterstützung im Sturmflutschutz durch Risikoanalyse. In: Wasser und Boden, Heft 12. S. 11-16.
- von Liebermann, N.; Mai, S.; Weigel, J., 2001: RISK (Risikoinformationssystem Küste). CD-Rom. Hannover.
- Weigel, J.; Mai, S., 2002: GIS-gestützte Schadenpotential- und Risikoanalyse an der niedersächsischen Küste. In: Geographische Rundschau, Heft 12. S. 43-46.
- Wissenschaftliches Sekretariat „Klimaänderung und Küste“, 1997: AFFORD-Homepage. Internetseite: www.uni-oldenburg.de/afford/. Stand Oktober 1997.
- Wittig, S.; Kraft, D.; Schirmer, M., 2003: Küstenökologische Aspekte des Klimawandels im interdisziplinären Forschungsvorhaben „Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste“ (KRIM). In: Daschkeit, A.; Sterr, H. (Hrsg.): Aktuelle Ergebnisse der Küstenforschung. 20. AMK-Tagung Kiel, 30.5.-1.6.2002. Berichte des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste der Universität Kiel, Nr. 28. Büsum. S. 43-51.
- ZfV (Zeitschrift für Versicherungswesen), 1997: Gegen Hochwasserpflichtversicherung. Nr. 24. S. 740.

Kartengrundlagen:

ALK: Datensatz aus dem Stadtgebiet von Nordenham. Bereitgestellt vom Katasteramt Brake (15.8.2001). DXF-Format.

ATKIS-Basis-DLM: Datensatz für die Landkreise Ammerland, Friesland, Osterholz, Wesermarsch, Cuxhaven (Teile) sowie die Städte Bremen, Bremerhaven, Oldenburg und Wilhelmshaven. Bereitgestellt vom LGN (28.6.2001). Weitestgehend 2. Realisierungsstufe. EDBS-Format.

Infas-Geodaten: Datensatz auf Stimmbezirksebene für die Städte Bremen, Bremerhaven, Cuxhaven, Langen sowie die Gemeinden Loxstedt, Schiffdorf, Nordholz, Bad Bederkesa und Land Wursten. 25.9.2002.

Anhang 1: Objektarten des ATKIS-OK (mit Angabe der Realisierungsstufe)

