

**Verknüpfung von natur- und sozialwissenschaftlichen Daten
zum Küstenmanagement auf Sylt in einem Geographischen
Informationssystem und in einem Metadatensystem**

Dissertation

**zur Erlangung des Doktorgrades
der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät
der Christian-Albrechts-Universität
zu Kiel**

vorgelegt von

Peter Schottes

Kiel

November 2000

Referent/in:.....

Korreferent/in.....

Tag der mündlichen Prüfung:.....

Zum Druck genehmigt: Kiel,

Der Dekan

Inhaltsverzeichnis

1 Problemstellung und Zielsetzung	1
2 Methode	5
2.1 Der Syndromansatz des WBGU.....	8
2.1.1 Syndromkern.....	12
2.1.2 Anwendung des Syndromansatzes.....	13
2.2 Entwicklung eines Metadateninformationssystems	13
2.2.1 Wofür Metadaten?	13
2.2.2 Aufbau des BZG Sylt	14
2.2.3 Verknüpfung zwischen Metadaten und BZG Sylt.....	14
2.2.4 Technische Realisierung: Das Programm MeBez.....	15
3 Definition und Bedeutung von GIS	16
3.1 Hardware.....	19
3.2 Software	19
3.2.1 ArcInfo	19
3.2.2 ArcView.....	21
4 Verwendete Daten.....	22
4.1 ATKIS.....	24
4.2 Karte der Gemeindegrenzen	26
4.3 Historische Karten.....	26
4.4 Landschaftspläne der Sylter Gemeinden	26
4.5 Höhengschichtenkarten	28
4.6 Uferkartierungen	28
4.7 TK 25 / DGK 5 für Sylt.....	29
4.8 Daten der Landesstatistik.....	30
4.9 Daten der Fa. AZ Direct Marketing / regio Select.....	31
4.10 Daten des Sylter Archivs	32
4.11 Varianten der Klimaentwicklung	34
4.12 Daten zum sozialen System Sylt.....	34
5 Ergebnisse und Diskussion	36

5.1 Das GIS Sylt.....	36
5.1.1 Untersuchung zur Datenintegration in GIS.....	39
5.1.2 Untersuchung zur Operationalisierbarkeit fachlicher Kriterien in GIS	46
5.2 Das Programm MeBez.....	49
5.3 Das Beziehungsgeflecht Sylt.....	55
5.3.1 Verwendete Trends.....	56
5.3.2 Trendsemantik.....	56
5.3.3 Beschreibung des BZG.....	77
5.4 Der BZG-Kern.....	81
5.5 Validierung des Kern-BZG.....	83
5.5.1 Historische Entwicklung Sylts.....	84
5.5.2 Heutige Situation Sylts.....	95
5.5.3 Konfliktpotentiale.....	114
5.5.4 Klimafolgen für Sylt.....	116
5.5.5 Vorstellungen und Ziele der Sylter.....	122
5.5.6 Verifizierung der Trends: Datenlage und Beitrag des GIS.....	129
5.6 Handlungsoptionen.....	131
5.7 Adaption des Syndromansatzes: Eine sinnvolle Methode?.....	136
6 Zusammenfassung und Ausblick.....	139
7 Literatur.....	142
8 Anhang.....	156

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Trends des Globalen Beziehungsgeflechts	10
Abbildung 2: Syndromkern des Sahel-Syndroms	12
Abbildung 3: Repräsentation der realen Welt im Raster- und Vektorformat .	18
Abbildung 4: Struktur des GIS Sylt	38
Abbildung 5: Vergleich korrespondierender Objektarten aus ATKIS-DLM und ALK für die Vegetations- und Wasserflächen	42
Abbildung 6: Flächenunscharfe Planaussage - Erhalt einer Grünachse	44
Abbildung 7: MeBez - Eingabemaske Metadaten.....	50
Abbildung 8: MeBez - Eingabemaske Beziehungsgeflecht	51
Abbildung 9: Matrixdarstellung von Trendbeziehungen in MeBez.....	52
Abbildung 10: Grafische Darstellung von Trendbeziehungen in MeBez.....	53
Abbildung 11: Metadaten und Beziehungsgeflecht: Das Programm MeBez in der Übersicht	54
Abbildung 12: Beziehungsgeflecht Sylt	78
Abbildung 13: Wirkungskette Degradation natürlicher Ökosysteme	79
Abbildung 14: Kern-BZG Sylt	82
Abbildung 15: Flächenanteile Kreis Nordfriesland und Sylt im Vergleich	96
Abbildung 16: Flächenanteile von Nutzungs- und Biotoptypen auf Sylt	97
Abbildung 17: Flächenanteile der Nutzungstypen auf Sylt	98
Abbildung 18: Flächenanteile der Biotypen auf Sylt	99
Abbildung 19: Bestehende und vorgeschlagene Schutzgebiete auf Sylt ...	100
Abbildung 20: Nutzungs- und Biotoptypen in List	101
Abbildung 21: Nutzungstypen in List	102
Abbildung 22: Biotoptypen in List	102
Abbildung 23: Nutzungs- und Biotoptypen in Kampen	103
Abbildung 24: Nutzungstypen in Kampen.....	103
Abbildung 25: Biotoptypen in Kampen	104
Abbildung 26: Nutzungs- und Biotoptypen in Wenningstedt.....	105
Abbildung 27: Nutzungstypen in Wenningstedt	105

Abbildung 28: Biotoptypen in Wenningstedt.....	106
Abbildung 29: Nutzungs- und Biotoptypen in Westerland.....	107
Abbildung 30: Nutzungstypen in Westerland.....	107
Abbildung 31: Biotoptypen in Westerland.....	108
Abbildung 32: Nutzungs- und Biotoptypen in Sylt-Ost.....	109
Abbildung 33: Nutzungstypen in Sylt-Ost.....	109
Abbildung 34: Biotoptypen in Sylt-Ost.....	110
Abbildung 35: Nutzungs- und Biotoptypen in Rantum.....	111
Abbildung 36: Nutzungstypen in Rantum.....	111
Abbildung 37: Biotoptypen in Rantum - prozentuale Verteilung.....	112
Abbildung 38: Nutzungs- und Biotoptypen in Hörnum.....	112
Abbildung 39: Nutzungstypen in Hörnum.....	113
Abbildung 40: Biotoptypen in Hörnum.....	113
Abbildung 41: Sylt ist die Insel.....	123
Abbildung 42: Küstenschutz vs. Naturschutz.....	124
Abbildung 43: Zur Machtverteilung auf Sylt.....	125
Abbildung 44: Allgemeine Entwicklungen auf Sylt: Relative Häufigkeit der angesprochenen Themen.....	126

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Beispieldatenbank ArcInfo	20
Tabelle 2: Verwendete Daten - Übersicht.....	22
Tabelle 3: Datenbankauszug Bestandskarte List	27
Tabelle 4: Ostküste Sylt - Karten und Inhalte	29
Tabelle 5: Inhalte der TK 25-Scanfiles.....	29
Tabelle 6: Übersicht über die Daten des Statistischen Landesamtes.....	31
Tabelle 7: Kategorien der regio Select-Daten.....	32
Tabelle 8: Übersicht - Daten des Tourismus-Service Sylt	33
Tabelle 9: Stichprobe nach Akteursgruppen.....	35
Tabelle 10: Raumbezugsebenen, Geobasis- und Fachdaten.....	41
Tabelle 11: Flächennutzung Sylt 1648	88
Tabelle 12: Flächennutzung Sylt 1796	91
Tabelle 13: Flächennutzung Sylt 1878	94
Tabelle 14: Potentielle Flächenverluste bei unterschiedlichen Varianten der vermuteten klimatischen Entwicklung bis 2050.....	118

Kartenverzeichnis

Karte 1: Sylt 1240

Karte 2: Sylt 1648

Karte 3: Sylt 1796

Karte 4: Sylt 1878

Karte 5: Küstenlinienentwicklung 1240 bis 1996

Karte 6: Sylt - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 7: List - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 8: Kampen - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 9: Wenningstedt - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 10: Westerland - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 11: Sylt-Ost - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 12: Rantum - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 13: Hörnum - Bestand Nutzungs- und Biotoptypen

Karte 14: Schutzgebiete auf Sylt

Karte 15: Biotope Ostküste im Bereich der MThw-Linie

Karte 16: Biotope Ostküste unterhalb der MThw-Linie

Karte 17: Erosions- und Akkumulationsbereiche Ostküste

Karte 18: Uferabschlüsse Ostküste

Karte 19: Küstenschutzbauten

Karte 20: Potentielle Flächenverluste bis 2010, Variante E₀

Karte 21: Potentielle Flächenverluste bis 2020, Variante E₀

Karte 22: Potentielle Flächenverluste bis 2030, Variante E₀

Karte 23: Potentielle Flächenverluste bis 2040, Variante E₀

Karte 24: Potentielle Flächenverluste bis 2050, Variante E₀

Karte 25: Potentielle Flächenverluste bis 2010, Variante I

Karte 26: Potentielle Flächenverluste bis 2020, Variante I

Karte 27: Potentielle Flächenverluste bis 2030, Variante I

Karte 28: Potentielle Flächenverluste bis 2040, Variante I

Karte 29: Potentielle Flächenverluste bis 2050, Variante I

Karte 30: Potentielle Flächenverluste bis 2010, Variante J

Karte 31: Potentielle Flächenverluste bis 2020, Variante J

Karte 32: Potentielle Flächenverluste bis 2030, Variante J

Karte 33: Potentielle Flächenverluste bis 2040, Variante J

Karte 34: Potentielle Flächenverluste bis 2050, Variante J

Danksagung

Diese Arbeit entstand in den Jahren 1997 - 2000 im Rahmen meiner Tätigkeit als Projektbearbeiter des Teilvorhabens Sylt-GIS der Fallstudie Sylt. Ich bin der Verfasser dieser Arbeit, aber das sie zustande kam, ist ein Verdienst, den ich mir weder allein zuschreiben könnte noch wollte. Gleichzeitig ist es kaum möglich, all die Menschen aufzuzählen, denen ich Dank schulde. Dazu gehören sicher die ProjektbearbeiterInnen und -leiter der anderen Teilvorhaben der Fallstudie Sylt, mit denen zu forschen in aller Regel wirklich ein Vergnügen war. Sie haben dazu beigetragen, dass meine Motivation, mich neben der Projektarbeit noch mit meiner Promotion zu beschäftigen, nicht geschwunden ist. Dazu gehören sicher auch die Menschen am Geographischen Institut, die zwar nicht am Projekt beteiligt waren, aber im Hintergrund gewirkt haben, mich und uns mit Material versorgt haben, Faxe weitergeleitet, Sekretariats- und Büroarbeiten übernommen haben und die kaum je in einer Danksagung Erwähnung finden. Stellvertretend sei hier die Sekretärin am Lehrstuhl Fränzle, Frau Margit Weller genannt.

Ganz explizit möchte ich mich bei den Wissenschaftlichen Hilfskräften der Fallstudie Sylt, Teilvorhaben Koordination/Integration und Sylt-GIS, bedanken. Bianca Jägersberg, Birte Jacoby, Gunilla Kaiser, Eric Ahrens, Jörg Horenczuk, Mamun Natour, Stefan Parlitz und Thorsten Eckstein haben durch ihre lockere, heitere Art in Verbindung mit einem weit überdurchschnittlichen Arbeitseinsatz nicht nur wesentlich zum Gelingen des Teilvorhabens Sylt-GIS beigetragen, sondern auch maßgeblich dafür gesorgt, dass es einfach Spaß gemacht hat, hier zu arbeiten. Die Möglichkeit, einige der von ihnen angefertigten Diplomarbeiten betreuen zu können, war für mich mehr Belohnung als Anstrengung.

Ein großes Dankeschön gebührt meinem Kollegen, Herrn Dipl.-Inf. Frank Bartels. Er hat nicht nur alle, noch so ausgefallenen Ideen in brillante Programme umzusetzen verstanden, er hat dies auch noch ungeheuer schnell und professionell erledigt. Darüber hinaus hat er das Netzwerk der beiden Arbeitsgruppen aufgebaut und betreut und war trotz dieser Doppelbelastung stets freundlich, jederzeit ansprechbar und bemüht, Lösungen für alle Probleme zu finden.

Ganz herzlich möchte ich meinem Kollegen Herrn Dr. Achim Daschkeit danken. Ich konnte mich immer auf seine Unterstützung verlassen, habe seine Professionalität und seine Umsicht kennen und schätzen gelernt und oft genug von seiner konstruktiven Kritik profitiert. Nicht zuletzt werde ich unsere Mailwechsel, die mit zunehmender Dauer des Projektes durch eine exponentielle Zunahme an ausgefallenen Akronymen gekennzeichnet waren, vermissen. In diesem Sinne: DuGP.....

In meinem Dank will ich keinesfalls Herrn Prof. Dr. Winfried Schröder vergessen. Er hat mir nicht nur die Stelle im Projekt und die Möglichkeit zur Promotion gegeben, er hat auch mit sanfter Hartnäckigkeit immer wieder das Thema Doktorarbeit angesprochen und mich so davor bewahrt, dieses erst anzugehen, wenn es bereits zu spät ist. Er hat mir darüber hinaus in der Bearbeitung des Projektes freie Hand gelassen und damit die Möglichkeit gegeben, eigene Gedanken einzubringen und mich weiterzuentwickeln. Dennoch war er immer zur Stelle, wenn es nötig war, wenn Entscheidungen getroffen werden mussten oder Vereinbarungen einzufordern waren. Dafür bin ich ihm zu großem Dank verpflichtet.

Prof. Dr. Horst Sterr hat sich immer Zeit genommen, wenn ich ihn unangekündigt mit allen möglichen Fragen in seinem Büro aufsuchte. Beide, Horst Sterr und Winfried Schröder, haben mich wiederholt auf Stellenangebote hingewiesen, die in ihren Augen interessant für mich waren und dabei meine berufliche Zukunft im Blick gehabt, ohne sich darum zu kümmern, ob oder wie die freiwerdende Stelle im Projekt wieder hätte besetzt werden können. Auch dafür vielen Dank.

Der letzte Absatz und größte Dank bleibt meiner Familie vorbehalten. Sie musste drei Jahre lang mit „da durch“, und das war nicht immer einfach. Ganz besonders danken möchte ich daher meiner Frau Tenna. Sie hat mich nicht nur immer unterstützt, sie hat vor allem an mich geglaubt - gerade dann, wenn mir das mal schwer fiel. Und sie hat ihr eigenes Promotionsvorhaben um fast ein Jahr zurückgestellt, damit ich meines beenden kann. Dafür und auch sonst: vielen, vielen Dank.

Peter Schottes, im Oktober 2000

1 Problemstellung und Zielsetzung

Die Diskussion um einen möglichen globalen Klimawandel, die seit Mitte der 80-er Jahre mit zunehmender Intensität in Wissenschaft und Öffentlichkeit geführt wird, hat national und international zu einer Vielzahl von Untersuchungen in der Klima- und Klimafolgenforschung sowie der Gründung entsprechender Forschungseinrichtungen geführt. Hier sind u. a. das Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) sowie das Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) zu nennen.

Nicht zuletzt im Zusammenhang mit dem drohenden Klimawandel wird für die Küstenräume in den vergangenen Jahren vermehrt ein „Integriertes Küstenzonenmanagement (IKZM)“ gefordert (Langenhagen 1999; Sterr u. Colijn 1999). Die Küstenlebensräume gelten als stark gefährdet, wenn sich das Klima in der vermuteten Weise wandelt: Meeresspiegelanstieg, häufigere und stärkere Sturmfluten sowie höhere Windgeschwindigkeiten mit nachfolgend stärkerer Brandungsenergie können die Küstenbereiche und die dahinter liegenden, z. T. unterhalb des Meeresspiegels befindlichen Gebiete gefährden.

Daschkeit u. Sterr (2000) verstehen unter IKZM die „umfassende Beschreibung und Bewertung von Küstensystemen sowie die Formulierung von Zielvorstellungen bezüglich des Schutzes und der Bewirtschaftung bzw. Verwaltung (= Management) der dort vorhandenen Ressourcen. In diesen Prozes sind traditionelle, kulturelle und historische Aspekte spezifischer Küstengebiete ebenso einzubeziehen wie die dort auftretenden Interessenlagen, Nutzungskonflikte und rechtlich-administrativen Strukturen“ (ebd, S. 1).

Im Hinblick auf mögliche Klimaänderungen können auf Basis definierter Szenarien prinzipiell die Bereiche benannt werden, die von einem Klimawandel potentiell betroffen sein könnten, und es können Handlungsoptionen entwickelt werden, wie diesen Folgen begegnet werden kann. Allerdings lässt sich auf Basis der naturräumlichen Daten nichts darüber aussagen, in welchem politisch-gesellschaftlichen Kontext solche Optionen durchgesetzt werden könnten bzw. müssten. Und es ist nicht bekannt, wie die betroffene Bevölkerung die Lage einschätzt, ob der Klimawandel überhaupt ein für sie relevantes Thema darstellt und welche Vorstellungen und Lösungsvorschläge in Politik und Gesellschaft des betroffenen Raumes existieren. Zudem sind beide Bereiche - Natur und Gesellschaft - nicht separat zu betrachten, weil vielfältige Wechselwirkungen zwischen ihnen bestehen. Hier sei nur auf den Tourismus als Wirtschaftsfaktor hingewiesen, dessen Entwicklung häufig unmittelbar mit der Verfügbarkeit an erlebbarer („unberührter“) Natur verbunden ist.

Kannen (2000) stellt in seiner Arbeit über Integriertes Küstenmanagement fest, dass zwischen der Sichtweise der lokalen Bevölkerung und der von Experten, Politikern und Wissenschaftlern durchaus Unterschiede bestehen können. Gleichzeitig wird „das Verständnis der Wechselwirkungen in der Küstenzone und zwar sowohl innerhalb des anthropogenen und des natürlichen Teilsystems wie auch der Schnittmengen zwischen diesen Teilsystemen“ als „Schlüsselfaktor“ (von IKM) betrachtet (Kannen 2000, S. 238). Es stellt sich also die Frage, wie die beiden Komponenten - Natur und Gesellschaft - miteinander verknüpft sind, an welchen Stellen Berührungspunkte bestehen und wie diese vermittelt werden.

Und es wird deutlich, dass die die Frage nach den Auswirkungen eines Klimawandels auf einen bestimmten Raum nicht allein mit Blick auf den naturräumlichen Bereich beantwortet werden kann.

Von Bedeutung ist also die Frage, mit welchen Methoden und Instrumenten die umfassende Analyse und Bewertung eines Raumes im Zusammenhang mit einer komplexen Problematik (Klimawandel) geleistet werden kann. In der Umweltforschung werden seit einigen Jahren Geographische Informationssysteme (GIS) eingesetzt, um u. a. aktuelle Zustände von Natur und Landschaft zu erfassen oder denkbare zukünftige Zustände zu modellieren. Aufgrund der Möglichkeiten, die GISe bieten (Zusammenführen bislang separat vorliegender Informationen, Verknüpfung von Geometrien und Sachdaten, räumliche Analyse, Visualisierung), scheinen sie für die Aufgabe, die Auswirkungen eines Klimawandels im naturräumlichen Bereich abschätzen zu helfen, sehr gut geeignet. Auch in der räumlichen Planung kommt dem GIS-Einsatz wachsende Bedeutung zu, und die Erwartungen an ein GIS sind hoch: „Der Bedarf an GIS ist umso größer, je intensiver die Planungstätigkeit und je komplexer und widersprüchlicher die in den Entscheidungsprozess einzubeziehenden Fakten und Zielvorgaben sind“ (Moll 1995, S. 9).

Die Verräumlichung *sozialer* Daten stellt allerdings nach wie vor ein Problem dar (Gaiser et al. 1994, Rindfuss u. Stern 1998). Mit Hilfe eines GIS lassen sich demnach die Wechselwirkungen zwischen natürlichen und sozialen Systemen und insofern eine umfassende Analyse und Bewertung oder gar die Ableitung von Handlungsoptionen nicht ohne Weiteres leisten. Es ist daher zu fragen, in welcher Weise der Einsatz eines GIS für die hier aufgeworfene Frage nach den Folgen von Klimaänderungen im Küstenraum erweitert bzw. ergänzt werden muss, damit eine problemangemessene Lösung erreicht werden kann.

Die vorliegende Arbeit untersucht daher zum einen, welchen Beitrag GIS beim Umgang mit den möglichen Folgen des Klimawandels leisten kann. Dazu werden alle „gis-fähigen“ Daten, die Auskunft über den aktuellen Zustand der Biotop, Landnutzung, wirtschaftliche Inwertsetzung etc. geben, in ein

„GIS Sylt“ integriert. Zum anderen werden Daten zur sozioökonomischen Situation und Informationen zu Werthaltungen und Einschätzungen der potentiell von einem Klimawandel Betroffenen (also Sylter Bürger) herangezogen, um die gesellschaftliche Seite angemessen zu erfassen. Zur Vernetzung der Informationen aus beiden Systemen wird der so genannte Syndromansatz des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) herangezogen und modifiziert. Mittels eines neu entwickelten Programmes wird die Arbeit mit dem WBGU-Ansatz unterstützt und die notwendige Verbindung zwischen den dort qualitativ formulierten Trendaussagen und quantitativen Daten realisiert.

Dies geschieht in der Hoffnung, die Komplexität der Probleme im Untersuchungsraum gleichermaßen sichtbar wie fassbar zu machen und einen Beitrag dazu zu leisten, das von Kannen (2000) als so wichtig bezeichnete Verständnis der Wechselwirkungen in der Küstenzone zu fördern und ein Instrument entwickelt zu haben, welches die Verständigung zwischen den an IKZM beteiligten Gruppen (lokale Bevölkerung, Wissenschaftler, Politiker) verbessern kann.

Die wesentlichen Fragen, die in dieser Arbeit geklärt werden sollen, sind demnach:

- Welche Folgen kann ein Klimawandel für Sylt haben?
- Welche Handlungsoptionen sind denkbar, wenn von einem Klimawandel in der hier angenommenen Weise ausgegangen wird?
- Wo liegen die Vorteile eines GIS-Einsatzes zur Beantwortung dieser Fragen und wo muss das Instrument GIS erweitert werden, um eine problemadäquate Lösung zu erreichen?
- Ist die in dieser Arbeit entwickelte Methodik geeignet, den Prozess eines IKZM wirkungsvoll zu unterstützen?

Durch die in den Jahren 1997-2000 durchgeführte „Fallstudie Sylt“ (BMBF-Forschungsvorhaben im Programm Klimaänderung und Küste) wurden die Grundlagen für diese Arbeit geschaffen, weil im Rahmen dieses Verbundprojektes natur- und sozialwissenschaftliche Daten für den Raum Sylt erhoben und ausgewertet wurden (Schottes et al. in Vorbereitung; Schröder et al. 2000). Der Autor selbst war dabei als Projektbearbeiter im Teilvorhaben „Aufbau und Führung eines Geographischen Informationssystems (Sylt-GIS)“ tätig. Auf Basis der in diesem und den übrigen Teilvorhaben erzielten Ergebnisse wird in der vorliegenden Arbeit eine Methode erprobt, bei der von Beginn an eine disziplinübergreifende Herangehensweise im Vordergrund steht. Dabei gibt das auf Grundlage von Expertenwissen formulierte „Beziehungsgeflecht Sylt“ (BZG Sylt) bzw. Kern-Beziehungsgeflecht vor, welche der vorliegenden Daten wie ausgewertet und miteinander in Beziehung gesetzt wer-

den. Im Ergebnis wird dann das zunächst als Hypothese formulierte Kern-BZG im Hinblick auf seine Gültigkeit bewertet und die Methode als solche diskutiert.

Aufbau der Arbeit

Zunächst wird der Syndromansatz des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU) vorgestellt (Kap. 2.1.; 2.1.1), der es ermöglicht, komplexe Systeme in Form eines aus gerichteten Trends bestehenden *Beziehungsgeflechts* zu beschreiben und damit einer fachübergreifenden Diskussion zugänglich zu machen. Für die vorliegende Arbeit wurde der seinerzeit zur Beschreibung globaler Umweltveränderungen entwickelte Ansatz für die *lokale* Ebene (Sylt) adaptiert (Kap. 2.1.2) und ein Kern-Beziehungsgeflecht formuliert, dass die wesentlichen auf Sylt wirkenden Dynamiken und Einflussgrößen in komprimierter Form wiedergibt. Um die Anbindung der zunächst auf Basis von Expertenwissen formulierten Trends an die empirischen Daten zu gewährleisten und die Arbeit am Beziehungsgeflecht zu unterstützen, musste ein Metadateninformationssystem entwickelt werden (Kap. 2.2.).

Anschließend wird eine Einführung in die Thematik Geographischer Informationssysteme gegeben. Dies ist zum Verständnis der Möglichkeiten - und Grenzen - von GIS unabdingbar (Kap. 3). Die verwendeten Daten werden in Kap. 4 ausführlich beschrieben. Dadurch wird deutlich, welche Herausforderungen die synoptische Analyse und Bewertung einer solchen Fülle von durchweg heterogenen Daten an die Wissenschaft stellt und wie notwendig eine Methode ist, die es erlaubt, diese Arbeit dennoch zu leisten.

- Die Ergebnisse (Kapitel 5) beschreiben zunächst das für den Untersuchungsraum Sylt aufgebaute GIS (GIS Sylt) und illustrieren anhand von zwei Beispielen die Schwierigkeiten bei der Datenintegration sowie bei der Operationalisierung qualitativer Kriterien in GIS (Kap. 5.1.1f.). Anschließend wird die Funktionsweise des Metadateninformationssystems vorgestellt (5.2). Im weiteren Verlauf werden das Beziehungsgeflecht Sylt bzw. das Kern-Beziehungsgeflecht erläutert (Kap. 5.3, 5.4). Anschließend erfolgt die Beschreibung des Untersuchungsraumes in seiner historischen Entwicklung, seiner aktuellen Situation und seiner denkbaren zukünftigen Entwicklung - immer mit Blick auf das Kern-Beziehungsgeflecht, das damit sukzessiv validiert werden soll. Schließlich werden Handlungsoptionen für Sylt angesichts eines möglichen Klimawandels entwickelt (Kap. 5.6), und es wird aufgezeigt, worin der Nutzen der hier vorgestellten Methode gegenüber einer rein auf GIS-Basis durchgeführten Untersuchung besteht und worin die Vorteile der hier entwickelten Methodik im Zusammenhang mit IKZM liegen (Kap. 5.7). Die Arbeit schließt mit Zusammenfassung und Ausblick (Kap. 6).

2 Methode

Über die Eintrittswahrscheinlichkeit und die Schwere von Klimaänderungen werden seit Jahren kontroverse Diskussionen geführt. Während die eine Seite im Extrem behauptet, die aktuelle Klimaentwicklung liege im Bereich des natürlichen Rauschens (EAfU 1993), wird von anderer Seite ein anthropogen beeinflusster Klimawandel vermutet, der mehr oder weniger drastische Auswirkungen haben wird. Die regelmäßig vom IPCC veröffentlichten Szenarien zur künftigen Klimaentwicklung sind zwar in den vergangenen Jahren mehrfach nach unten korrigiert worden, nach wie vor jedoch wird angenommen, dass von einem Anstieg des Meeresspiegels zwischen 0,20 m und 0,96 m bis zum Jahr 2100 ausgegangen werden muss (Sterr 1998b, S. 203).

Für den Untersuchungsraum Sylt kann ein Anstieg zwischen 0,15 m und 0,55 m bis zum Jahr 2050 als plausibles Szenario angenommen werden. Darüber hinaus muss mit einem Anstieg des Tidenhubs (+ 0,10 m bis + 0,30 m), einer Zunahme der Intensität von Wind/Stürmen, Niederschlag und der Intensität und Häufigkeit von Sturmfluten gerechnet werden (Sterr et al. in Vorbereitung).

Die möglichen Folgen eines Klimawandels blieben nicht auf den Naturraum beschränkt. Kommt es bspw. zu Verlusten genutzter Flächen (Wohnen, Gewerbe, Straßen), muss für die verloren gegangenen Bereiche Ersatz geschaffen werden. Dies ist auf einem ohnehin begrenzten Raum wie der Insel Sylt nicht ohne Weiteres möglich. Außerdem können sich konkurrierende Flächennutzungen ergeben oder verschärfen, z. B. zwischen Naturschutz und wirtschaftlicher Nutzung. Hier besteht ein großes Konfliktpotential, das beschrieben und bewertet werden muss.

Es ist von daher unmittelbar einsichtig, dass die Folgen einer Klimaänderung natürliche Systeme ebenso betreffen würden wie gesellschaftliche Systeme. Von daher muss eine umfassende Bewertung dieser Folgen *beide* Systeme und deren *Wechselwirkungen* gleichermaßen berücksichtigen. Dies erfordert zunächst, beide Systeme mittels vorhandener oder neu zu erhebender Daten zu beschreiben. Hierzu sind folgende Schritte notwendig:

Beschreibung des natürlichen Systems und Abschätzen der möglichen Folgen eines Klimawandels

Dies beinhaltet zunächst die umfassende *Beschreibung* des Untersuchungsraumes (Insel Sylt) hinsichtlich seiner naturräumlichen Situation (historisch und aktuell) einschließlich der Verteilungsmuster zwischen Biotopen und genutzten Flächen. Dabei ist die historische Entwicklung der Insel von Bedeutung, weil sie zum Verständnis natürlicher Dynamiken (bspw. der Küstenentwicklung in den vergangenen Jahrhunderten) beitragen kann. Können bestehende (Landnutzungs-) Konflikte identifiziert werden, so sind diese zu be-

nennen, um in die Bewertung der Klimafolgen mit einbezogen zu werden. Alle Daten sind - soweit möglich - in das aufzubauende GIS zu integrieren, um ebenen- und raumübergreifende Auswertungen zu unterstützen.

Anschließend müssen plausible Szenarien festgelegt werden, auf Grund derer die Auswirkungen eines möglichen Klimawandels modelliert werden können. Die Ergebnisse dieser Berechnungen fließen dann idealerweise in das GIS ein und werden dort mit den aktuellen Landnutzungsdaten verschnitten, um so - z. B. im Falle von Flächenverlusten - Aussagen über Art und Umfang der Klimafolgen treffen zu können.

Erfassung und Bewertung der Folgen eines Klimawandels im gesellschaftlichen System

Hier ist zum einen die Erfassung und Bewertung der sozioökonomischen Situation erforderlich. Wie ist der Raum wirtschaftlich genutzt? Welche Schwerpunkte lassen sich erkennen? Und: Welche Position nimmt der Raum im Vergleich zum Umland ein? Dies sind einige der Fragen, die es zu beantworten gilt. Darüber hinaus müssen jedoch auch die Einschätzungen und Werthaltungen der Betroffenen (Sylter Bürger) ermittelt werden, und es ist zu fragen, welche Interessen bzw. Interessengruppen für raumbedeutsame Entscheidungen auf Sylt maßgeblich sind. Dies ist erforderlich, weil gerade die Arbeiten im Bereich des Integrierten Küstenmanagements gezeigt haben, dass die Erarbeitung tragfähiger und allgemein akzeptierter „Lösungen“ (i. S. v. Handlungsoptionen, Planungen) wesentlich von der Kenntnis und Einbeziehung der Ansprüche, Wünsche und Ängste der lokalen Bevölkerung abhängt (Kannen 2000).

Problematik des GIS-Einsatzes

Im Hinblick auf sozioökonomische Phänomene muss festgestellt werden, dass diese häufig sowohl von administrativen Grenzen als auch von allen anderen in GIS abbildbaren Geometrien wie Nutzungs- oder Biotopgrenzen unabhängig sind (Chrisman 1987). Notwendige Voraussetzung zur Integration von Daten in ein GIS ist jedoch der eindeutige Ortsbezug. Darüber hinaus steht der Nutzen von sozioökonomischen Daten im GIS für die Zwecke der vorliegenden Arbeit in Frage: Um die Verteilung von Einwohnerzahlen oder Arbeitsplätzen bspw. in den Kreisen eines Bundeslandes darzustellen, kann es sinnvoll sein, eine digitale Karte der Kreisgrenzen mit den entsprechenden Zahlenangaben zu versehen, was dann eine entsprechende Auswertung und Visualisierung erlauben würde. Im Bereich der Marktforschung etwa werden Daten zur Versandhandelsneigung, Kaufkraft, zur Haushaltsgröße, Durchschnittsalter usw. bis auf Baublockebene erhoben und in einem GIS verarbeitet. Für rein ökonomische Fragestellungen (Standortplanung für ein Einkaufszentrum o. ä.) ist dies sicher eine sinnvolle Methode. Und rein technisch lassen sich alle (also auch soziale Daten), die in einem GIS vorgehalten wer-

den, mit anderen GIS-Daten verschneiden. Inhaltlich ist dies jedoch nicht unbedingt sinnvoll. Dies wäre nur dann der Fall, wenn sich durch derartige Überlagerungen Informationen über die Wirkungen von sozialem Verhalten im und auf (den Natur-) Raum ergeben würden, d. h. die Wechselwirkungen zwischen Natur- und Anthroposphäre solcherart explizit erkannt und aufgezeigt werden könnten. Solche Daten liegen jedoch - zumindest für die vorliegende Arbeit - nicht vor, und es darf vermutet werden, dass diese Wechselwirkungen zu komplex sind, um in direkten Kausalbeziehungen (Verhalten x hat Veränderung y im Naturraum zur Folge - oder umgekehrt) empirisch eindeutig abgebildet werden zu können. Ein weiteres Problem besteht darin, dass naturräumliche Daten meist in besserer Auflösung vorliegen als sozioökonomische. Daher besteht zudem die Gefahr einer auf Grund der unterschiedlichen Maßstabsebenen nicht zulässigen Verschneidung von Informationen, selbst wenn die Informationsebenen inhaltlich zueinander passen und eine Verschneidung sinnvoll wäre. Schließlich fehlt einer Vielzahl sozioökonomischer Daten jeder Raumbezug. So lassen sich Einstellungen, Wünsche und Vorschläge Sylter Bürger in der Form, in der sie etwa von Streitz (in Vorbereitung) und von Hartmuth et al. (in Vorbereitung) erhoben wurden, nicht in ein GIS integrieren. Und auch andere Ansätze zur Arbeit mit sozioökonomischen Daten in GIS, wie sie z. B. Gaiser et al. (1994) verfolgen, erscheinen für die vorliegende Arbeit nicht geeignet.

Erproben einer neuen Vorgehensweise

Es bleibt also festzuhalten, dass nicht alle Informationen im GIS vorgehalten werden können und das GIS-Instrumentarium (insbesondere Verschneidung und häufigkeitsstatistische Auswertung) nur begrenzt einsetzbar ist. Daher kann es auch zur Identifizierung von Wechselwirkungen zwischen natürlichem und sozialem System Sylt nur teilweise herangezogen werden. Aufgrund der fehlenden Möglichkeit zur quantitativen Verknüpfung der benutzten Daten wird stattdessen eine qualitative Verknüpfung angestrebt. Diese soll sich jedoch nicht auf der Ebene bloßer Spekulation bewegen, sondern vielmehr *qualitative Aussagen* auf Grundlage *quantitativer* (empirischer) *Daten* ermöglichen.

Die Verknüpfung von Informationen innerhalb und zwischen beiden Systemen erfordert im Wesentlichen drei Dinge:

a) Zum einen ist ein Ansatz erforderlich, der es ermöglicht, Phänomene des natürlichen und des gesellschaftlichen Systems, die Wechselwirkungen zwischen und natürlich auch innerhalb der Systeme zu benennen und zu beschreiben. Als ein solcher Ansatz kann das Syndrom-Konzept des Wissenschaftlichen Beirats der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WGBU) gelten, bei dem von so genannten *Trends* ausgegangen wird (Kap. 2.1).

b) Zweitens ist ein System erforderlich, das es erlaubt, Daten zum natürlichen und zum gesellschaftlichen System nach einheitlichen Kriterien zu erfassen und zu beschreiben. Auf diesem Wege können die quantitativen Daten (Karten, Interviewergebnisse, Tabellen etc.) in qualitativer Art und Weise, nämlich durch trendrelevante Metadaten repräsentiert werden.

c) Drittens muss die Verknüpfung zwischen den Metadaten und den für Syll identifizierten Trends realisiert werden - nur so ist es möglich, die qualitativ formulierten Trends später durch quantitative Daten empirisch zu fundieren.

Die Methode zielt darauf ab, eine Raumbeschreibung zu leisten, die

- **die vielfältigen Wechselwirkungen zwischen Natur- und Antrophosphäre identifizieren hilft,**
- **zur Ermittlung des notwendigen Datenbedarfs beiträgt und**
- **die Ableitung von Handlungsoptionen erleichtert.**

Im Folgenden wird zunächst das Syndromkonzept des WBGU und seine Anwendung in der vorliegenden Arbeit beschrieben. Anschließend wird die Vorgehensweise beim Aufbau des Metadatenystems und bei der Verknüpfung von Metadaten und Trends dargestellt. Einer kurzen Einführung in die Thematik Geographischer Informationssysteme (Kap. 3) folgt die Beschreibung der verwendeten Daten (Kap. 4).

2.1 Der Syndromansatz des WBGU

Der Syndromansatz wurde vom Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen (WBGU 1993) entwickelt. Er geht von folgender Vorbedingung aus: Das System Erde kann auf Grund seiner Komplexität nicht mit einfachen Analyseinstrumenten beschrieben und in seiner Gesamtheit erfasst werden, schon gar nicht, wenn diese Analyse disziplinär versucht wird. Weiterhin ist nicht damit zu rechnen, dass jedes Element des globalen Systems in ein systemares Modell integriert werden kann. Die Komplexität allein der Subsysteme sowie ihre Verflechtungen untereinander lassen dies nicht zu. Dabei ist auch zu beachten, dass zum System Erde nicht nur die natürlichen, sondern auch die anthropogenen Komponenten gehören, d. h.: Soziale Systeme werden von natürlichen beeinflusst und umgekehrt. Wenn es bislang mehr oder minder erfolgreiche Versuche gegeben hat, (Teil-) Systeme treffend und umfassend zu beschreiben, so immer dann, wenn diese bereits gestört sind. Die Wechselwirkungen werden dann offenbar, wenn auf Grund der Änderung einzelner System-Komponenten ein Gleichgewichtszustand verlassen wird.

Wenn also klar ist, dass sich globale Umweltveränderungen „nicht oder nur sehr unzureichend in Zustandsveränderungen von Wasser, Boden oder Luft

auflösen lassen" (Reusswig 1997, S. 71), muss man neue Wege suchen, um sie dennoch beschreiben und bewerten zu können. Daher werden im Syndrom-Konzept die verschiedenen Sphären des Systems (Biosphäre, Gesellschaft, Wirtschaft, Atmosphäre etc.) betrachtet, und es werden relevante Trends formuliert, die innerhalb dieser Sphären - meist negativ - wirken. Beispiele dafür sind z. B. die Fragmentierung von Ökosystemen (Biosphäre), die Reduktion stratosphärischen Ozons (Atmosphäre) und Fundamentalismus (Sphäre: Gesellschaftliche Organisation). Zunächst wird also nur ein Set von Trends bzw. Symptomen festgelegt, von denen jedes einzelne hochkomplexe natürliche oder anthropogene Prozesse bezeichnet und durch Indikatorgrößen bestimmbar ist - dies können Messergebnisse (Naturwissenschaften) ebenso sein wie im Rahmen von Untersuchungen ermittelte Wahrnehmungen (Sozialwissenschaften).

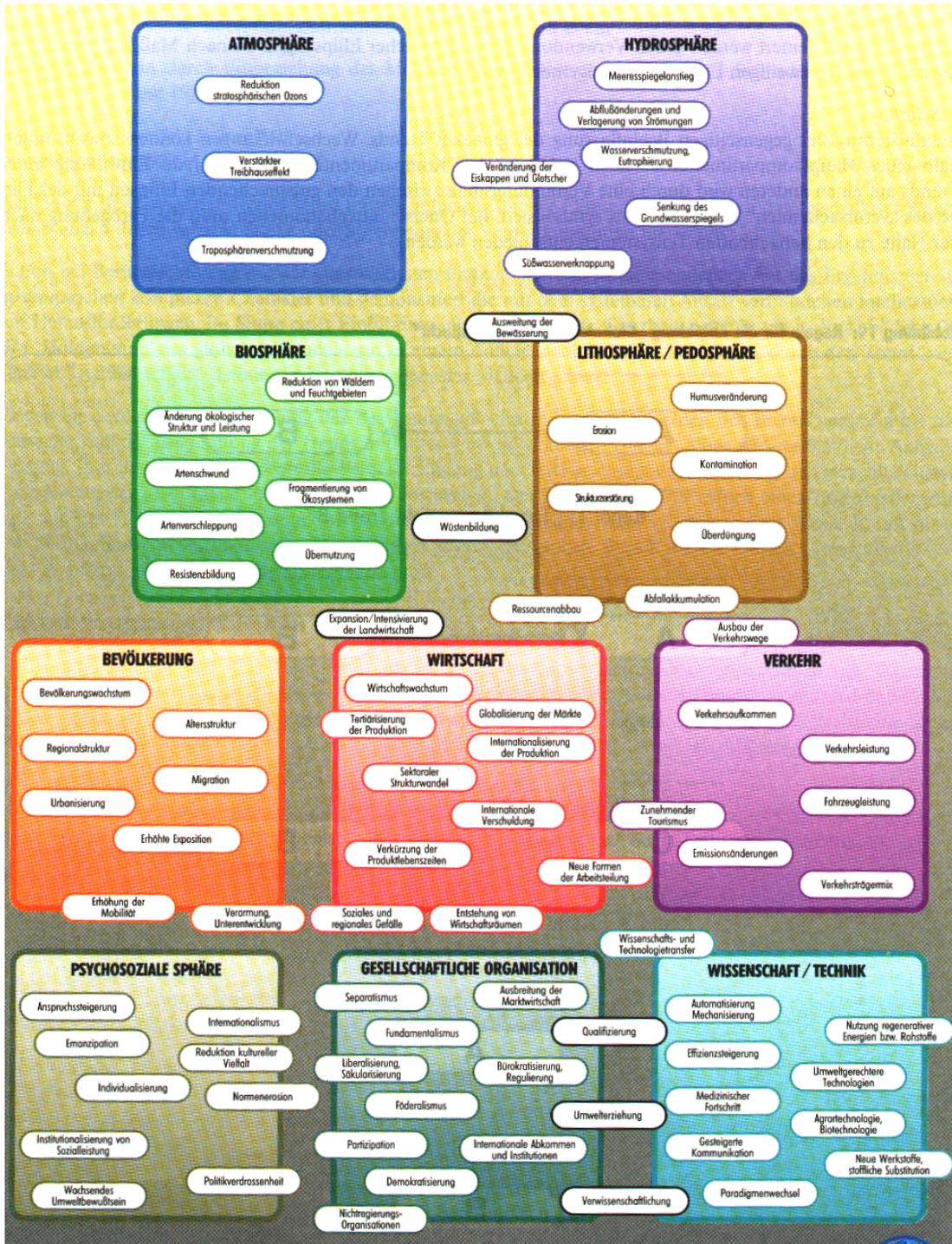


Abbildung 1: Trends des Globalen Beziehungsgeflechts (Quelle: WBGU 1993, S. 199)

In einem weiteren Schritt werden die gegenseitigen Beeinflussungen der Trends benannt. Für die Art der Beeinflussung eines Trends auf einen anderen gelten folgende Regeln (WBGU 1993, S. 200):

„Regel 1: Trend A verstärkt Trend B.