1000 Präsentation	Schachtöffnung	2	stationierungsachse	6205 Böschung, Kliff
1001 Textförmiges	2322 Hochofen		3531 Freileitung	1 (komplex)
Präsentationsobjekt	2323 Dock	2	3532 Rohrleitung, Pipeline2	6206 Böschungsfußpunkt
1002 Punktförmiges	2324 Kran		3533 Förderband,	6207 Stützmauer
Präsentationsobjekt	2325 Pumpe, Pumpstelle	2	Bandstraße	2 6208 Einschnitt
1003 Linienförmiges	2326 Wasserrad		3541 Mast	2 6211 Felsen, Felsblock,
Präsentationsobjekt	2327 Windrad	2	3542 Radioteleskop	2 Felsnadel
1004 Flächenförmiges	2328 Solarzellen		3543 Antenne	6212 Hochgebirgsmoräne
Präsentationsobjekt	2331 Archäologische			6213 Gletscher
	Fundstätte		4000 Vegetation	6214 Gletscherspalte
2000 Siedlung	2332 Denkmal, Denkstein,		- 4100 Vegetationsflächen	6215 Düne
- 2100 Baulich geprägte	Standbild	2	4101 Ackerland	1 6216 Böschungsfläche
Fläche	2333 Bildstock, Wegekrenz,		4102 Grünland	1 6217 Geländekante
2101 Ortslage	1 Gipfelkreuz		4103 Gartenland	1
2102 Wohnplatz	2334 Meilenstein		4104 Heide	1 7000 Gebiete
2111 Wohnbaufläche	1 2342 Spielfeld, Spielfläche		4105 Moor, Moos	1 - 7100 Verwaltungsgebiete
2112 Industrie- und	2343 Zuschauertribüne		4106 Sumpf, Ried	1 7101 Verwaltungseinheit
Gewerbefläche	1 2344 Rennbahn, Laufbahn,		4107 Wald, Forst	1 7102 Sitz der Verwaltung
2113 Fläche gemischter	Geläuf		4108 Gehölz	1 7198 Gemeinename
Nutzung	1 2345 Schwimmbecken	2	4109 Sonderkultur	1 7199 Wohnplatzname
2114 Fläche besonderer	2346 Sprungschanze		4110 Brachland	- 7200 Geographische
funktionaler Prägung	1 (Anlauf)		4111 Nasser Boden	2 Gebietseinheiten
2116 Siedlungsfläche	2351 Mauer	2	4120 Vegetationslose Fläche	1 7201 Landschaft
2121 Bergbaubetrieb	1 2352 Zaun	2	4198 Schneise	7202 Kleinräumiger
2122 Deponie			4199 Fläche, z.Z.	Landschaftsteil
2123 Raffinerie	1 3000 Verkehr		unbestimmbar	1 7203 Gewanne
2124 Werft	2 - 3100 Straßenverkehr		- 4200 Bäume und Büsche	7211 Insel
2125 Lager, Depot	3101 Straße	1	4201 Baum	2 7299 Grenze
2126 Kraftwerk	1 3102 Weg	1	4202 Baumreihe	2 - 7300 Schutzgebiete
2127 Umspannstation	1 3103 Platz	1	4203 Hecke, Knick	2 7301 Nationalpark
2128 Förderanlage	2 3104 Straße (komplex)	1		7302 Naturschutzgebiet
2129 Kläranlage, Klärwerk	1 3105 Straßenkörper	1	5000 Gewässer	7303 Geschützter
2131 Ausstellungsgelände,	3106 Fahrbahn	1	- 5100 Wasserflächen	Landschaftsbestandteil
Messegelände	2 3180 Netzknoten (komplex)		5101 Strom, Fluß, Bach	1 7304
2132 Gärtnerei	2 3181 Nullpunkt		5102 Kanal (Schifffahrt)1	Landschaftsschutzgebiet
2133 Heizwerk	1 3182 Straßenabschnitt		5103 Graben, Kanal	7305 Naturpark
2134 Wasserwerk	1 3183 Straßenast		(Wasserwirtschaft)	1 7306 Biosphärenreservat
2135	- 3200 Schienenverkehr		5104 Priel	2 7307 Vogelschutzgebiet
Abfallbehandlungsanlage	3201 Schienenbahn	1	5105 Quelle	1 7308 Flora-Fauna-Habitat-
- 2200 Siedlungsfreiflächen	3202 Seilbahn,		5106 Wasserlauf	Gebiet
2201 Sportanlage	1 Schwebebahn	2	5111 Meer	1 7311 Wasserschutzgebiet,
2202 Freizeitanlage	1 3203 Schienenbahn		5112 Binnensee, Stausee,	Heilquellenschutzgebiet
2211 Freilichttheater	2 (komplex)	1	Teich	1 - 7400 Gefahrenggebiete,
2212 Freilichtmuseum	2 3204 Bahnkörper	1	5121 Watt	1 sonstige Sperrgebiete
2213 Friedhof	1 3205 Bahnstrecke	1	5199 Veränderliches Ufer	7401
2221 Stadion	2 - 3300 Flugverkehr		- 5200 Besondere Objekte in	Bodenbewegungsgebiet
2222 Sportplatz	2 3301 Flughafen	1	Gewässern	7402 Bruchfeld
2223 Schießstand	2 3302 Flugplatz	1	5201 Sandbank	2 7403 Truppenübungsplatz,
2224 Schwimmbad	2 3303 Rollbahn	2	5202 Stromschnelle	2 Standortübungsplatz
2225 Zoo	2 3304 Vorfeld	2	5203 Wasserfall	2 7404
2226 Freizeitpark,	- 3400 Schiffsverkehr		- 5300 Einrichtungen und	Überschwemmungsgebiet
Safaripark, Wildgehege	2 3401 Hafen	2	Bauwerke an Gewässern	7405 Testgelände
2227 Grünanlage	1 3402 Hafenbecken	1	5301 Durchlaß	2 7499 Ehemaliges
2228 Campingplatz	1 3403 Schifffahrtslinie	1	5302 Talsperre, Wehr	7499 Ehemaliges
2229 Autokino, Freilichtkino	- 3500 Anlagen und		5303 Schleuse	7499 Ehemaliges
2230 Golfplatz	2 Bauwerke für Verkehr,		5304 Schleusenammer	2
- 2300 Bauwerke und	Transport und		5311 Pegel	
sonstige Einrichtungen	Kommunikation		5312 Wasserspiegelhöhe	
2301 Tagebau, Grube,	3501 Bahnhofsanlage	1	5321 Uferbefestigung	2
Steinbruch	1 3502 Raststätte	1		
2302 Halde, Aufschüttung	1 3503 Verkehrsknoten	2	6000 Relief	
2304 Rieselfeld	1 3511 Grenzübergang,		- 6100 Digitales	
2311 Gradierwerk	2 Zollanlage		Geländemodell (DGM)	
2313 Vorratsbehälter,	3512 Anlegestelle	1	6101 DGM-Gitter	
Speicherbauwerk	3513 Tunnel	1	6102 Höhenlinie	
2314 Absatzbecken	1 3514 Brücke, Überführung,		6103 Geländelinie	
2315 Gebäude	Unterführung	1	6104 Besonderer	
2316 Turm	2 3515 Furt		Geländepunkt	
2317 Schornstein, Schlot	2 3517 Schutzgalerie		6199 Aussparungsfläche	
2318 Durchfahrt	2 3522 Kilometrierungspunkt,		- 6200 Besondere	
2319 Brunnen	2 Stationierungspunkt		Geländeoberflächenformen	
2320 Stollenmundloch,	3523 Schifffahrtszeichen	2	6201 Damm, Wall, Deich	2
Keller-, Höhleneingang,	3524 Gewässer-		6204 Böschung, Kliff	