Regel 2: Trend B schwächt Trend A ab.

Regel 3: Trend C wirkt mit noch unbekanntem Nettoeffekt auf Trend D ein.

Regel 4: Trend A verstärkt sich selbst.

Regel 5: Trend B schwächt sich selbst ab.“

Die Regeln 4 und 5 sind Erweiterungen der so vorgenommenen Analyse. Durch die Verknüpfung der Trends entstehen funktionale Muster, die als *Syndrome* bezeichnet werden.

„Die Grundthese des Syndromkonzepts lautet nun, dass sich der Globale Wandel in seiner Dynamik auf eine überschaubare Anzahl von archetypischen Mustern von Kausalmechanismen in den Mensch-Umwelt Beziehungen zurückführen lässt. Diese Muster bezeichnen wir im folgenden als Syndrome des Globalen Wandels“ (Questions-Autorenteam 1998, S. 13).

Folgende Merkmale sind für die Syndrome kennzeichnend (ebd.): Sie sind

- „transregional, d. h. das selbe Muster wird in verschiedenen Regionen der Welt angetroffen,
- transsektoral, d. h. ein Syndrom wird durch Elemente aus den verschiedenen Sphären des Erdsystems (z. B. Hydrosphäre, Pedosphäre, psycho-soziale Sphäre, Wirtschaftssphäre) konstituiert, und
- dynamisch, d. h. sie definieren sich im wesentlichen durch eine intrinsische Dynamik, wie z. B. einen Teufelskreis oder eine „Schere“, also einen Wettbewerb zwischen positiven und negativen Entwicklungen.“

Der WGBU hat bislang 16 Hauptsyndrome des Globalen Wandels benannt, die häufig mit dem Namen der Region bezeichnet werden, in denen sie heute bereits deutlich zutage treten. Als Beispiele seien hier nur das *Sahel-Syndrom* (Überbeanspruchung einer marginalen reproduktionsnotwendigen Ressourcenbasis) und das *Kleine Tiger-Syndrom* (Vernachlässigung ökologischer Standards im Zuge hochdynamischen Wirtschaftswachstums) genannt. Trotz der Namensgebung sind die Syndrome jedoch regionenunspezifisch formuliert, d. h.: Ein Syndrom tritt überall dort auf, wo sich seine Trends zu einem charakteristischen Muster verdichten.

Das Syndrom-Konzept beschreibt ausschließlich funktionale Muster für Negativ-Entwicklungen im Rahmen des Globalen Wandels. Sein Vorteil liegt zum einen in der disziplinübergreifenden Perspektive, zum anderen in der Verknüpfung von Trends, die mit Daten völlig unterschiedlicher Eigenschaften und Skalenniveaus agieren. Erst durch die Anwendung dieses Konzepts wird es möglich, schon heute, ohne ein „Weltmodell“ dennoch über die Welt zu sprechen und ein „überschaubares und strukturiertes Bild von der krisenhaften Dynamik des Systems Erde“ (Reusswig 1997, S. 77) zu erhalten. Außerdem ist das Syndrom-Konzept dynamisch, d. h. es erlaubt Aussagen zu

Entwicklungsrichtungen und -geschwindigkeit eines Syndroms. So können unterschiedliche Regionen im Hinblick auf ihre Anfälligkeit gegenüber bestimmten Syndromen identifiziert werden. Damit rückt dann auch die Ableitung von Handlungsoptionen zur Beeinflussung einzelner Trends und so des Gesamt-Systems in den Bereich des Möglichen.

„Dies bedeutet den Versuch, die inneren Zusammenhänge des Systems Erde ohne Vorschaltung einer formalen Rekonstruktion in einem dynamischen Modell darzustellen. Hauptziel dieses Zugangs ist die Identifikation der wichtigsten Entwicklungen im Rahmen des globalen Wandels und deren Zusammenspiel“ (WBGU 1993, S. 197).

2.1.1 Syndromkern

Jedes der vom WBGU benannten 16 Syndrome besitzt einen *Syndromkern*, d. h. ein spezifisches Wirkungsgeflecht aus relativ wenigen Trends, die i.d.R. in der Art eines „Teufelskreises“ miteinander verbunden sind. Tritt dieses Wirkgefüge in einer Region auf, so ist das Syndrom für diese Gegend identifiziert.

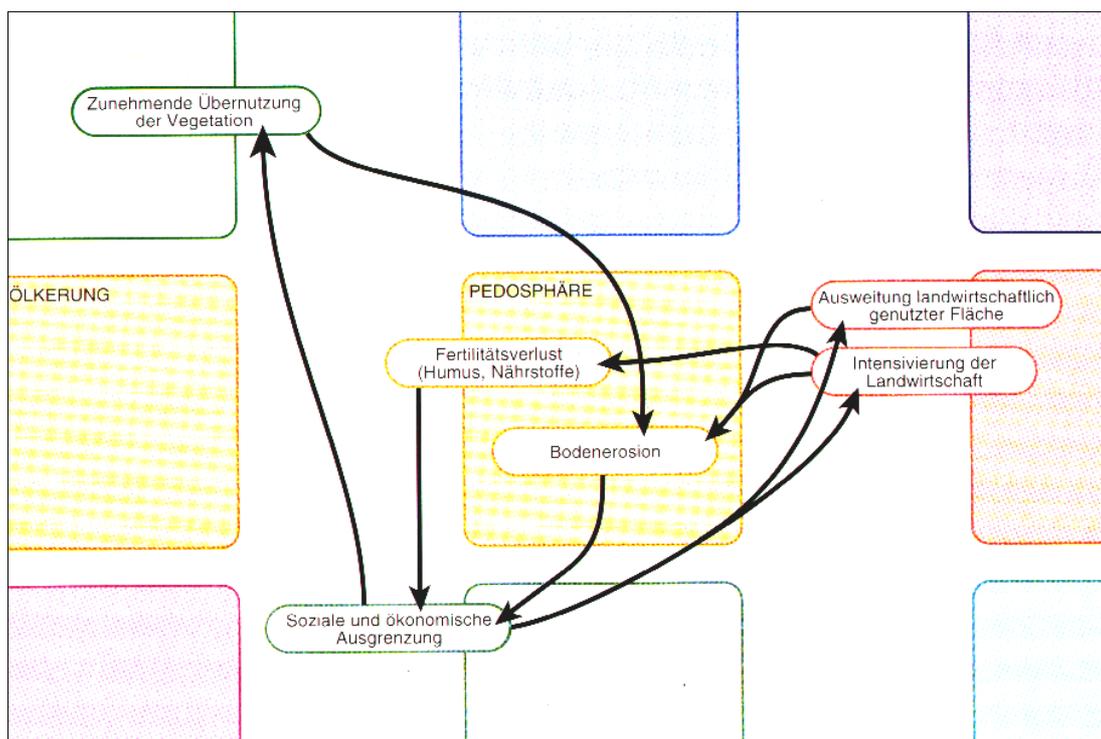


Abbildung 2: Syndromkern des Sahel-Syndroms (Quelle: Ausschnitt aus WBGU 1996, S. 140)

Beim Sahel-Syndrom (Abbildung 2) besteht der Syndromkern aus insgesamt sechs Trends, die sich gegenseitig verstärken. „Als zentraler Mechanismus des Sahel-Syndroms erweist sich die Selbstverstärkung zwischen Umweltdegradation, sozialer und ökonomischer Marginalisierung und Übernutzung“ (WBGU 1996, S. 139).

2.1.2 Anwendung des Syndromansatzes

Der Syndromansatz wird in dieser Arbeit zur Untersuchung von Problemen auf einer regionalen bzw. lokalen Ebene verwendet, und es wird danach gefragt, ob er sich dafür eignet bzw. welche Anwendungsmöglichkeiten für diesen Ansatz zukünftig vorstellbar sind. Hier wird eine

. Dazu wird zum einen das so genannte „Beziehungsgeflecht Sylt“ vorgestellt, das im Rahmen der Fallstudie Sylt (Daschkeit u. Schottes, Hrsg. in Vorbereitung) von Experten aus unterschiedlichen (natur-, ingenieur- und sozialwissenschaftlichen) Disziplinen entwickelt wurde. Zum anderen wird - auf Basis dieses BZG Sylt - durch eine Reduktion von Trends und Wechselwirkungen ein eigenes „Kern-BZG“ entwickelt, von dem angenommen wird, dass mit seiner Hilfe die wesentlichen Prozesse und Dynamiken auf Sylt beschrieben werden können. Dieses Kern-BZG stellt eine Arbeitsgrundlage bzw. -hypothese dar, die nachfolgend validiert werden muss (Kap. 5.5). Dazu werden diejenigen Daten ausgewertet, die Informationen zu den Trends des Kern-BZG liefern (Kap. 5.5.1 bis 5.5.5). Dabei ist im Sinne der Fragestellung dieser Arbeit auch von Bedeutung, in welchem Umfang das GIS Sylt diese Daten bereitstellen kann und ob bzw. welche Daten aus anderen Quellen herangezogen werden müssen (Kap. 5.5.6). Abschließend werden auf Basis der gewonnenen Ergebnisse Handlungsoptionen für den Fall abgeleitet, dass die zugrunde liegenden Varianten der Klimaentwicklung eintreten (Kap. 5.6).

2.2 Entwicklung eines Metadateninformationssystems

Nachdem zuvor der Syndromansatz des WBGU und seine Adaption für diese Arbeit erläutert wurde, wird nun die oben aufgestellte Forderung nach der einheitlichen Beschreibung von Daten des natürlichen und gesellschaftlichen Systems aufgegriffen, die mittels eines Metadateninformationssystems realisiert werden soll.

2.2.1 Wofür Metadaten?

Metadaten können als „Daten über Daten“ bezeichnet werden, wenngleich diese Definition etwas kurz greift. Eine allgemein gültige Definition existiert allerdings nicht (Lange et al. 1997). Je nach ihrem Einsatzgebiet stellen Metadaten Informationen über andere Informationsquellen bereit oder sind bereits in die Datenhaltung eines Informationssystems integriert. Wesentlich ist, dass sie letztlich dazu dienen sollen, komplexe Datensammlungen handhabbar zu machen und bei konkreten Fragestellungen das Zusammenstellen der notwendigen Informationen zu erleichtern (Krasemann 1996; Lange et al. 1997). Die Forderung nach umfassender Dokumentation der vorhandenen Daten ist gerade im Bereich der Umweltplanung nicht neu (Durwen 1991).

Es gibt eine Reihe von „Standards“ zur Metadatenerfassung, wobei einer der bekanntesten (und umfänglichsten) der des Federal Geographic Data Committee (FGDC 1998) ist. Für diese Arbeit war die Entwicklung eines eigenen Software-Tools notwendig, da die Erfassung von Metadaten zwei Zielen gleichzeitig dienen sollte: Zum einen musste ein Weg gefunden werden, um die zahlreichen Daten unterschiedlicher Formate und Inhalte so zu erfassen und zu verschlagworten, dass jeder Datensatz, gleich ob Karte, Excel-Datei oder Word-Text anhand seines Namens, Schlagwortes oder anderer Merkmale binnen kurzer Zeit gefunden werden konnte. Zum anderen sollten die Metadaten die Verbindung zwischen Trends und (Meta-) Daten herstellen. Dafür musste eine Möglichkeit geschaffen werden, jeden Datensatz hinsichtlich seiner *Trendrelevanz* zu bewerten, also anzugeben, ob und welche Trends des BZG Sylt durch die in ihm beschriebenen Daten mit Informationen versorgt werden.

2.2.2 Aufbau des BZG Sylt

Ein Beziehungsgeflecht wie das hier beschriebene BZG Sylt (Kapitel 5.3) ist Ergebnis eines Diskussionsprozesses. Im vorliegenden Fall waren daran Experten aus Natur-, Ingenieur- und Sozialwissenschaften beteiligt (Daschkeit u. Schottes, Hrsg. in Vorbereitung). Wesentlich für das Zustandekommen eines verwendbaren BZG ist also der interdisziplinäre Diskussionsprozess. Dabei dienten die vom WBGU aufgestellten Trends des Globalen Wandels als Ausgangspunkt. Sie wurden im Hinblick auf ihre Gültigkeit für das System Sylt bewertet, übernommen, ggf. modifiziert oder auch verworfen. Das für die vorliegende Arbeit eigens entwickelte Kern-BZG (Kapitel 5.4) wurde aus dem BZG Sylt abgeleitet, d. h. es stellt eine Reduktion auf die vermutlich maßgeblichen Trends dar, mit denen das System Sylt in seinen wesentlichen Dynamiken beschrieben werden kann.

Zur Unterstützung der Arbeit am und mit dem BZG war es ebenfalls erforderlich, eine software-gestützte Vorgehensweise zu realisieren, mittels derer Trends benannt und deren Ein- und Auswirkungen angegeben werden können. Dabei sollte auch die Darstellung der Wirkungsbeziehungen in grafischer sowie in Matrixform bedacht werden.

2.2.3 Verknüpfung zwischen Metadaten und BZG Sylt

Jeder Trend des BZG Sylt sollte im Idealfall dadurch verifiziert (oder auch falsifiziert) werden, dass im Metadatensystem auf die dazu verfügbaren Daten hingewiesen wird. Um eine schnelle Abfrage zu ermöglichen, ob und welche Daten für einen konkreten Trend vorliegen, mussten die Arbeit am BZG Sylt und die Erfassung von Metadaten in *einem* Programm erfolgen. Dabei musste auch eine Möglichkeit geschaffen werden, zwischen den Pro-

grammteilen hin- und herwechseln zu können, so dass es jederzeit möglich ist, die zu einem Trend gehörigen Metadaten unmittelbar anzeigen zu lassen. So kann dann - durch Zugriff auf die „echten“ Daten - überprüft werden, inwieweit sie den Trend stützen - oder auch nicht.

2.2.4 Technische Realisierung: Das Programm MeBez

Auf Grundlage der in den vorgenannten Kapiteln gestellten Anforderungen wurde das Programm "MeBez - Metadaten und Beziehungsgeflecht" entwickelt (Schottes 1999).

Bei der technischen Realisierung des Programmes wurde darauf geachtet, dass es netzwerkfähig und an verschiedenen Orten einsetzbar ist, damit mehrere Bearbeiter sowohl Metadaten als auch ihre Sicht eines BZG Sytl eingeben können und eine spätere Zusammenführung aller Daten wie auch BZG-Sichten möglich ist. Der Zugriff vom Programm auf die Datenbank kann sowohl über einen direkten Zugriff als auch über eine SQL-Schnittstelle realisiert werden.

Zudem wurde optional die Darstellung der Metadaten im HTML-Format realisiert. Als Abfragemöglichkeit wurde eine schnelle, datenfeldbezogene Stichwortsuche realisiert, bei der auch nach Teilworten gesucht werden kann. Auch die Verknüpfung von Suchoptionen wurde realisiert, z. B. UND-Verknüpfungen (Schlagwort A muss vorkommen UND Schlagwort B darf nicht vorkommen). Die Darstellung der einzelnen Metadatensätze im Detail ist in Form von HTML-Seiten realisiert, die von MeBez automatisch erstellt werden.

Eine ausführliche Beschreibung der Funktionen und Möglichkeiten des Programms findet sich in Kapitel 5.2 und in Schottes (1999).

Im Folgenden wird zunächst eine kurze Einführung in die Thematik Geographischer Informationssysteme gegeben, da der Einsatz eines GIS ein zentraler Bestandteil bei der Verarbeitung der Daten war. Anschließend werden die verwendete Hard- und Software sowie die Daten beschrieben.

3 Definition und Bedeutung von GIS

Der Begriff „Geographic Information System“ wurde bereits 1963 von R.F. Tomlinson bei der Einrichtung eines rechnergestützten raumbezogenen Informationssystems in Kanada eingeführt (Tomlinson 1972). Hiermit war erstmals eine Bezeichnung für den Einsatz der EDV in der raumbezogenen Datenhaltung gefunden, der sich nach Einführung der Vektorgrafik aus Pilotanwendungen der digitalen Kartografie entwickelt hatte (Bill u. Fritsch 1991).

In allgemeiner Form lässt sich ein Geographisches Informationssystem (auch: Geo-Informationssystem oder nur GIS) wie folgt umschreiben (Bill u. Fritsch 1991, S. 5): „Ein Geo-Informationssystem ist ein rechnergestütztes System, das aus Hardware, Software, Daten und den Anwendungen besteht. Mit ihm können raumbezogene Daten digital erfaßt und redigiert, gespeichert und reorganisiert, modelliert und analysiert sowie alphanumerisch und grafisch präsentiert werden.“

Zu beachten ist, dass im Alltagssprachgebrauch der Begriff GIS auf zweierlei Art verwendet wird: Zum einen werden Programme – also Software in der obigen Definition – als Geo-Informationssysteme bezeichnet, zum anderen wird hierunter das Ergebnis der Arbeit mit solchen Programmen als Geo-Informationssystem verstanden.

Mittlerweile sind Geographische Informationssysteme weit verbreitet. Raumbezogene Entscheidungen in Politik, Wirtschaft und Verwaltung werden zunehmend mit GIS-Unterstützung getroffen (Gill et al. 1999; Lange Hrsg. 2000, Stahl 1995). Die zunehmende Verfügbarkeit digitaler räumlicher Basisdaten wie ATKIS oder ALK sowie die Einführung von benutzerfreundlicher GIS-Software mit vertretbaren Hardwareanforderungen haben die Akzeptanz und auch den Bedarf in den letzten Jahren deutlich ansteigen lassen.

Das Anwendungsspektrum von GIS, das in früheren Jahren von den Hauptanwendungsgebieten Vermessungswesen und Umweltschutz geprägt war, ist heute sehr viel breiter. Es reicht mittlerweile von Leitungsdokumentationen (Kanalkataster) und Verkehrsmanagementsystemen über Funknetzplanung, Standortsuche aller Art, Marketing, Raumplanung, Fremdenverkehr, Störfallmanagement und Lagerstättensuche bis hin zur Klimaforschung. Auch im Bereich des Küstenmanagements und der Ökologischen Umweltbeobachtung werden GIS als unverzichtbares Hilfsmittel angesehen (Fränzle et al. 1996, Schröder et al. Hrsg. 1994; Schröder et al. 1998, 1999a, 1999b; Simmering 1997).

GIS unterscheiden sich von verwandten Produkten wie Desktop Mapping Systemen, Bildverarbeitungsprogrammen oder CAD durch die Möglichkeit, Sach- und Geometriedaten in ihren komplexen, logisch-inhaltlichen und

räumlichen Zusammenhängen zu erfassen und zu verwalten und außerdem über räumliche Analysemöglichkeiten neue Informationen zu generieren (Stahl 1997).

Datenmodelle und Datentypen in GIS

Daten als "Kern eines GIS" (Barthelme 1995, S. 16) stellen oftmals den teuersten aber auch langlebigsten Teil eines GIS-Projektes dar. Während Hard- und Software heutzutage binnen weniger Jahre veralten, wird in der Literatur für die Daten eine Gültigkeitsdauer von 25-70 Jahren angegeben (Bill u. Fritsch 1991).

Zur digitalen Repräsentation der realen Welt muss eine Abstraktion vorgenommen werden. Man benutzt dazu zwei gegensätzliche Strategien: Einerseits zerlegt man Informationen in ihre Bestandteile und klassifiziert diese entsprechend (Analyse). Andererseits werden aber auch aus einzelnen Teilen komplexe Gebilde geformt (Synthese). Das Ergebnis ist dann ein computertaugliches Modell der Realität. Als Grundeinheit dienen dazu sog. Entitäten: eindeutig identifizierbare Phänomene der realen Welt, die mit spezifischen Eigenschaften ausgestattet sind und sich dadurch unmissverständlich von anderen unterscheiden. Die digitale Repräsentation einer Entität nennt man ein (räumliches) Objekt. Informationen über die Form eines solchen Objektes und seine Lage im Raum werden als Geometriedaten bezeichnet, während die thematischen Eigenschaften als Sachdaten oder auch Attribute verwaltet werden. Die Sachdaten werden in einer Datenbank gespeichert. Bei der Ablage der Geometriedaten muss man sich zwischen zwei Grundkonzepten entscheiden, die beide spezifische Vor- und Nachteile haben: Die Daten können entweder als Rasterdaten oder als Vektordaten vorkommen (Neuer 2000, Abbildung 3).

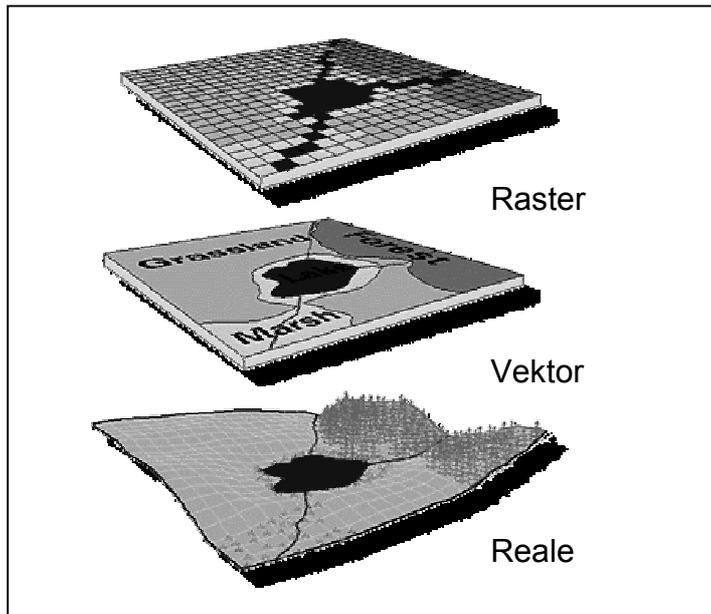


Abbildung 3: Repräsentation der realen Welt im Raster- und Vektorformat (Quelle: ESRI 2000)

Vektordaten basieren auf den Grundelementen Punkt, Linie und Polygon, wobei die beiden letzten Elemente aus der Verbindung charakteristischer Punkte hervorgehen. Punkte werden im Vektor-GIS als Koordinaten gespeichert. Zusätzlich werden topologische Informationen zu diesen Punkten bzw. zu den aus ihnen resultierenden Linien oder Polygonen angegeben. Vektordaten nehmen wenig Speicherplatz ein, was zu kurzen Rechenzeiten führt. Bestimmte Analyseoperationen wie das Verschneiden von Informationsschichten oder das Ausweisen von Schutzzonen können allerdings nur über komplizierte Algorithmen ausgeführt werden. Vektor-GIS sind in vielen Anwendungsfeldern und auf allen Maßstabsbereichen präsent.

Rasterdaten erhält man hingegen, wenn man ein Untersuchungsgebiet durch das Überlagern mit einem regulären Gitter (Raster) in einzelne Flächen (Pixel) einteilt. Durch die Größe der Pixel wird die Auflösung des Rasters vorgegeben. Vom Raster-GIS werden die Eigenschaften jedes einzelnen Pixels (Graustufen oder Farbwerte, Höhen, Strahlungswerte etc.) in einer Informationsschicht (Layer) gespeichert. Da jedoch in der Regel jedem Pixel nur ein Wert zugeordnet wird, müssen thematisch unterschiedliche Informationen in verschiedenen Layern abgelegt werden. Da beim Scannen von Objekten (z. B. der Erdoberfläche, wenn sie von einer satellitengetragenen Spezialkamera abgetastet wird) grundsätzlich Rasterdaten anfallen, liegt ein Hauptanwendungsbereich von Raster-GIS in der Fernerkundung. Bei modernen GIS-Systemen lässt sich die Trennung in Vektor-GIS und Raster-GIS nicht mehr aufrecht erhalten, da viele Systeme mittlerweile die hybride Verarbeitung von Raster- und Vektordaten ermöglichen.

3.1 Hardware

Die verwendete Hardware besteht aus einem

- **Personalcomputer** im Client/Server-Netzwerk (Betriebssystem Windows NT) mit
Intel Pentium Prozessor (200 Mhz),
4,3 GB Festplattenspeicher,
160 MB Hauptspeicher,
21“-Monitor,
A3-Scanner,
A3-Farbdrucker und
A4-s/w-Laserdrucker
sowie einer
- **Workstation** (Betriebssystem IRIX 6.4) mit
SGI, MIPS R10000, Rev. 2.6., 180 MHz,
17 GB Festplattenspeicher,
1024 MB Hauptspeicher,
21“-Monitor,
A4- bis A0-Postscriptdrucker (Farbe) und
A0-Farbscanner.

3.2 Software

Neben Standardsoftware zur Textverarbeitung (MS Word) und Tabellenkalkulation (MS Excel) und dem neu entwickelten Programm MeBez (vgl. Kap. 2.2.4, 5.2) wurde die in den Kapiteln 3.2.1 und 3.2.2 beschriebene Software eingesetzt.

3.2.1 ArcInfo

ArcInfo ist ein hybrides GIS. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wurde nur mit vektorbasierten Karten gearbeitet, Rasterdaten kamen lediglich in Form von gescannten Karten zum Einsatz, die georeferenziert und anschließend on-screen digitalisiert wurden.

Anstelle von Layern spricht man bei digitalen Karten auch von Coverages. ArcInfo-Coverages sind nach geometrisch-topologischen Merkmalen in drei Klassen gegliedert (so genannte Feature Classes):

- Flächen (Polygon Attribute Table - PAT)

- Linien (Arc Attribute Table - AAT) und
- Punkte (Point Attribute Table - PAT).

Die Datenbanken sind in Form von Tabellen realisiert. Diese Tabellen enthalten

- **records:** ein record ist ein Datensatz für ein geometrisches Element und entspricht einer Zeile in der Tabelle
- **items:** Als items werden die Merkmale bezeichnet, also die verschiedenen Sachdatenthematiken. Die items entsprechen den Spalten in der Tabelle (z. B. *nutz* in Tabelle 1).
- **item-values:** Hiermit sind die Werte (Merkmalsausprägungen) gemeint, die ein item für ein geometrisches Objekt annehmen kann. Item-values entsprechen den Feldern in der Tabelle (z. B. *1100* für *nutz*, Tabelle 1).

Tabelle 1: Beispieldatenbank ArcInfo

<i>area</i>	<i>perimeter</i>	<i>hoern_#</i>	<i>hoern_id</i>	<i>nutz</i>
5426,653	4325,454	44	43	1100
4559,564	123,232	45	44	4000

Nach der Erfassung der Geometrien, also nach der eigentlichen Digitalisierung, wird die zugehörige Datenbank aufgebaut und anschließend über eine Rechenoperation mit den Geometriedaten verknüpft. Die Verknüpfung ist derart realisiert, dass z. B. in einer Flächenkarte jede Fläche genau einen label-point erhält, also einen eindeutigen Identifikator, der in der Datenbank (PAT) als so genannte user-id abgelegt wird. Die user-id ist also das item, das den labelpoint bezeichnet, und der Wert, den der labelpoint für eine Fläche annimmt, ist der item-value. Die Vergabe eindeutiger und auch nur je einmal vorkommender Nummern ist von großer Bedeutung, weil die user-id allen nachfolgenden Datenbankoperationen (Auswertungen, Verschneidungen etc.) als Identifikator für alle Sachdaten der betreffenden Fläche dient. Zusätzlich wird von ArcInfo noch eine interne, fortlaufende Nummer für jede Fläche vergeben (so genannte cover-id).

ArcInfo ist modular aufgebaut, d. h. neben dem Hauptmodul arc gibt es weitere Submodule, die nach Bedarf durch entsprechende Eingabe aus dem Hauptmodul heraus gestartet werden.

Im Hauptmodul erfolgen durch entsprechende Befehle z. B. die Georeferenzierung von gescannten Karten, Verschneidungsoperationen, die Verknüpfung von Sach- mit Geometriedaten (Topologie-Aufbau) und die abschließende Prüfung von Coverages auf Fehler.

Im Bereich der Submodule sind v. a. die folgenden beiden zu nennen:

- **arcedit:** arcedit dient zum Erstellen und Bearbeiten digitaler Karten. Die Digitalisierung erfolgt entweder mit Hilfe eines Digitalisiertablets und einer entsprechenden Digitalisierlupe oder on-screen, in dem gescannte und georeferenzierte Karten auf dem Bildschirm angezeigt und dann mit der Maus sukzessive alle relevanten Geometrien abdigitalisiert werden. Für die in dieser Arbeit verwendeten Karten wurde - soweit sie nicht bereits fertig zur Verfügung standen - die on-screen-Digitalisierung eingesetzt.
- **tables:** Mit tables werden die Feature Attribute Tables (FATs) bearbeitet. Items, auf deren Merkmale bestimmte Bedingungen zutreffen, können gesucht und editiert werden. Der Befehl *res hoehe gt 5* sucht z. B. alle Flächen aus der Datenbank heraus, auf die zutrifft, dass der Wert für das item *hoehe* größer als 5 ist. Wird anschließend eingegeben *calc vulnerab 3*, würde für diese selektierten Flächen der Gefährdungswert 3 für das item *vulnerab* eingetragen.

3.2.2 ArcView

Die Visualisierung von Karten erfolgte mit ArcView, einem GIS, das - wie auch ArcInfo - von der Firma ESRI (Environmental Systems Research Institute) stammt. ArcView ist ein Desktop-GIS, welches auf Grund seiner Windows-basierten Benutzeroberfläche deutlich komfortabler im Handling ist als ArcInfo, welches unter UNIX läuft und keine vollwertige grafische Benutzeroberfläche bietet. Daher bietet sich ArcView zur Erstellung thematischer Karten bzw. Plots an, wohingegen ArcInfo bezüglich der GIS-Funktionalitäten wie Verschneidung, Datenmanipulation usw. deutlich mehr Möglichkeiten bietet.

ArcView greift direkt auf ArcInfo-coverages bzw. deren FATs zu und erlaubt die Erstellung thematischer Karten. Dazu werden verschiedene so genannte Themes angelegt. Jedes Theme wird später zu einem Legendenpunkt in der fertigen Karte und stellt Linien, Flächen oder Punkte dar, wobei die Art der Darstellung (Farben, Schraffuren, Symbole) für jedes einzelne Theme festgelegt wird. Zudem ermöglichen Datenbankabfragen die Darstellung nur der Flächen, Linien oder Punkte, auf die eine formulierte Bedingung zutrifft. Wenn z. B. nur Flächen dargestellt werden sollen, die oberhalb von 5 m NN liegen, würde dem entsprechenden Theme die Bedingung *hoehe ge 5* zugrunde liegen.

4 Verwendete Daten

Zur Beantwortung der Frage nach den Folgen eines möglichen Klimawandels für Sylt wurden Daten aus verschiedenen Quellen herangezogen und ausgewertet. Die Vorgehensweise bei der Auswertung ergab sich aus den Anforderungen des BZG-Kerns (Kap. 5.4). Tabelle 2 gibt eine Übersicht über die Daten und deren Verwendungszweck sowie ihren Beitrag für die Ergebnisse der Arbeit und eine ggf. erfolgte kartographische Umsetzung. In den Kapitel 4.1 bis 4.12 werden die Daten genauer beschrieben.

Tabelle 2: Verwendete Daten - Übersicht

Daten	Beschreibung in...	Verwendungszweck	Ergebnisse in ... / Karten
ATKIS	Kapitel 4.1	Basisgeometrie	Kapitel 5.1, 5.5
Gemeindegrenzenkarte	Kapitel 4.2	Basisgeometrie, gemeindebezogene Auswertungen	Kapitel 5.1, 5.5.
Historische Karten	Kapitel 4.3	Rekonstruktion der Inselgestalt und -entwicklung	Kapitel 5.1, 5.5.1 Karten 1-5
Landschaftspläne Sylt	Kapitel 4.4	Beschreibung u. Bewertung von Naturraum, wirtschaftlicher Situation und von Konfliktpotentialen, Identifizierung von Verlustflächen	Kapitel 5.1, 5.5.2, 5.5.3, 5.5.4 Karten 6-14,
Höhenschichtenkarten	Kapitel 4.5	Ermittlung überflutungsgefährdeter Flächen	Kapitel 5.1, 5.5.4
Uferkartierungen	Kapitel 4.6	Beschreibung der ökologischen Situation der Ostseite, Abschätzung von Klimafolgen für die Ostseite	Kapitel 5.1, 5.5.4 Karten 15-19
TK 25 / DGK 5	Kapitel 4.7	Darstellungshilfe	Kapitel 5.1, Karten 15-19
Daten der Landesstatistik	Kapitel 4.8	Beschreibung der sozioökonomischen Situation	Kapitel 5.5.2, 5.5.3,
Daten der Fa. AZ Direct Marketing / regio select	Kapitel 4.9	Beschreibung der sozioökonomischen Situation	Kapitel 5.5.2

Daten	Beschreibung in...	Verwendungszweck	Ergebnisse in ... / Karten
Daten des Sylter Archivs	Kapitel 4.10	Beschreibung der ökonomischen Situation	Kapitel 5.5.2, 5.5.3
Varianten der Klimaentwicklung	Kapitel 4.11	Berechnung potentieller Verlustflächen	Kapitel 5.5.4 Karten 20-34
Daten zum sozialen System Sylt	Kapitel 4.12	Ermittlung von Zielen, Werthaltungen und Wünschen Sylter Bürger	Kapitel 5.5.5

Digitalisierung analoger Kartengrundlagen

Eine ganze Reihe der in diesem Kapitel beschriebenen Karten mussten zunächst vom analogen ins digitale Format überführt werden (Landschaftspläne, Uferkartierungen, s. u.). Dabei wurde grundsätzlich wie im Folgenden beschrieben verfahren.

Die meist großformatigen Farbkarten wurden gescannt und als Tiff-Files auf den UNIX-Server kopiert.

Für die weitere Verwendung eines Scanfiles („image“) zur Digitalisierung muss dieser zunächst georeferenziert werden. Bei diesem Vorgang wird (Befehl *register*) ein bereits existierendes Coverage (digitale Karte) geladen, in einem weiteren Fenster wird das Image angezeigt. Aus beiden Vorlagen wird ein gemeinsamer Bereich ausgewählt, so dass in einem dritten Fenster (overlay-Fenster) Image und Coverage gemeinsam dargestellt werden können.

Ziel der nun vorzunehmenden Georeferenzierung ist es, die Pixelkoordinaten des Images anhand der Koordinaten des Coverages auf das Koordinatensystem des Coverages zu transformieren. Dazu werden abwechselnd räumlich korrespondierende Punkte im Coverage und im Image angeklickt. Als solche Referenzpunkte wurden i.d.R. Straßenkreuzungen der PLK-Karte (ATKIS, s. u.), z. T. jedoch auch alte Kirchen („Landmarken“ - historische Karten, s. u.) ausgewählt, die auch in den Images gut aufzufinden waren. Je ein Punktepaar aus Coverage und Image ist einander zugeordnet und bildet die Grundlage für die anschließende Berechnung einer Transformation für das gesamte Image. Bereits durch drei Punktepaare kann eine Transformation berechnet werden. Es empfiehlt sich jedoch, mehr Punkte auszuwählen und diese möglichst großflächig über den gesamten Coverage- bzw. Imagebereich zu verteilen, weil so die Genauigkeit der Transformation erhöht wird.

Wenn genug Punkte ausgewählt sind, wird die Transformation berechnet. Eine abschließende Kontrolle der Qualität des Ergebnisses ist möglich, in

dem Coverage und Image auf Basis der Transformation übereinander liegend dargestellt werden. Ist das Ergebnis nicht zufriedenstellend, kann der Vorgang wiederholt werden.

Das georeferenzierte Image wurde schließlich in ArcInfo als Hintergrundbild geladen, so dass alle benötigten Geometrien "on-screen" digitalisiert werden konnten. Im Anschluß daran wurde die Datenbank aufgebaut, in dem so genannte Labelpoints gesetzt wurden, anhand derer jede Fläche eindeutig identifiziert werden kann. Nach dem automatisierten Generieren der Flächen und der dazugehörigen Datenbank, die zunächst nur die Labelpoints (als so genannte User-ID) enthielt, wurden die benötigten Sachinformationen (z. B. Flächennutzung, Biotoptyp, Schutzstatus) ergänzt.

4.1 ATKIS

Das „Amtliche Topographisch Kartographische Informationssystem“ (ATKIS) besteht aus den Komponenten Digitales Landschaftsmodell (DLM), Digitales Geländemodell (DGM) und Digitales Kartographisches Modell (DKM). Für diese Arbeit findet das DLM 25/1 (Stand 1996) Verwendung. Es enthält Informationen zu den Bereichen Siedlung, Verkehr, Gewässer, Vegetation, Relief und Gebiete. Dem DLM 25 liegen geometrisch und z. T. inhaltlich die Deutsche Grundkarte 1:5000 (DGK) sowie Color-Infrarot-Luftbilder zu Grunde. Der Informationsgehalt des DLM entspricht in etwa dem der Topographischen Karte 1:25000 (TK 25). In der vorliegenden ersten Ausbaustufe DLM 25/1 sind nur etwa 1/3 aller im ATKIS-Objektartenkatalog aufgeführten Objekte und Attribute erfasst. Die Daten wurden vom Landesvermessungsamt Schleswig-Holstein zur Verfügung gestellt.

Durch ihre flächendeckende Verfügbarkeit und besonders durch die hohe Lagegenauigkeit von +/- 3m waren die ATKIS-Daten prädestiniert dafür, als Basisgeometrie innerhalb des GIS zu dienen. Höheren Ansprüchen bezüglich der Lagegenauigkeit genügen nur die Daten der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK), die jedoch für Sylt nicht flächendeckend vorliegt. Zudem sind auf Grund des Alters vieler Katasterkarten, die als Grundlage zur Erstellung der ALK dienen, gerade im Außenbereich keine validen Daten zu erwarten.

Die ATKIS-Daten gelten also als Basisgeometrie für alle nachfolgend ins GIS übernommenen Daten, d. h. soweit möglich wurden alle nachfolgend ins GIS aufgenommenen Geometrien einem Abgleich mit den ATKIS-Geometrien unterzogen. Bei Abweichungen „gleicher“ Geometrien voneinander wurden die ATKIS-Geometrien als „richtig“ angesehen. Im Falle der Landschaftspläne (s. u. Kap. 4.4) wurde in einigen Fällen davon abgesehen, und zwar dann, wenn im Rahmen der Kartierungen für die Bestandskarten (die 1995/96 erfolgten), Geometrien in der als Grundlage dienenden DGK 5 korrigiert wur-

den: Hier musste davon ausgegangen werden, dass die Begehung aktuellere Informationen geliefert hat. Zudem wurden die ATKIS-Daten einer eingehenden Analyse unterzogen, was ihre Verwendbarkeit als Grundlage (landschafts-) planerischer Daten angeht. Dabei wurde deutlich, dass sie zumindest in der vorliegenden Ausbaustufe 25/1 nicht ausreichen, um im Hinblick auf die Fragestellungen des TV Sylt-GIS wesentliche Beiträge zu liefern (Parlitz 1999).

Die ATKIS-Daten wurden im EDBS-Format (**Einheitliche Datenbankschnittstelle**) geliefert und mit freundlicher Unterstützung des Ökologie-Zentrums Kiel (ÖZK, Dr. U. Heinrich) mittels des Konvertierungsprogrammes ArcEdbs (Version 3.0) in das ArcInfo-Format überführt. Da die Abgabe von ATKIS-Daten in sog. Kacheln (jede Kachel enthält 9 DGK-Blattschnitte) erfolgte, wurden diese anschließend zu zwei Gesamtkarten zusammengesetzt: einer Flächenkarte, in der alle flächenhaften Objekte modelliert sind und einer Karte, in der alle punkt- und linienhaften sowie sog. komplexe Objekte modelliert sind. In der Flächenkarte werden auf Grund der Modellierungsvorschriften für das DLM linienhafte Strukturen (Straßen, Wege, Bahnstrecken und Fließgewässer) auch nur linienhaft modelliert. Dadurch kommt es bei Flächenstatistiken unweigerlich zu Fehlern, da bspw. alle an Straßen angrenzenden Flächen faktisch bis an die Straßenmittellinie reichen, also zu groß sind. In der Karte der Punkte, Linien und komplexen Objekte (PLK-Karte) finden sich diese linienhaften Elemente ebenfalls; hier existieren in der zugehörigen Datenbank jedoch Attribute, welche die tatsächliche Breite angeben. Für die Straßen heißt das entsprechende Attribut BRF (Breite der Fahrbahn). In den vorliegenden Daten lagen allerdings nur für die Straßen außerhalb geschlossener Orte die entsprechenden Werte vor. Um dennoch zu einer näherungsweise korrekten flächenhaften Modellierung zu gelangen, wurden alle innerörtlichen Straßen mit dem Wert 5 für das Attribut BRF versehen. Anschließend erfolgte eine Zonengenerierung mit dem ArcInfo-Befehl BUFFER. Hierbei wird aus der Straßenmittellinie eine Fläche erzeugt. Sowohl nach rechts als auch nach links wurde dabei der Wert 5 (Meter) addiert, so dass eine Straßenfläche mit einer Breite von 10m entstand. Die solcherart flächenhaft modellierten Straßen wurden mit der Flächenkarte verschnitten, so dass im Ergebnis eine „echte“ Flächenkarte für Sylt vorliegt. Gleichermaßen wurde bei den anderen nur linienhaft modellierten Strukturen verfahren. Für diese lagen die entsprechenden Werte in der Attributtabelle vor.

Da sich im Verlauf der weiteren Datenakquisition die Möglichkeit ergab, die aktuellen Sylter Landschaftspläne im Entwurfsstadium zu verwenden, bleibt die Verwendung der ATKIS-Daten auf die - gleichwohl wesentliche - Funktion beschränkt, als Basisgeometrie zu dienen.

4.2 Karte der Gemeindegrenzen

Diese Karte wurde aus der ATKIS-PLK-Karte (Punkte, Linien, Komplexe Objekte) abgeleitet und enthält die Umriss der sieben Sylter Gemeinden. Die seewärtigen Begrenzungen entstammen der ATKIS-Flächenkarte.

Die Gemeindegrenzenkarte wurde ihrerseits wieder mit der Flächenkarte (vgl. 3.3.1) verschnitten, so dass im Rahmen des geometrischen Abgleichs bei der Digitalisierung der Landschaftspläne ATKIS-Karten einzelner Gemeinden abgeleitet werden konnten.