Anhang 2: Zuordnung der infas-Branchen zu den Wirtschaftsbereichen nach WZ 93

<i>infas-Branchen</i>	<i>Wirtschaftsbereiche nach WZ 93</i>
Forstwirtschaft Garten- und Landschaftsbau Gärtnereien und Baumschulen Landwirte Tierzucht und Tierhaltung Weinbau Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei	Landwirtschaft, Forstwirtschaft und Fischerei
Bergbau, Steine und Erden Hersteller Mineralöl, Kohle und Gas Hersteller	Bergbau, Gewinnung von Steinen & Erden
Bauelemente, Baustoffe und Bauinstallationen Hersteller Bekleidung und Textil Hersteller Bekleidung, Leder und Textil Handwerk Bürobedarf, Büroeinrichtungen und Bürotechnik Hersteller Chemie, Kunststoffe und Mineralstoffe Hersteller Druckindustrie Hersteller Eisen und Metall Handwerk Eisen und Metall Hersteller Elektrotechnik-, Elektronik und EDV Hersteller Fahrzeuge, Fahrzeugteile und -Zubehör Hersteller Feinmechanik und Optik Hersteller Glas, Keramik und Porzellan Hersteller Hersteller Holz und Holzwaren Hersteller Kosmetik und Körperpflege Hersteller Leder und Lederwaren Hersteller Maschinen, Anlagen und Apparate Hersteller Medizinische Ausstattung und Medizinbedarf Hersteller Möbel Hersteller Nahrungs-, Genußmittel und Getränke Hersteller Papier und Papierwaren Hersteller Recyclingunternehmen Schlossereien Schmuck und Uhren Hersteller Sportartikel, Spielwaren und Musikinstrumente Hersteller Verlage Werbe-, Geschenkartikel und Andenken Hersteller Holz Handwerk	Verarbeitendes Gewerbe
Energiegewinnung, Energieversorgung und Wasserwirtschaft	Energie- und Wasserwirtschaft
Bau- und Spezialbauunternehmen Dachbauunternehmen und Dachdeckereien Gas-, Wasserinstallateure und Spenglereien Heizungs-, Klima- und Lüftungsinstallateure Innenausbauunternehmen Maler, Lackierer und Tapezierer Handwerk	Baugewerbe
Bäckereien	Verarbeitendes Gewerbe/Handel

Anhang 2: Zuordnung der infas-Branchen zu den Wirtschaftsbereichen nach WZ 93 (Forts.)