4.3 Historische Karten

Für die Beurteilung der aktuellen Situation eines Raumes ist es hilfreich, seine historische Entwicklung zu kennen. Aus diesem Grund wurden verschiedene historische Karten beschafft, die bis in das Jahr 1240 zurück reichen (Meyer 1652a, b; Königlich Dänische Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen 1796; Königlich Preußische Landesaufnahme 1878/80). Alle Karten wurden gescannt, georeferenziert und digitalisiert, so dass jetzt der Zustand Sylts in den Jahren 1240, 1652, 1796 und 1878 dokumentiert werden kann. Dabei ist anzumerken, dass die Karten vor 1796 keine häufigkeitsstatistischen Auswertungen (Flächenanteile unterschiedlicher Nutzungen usw.) zulassen, da die Aufnahmemethoden der damaligen Zeit zu ungenau waren. Hier sind also nur qualitative Aussagen zulässig (Jägersberg 1998). Durch die im GIS aufbereiteten Karten ergibt sich insgesamt ein relativ umfassendes Bild von Sylt, dass - beginnend im 13. Jh. - bis in die Gegenwart reicht.

4.4 Landschaftspläne der Sylter Gemeinden

Mit Genehmigung der Sylter Gemeinden konnten die Landschaftspläne der Gemeinden (Entwurfsstadium) beschafft werden. Ihr großer Wert für die durchgeführten Untersuchungen lag zum einen in der Aktualität und zum anderen in der hohen Auflösung der Nutzungs- und Biotopinformationen, die in dieser Hinsicht (also inhaltlich) die ATKIS-Daten übertreffen. Die Qualität der hier vorgehaltenen Informationen wurde durch eine stichprobenhafte Kartierung auf Sylt überprüft und bestätigt.

Die Landschaftspläne lagen bislang nur in analoger Form (Papier) vor, so dass sie gescannt, georeferenziert und digitalisiert werden mussten. Dabei wiederum konnten die Geometrien der ATKIS-Karten auf Grund ihrer Lagegenauigkeit wertvolle Hilfe leisten.

Bei der digitalen Aufbereitung der Karten erwies sich das nicht einheitliche Vorgehen bei der Kartierung und Anfertigung der analogen Karten seitens des Planungsbüros oft als hinderlich. Die Entwicklung und Anpassung eines

für alle Gemeinden einheitlichen Digitalisierschlüssels, der später auch die Zusammenführung aller sieben Einzelkarten zu einer Gesamtkarte ermöglichen sollte, war schwierig und zeitaufwendig. Bei den Bestandskarten wurde in der Datenbank schließlich in drei Items (Merkmale bzw. Spalten in der Datentabelle) differenziert: SCHUTZ, NUTZ und BIOTYP. Für jedes Item stehen eine Reihe von numerischen Codes zur Verfügung, um für jede Fläche die Nutzung, den Schutzstatus oder den Biotyp anzuzeigen. Tabelle 3 zeigt exemplarisch den Aufbau der Datenbanken für die Bestandskarten. Die ersten drei Spalten enthalten ArcInfo-interne Angaben (Flächengröße, äußere Länge der Fläche und karteninterne Nummerierung), die vierte Spalte enthält die vom Anwender zu vergebende Flächennummerierung, über die jede Fläche im Rahmen von Datenbankoperationen eindeutig identifiziert werden kann. In den folgenden fünf Spalten sind im Rahmen der Digitalisierung neu hinzugefügte Informationen enthalten, die Auskunft über die Nutzung einer Fläche (z. B. 1330 = Campingplatz), ihren Schutzstatus (z. B. 3000 = geschützt nach §15a,b LnatSchG SH) sowie die Biotypen (z. B. 2870 = Weißdüne) und die Gemeindekennziffer bzw. den Gemeinidenamen geben.

Tabelle 3: Datenbankauszug Bestandskarte List

area	perimeter	list_bf#	list_bf-id	nutz	schutz	biotyp	gkz	gemeinde
4744.55	560.77	5	4	0	3000	2870	1054078	List
350.49	120.85	6	5	0	3000	2820	1054078	List
1049.56	705.51	7	6	1330	0	0	1054078	List

Bei den Entwicklungskarten gestaltete sich die Konzeptionierung der Datenbank weitaus schwieriger. Dies hängt im Wesentlichen damit zusammen, dass für eine Vielzahl von Flächen mehr als eine Planaussage getroffen wurde und darüber hinaus in den Entwicklungskarten auch Informationen zum Status quo (also eigentlich zum Bestand) verzeichnet sind. So kann eine Fläche sowohl in einem Landschaftsschutzgebiet liegen als auch in einem Gebiet, das zur Ausweisung als Schutzgebiet gemäß FFH-Richtlinie, zur Nutzungsextensivierung oder bspw. als Ausgleichsfläche vorgesehen ist. Diese Mehrfachbelegungen sind zum einen kaum numerisch zu codieren, wenn man nur ein oder wenige Items verwenden will, zum anderen ist die Visualisierung in Form von Plots äußerst aufwendig und kompliziert. Für den Fall der Entwicklungskarten wurde daher entschieden, jede mögliche Planaussage in Form eines *eigenen* Items auszudrücken, wobei der value (Item-Wert bzw. Merkmalsausprägung) nur 0 oder 1 sein kann, d. h. eine 1 drückt aus, dass für die betreffende Fläche die durch den Itemnamen ausgedrückte Planaussage besteht.

Der Nachteil dieser Vorgehensweise liegt in der Vielzahl von Items (rund 50), die in der Datenbank vorgehalten werden müssen. Zudem übersteigt der Informationsgehalt der Entwicklungskarten die Fähigkeiten des Programmes ArcView, welches bei der Anfertigung von Farbplots für alle anderen Karten zum Einsatz kam, so dass hier mit dem leistungsfähigeren aber komplizierteren und unkomfortableren ArcInfo-Submodul ARCPLOT gearbeitet werden musste. Der Vorteil liegt darin, dass alle Planinhalte eindeutig digital (visuell und datentechnisch) abgebildet werden können. Der gewählte Weg erschien auch der Möglichkeit, die Entwicklungskarten jeweils in verschiedene Layer (= einzelne Karten, die nur bestimmte Themen/Planaussagen darstellen) aufzuteilen, überlegen.

Nunmehr liegen für alle sieben Gemeinden sowohl die Bestandskarten als auch die Entwicklungskarten digital vor und zwar sowohl für jede einzelne Gemeinde als auch in Form jeweils einer Gesamtkarte.

Die Informationen aus den Landschaftsplänen flossen u. a. in die Arbeit am Beziehungsgeflecht Sylt ein. Sie wurden auch dazu verwendet, die im Falle eines Klimawandels verlorengelassenen Flächen zu quantifizieren. Dazu wurden auf Basis der potentiellen zukünftigen Küstenlinien jene Bereiche ausgeschnitten und häufigkeitsstatistisch ausgewertet, die verloren gehen könnten. Vor allem jedoch dienten die Landschaftspläne zur Beschreibung der naturräumlichen und sozioökonomischen Situation auf Sylt (Kapitel 5.5.2).

4.5 Höhenschichtenkarten

Für zwei ausgewählte Bereiche (in Rantum und Hörnum), die als potentiell überflutungsgefährdet eingestuft wurden (Ahrendt u. Thiede in Vorbereitung, Hartje et al. in Vorbereitung) wurden aus der DGK 5 die Höhenlinien digitalisiert. Die so entstandenen Höhenschichtenkarten wurden anschließend mit den berechneten zukünftigen Küstenlinien verschnitten, um festzustellen, ob und ab wann eine durch einen Klimawandel ostwärts verlagerte westliche Küstenlinie die Bereiche unterhalb von 4 m erreichen würde und die dahinter liegenden Flächen geflutet würden.

4.6 Uferkartierungen

Die in 1997 und 1998 von Lackschewitz et al. (in Vorbereitung) durchgeführten Uferkartierungen (Biotoptypen im Bereich der MTHW-Linie, Uferabschluss im Bereich der MTHW-Linie, erosive und akkumulative Bereiche an der MTHW-Linie) wurden digitalisiert und in das GIS übernommen.

Die Vorgehensweise erfolgte auch hier wie bereits beschrieben (Kap. 4), d. h. alle Karten wurden gescannt, georeferenziert und anschließend digitalisiert. Die so entstandenen Karten enthalten im Einzelnen die in Tabelle 4 angegebenen Informationen.

Tabelle 4: Ostküste Sylt - Karten und Inhalte

Karte	Enthält Angaben über
Biotope im MThw-Bereich	<i>Deiche</i> <i>Salzwiesen und Schilf</i> <i>Strandwall</i> <i>Pioniervegetation</i> <i>Dünen und Strand</i>
Biotope unterhalb der MThw-Linie	<i>Seegras</i> <i>Corophiumwatt</i> <i>Mischwatt</i> <i>Schlickwatt</i> <i>Sandwatt</i>
Erosive und Akkumulative Bereiche	<i>Deiche</i> <i>Erosionsbereiche</i> <i>Akkumulationsbereiche</i>

4.7 TK 25 / DGK 5 für Sylt

Für Darstellungszwecke wurden Tiff-files der topografischen Karten im Maßstab 1:25000 (TK 25) beschafft, die anschließend georeferenziert und zusammengesetzt wurden. Von Seiten des Landesvermessungsamtes wurden die entsprechenden sechs Kartenblätter in Form der für den Kartendruck erstellten Einzelfolien (Schrift, Gewässer, Höhenlinien etc.) - also als getrennte Datensätze - geliefert. Jeder einzelne „Decker“ wurde mit den Deckern der übrigen Kartenblätter zusammengesetzt. Dadurch kann die TK 25 „dosiert“ zur Kartendarstellung eingesetzt werden (bspw. wurden aus Gründen der Übersichtlichkeit z. T. die Wasserflächen von der Darstellung in Plots ausgenommen). Nach wie vor ist neben der syltweiten Darstellung auch die Anzeige einzelner Kartenblätter möglich. Tabelle 5 gibt eine Übersicht über die Inhalte der TK 25-Scanfiles.

Tabelle 5: Inhalte der TK 25-Scanfiles

Name	Inhalt
Decker 1	Grundriss und Schrift
Decker 2	Höhenlinien
Decker 3	Gewässerkonturen
Decker 4	Wald
Decker 5	Watt
Decker 6	Wasserflächen

Ebenfalls beschafft wurden die Kartenblätter der DGK 5 für Sylt. Diese wurden anschließend gescannt, georeferenziert und als ArcInfo-Grids gespeichert sowie zu einem Gesamt-Grid zusammengesetzt. Damit steht die DGK ebenfalls zu Darstellungszwecken zur Verfügung.

4.8 Daten der Landesstatistik

Es handelt sich um statistische Daten für ganz Schleswig-Holstein (Stand 1996), die gemeindebezogen u. a. Auskunft über Bevölkerungszahlen, Flächennutzung, Wohnformen usw. geben. Diese Daten wurden in der von Streit (in Vorbereitung) aufbereiteten Form verwendet. Sie liegen als Tabellen und Diagramme vor und wurden zur Beschreibung der sozioökonomischen Situation Sylts herangezogen, mit den aus den Landschaftsplänen gewonnenen Daten verglichen und in Beziehung gesetzt.

Tabelle 6: Übersicht über die Daten des Statistischen Landesamtes

Dateiname	Stand	Inhalt
ai296adr.xls	1996	Verzeichnis der Gemeinden und Städte in S.-H. 1996 mit Adressenangaben der Verwaltungssitze
ai296fl.xls	1996	Verzeichnis der Gemeinden und Städte in S.-H. 1996
bevgal96.xls	1996	Altersstruktur der Bevölkerung
bsozbea.doc	1997	Erläuterungsschlüssel zu Regio-Stat Tabellen
bsozbeb.doc	1997	Erläuterungsschlüssel zu Regio-Stat Tabellen
dsbe_ai2.doc	1993	Erläuterung zu ai296fl
G03501ND96.xls	1996	Fortschreibung der Wohngebäude und des Wohnungsbestandes
G12302ND95.xls	1995	Bodennutzungshaupterhebung
G12311ND95.xls	1995	Bodennutzungshaupterhebung
G17301ND96.xls	1996	Fortschreibung des Bevölkerungsstandes
G17801ND96.xls	1996	Statistik der natürlichen Bevölkerungsbewegung - Geburten
G17901ND96.xls	1996	Statistik der natürlichen Bevölkerungsbewegung - Sterbefälle
G18201ND96.xls	1996	Wanderungsstatistik
G25401ND95.xls	1995	Beschäftigtenstatistik
G25402ND95.xls	1995	Beschäftigtenstruktur
G34621ND95.xls	1995	Vierteljährliche Kassenstatistik
G34622ND95.xls	1996	Vierteljährliche Kassenstatistik
G35601ND96.xls	1996	Realsteuervergleich
G44901ND92.xls	1992	Flächenerhebung
ies1995.xls	1995	Das verarbeitende Gewerbe nach Gemeinden im Jahr 1995
khsh95.xls	1995	Verzeichnis der Krankenhäuser
lbf95.xls	1995	Agrarberichterstattung
lies-95.doc	1995	Erläuterungen zu khsh95
lies-96.doc	1996	Erläuterungen zu ai296adr
sbaltgli.doc	1992	Erläuterungen zu bevgal96
sozbea96.xls	1996	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am 30.06. nach Wirtschaftsabteilungen
Sozbeb96.xls	1996	Sozialversicherungspflichtig Beschäftigte am 30.06. nach Wirtschaftsbereichen
Sv96/97.xls	1996/97	Schuldatei
Trenn96.exe	1996	Import/Schlüssel Datei für Regio-Stat-Dateien
Trennung.doc	1997	Erläuterung zu Regio-Stat-Tabellen
Vrsh95.xls	1995	Verzeichnis der Vorsorge- oder Rehabilitationseinrichtungen
Wof96.xls	1996	Wohnformen 1996

4.9 Daten der Fa. AZ Direct Marketing / regio Select

Es handelt sich um 1997er-Daten zu der Anzahl der Haushalte, der Kaufkraft, den Wohngebietstypen, der Alters- und Bebauungsstruktur, der Anzahl an Privat-Pkws und der Anzahl von Branchenadressen nach 23 Branchen-

gruppen. Diese Daten liegen für die Kreise Nordfriesland und Dithmarschen auf Gemeindeebene vor, darüber hinaus für Sylt auch auf Ebene der Wahlbezirke. Sie wurden im dbf-(dBase)Format geliefert und in Excel aufbereitet. Für Sylt wurden die entsprechenden Daten zusätzlich in Diagrammform aufbereitet. Tabelle 7 gibt eine Übersicht über die Kategorien, nach denen die Daten aufgeschlüsselt sind.

Tabelle 7: Kategorien der regio Select-Daten

Kategorien	
Anzahl Haushalte	Industriebetriebe
Anzahl PKW	Nahrungs- und Genussmittel Einzelhandel
Anteil der Haushalte 18-25jähriger	Technischer Einzelhandel
Anteil der Haushalte 26-35jähriger	Sonstiger Einzelhandel
Anteil der Haushalte 36-45jähriger	Nahrungs- und Genussmittel Großhandel
Anteil der Haushalte 46-55jähriger	Technischer Großhandel
Anteil der Haushalte 56-65jähriger	Sonstiger Großhandel
Anteil der Haushalte über 65-jähriger	Freie Heilberufe
Anteil an 1-2 Familienhäusern	Freie rechts- und wirtschaftsberatende Berufe
Anteil an 3-5 Familienhäusern	Freie technische und sonstige Berufe
Anteil an 6-10-Familienhäusern	Gastronomie
Upper Classe	Finanzdienstleistungen, Versicherungen
Konservative	Dienstleister Kultur, Bildung, Sport, Wissenschaft
Mitte	Dienstleister Gesundheitswesen
Klassische Bürger	Transport, Verkehr, Nachrichten
Kleinbürger	Sonstige Dienstleister
Traditionelle Arbeiter	Bauhauptgewerbe
Randgruppen	Baunebengewerbe
Kaufkraft der Gemeinde	Sonstiges Handwerk
Anteil der Haushalte mit sehr hoher Kaufkraft	Behörden
.... mit hoher Kaufkraft	Schulen
.... mit mittlerer Kaufkraft	Verbände
.... mit geringer Kaufkraft	Vereine

Problematisch bei diesen Daten war, dass die Datenquellen bzw. die Operationalisierungsmethoden, nach denen aggregiert bzw. aufbereitet wurde, von regio Select nicht offen gelegt wurden. Daher konnten sie nur unter Vorbehalt zur Auswertung herangezogen werden.

4.10 Daten des Sylter Archivs

Aus dem Sylter Archiv wurden Informationen zu Fremdenverkehr, Gästezahlen, Verkehrsverbindungen und Gästeanteilen nach Herkunftsländern be-

schaft, die im Excel-Format in Form von Tabellen und Diagrammen aufbereitet wurden. Die Daten umfassen unterschiedliche Zeiträume, reichen aber zum größten Teil bis Anfang der 70er-Jahre zurück und liefern wertvolle Informationen über die quantitative Entwicklung im Tourismusbereich. Tabelle 8 gibt eine Übersicht über die Daten.

Tabelle 8: Übersicht - Daten des Tourismus-Service Sylt

<p>Fremdenverkehrsdaten für Westerland (überwiegend 1970-1997)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Gästezahlen gesamt (Übernachtungs- und Tagesgäste) • ... differenziert nach Übernachtungs- vs. Tagesgäste, Übernachtungsgäste, Gäste (Ankünfte) • Übernachtungen • Gäste und Übernachtungen im Jahresgang I: Monatswerte • ... differenziert nach Gästen, Übernachtungen, gelösten Jahreskarten • Durchschnittliche Aufenthaltsdauer • Gäste und Übernachtungen im Jahresgang II: Gesamtwerte/Jahr • Betten, Gäste und Übernachtungen: nach Beherbergungskategorien • Übernachtungen pro Gast • Übernachtungsgäste nach Altersgruppen • Gäste und Übernachtungen: nach Herkunftsländern (incl. Kinderheime/Camper)
<p>Fremdenverkehrsdaten für ganz Sylt (überwiegend 1970-1997)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Übernachtungsgäste I (ohne Kinderheime/Camper) • Übernachtungsgäste II: Kinder (Kinderheime), Jugendliche (Jugendheime/herbergen) • Übernachtungsgäste III: Camper • Camper • Durchschn. Aufenthaltsdauer (Anzahl Tage) • Vermietungstage • Übernachtungsgäste (gesamt, incl. Kinderheime/Camper): nach Orten • Übernachtungsgäste (gesamt): nach Herkunftsländern und Orten (in %) • Verkehrsdaten I: Bahn • DB-Sonderzüge • DB-Autozüge (beförderte Kfz) • Kfz in DB-Reisezügen • Verkehrsdaten II: Schifffahrt (Romo-Sylt-Linie) • Verkehrsdaten III: Flugverkehr (Flugplatz Westerland) • Fluggäste • Flugbewegungen (Starts)

4.11 Varianten der Klimaentwicklung

Ahrendt (2000) hat Berechnungen zur möglichen Entwicklung der Küstenlinie bis 2050 durchgeführt. Diesen Berechnungen liegt sämtlich die sicherlich unrealistische, aber modelltechnisch begründbare Annahme zugrunde, dass künftig keine Sandvorspülungen mehr erfolgen, da sich gezeigt hatte, dass sich - eine entsprechende Anpassung der Vorspülmenge vorausgesetzt - die Küstenlinie halten lassen würde. Um den Effekt, den ein möglicher Klimawandel haben könnte, dennoch berechnen zu können, wurde in den Modellberechnungen von einer Einstellung der Vorspülungen ausgegangen. Aus den angegebenen Varianten zur Klimaentwicklung werden für diese Arbeit drei herausgegriffen. Den Varianten liegen folgende Annahmen zugrunde, wobei die Benennung den Angaben von Ahrendt (2000, S. 29f.) folgt:

- *Variante E₀*: kein weiterer Küstenschutz, kein Klimawandel.
- *Variante I*: kein Küstenschutz, Verschwenkung der Wellenanlaufrichtung um 10° nach Nord, Zunahme der Wellenhöhen um + 10%.
- *Variante J*: kein Küstenschutz, Verschwenkung der Wellenanlaufrichtung um 10° nach Süd, Zunahme der Wellenhöhen um + 10%.

Die von Ahrendt berechneten, zukünftigen Küstenlinien (in 10-Jahresschritten bis 2050) wurden ins GIS übernommen und dort unter Zuhilfenahme der digitalen Landschaftspläne zu Karten potentieller Verlustflächen weiterverarbeitet. Anschließend erfolgte die häufigkeitsstatistische Auswertung der Verlustkarten im Hinblick auf die Kategorien

- Bebauung,
- Verkehr,
- Freiflächen/Biotop,
- geschützte Biotop,
- Dünen und
- Strand.

Zur Beurteilung der Auswirkungen eines Klimawandels auf die Ostseite von Sylt stand die Arbeit von Lackschewitz et al. (in Vorbereitung) zur Verfügung, die auch die im GIS vorliegenden Uferkartierungen umfasst.

4.12 Daten zum sozialen System Sylt

Um Aussagen über das soziale System Sylt machen zu können, also Einschätzungen, Werthaltungen und Wünsche der lokalen Akteure zu ermitteln, wurden die Untersuchungen von Streitz (in Vorbereitung) und Hartmuth et al. (in Vorbereitung) herangezogen.

Streitz untersuchte die „komplexen Wahrnehmungen, Bewertungen und Meinungen von Bürgern bezüglich möglicherweise klimabedingter Risiken für den norddeutschen Küstenraum“ (ebd., S. 255). Dabei wurde u. a. eine Befragung von insgesamt 85 Personen durchgeführt, zum anderen wurden acht Sylter Bürger für einige Tage zu „Laienplanern“ gemacht, die ihre Sicht von Sylt und der möglichen Entwicklung der Insel formulieren konnten.

Hartmuth et al. (in Vorbereitung) legten ihren Untersuchungen die Annahme zugrunde, dass es gruppenspezifische Unterschiede bezüglich der Einstellungen zu Sylt betreffenden Themen gibt. Für ihre Arbeit wurden 70 Personen (davon 66 Sylter) ausgewählt, die als repräsentative „Schlüsselpersonen des sozialen Systems Sylt (ebd., S. 227)“ angesehen werden können. Anhand ihrer Positionen in Politik und Gesellschaft wurden diese Personen jeweils einer von insgesamt 9 Akteursgruppen zugeordnet (Tabelle 9).

Tabelle 9: Stichprobe nach Akteursgruppen (Quelle: Hartmuth et al. in Vorbereitung, S. 227)

Akteursgruppe	Anzahl	%
(1) Politik und Verwaltung	12	17,1
(2) Fremdenverkehr	8	11,4
(3) Handel und Gewerbe (<i>außer Fremdenverkehr</i>)	12	17,1
(4) Interessengruppen/Experten: Natur- und Umweltschutz	7	10,0
(5) Interessengruppen/Experten: Küstenschutz	7	10,0
(6) Presse und Medien	6	8,6
(7) Kunst und Kultur	6	8,6
(8) Bildung und Soziales	8	11,4
(9) Auswärtige Entscheidungsträger	4	5,7
Summe	70	100,0

Die in Form von so genannten halbstrukturierten Interviews¹ durchgeführten Untersuchungen fokussieren zwei Bereiche: zum einen individuelle Repräsentationen von Inhalten und Themen, zum anderen soziale Repräsentationen, mithin Unterschiede zwischen den genannten Akteursgruppen.

¹ Es wurden zwei Interviewwellen durchgeführt (März 1998 und März 1999), wobei „anhand eines Leitfadens nur einige wenige, allgemein gehaltene Fragen“ gestellt wurden, und ansonsten Wert darauf gelegt wurde, die interviewte Person „zur selbständigen Produktion möglichst vieler inhaltlicher Aussagen zu animieren“ (Hartmuth et al. in Vorbereitung, S. 228).

5 Ergebnisse und Diskussion

Die Darstellung der Ergebnisse ist folgendermaßen gegliedert: Zunächst erfolgt ein Überblick über das so genannte GIS Sylt auf der Grundlage der in Kap. 4 dargestellten Datenbasis. Anschließend wird das Programm MeBez vorgestellt. Es folgt die Darstellung des „Beziehungsgeflecht Sylt“ und des für die vorliegende Arbeit entwickelten Kern-BZG, von dem angenommen wird, dass es die wesentlichen Prozesse und Dynamiken des Systems Sylt beschreibt und insofern dazu beiträgt, die maßgeblichen Daten, die zur Ableitung von Handlungsoptionen im Angesicht eines möglichen Klimawandels notwendig sind, zu ermitteln. Anschließend wird das Kern-BZG validiert. Dies erfolgt zum einen durch Rückgriff auf das GIS Sylt, zum anderen durch Heranziehen anderer Datenquellen, die an entsprechender Stelle genannt werden. Das Programm MeBez liefert die jeweiligen Verweise auf die den Trends zugeordneten Daten.

5.1 Das GIS Sylt

Abbildung 4 verdeutlicht die thematische Struktur des GIS Sylt. Da im Programm ArcInfo digitale Karten technisch als Verzeichnisse realisiert sind, kommt die Abbildung den realen Verhältnissen (Verzeichnisstrukturen auf der UNIX-Workstation) sehr nahe, wobei die Hauptbereiche (*Basisgeometrie*, *Inselentwicklung* etc.) den Oberverzeichnissen äquivalent sind, die weiteren Untergliederungen (*ATKIS*, *historisch*, *zukünftig* etc.) den Unterverzeichnissen.

Der Bereich *Basisgeometrie* enthält die ATKIS-Karten. Diese dienen auf Grund ihrer flächendeckenden Verfügbarkeit und ihrer hohen Lagegenauigkeit von +/- 3m als Basisgeometrie, an die die weiteren Daten bei Bedarf geometrisch angepasst wurden. Im Bereich *Inselentwicklung* sind die historische sowie die denkbare zukünftige Entwicklung der Gestalt und Fläche von Sylt dargestellt. Im Bereich *Naturraum* sind zum einen die Sylter Landschaftspläne abgelegt. Sie lassen sich unterteilen in die Bestandskarten, die Auskunft geben über Biotope und Nutzungsformen auf der Insel und die Entwicklungskarten, auf denen Vorschläge zur Entwicklung Sylts im Innen- und Außenbereich der Gemeinden dargestellt sind. Üblicherweise gehören zu einem Landschaftsplan auch sog. Bewertungs- oder Konfliktkarten, auf denen konfliktträchtige Bereiche visualisiert sind. Für Sylt gibt es diese Karten jedoch nicht, und im Rahmen dieser Arbeit war es nicht möglich, eigene Karten zum Thema zu erarbeiten. Die Konfliktdarstellung (Kap. 5.5.3) folgt daher im Wesentlichen den Ausführungen der Textteile zu den Plänen (Matusek 1997). Des Weiteren befinden sich hier die Karten, die auf Basis der Kartierungen von Lackschewitz et al. (in Vorbereitung) entstanden sind. Der Bereich *Küstenschutz* enthält Karten zu Art und Lage der verschiedenen Küstenschutzbauwerke auf bzw. vor Sylt.

Ebenfalls zum GIS gehören die Bereiche *Grafikdaten*, in denen die nicht zur Auswertung sondern rein zur Visualisierung verwendeten DGK und TK 25 abgelegt sind sowie *Ausgabe*: Hier befinden sich die mit dem Programm ArcView erstellten thematischen Karten.

Die Ausführungen zur historischen Entwicklung der Insel, zur heutigen naturräumlichen und sozioökonomischen Situation, zu bestehenden Konflikten und möglichen Flächenverlusten basieren alle zum größten Teil auf den im GIS Sylt vorgehaltenen Daten und Karten bzw. den auf Basis des GIS Sylt durchgeführten Auswertungen. Aus Darstellungsgründen sind die meisten der Karten, auf die in dieser Arbeit verwiesen wird, nur auf CD verfügbar (CD im Anhang, zu betrachten mit jedem Internetbrowser).

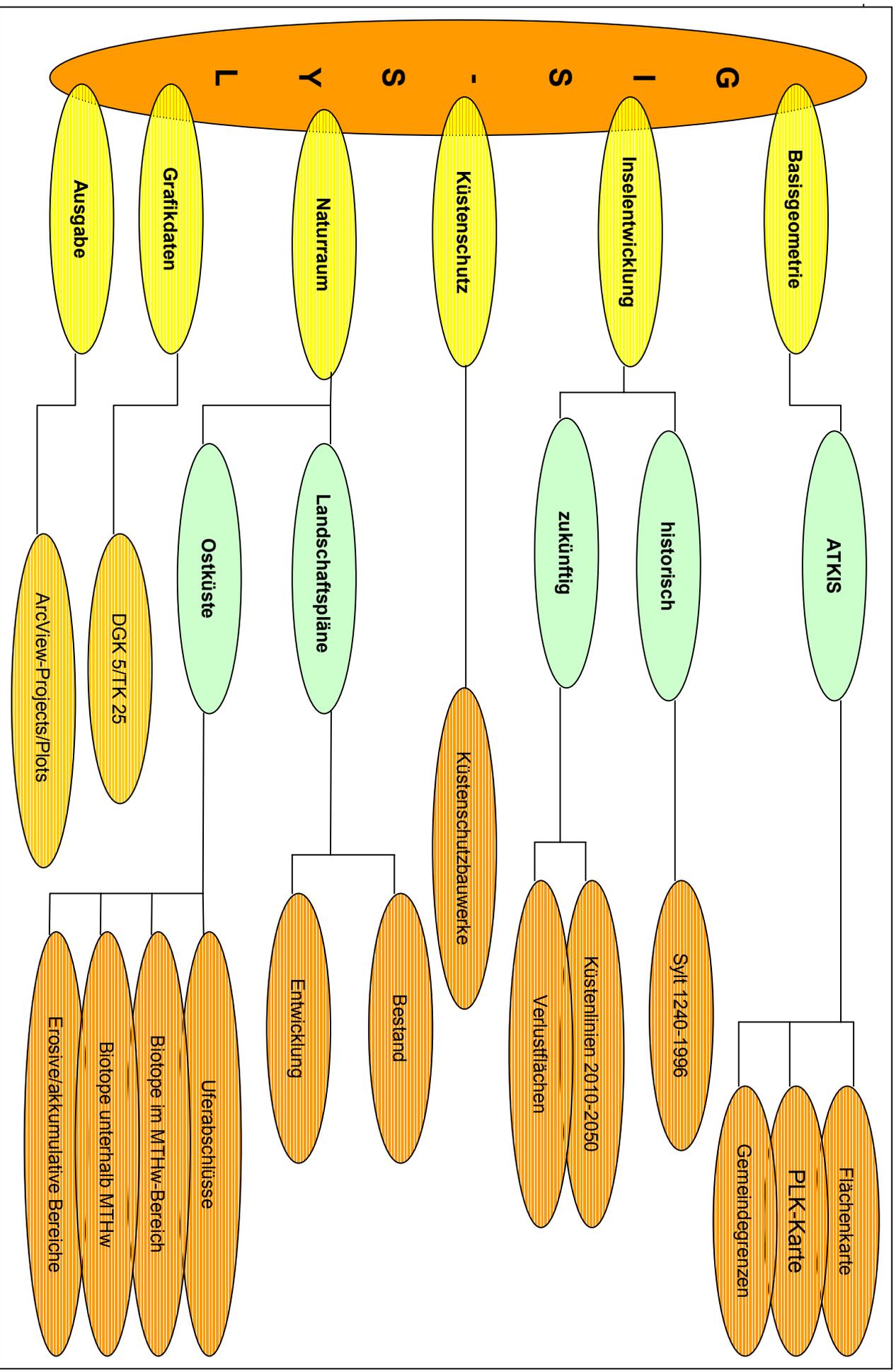


Abbildung 4: Struktur des GIS Sylt (Quelle: eigener Entwurf)

5.1.1 Untersuchung zur Datenintegration in GIS

Auf die Problematik bei der Integration von naturräumlichen und sozialen Daten in GIS wurde bereits eingegangen. Um die Schwierigkeiten, die sich rein technisch bei der Integration heterogener Daten ergeben, zu identifizieren, wurde eine Untersuchung durchgeführt, die im Folgenden kurz vorgestellt wird (vgl. ausführlich zu diesem Komplex Parlitz 1999).

Dazu wurden zusätzlich zu den ATKIS-Daten und den Landschaftsplänen noch die Daten der Automatisierten Liegenschaftskarte (ALK) sowie der Flächennutzungsplan (FNP) und ein Bebauungsplan (alle für den Bereich Westerland/Sylt) herangezogen. Der Untersuchung lag die Frage zugrunde, inwieweit die digitalen Erdoberflächenmodelle des amtlichen Vermessungswesens (ALK und ATKIS) als einheitliche Bezugsbasis für den Aufbau von Geo-Informationssystemen für die kommunale Planung nutzbar sind. Diese Frage ist insofern von Bedeutung, als bekannt ist, dass ein Hauptproblem bei der Arbeit mit unterschiedlichen Datenquellen, also v. a. analogen Karten verschiedener Qualität, unterschiedlicher Auflösung und Maßstäbe die geometrisch-inhaltlichen Abweichungen sind, die eine übergreifende Auswertung bzw. Verschneidung erschweren. Die ATKIS-Daten werden bereits für Zwecke der räumlichen Planung (z. B. Landschaftsrahmenplanung, vgl. Bäsler u. Lemke 1996) eingesetzt. Ihr Nutzen für die regionale Planung steht jedoch in Frage, was u. a. auf die in den bis dato verfügbaren Ausbaustufen (DLM 25/1) nicht ausreichende Detailschärfe zurückgeführt wird (Zölitz-Möller et al. 1997). Eine Ergänzung der ATKIS-Daten durch die Daten der ALK könnte deren geometrische und inhaltliche Qualität erhöhen. Dadurch würde der Einsatz von GIS im Allgemeinen und unter Verwendung der Geobasisdaten im Besonderen für Zwecke der regionalen und kommunalen Raumplanung realistischer. Und dies wäre - zumindest aus rein technischer Sicht - auch ein Argument für den GIS-Einsatz im Rahmen eines Küstenmanagements.

Da die Raumplanung sowohl vertikal als auch horizontal vernetzt ist und die kommunale Planung i.d.R. mit den Nachbargemeinden abgestimmt werden muss, ergibt sich für ein GIS, das die Planung wirkungsvoll unterstützen soll, die Forderung nach der

- Integrierbarkeit von Planungsebenen unterschiedlichen Maßstabs, der
- Integrierbarkeit von Daten unterschiedlicher Fachbereiche und nach der
- interkommunalen Integrierbarkeit.

Idealerweise müsste - in der kommunalen Planung und insbesondere für Zwecke des Küstenmanagements - allen verwendeten Daten dieselbe inhaltlich-geometrische Basis zugrunde liegen. So könnte für unterschiedliche Fragestellungen (von der Lage eines Gewerbegebietes [FNP] bis zur Größe

eines Baufensters [B-Plan]) ein und dieselbe digitale Kartengrundlage „befragt“ werden, und es wären ebenenübergreifende Auswertungen möglich. Die Anzahl der vorzuhaltenden Karten würde begrenzt und die Zahl der durch unterschiedliche Geometrien oder nicht aufeinander abgestimmte Inhalte auftretenden Fehler würde minimiert.

Berghoff (1997, S. 16) fordert in diesem Zusammenhang: „Das übergeordnete Ziel der Datenverwaltung ist es, die geographische Information so zu organisieren und zu verwalten, daß durch analytische Operationen und Funktionen eine Manipulation der Information ermöglicht wird, und zwar derart, daß auch in verschiedenen Datenebenen enthaltene Information in Beziehung gesetzt werden kann.“

Weitere Ansprüche an ein solcherart aufgebautes GIS sind die einfache Erweiterbarkeit des Datenbestandes, ein gering zu haltender Aufwand für die Pflege und Aktualisierung der Daten sowie die Bereitstellung adäquater Darstellungs- und Präsentationsformen in Form von schnellen On-Screen-Visualisierungen und die Erzeugung thematischer Karten in Papierform.

Im Rahmen der Untersuchung wurde für die Gemeinde Westerland exemplarisch ein Kommunales Planungsinformationssystem (KPLIS) aufgebaut. Grundlage dieses KPLIS ist die aus ALK und ATKIS aufgebaute Basiskarte, auf der alle weiteren digitalen Karten aufsetzen. Die Verwendung von ALK und ATKIS als Basismodell ergab sich aus folgenden Überlegungen:

- Es handelt sich um amtliche Daten mit hoher Lagegenauigkeit.
- Beide digitalen Erdoberflächenmodelle erheben den Anspruch, als Datenbasis für Fachinformationssysteme eingesetzt werden zu können (Parlitz 1999).
- Zusammengenommen decken ALK und ATKIS den gesamten in der kommunalen Planung relevanten Maßstabbereich (von 1:500 in der Bauleitplanung bis hin zu 1:10000 in der Flächennutzungsplanung) ab.

In Anlehnung an die MERKIS-Empfehlungen (MERKIS = Maßstaborientierte Einheitliche Raumbezugsbasis für Kommunale Informationssysteme, vgl. Cummerwie 1992) lassen sich der F-Plan, die Landschaftspläne sowie der B-Plan verschiedenen Raumbezugsebenen zuordnen (Tabelle 10).

Tabelle 10: Raumbezugsebenen, Geobasis- und Fachdaten (Quelle: verändert nach Parlitz 1999)

Raumbezugsebene (MERKIS)	Maßstabsbereich der Basismodelle	zugehörige Fachpläne
10000	ATKIS-DLM 25 1:5000 - 1:10000	Landschaftsplan (1:10000) F-Plan (1:10000)
5000	ALK / DLM 25	entfällt
500	ALK (1:500 - 1:5000)	B-Plan (1:1000)

Bevor die beiden Modelle (ALK u. ATKIS) zu einem Basismodell integriert werden konnten, wurden sie im Hinblick auf ihre geometrische und inhaltliche Übereinstimmung hin untersucht. Dabei zeigte sich als Hauptproblem, dass für ALK und ATKIS jeweils unterschiedliche Modellierungsvorschriften, z. B. hinsichtlich der Lagegenauigkeit oder der Generalisierung, bestehen. Dies führt einerseits notwendigerweise zu *geometrischen* Abweichungen, die bei der Verschneidung der Objekte zutage treten (so genannte *sliver polygons*, vgl. auch Schottes 1996, Parlitz 1999). Als ein Beispiel seien hier nur die Straßen genannt. Straßen sind in ATKIS (vgl. Kap. 4.1) linienhaft modelliert und müssen mittels eines Attributes auf ihre tatsächliche Breite gebuffert werden. Abgesehen davon, dass das entsprechende Attribut in den vorliegenden Daten oft keine Angabe zur Fahrbahnbreite enthielt, ist die Zonengenerierung mittels GIS generell als Fehlerquelle anzusehen, wie die Erfahrungen mit diesem GIS-Tool im Rahmen der Fallstudie Sylt gezeigt haben.

Abbildung 5 verdeutlicht exemplarisch die Probleme beim Versuch, ALK und ATKIS zu vereinheitlichen. Ein Vergleich zwischen per definitionem korrespondierenden Objektarten zeigt, dass in den betrachteten Fällen Übereinstimmungen von durchweg unter 50 % erreicht werden. Zum Teil gibt es keine einzige Fläche, die für das betrachtete Gebiet (Gemeinde Westerland) von beiden Datensätzen gleich definiert wird, so z. B. bei Gartenland, Gehölz und Acker.

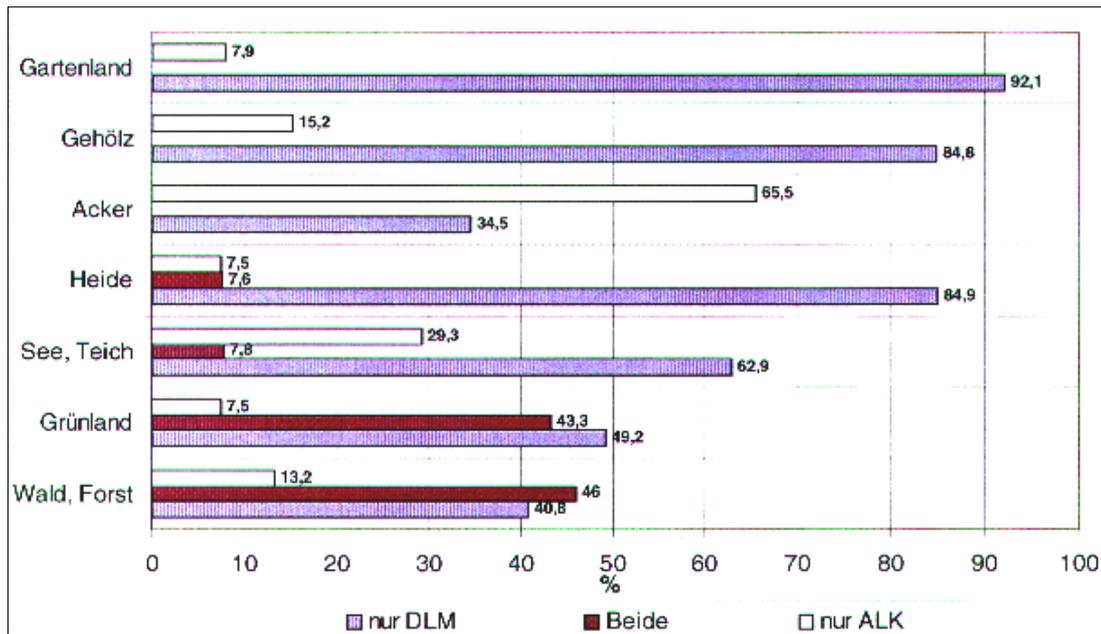


Abbildung 5: Vergleich korrespondierender Objektarten aus ATKIS-DLM und ALK für die Vegetations- und Wasserflächen (Quelle: Parltitz 1999, S. 77)

Die festgestellten Abweichungen *inhaltlicher* Art sind maßgeblich durch die Tatsache begründet, dass in der ALK Eigentumsstrukturen erfasst sind, während es bei ATKIS im Kern um die Abbildung von Nutzungsstrukturen geht. Zudem werden bei der ALK Aktualisierungen der Karten nur bei - nicht routinemäßig durchgeführten - Neuvermessungen vorgenommen. Gerade im Außenbereich muss daher mit einer mangelhaften Aktualität dieser Daten gerechnet werden.

Um aus den beiden Modellen ein neues, einheitliches Basismodell zu formen, wurden mit großem Aufwand eine Reihe von Objekten im ATKIS-DLM durch die entsprechenden ALK-Objekte ersetzt. Dadurch wurden die Modelle zum einen geometrisch vereinheitlicht, zum anderen erhöhte sich die Lagegenauigkeit des ATKIS-DLM, da die linienhafte Modellierung (z. B. Straßen und Fließgewässer) durch die der Realität entsprechende flächenhafte Modellierung ersetzt wurde.

Nachdem Erstellen des Basismodells wurden die Fachdaten integriert. Dazu wurden die noch nicht digital vorliegenden Plankarten gescannt, georeferenziert und digitalisiert, wobei nur diejenigen Geometrien in die bereits bestehende Topologie einzufügen waren, die noch nicht in den Basismodellen enthalten waren.

Bei der Aufbau der Datenbank im Zuge der Fachdatenintegration wurde so weit wie möglich auf die bereits in den Basismodellen enthaltenen Daten zurückgegriffen.