<i>infas-Branchen</i>	<i>Wirtschaftsbereiche nach WZ 93</i>
Bauelemente, Baustoffe, Bau- und Heimwerkerbedarf Einzelhandel Bauelemente, Baustoffe, Bauinstallationen Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Bekleidung, Leder und Textil Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Bücher, Tonträger und Zeitungen Einzelhandel Bürobedarf, Büroeinrichtungen und Bürotechnik Einzelhandel Bürobedarf, Büroeinrichtungen und Bürotechnik Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Chemie Einzelhandel Chemie, Kunststoffe und Mineralstoffe Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Drogerien Druck und Papier Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Einzelhandel und Versandhandel Elektronik, Elektrotechnik und EDV Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Elektrotechnik, Elektronik und EDV Einzelhandel Elektrotechnik, Elektronik und EDV Sonstige Fahrzeuge, Fahrzeugteile und -Zubehör Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Fahrzeugeinzelhändler mit Werkstätten Fahrzeugteile und -Zubehör Einzelhändler und Werkstätten Feinmechanik, Optik und Medizintechnik Großhandel, Vertrieb Ex- und Import Glas-, Keramik- und Porzellanwaren Einzelhandel Großhandel, Vertrieb, Ex-, Import Handelsvertreter und Handelsagenturen Kaufhäuser und Warenhäuser Kosmetik und Körperpflege Einzelhandel Kosmetik und Körperpflege Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Landwirtschaftliche Produkte Einzelhandel Landwirtschaftliche Produkte Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Leder und Lederwaren Einzelhandel Maschinen, Anlagen und Apparate Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Metall und Metallwaren Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Metallwaren Einzelhandel Mineralöl, Kohle und Gas Einzelhandel Möbel und Haushaltsgegenstände Einzelhandel Möbel und Haushaltsgegenstände Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Nahrungs-, Genußmittel und Getränke Einzelhandel Nahrungs-, Genußmittel und Getränke Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Schmuck und Uhren Einzelhandel Schmuck und Uhren Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Sportartikel, Spielwaren und Musikinstrumente Einzelhandel Sportartikel, Spielwaren, Musikinstrumente Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Technische Kundendienste und Reparaturwerkstätten Textilwaren und Bekleidung Einzelhandel Versandhandel und Versandhaus-Agenturen Werbe-, Geschenkartikel und Andenken Einzelhandel Werbe-, Geschenkartikel und Andenken Großhandel, Vertrieb, Ex- und Import Werkstätten	Handel, Instandhaltung und Reparatur von Kraftfahrzeugen und Gebrauchsgütern
Cafés Hotels und Gasthöfe Restaurants und Gaststätten	Gastgewerbe

Anhang 2: Zuordnung der infas-Branchen zu den Wirtschaftsbereichen nach WZ 93 (Forts.)

<i>infas-Branchen</i>	<i>Wirtschaftsbereiche nach WZ 93</i>
Luftverkehr Straßen- und Schienenverkehr Touristische Dienstleistungen Wasserverkehr	Verkehr und Nachrichtenübermittlung
Banken, Sparkassen und Volksbanken Banken, Versicherungen und Finanzdienstleister Architekten und Architekturbüros Baudienstleistungen, Sonstige EDV-Dienstleistungsunternehmen Grafiker, Grafische Ateliers und Zeichenbüros Grundstücks-, Haus- und Vermögensverwaltungen Makler Rechts- und Wirtschaftsberatung Rechtsberater Steuerberatende Berufe Unternehmens-, Organisations- und EDV-Berater Verleih, Vermittlung und Vermietung Dienstleistung Werbe- und Marketingunternehmen	Finanzierung, Vermietung & Unternehmensdienstleistungen
Autovermietungen, Autoverleih und Taxiunternehmen	Finanzierung, Vermietung & Unternehmensdienstleistungen/ Verkehr & Nachrichtenübermittlung
Wissenschaft und Forschung Selbständige Berufsgruppen, freie Berufe Serviceunternehmen Versicherungsagenturen und -Vermittler Versicherungsgesellschaften und -Agenturen Krankenkassen und Krankenkassengeschäftsstellen	Finanzierung, Vermietung & Unternehmensdienstleistungen/ Öffentliche und private Dienstleister
Ämter und Behörden Erwachsenenbildung Schulen Ärzte und Heilberufe Gesundheitswesen Sozialwesen Dienstleistung Film, Funk und Fernsehen Friseursalons Kirchen und religiöse Vereinigungen Kosmetik und Körperpflege Dienstleistung Kultur, Unterhaltung und Öffentliche Einrichtungen Organisationen und Institutionen Reinigungsunternehmen Selbständige Berufsgruppen aus Kunst, Kultur und Sport Spiel- und Sport-Vereine Verbände und Vereinigungen Vereine	Öffentliche und private Dienstleister

Quellen: infas-Geodaten; StaBa 1999b; eigene Darstellung

Lebenslauf

Persönliche Daten

Volker Meyer
geb. am 10. Dezember 1975 in Rinteln
Scharnhorststraße 23
04275 Leipzig
Tel.: 0341-2232455
Email: v-goo@web.de

Berufliche Tätigkeit

Juli 2002 bis Juli 2004

Wissenschaftlicher Mitarbeiter an der Abteilung
Wirtschaftsgeographie, Geographisches Institut,
Universität Hannover

Bearbeitung des Forschungsprojektes
„Klimawandel und präventives Risiko- und
Küstenschutzmanagement an der deutschen
Nordseeküste (KRIM)“ (www.krim.uni-bremen.de),

Lehrveranstaltungen (Einführungen in die
Statistik-Software SPSS, Durchführung einer
Besucherbefragung),

Promotion zum Thema:
„Methoden der Sturmflut-
Schadenspotenzialanalyse an der deutschen
Nordseeküste“

Seit Oktober 2004

Wissenschaftlicher Mitarbeiter am
Umwelforschungszentrum Leipzig-Halle (UFZ)

Mitarbeit am Forschungsprojekt FLOODsite
(www.floodsite.net)

Studium

Mai 2002:

Abschluss als Diplom-Geograph

Thema der Abschlussarbeit:
„Ermittlung sturmflutgefährdeter Werte –
Möglichkeiten und Grenzen des Einsatzes
Geographischer Informationssysteme (GIS)“

Mündliche Prüfungen:
Geographie,
Städtebau, Landesplanung und Raumordnung,
Volkswirtschaftslehre

Oktober 1996 bis Mai 2002
Studium der Geographie an der Universität
Hannover, Vertiefungsrichtung
Wirtschaftsgeographie
Nebenfächer:
Städtebau, Landesplanung und Raumordnung,
Politische Wissenschaft (im Grundstudium),
Volkswirtschaftslehre (im Hauptstudium)

Praktika und sonstige Tätigkeiten

April 1999 bis Januar 2002
Wissenschaftliche Hilfskraft an der Abteilung
Wirtschaftsgeographie, Geographisches Institut,
Universität Hannover

Juli bis September 2000
Praktikum beim Fraunhofer Institut für
Systemtechnik und Innovationsforschung,
Abteilung Innovationsdienstleistungen und
Regionalentwicklung, Karlsruhe

Februar bis März 1999
Praktikum im Amt für Wirtschaftsförderung und
Regionalplanung, Landkreis Schaumburg

Zivildienst

1995 bis 1996
Kreiskrankenhaus, Rinteln

Schulbildung

1995
Abschluss am Gymnasium Ernestinum in
Rinteln mit dem Abitur

1988 bis 1995
Gymnasium Ernestinum in Rinteln

1986 bis 1988
Orientierungsstufe Süd in Rinteln

1982 bis 1986
Grundschule Süd in Rinteln

Leipzig, den **31.3.2005**

Publikationsliste

- Koschatzky, K.; Merkle, C.; Berger, M.; Meyer, V., 2001: Innovationen und Kooperationen bei unternehmensnahen Dienstleistern in Baden, Gironde und Südholland – Ein Vergleich zwischen jungen und alten Betrieben (= Arbeitspapiere Unternehmen und Region Nr. R1/2001. Fraunhofer Institut für Systemtechnik und Innovationsforschung, Abteilung „Innovationsdienstleistungen und Regionalentwicklung“); http://www.isi.fhg.de/ir/download/ap_r1_2001.pdf
- Meyer, V.; Mai, S., 2003: Verfahren zur Berechnung der Schäden nach Deichbruch an der deutschen Nordseeküste. In: Kelletat, D. (Hrsg.): Neue Ergebnisse der Küsten- und Meeresforschung. Tagungsband der 21. Jahrestagung des Arbeitskreises "Geographie der Meere und Küsten" (AMK) 2003 in Essen. Essener Geographische Arbeiten 35.
- Elsner, A.; Mai, S.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2003: GIS-gestützte Analyse von Überflutungsschäden als Teil des Küstenzonenmanagements. Unimagazin, H.3/4, Hannover.
- Elsner, A.; Mai, S.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2003: Integration of the flood risk in coastal hinterland management. Proc. of the Int. Conf. CoastGis, Genua, Italy, 2003.
- Meyer, V.; Mai, S., 2004: Überflutungsschäden im Küstenhinterland nach Deichbruch. In: Wasserwirtschaft, Heft 11. Wiesbaden.
- Mai, S.; Elsner, A.; Ohle, N.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2004: Präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement als Reaktion auf den Klimawandel. HTG-Jahrbuch, Bd. 54, S. 229-240, Hamburg.
- Mai, S.; Elsner, A.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2004: Änderung des Sturmflutrisikos der niedersächsischen Küste bei Klimawandel. Tagungsband zur Konferenz "Klimaänderung und Küstenschutz", Hamburg 2004 (zur Veröffentlichung angenommen).
- Mai, S.; Elsner, A.; Meyer, V.; Zimmermann, C., 2004: Klimawandel und präventives Risiko- und Küstenschutzmanagement an der deutschen Nordseeküste (KRIM). Teilprojekt 2 – Klimaänderung und Küstenschutz. Endbericht. Hannover.