In Bezug auf den Landschaftsplan zeigte sich, dass bei der digitalen Erfassung der Bestandskarte zu 75 % auf bestehende Geometrien aus den Basismodellen zurückgegriffen werden konnte, d. h. ein Viertel der Geometrien mussten manuell hinzu digitalisiert werden. Hinsichtlich der Inhalte konnten die in den Basismodellen vorgehaltenen Daten jedoch kaum übernommen werden. Dies lag im Wesentlichen an deren mangelnden Detailschärfe sowie an den Erfassungskriterien: So werden bei der ATKIS-Datenerfassung Flächen unterhalb einer bestimmten Mindestgröße nicht erfasst. Darüber hinaus waren eine Reihe von Flächen nur unspezifisch klassifiziert („Flächen besonderer funktionaler Prägung). Die Bestandskarte war also in aller Regel deutlich detaillierter aufgelöst, was sich am stärksten bei den Biototypen zeigte. Weiterhin zeigte sich, dass die amtlichen Daten naturgemäß eine Schwäche in Bereichen hoher natürlicher Dynamik aufweisen. Hier werden die aktuellen Biototypen bzw. deren räumliche Ausprägung durch neuere Kartierungen genauer erfasst.

Da die Entwicklungskarte des Landschaftsplanes auf der Bestandskarte basiert, waren zusätzliche Digitalisierungen nur noch in sehr geringem Umfang vorzunehmen. Von Bedeutung ist hier eher die Tatsache, dass es eine Reihe von Planaussagen gibt, die bewusst nicht flächenscharf vorgenommen wurden. Dafür gibt es i.d.R. zwei Gründe: Entweder sollen durch die Planaussagen nur allgemeine Zielvorstellungen ausgedrückt werden, oder eine flächengenaue Zuordnung soll bewusst vermieden werden, um den Protest möglicherweise betroffener Flächeneigentümer zu vermeiden.

Ein Beispiel für eine solche unscharfe Aussage ist in Abbildung 6 dargestellt. Die dunkelgrüne Linie markiert eine zu erhaltende Grünachse, die Fragezeichen markieren die Flächen, die potentiell davon „betroffen“ sein könnten. Linie und Fragezeichen sind in der Abbildung nur zur Verdeutlichung eingefügt. In der ursprünglichen Karte befinden sich nur die schwarzen Pfeilspitzen.

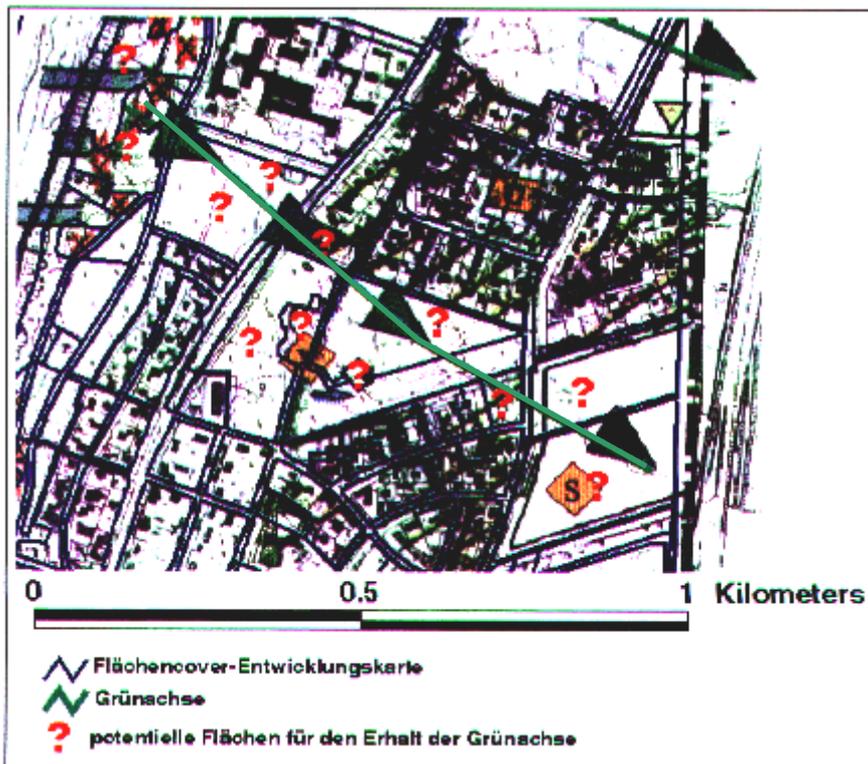


Abbildung 6: Flächenunscharfe Planaussage - Erhalt einer Grünachse (Quelle: Parlitz 1999)

An diesem Punkt ist also die Leistungsfähigkeit eines GIS überhaupt nicht gefragt, da die technisch mögliche Verschneidung der Pfeilspitzen (die in Form von Points realisiert sind) mit den „darunter“ liegenden Flächen nicht gewünscht ist. Dies spricht natürlich nicht gegen den Einsatz von GIS allgemein, lenkt jedoch den Blick auf die Tatsache, dass es in der räumlichen Planung wie auch im Küstenmanagement (welches sicher auch als eine Form räumlicher Planung im weitesten Sinne gelten kann) durchaus nicht immer darauf ankommt, alle raumbedeutsamen Phänomene möglichst genau abzubilden.

Bezüglich des Flächennutzungsplans zeigte sich, dass für den Außenbereich die bereits integrierten Geometrien des Landschaftsplanes übernommen werden konnten; für den Innenbereich mussten im Bereich der Bauflächen Digitalisierungen in geringem Umfang erfolgen. Da die Objektklassifizierung im F-Plan weitestgehend mit der in den Basismodellen übereinstimmt, konnte ein Großteil der Inhalte problemlos übernommen werden. Nicht geklärt werden konnte in diesem Zusammenhang, inwieweit die aus den Basismodellen übernommenen Inhalte richtig sind. Durch fehlende Daten im Bereich der ALK entstanden weitere Schwierigkeiten.

Bei der Integration des Bebauungsplanes mussten nur die Geometrien für die Baufenster digitalisiert werden. Der Aufwand für die geometrische Integration ist mithin als gering zu bezeichnen. Der B-Plan profitiert im Wesentlichen von den sehr genauen ALK-Daten. Da aus den Flurstücksgrößen wich-

tige Werte wie bauliche Maßzahlen (GRZ, GFZ), Grundstückspreise oder Steuerfestsetzungen ermittelt werden, ist es jedoch bislang nicht möglich, dafür auf die vom GIS ermittelten Flächengrößen zu rekurrieren. Hier wird der Rückgriff auf das Liegenschafts- bzw. Grundbuch weiterhin nötig sein.

Im Ergebnis konnte ein Kommunales Planungsinformationssystem realisiert werden, das durch folgende Merkmale gekennzeichnet ist:

- Erfolgreiche Schaffung einer Basisgeometrie durch die Integration von ATKIS und ALK.
- Digitale Verfügbarkeit von und gute Zugriffsmöglichkeiten auf F-Plan, Landschaftsplan und B-Plan.
- Erfolgreiche Integration aller Planwerke in die Geobasisdaten.
- Problemlose Erweiterbarkeit (z. B. Anbindung externer Datenbestände).
- Sehr gute Präsentations- und Auskunftsmöglichkeiten.
- Gute Voraussetzungen zur Pflege des Datenbestandes (z. B. durch automatisierte Aktualisierungen).

Hierbei muss jedoch erwähnt werden, dass der Aufwand zur erstmaligen Integration der Daten sehr hoch ist, und dass die Geobasisdaten hinsichtlich ihrer Verwendung für Zwecke der Kommunal- und Regionalplanung nicht optimal strukturiert und - im Falle von ATKIS - bislang nicht detailliert genug aufgelöst sind.

Insgesamt kann festgestellt werden, dass der Aufbau eines Kommunalen Planungsinformationssystems sinnvoll und wünschenswert ist. Er ist mit der heute zur Verfügung stehenden Soft- und Hardware zu leisten, und die amtlichen Geobasisdaten können als Grundlage für ein solches KPLIS verwendet werden. Allerdings ist bislang der Aufwand bei der Schaffung einer Geodatenbasis und der anschließenden Fachdatenintegration immens hoch. Dies ist zum einen in den unterschiedlichen Modellierungsvorschriften für ATKIS und ALK begründet. Daneben erschweren bezüglich der Geobasisdaten Interpretationsunterschiede bei der Datenerfassung, der Landschaftswandel (also die Aktualität der Daten) und unterschiedliche Objektdefinitionen deren Nutzung für die räumliche Planung. Sie sind für die Integration von Fachdaten nur schlecht vorbereitet, da sich ihre inhaltliche Struktur nicht an den in der kommunalen Praxis verwendeten Plänen orientiert. Zudem ist die Konvertierung sowohl der ATKIS- als auch der ALK-Daten mittels der EDBS-Schnittstelle nach wie vor mit Problemen bzw. Fehlerquellen behaftet, die mitunter aufwendige Nacharbeiten an den Datenbanken erfordern. Dies zeigte sich in der Fallstudie Sylt (Schottes et al. in Vorbereitung), und auch Parlitz (1999) und Horenczuk (2000) berichten von Problemen und Inkonsistenzen bei den Geobasisdaten.

Fazit

Hinsichtlich des gesteckten Zieles, ein KPLIS aufzubauen, kann die Untersuchung als erfolgreich bezeichnet werden. Für die vorliegende Arbeit interessiert jedoch vor allem die Frage nach der Leistungsfähigkeit eines GIS und nach der Möglichkeit zur Integration unterschiedlicher Datenebenen, wie sie im Rahmen eines Küstenmanagements zwangsläufig auftreten. Dazu kann gesagt werden, dass sich die Nutzung von Geobasisdaten zwar als durchaus vorteilhaft erwiesen hat und die Bedeutung einer einheitlichen Basisgeometrie gerade bei der Verwendung heterogener Daten kaum hoch genug eingeschätzt werden kann. Die Untersuchung hat jedoch auch gezeigt, dass schon allein aus technischer Sicht weder die Verwendung eines GIS noch der Einsatz amtlicher Geobasisdaten Garant für problemlose, einfache und schnelle Entscheidungsunterstützung bei raumbedeutsamen Fragestellungen sein kann.

5.1.2 Untersuchung zur Operationalisierbarkeit fachlicher Kriterien in GIS

In einer weiteren Untersuchung, die hier in aller Kürze dargestellt wird, wurde danach gefragt, inwieweit ein GIS in die Lage versetzt, behördliche Entscheidungsprozesse durch die Operationalisierung der ihnen zugrunde liegenden Kriterien in ein GIS zu überführen. Dies geschah am Beispiel der Ausweisung eines Naturschutzgebietes (NSG) auf Sylt (Eckstein 1999).

Bei der Ausweisung eines Naturschutzgebietes sind umfassende und detaillierte Beschreibungen und Bewertungen der naturräumlichen und kulturräumlichen Situation des Gebietes und seiner Umgebung notwendig. Dazu gehört auch die Berücksichtigung von Vorgaben auf nationalstaatlicher bzw. europäischer Ebene.

Für die Untersuchung wurden aus den zahlreichen zu berücksichtigenden Kriterien folgende ausgewählt, die anschließend mit GIS-Hilfe operationalisiert wurden:

Biotoptypen

Dies umfasst den Bestand an Biotoptypen unter Berücksichtigung ihres Schutzstatus (§15a, b LnatSchG).

Sonstige naturräumliche Gegebenheiten

Hiermit sind topographische Besonderheiten gemeint, z. B. Geländeneigungen oder Steilhänge im Binnenland.

Erkennbare „Linien“ im Gelände

Solche Linien - meist handelt es sich um Verkehrswege oder auch Fließgewässer - dienen in der Planungspraxis oft zur Abgrenzung von Schutzgebieten und sind daher zu erfassen.

Entwicklungspotentiale

Damit sind in erster Linie Informationen über absehbare oder mögliche Nutzungsveränderungen oder sonstige Entwicklungen des betroffenen Gebietes bzw. einzelner Flächen gemeint, die aus naturschutzfachlicher Sicht von besonderem Interesse sind.

Eigentumsverhältnisse

Die Kenntnis der Eigentumsverhältnisse ist besonders im Hinblick auf eventuelle Flächenkäufe zur Realsierung des NSG relevant.

Folgende Datenquellen mussten zur Umsetzung der Kriterien herangezogen werden:

- Deutsche Grundkarte 1:5000 (DGK 5): zur On-screen-Digitalisierung bestimmter Details oder Koordinaten,
- ALK: als Basisgeometrie
- CIR-Luftbildgestützte Nutzungs- und Biotoptypenkartierung sowie Bestandskarte der Landschaftsplanung: zur Ermittlung und Beschreibung der Biotoptypen und zur Ermittlung des Schutzstatus einzelner Biotope oder Flächen,
- Entwicklungskarte der Landschaftsplanung: zur Beschreibung der Entwicklungspotentiale
- Digitales Höhenmodell (DGHM) Sylt: zur Ermittlung der Hangneigungen
- Automatisiertes Liegenschaftsbuch (ALB): zur Ermittlung der Eigentumsverhältnisse. Da das ALB aus Datenschutzgründen nicht zugänglich war, wurde eine fiktive Eigentümerdatenbank angelegt.

Auf Grundlage der mit Hilfe der verschiedenen Datenquellen durchgeführten Auswertungen wurde eine Gebietsabgrenzung für ein künftiges Naturschutzgebiet vorgenommen, die anschließend mit dem behördlichen Vorschlag für dieses Gebiet verglichen wurde. Dabei ergab sich insgesamt eine gute Übereinstimmung mit der behördlichen Grenzziehung. Abweichungen betrafen Details, die mit der Berücksichtigung von Einzelfaktoren im behördlichen Vorschlag zu erklären sind und im GIS nicht berücksichtigt werden konnten, weil dazu die Daten fehlten.

Die Untersuchung hat im Wesentlichen zwei Erkenntnisse hervorgebracht:

Zum Einen ist es durchaus möglich, bestimmte behördliche Entscheidungsprozesse durch eine Operationalisierung der ihnen zugrundeliegenden Kriterien in ein GIS zu „übertragen“. Dadurch können behördliche Abläufe zumindest unterstützt, in jedem Fall aber transparenter gemacht werden.

Zum anderen hat sich gezeigt, dass die Verwendung eines GIS weit davon entfernt ist, Erfahrung und spezielle Fach- oder Ortskenntnisse der zuständi-

gen Experten zu ersetzen bzw. vollständig abzubilden. So erfolgte bereits die Auswahl der untersuchten Kriterien auf Basis von Gesprächen mit Fachleuten. Dabei wurden die Kriterien ausgewählt, denen ein hohes Entscheidungspotential bezüglich der NSG-Ausweisung zugesprochen wird (s. o.) und die zugleich als überhaupt operationalisierbar eingeschätzt wurden. Das heißt, es wurden nicht alle relevanten Kriterien berücksichtigt. Die Beschränkung auf einige wenige birgt zudem das Risiko, dass diese beim Entscheidungsfindungsprozess (NSG ja oder nein?) eine stärkere Gewichtung erfahren, als ihnen ohnehin schon zukommt. Besonders schwierig ist zudem die Operationalisierung von Kriterien, die eindeutig als qualitativ gelten müssen. So wurde im vorliegenden Fall das Entwicklungspotential mit Hilfe der in den Entwicklungskarten gemachten Flächenaussagen abgeleitet und nicht durch eine direkte Beurteilung einzelner Flächen. Dies hätte nämlich einer Methode bedurft, die das Entwicklungspotential der Flächen bewertet und in Form von Zahlenwerten gewichtet. Technisch ist dies möglich und in manchen Fällen auch realisierbar (Schottes 1996), es erfordert jedoch weiteren Aufwand und die Operationalisierung weiterer Kriterien (z. B. der Eingangsparameter zur Festlegung eines Entwicklungspotentials) sowie ggf. die Heranziehung weiterer Daten. Und die Verknüpfung solcher Flächenbewertungen mit den anderen Kriterien würde neue Probleme aufwerfen. Hiermit ist auf großmaßstäbiger Ebene ein Grundproblem angesprochen, dass zur Entwicklung des Syndromansatzes beigetragen und auch die vorliegende Arbeit mit veranlasst hat, nämlich die Tatsache, dass es bislang nicht möglich ist, das System Erde bzw. seine Teilsysteme und ihre Wechselwirkungen in einem umfassenden Modell abzubilden.

Ein weiteres Problem ist, dass nicht alle Daten, die für eine adäquate Umsetzung fachlicher Vorgaben vonnöten sind, vorlagen. So existiert für den Raum Sylt nur eine Bodenübersichtskarte im Maßstab 1:200000. Deren Verwendung im Hinblick auf ein vergleichsweise kleines Gebiet und in Verbindung mit wesentlich größermaßstäbigen Karten war nicht möglich.

Darüber hinaus zeigte sich auch bei dieser Untersuchung, dass die verwendete Hard- und Software durchaus Einfluss auf das Ergebnis von Rechenoperationen haben kann. So dauerten gleiche Rechenoperationen mit denselben Daten bei Verwendung von ArcView gegenüber dem Einsatz von ArcInfo deutlich länger (Faktor zehn) und produzierten unterschiedliche Ergebnisse, was im Hinblick auf eine planungsrelevante Entscheidungsunterstützung mittels GIS durchaus problematisch zu bewerten ist. Und auch hier traten bei den Geobasisdaten (ALK) Probleme und Fehler beim Konvertieren auf, deren Ursache nicht geklärt werden konnte, die jedoch gleichwohl Nacharbeiten erforderlich machten (Eckstein 1999).

Fazit

Beide hier vorgestellten Untersuchungen zeigen, dass beim Einsatz von GIS zwei Hauptprobleme existieren: Zum einen stellt die Qualität der für die Verarbeitung im GIS zur Verfügung stehenden Daten (Abweichungen, Aktualität und Auflösung) ein Problem dar. Unterschiede in Geometrie und Inhalt, die durch verschiedene Erfassungskriterien, -zeitpunkte, Zieldefinitionen oder die Art der Datenaufnahme zu erklären sind, erfordern einen hohen Aufwand bei der Anpassung der Daten. Diese Anpassung, die die Schaffung einer einheitlichen Basisgeometrie und den Abgleich aller nachfolgend ins GIS aufgenommenen Daten beinhaltet, ist jedoch unabdingbar, wenn die mittels GIS durchgeführten Verschneidungen und Auswertungen Verwendung im Rahmen praxisrelevanter Fragestellungen finden sollen.

Zum anderen können bislang offenbar nicht alle zur Lösung komplexer Fragestellungen notwendigen Kriterien derart operationalisiert werden, dass die Verwendung von GIS allein als Weg zur Lösung komplexer, raumbedeutsamer Probleme geeignet erscheint. Die Probleme liegen dabei vor allem im Bereich der Überführung qualitativer Kriterien in die quantitative GIS-Umgebung.

Insofern ist es vor allem dieser zweite Befund, der deutlich macht, dass es zumindest bis dato nicht möglich ist, ein GIS mit allen verfügbaren Daten über einen Raum zu „füttern“, um dann mittels eleganter Programmroutinen Lösungen oder auch nur Lösungsvorschläge für raumbedeutsame Probleme zu erhalten. Solange sich aber ein Teil der realen Welt (also auch und gerade soziale Phänomene, politische Rahmenbedingungen, Ansprüche der lokalen Bevölkerung usw.) der Bearbeitung durch GIS entzieht, muss eine Vorgehensweise zum Einsatz kommen, die es erlaubt, diesen Teil mit in die Analyse und Bewertung einzubeziehen. Insofern stützen die Untersuchungen den in der vorliegenden Arbeit verfolgten Ansatz, qualitative und quantitative Daten gleichermaßen für die Lösung komplexer Fragestellungen verfügbar zu machen und nicht allein auf die unbestrittene Leistungsfähigkeit von GIS zu vertrauen.

5.2 Das Programm MeBez

Im Folgenden wird nun das Programm vorgestellt, das eben diesen Ansatz entscheidend unterstützt: MeBez (**M**etadaten und **B**eziehungsgeflecht) besteht aus zwei Teilen. Im Teil Metadaten werden alle Karten und sonstigen Daten im Hinblick auf verschiedene Parameter (u. a. Datenquelle, Inhalt, Auflösung, Aktualität, Raumbezug usw.) erfasst. Für jeden Datensatz wird ein Metadatensatz angelegt, der auch verschlagwortet wird. Eine Suchoption ermöglicht das Auffinden von einzelnen oder mehreren Datensätzen nach einzelnen oder kombinierten (AND-, OR-, AND NOT-) Abfragen. Zusätzlich

ist jeder Datensatz hinsichtlich seiner Trendrelevanz bewertet worden, d. h. in einem extra dafür vorgesehenen Feld können die Namen derjenigen Trends ausgewählt werden, zu denen der Datensatz Informationen liefert (Abbildung 7).

Ort	Nr	Name	Projekt
Kiel-Geographie	289	TK 25: Höhenlinien Sylt	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	290	TK25: Grundriss Sylt und Schrift	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	291	Bestandskarten Sylt und der Gemei	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	292	Plotfile Hörnum Bestand	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	293	Plotfile Rantum Bestand	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	294	Plotfile Westerland Bestand	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	295	Plotfile Sylt-Ost Bestand	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	296	Plotfile Wenningstedt Bestand	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	297	Plotfile Kampen Bestand	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	298	Plotfile List Bestand	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	299	Bestandskarte List	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	300	Bestandskarte Rantum	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	301	Bestandskarte Kampen	Sylt-GIS
Kiel-Geographie	302	Bestandskarte Sylt	Sylt-GIS

Name: Bestandskarte Sylt

Projekt: Sylt-GIS

Ort: Kiel-Geographie

Maschine: soel

Standort: /karten/results/lplan/bestand/sylt_bf

Datenart: GIS-Karte

Koordinatensystem: GK

Auflösung/Maßstab: 1:10000 (Geometrie)

Gültigkeit/Aktual.: 1996 (Geometrie), 1995 (Inhalt)

Quelle/Datengeber: UAG Umweltplanungs- und Audit GmbH

Datenschutz: Verwendung nur Projektintern zulässig

Ansprechpartner für Datenfrei/-weitergabe: Sylter Gemeinden

Querbezüge: abgeleitet aus (68), (126), (147), (252), (299), (300), (301), (302)

Schlagwörter: Bestand, Biotoptyp, Cover, Entsorgung, Freizeit, Gewässer, Gewerbe, Karte, Landschaftsplanung.

Trendrelevanz: Zunehmende Übernutzung biologischer Ökosysteme, Degradation natürlicher Ökosysteme, Zunahme der Naturschutzflächen, Zersiedelung

Abbildung 7: MeBez - Eingabemaske Metadaten

Der zweite Teil des Programms dient der Arbeit am BZG Sylt. Hier kann jeder Benutzer seine eigene Sicht des „Systems Sylt“ formulieren und editie-

ren. Wie aus Abbildung 8 ersichtlich, ist die Eingabemaske in drei Bereiche unterteilt. Im mittleren Bereich ist derjenige Trend zu erkennen (Pfeil bzw. blaue Markierung), der gerade bearbeitet wird. Hinter den Trendnamen existieren zwei Spalten: *GIS-K.* und *Sonst.* Die Zahlen in diesen Spalten geben an, wieviele Metadatensätze mit Informationen zum jeweiligen Trend zur Verfügung stehen. Durch einen Doppelklick auf eine Zahl wird automatisch in den Programmteil „Metadaten“ gewechselt, wo eine entsprechende Abfrage ausgeführt wird, so dass dann genau die Metadaten zu sehen sind, die für diesen Trend relevant sind.

Im oberen Teil sind die Trends zu sehen, die auf den aktuellen einwirken, im unteren Bereich die Trends, die eine Einwirkung durch den aktuellen Trend erfahren. Hinter den Trendnamen ist jeweils die Wirkart angegeben (*verstärkend: +, abschwächend: -, sowohl verstärkend als auch abschwächend ±* und *unbekannte Wirkart: ?*). Außerdem erscheint im Feld „Beschreibung von [...]...“ die Trendsemantik, also die Erklärung, was unter dem aktuellen Trend zu verstehen ist.

Darüber hinaus kann ausgewählt werden, ob nur das BZG aus Sicht des aktuellen Users oder ob die Eingaben aller User angezeigt werden sollen.

A [Wirkung von diesem A-Trend auf aktuellen Trend von Haupttrendliste B]

Nr	TrendName	Wirkart	User
▶ 140	Zunahme des Energieeintrags durch Wind und Seegang	+	Peter
190	Morphologische Änderungen	+	Peter

B Trends (Haupttrendliste):

Nr	Name	GIS-K.	Sonst
190	Morphologische Änderungen	32	10
▶ 210	Zunahme von Küstenschutzmaßnahmen	23	8
240	Zunahme der Miet- und Immobilienpreise	14	7
250	Zunahme und Ausdifferenzierung des Tourismus	15	10

C [Wirkung von B auf C]

Nr	TrendName	Wirkart	User
▶ 190	Morphologische Änderungen	±	Peter
300	Veränderung des Sylt-Image	+	Peter
330	Zunehmende Bereitschaft zu umweltschonendem Handeln	+	Peter
380	Zunahme der Kosten für Küstenschutzmaßnahmen	+	Peter

Beschreibung von [210] Zunahme von Küstenschutzmaßnahmen
 In enger Verbindung zu den morphologischen Änderungen bzw. der Entdynamisierung der Inselgestalt ist - vor allem vor dem Hintergrund eines sich ändernden Klimas - eine Zunahme von

Abbildung 8: MeBez - Eingabemaske Beziehungsgeflecht

Zur Darstellung des BZG wurden zwei Möglichkeiten realisiert. Zum einen kann eine Matrix ausgegeben werden. Hier sind die Verflechtungen der Trends abzulesen. Zusätzlich ist angegeben, wie viele Einwirkungen ein Trend erfährt, und wie viele Auswirkungen er auf andere Trends hat, jeweils differenziert nach Wirkarten.

						+	3	6	2	6	1	2	1	4	0	0	2	2	2	3	1
						-	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0
						±	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0
						?	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
					Name	Zur	Deg	Zur	Glo	Mei	Süß	Zun	Migr	Zers	Morp	Zun	Zun	Zun	Wad	Vi	
+	-	±	?	Name	Nr	20	30	40	80	90	110	140	150	160	190	210	240	250	280	310	
				Zunehmende Übe	20	+					+										
				Degradation natur	30								+								+
				Zunahme der Nat	40										-						+
				Globaler und regio	80	+	+			+	+	+									+
				Meeresspiegelans	90				+												
				Süßwasserverkna	110		+														+
				Zunahme des En	140		+		+							±	+				+
				Migration	150																+
				Zersiedelung	160	+	+		+												+
				Morphologische Ä	190												+				+
				Zunahme von Küs	210												±				+
				Zunahme der Miel	240								+								
				Zunahme und Aus	250				+												+
				Wachsendes Verl	280				+												+
				Veränderung des	300	+	+						+						+	+	+
				Anspruchssteiger	310				-	+									+	+	+

Abbildung 9: Matrixdarstellung von Trendbeziehungen in MeBez

Außerdem können die Beziehungen der Trends auch grafisch dargestellt werden. Der aktuelle Trend steht dabei immer in der Mitte. Links und rechts von ihm sind die Trends angeordnet, die auf ihn wirken oder auf die er eine Wirkung ausübt. Durch Doppelklick auf einen beliebigen Trendnamen wird dieser in den Mittelpunkt gerückt und seine Beziehungen incl. der Wirkarten werden angezeigt. Dabei muss die Darstellung nicht auf die zweistufige Ebene (Verfolgung der Einwirkungen und Auswirkungen über je zwei Stationen) beschränkt bleiben. Es können auch mehr oder weniger Ebenen angezeigt werden (Abbildung 10).

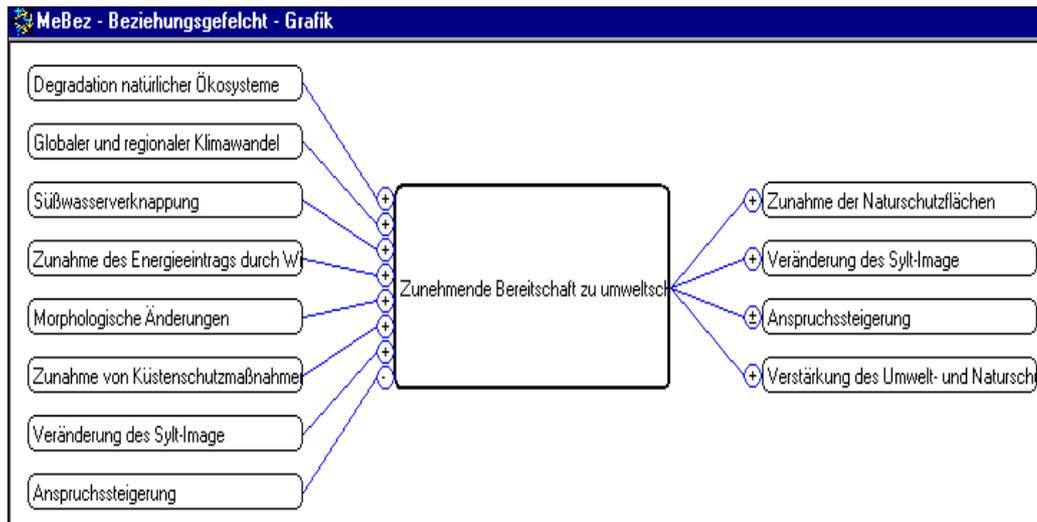


Abbildung 10: Grafische Darstellung von Trendbeziehungen in MeBez

Aus technischen Gründen war es nicht möglich, eine automatisierte grafische Darstellung zu realisieren, bei der - wie bei der Matrixdarstellung - die Beziehungen *aller* Trends untereinander auf einmal angezeigt werden. Daher wurde die hier vorgestellte Form der „Wirkungsketten“ gewählt. Eine weiterführende Beschreibung zum Umgang mit MeBez und seinen Funktionalitäten findet sich in Schottes (1999).

Abbildung 11 verdeutlicht die Struktur von MeBez und gleichzeitig die Vorgehensweise bei der Arbeit am BZG. In der Mitte der Abbildung sind BZG und Metadaten schematisch dargestellt (grau hinterlegter Kasten). Die jeweiligen Programmteile von MeBez unterstützen die Eingabe von Trends und deren Wechselbeziehungen (Eingabemaske) sowie deren Darstellung - grafisch oder in Matrixform. Die Daten werden mit der dafür vorgesehenen Eingabemaske (in der Abbildung unten links) in Form von Metadaten erfasst. Die Verknüpfung von Metadaten und Beziehungsgeflecht ist über die Angabe von Trendrelevanzen realisiert (Pfeil linke Seite). Gleichzeitig kann sich aus dem BZG heraus ein Bedarf an weiteren Daten ergeben, der neue Untersuchungen oder die Erschließung weiterer Datenquellen nach sich zieht (Pfeil rechte Seite). Auch diese neuen Daten sind wiederum metadatenmäßig zu erfassen.

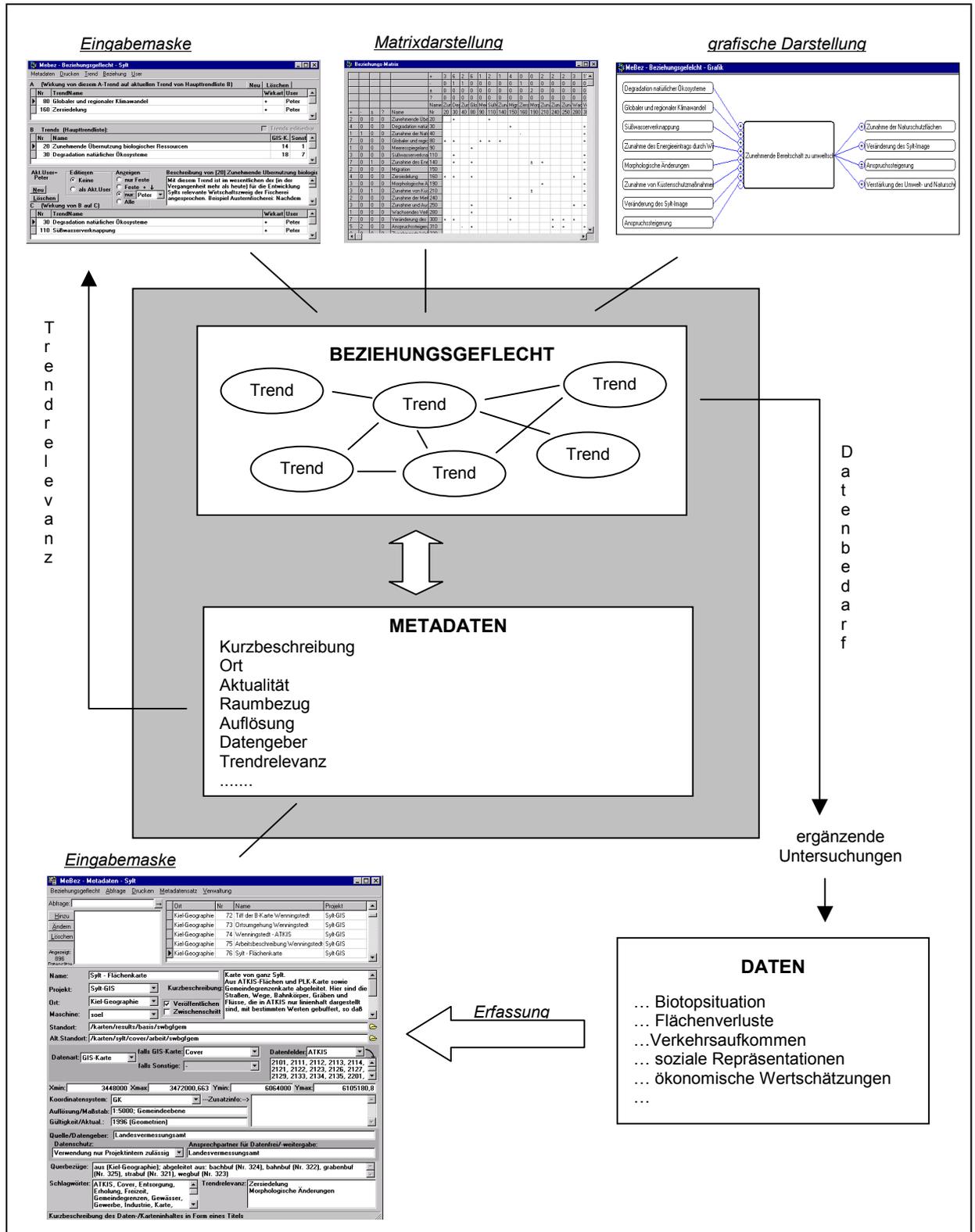


Abbildung 11: Metadaten und Beziehungsgeflecht: Das Programm MeBez in der Übersicht (Quelle: eigener Entwurf)

5.3 Das Beziehungsgeflecht Sylt

Wie sich in den Untersuchungen und Diskussionen im Rahmen der Fallstudie Sylt (Daschkeit u. Schottes, Hrsg. in Vorbereitung) gezeigt hat, können zum derzeitigen Zeitpunkt 22 Trends als relevant für Sylt angesehen werden, d. h. mit diesen 22 Trends lassen sich für die Insel Sylt die wesentlichen Prozesse in Natur und Gesellschaft beschreiben. Natürlich handelt es sich hierbei um das Ergebnis eines Diskussionsprozesses unter Wissenschaftlern, und es ist einsichtig, dass andere Gruppen oder Individuen möglicherweise zu abweichenden Trends und damit zu anderen Beziehungsgeflechten kommen würden. Allerdings deuten die im Rahmen der Untersuchungen ermittelten Meinungen und Bedürfnisse der lokalen Bevölkerung darauf hin, dass das BZG Sylt eine gute Beschreibung der realen Verhältnisse liefert.

Die Entwicklung des BZG Sylt vollzog sich in mehreren Schritten. Zunächst wurden die für Sylt gültigen bzw. beobachtbaren Trends in Natur und Gesellschaft benannt und beschrieben. Die Beschreibung umfasst das Anlegen einer eigenen Semantik für jeden Trend, was auf Grund des angestrebten hohen Aggregationsniveaus (s. u.) unumgänglich war und im übrigen zu größerer Transparenz und Nachvollziehbarkeit der Aussagen beiträgt. Soweit möglich, wurden die Trends des WBGU herangezogen, allerdings konnte die Gültigkeit einer Reihe der global formulierten Trends - wie nicht anders zu erwarten - für Sylt nicht bestätigt werden. Für die Identifizierung der Trends galten folgende Kriterien (Daschkeit et al. in Vorbereitung, S. 298):

- „Dynamik (Trends stellen Veränderungen dar),
- Relevanz (Bedeutsamkeit der regionalen Ausprägung globaler Phänomene für Sylt),
- hohes Aggregationsniveau (Trends fokussieren nicht auf die "Mikro"-Ebene, sondern auf ein generalisiertes Niveau; WBGU 1996, S. 115 sowie Questions-Autorenteam 1998, S. 11),
- Prägnanz der Bezeichnungen (pointierte, allgemein verständliche Kurzbeschreibungen),
- Sparsamkeit (generell sollen so wenig Trends wie möglich benannt werden) und
- weitestgehende Überlappungsfreiheit.“

Anschließend wurden die Wechselwirkungen zwischen den Trends formuliert und diskutiert. Auch hierbei musste auf Expertenwissen zurückgegriffen werden, weil bislang noch keine empirischen Untersuchungen zu den vermuteten Zusammenhängen vorliegen. Schließlich wurden aus dem Beziehungsgeflecht einzelne Wirkungsketten bzw. Teilgeflechte herausgegriffen, die einer ersten näheren Untersuchung unterzogen wurden.

5.3.1 Verwendete Trends

Folgende Trends wurden für das BZG verwendet bzw. benannt:

- Zunehmende Übernutzung biologischer Ressourcen
- Degradation natürlicher Ökosysteme
- Zunahme von Naturschutzflächen
- Globaler und regionaler Klimawandel
- Meeresspiegelanstieg
- Süßwasserverknappung
- Zunahme des Energieeintrags durch Wind und Seegang
- Migration
- Zersiedelung
- Morphologische Änderungen
- Zunahme von Küstenschutzmaßnahmen
- Zunahme der Miet- und Immobilienpreise
- Zunahme und Ausdifferenzierung des Tourismus
- Wachsendes Verkehrsaufkommen
- Veränderung des Sylt-Images
- Anspruchssteigerung
- Zunehmende Wahrung von Gruppeninteressen
- Zunehmende Bereitschaft zu umweltschonendem Handeln
- Perspektivlosigkeit für Jugendliche
- Zunahme der Kosten für Küstenschutzmaßnahmen
- Abnehmende Zahlungsfähigkeit des Landes für Küstenschutz
- Verstärkung des Umwelt- und Naturschutzes

5.3.2 Trendsemantik

Im Folgenden wird erläutert, was unter den einzelnen Trends zu verstehen ist. Dies ist auf Grund des teilweise hohen Aggregationniveaus unbedingt erforderlich. Die Ausführungen wurden möglichst knapp gehalten. Für eine ausführlichere Beschreibung der Trendsemantik vgl. Fränze et al. (2000).

Zunehmende Übernutzung biologischer Ressourcen

Mit diesem Trend ist im Wesentlichen der (in der Vergangenheit mehr als heute) für die Entwicklung Sylts relevante Wirtschaftszweig der Fischerei an-

gesprochen. Beispiel Austernfischerei: Nachdem die „natürlichen“ Bestände Anfang des 20. Jahrhunderts überfischt waren, wurde später mit der Kultivierung pazifischer Arten begonnen. Durch die Fischerei sind unumkehrbare Veränderungen in das ökologische Gefüge eingebracht worden. Heute spielt die Fischerei für Sylt im Verhältnis zum Tourismus (insgesamt) eine untergeordnete Rolle. Die mengenmäßig durchaus relevante Nutzung von Miesmuscheln ist ein Exportgeschäft nicht-insularer Betriebe. Aus Sicht einer ökologisch orientierten Betrachtung ist die Anlage umfangreicher Miesmuschelkulturen ein ökosystemarer Eingriff, der den gesamten Stoffhaushalt des Wattenmeeres verändert.

Dieser Trend zeigt, daß sich das Ökosystem des Sylter Seegebietes im Verlauf der letzten Jahrzehnte weit von seinem früheren Zustand entfernt hat.

Degradation natürlicher Ökosysteme

Mit der Degradation natürlicher Ökosysteme ist die unbeabsichtigte / beabsichtigte Entwicklung / Überführung eines relativ naturnäheren in einen relativ naturferneren Zustand gemeint. Auch wenn die Bezeichnung von „Naturnähe“ meist eine wertende Komponente beinhaltet, so sind in diesem Kontext „eindeutige“ Entwicklungen angesprochen:

- wenn beispielsweise eine der natürlichen Gezeitendynamik unterworfenen Bucht als Hafen umgebaut wird;
- wenn Dünengebiete, deren Wanderungsdynamik gerade auf Sylt in historischer Hinsicht eine große Rolle spielte, als Baugebiet, Campingplatz o. ä. ausgewiesen werden;
- wenn Sandstrände bzw. Abschnitte mit früher aktiven Kliffs künstlich befestigt werden (Buhnen, Deckwerke, Betonmauern, Tetrapoden etc.) und so zur Deaktivierung von Kliffs führen;
- wenn agrarisch genutzte Flächen als Deponie, Straße, Flugplatz, Baugebiet usw. genutzt werden (z. B. die Einschränkung der Grünlandnutzung in Sylt-Ost);

in diesen Fällen kann man von einer strukturell und funktionell bedeutsamen Entwicklung sprechen (vgl. Sterr 1998b: 373).

Als Beispiel kann angeführt werden, daß das Vorkommen der atlantischen Heide auf Sylt als „natürlich“ angesprochen werden kann, die Anpassung der Vegetation dieser Heideflächen an veränderte Stickstoffverhältnisse (Nährstoffeintrag durch die Landwirtschaft) als Degradation angesehen werden muß. Ein weiteres Beispiel ist die Aufforstung der Dünenheidegebiete.

Es sei an dieser Stelle darauf verwiesen, daß die naturräumliche Ausstattung Sylts eher ungünstig im Hinblick auf agrarische Nutzung beurteilt werden muß (Besch 1987: 46): Stark entkalkte Böden der Altmoräne, eine im agrari-

schen Sinn unproduktive Dünenzone sowie ein schmaler Marschstreifen sind als Ungunsfaktoren anzusehen.

Dieser Trend erlaubt eine qualitative Einschätzung der Naturnähe / Naturferne von Ökosystemen.

Zunahme von Naturschutzflächen

Naturschutz kann als Teilbereich der Umweltpolitik sowie als Betätigungsfeld von Umweltbewegungen (ohne prioritären Politikbezug) angesehen werden. In grober Form kann man dabei unterscheiden in den Schutz bestimmter Arten (Rote Listen) einerseits und den Schutz von Lebensräumen (Biotopschutz, Schutz von bestimmten Habitaten u.ä.) andererseits. Naturschutz(politik) hat sich in den letzten Jahren sowohl auf Bundesebene als auch auf der Ebene einzelner Bundesländer zu einem eigenständigen (Politik-) Feld entwickelt, was sich u. a. in entsprechenden Naturschutzgesetzen widerspiegelt. Ebenfalls wurden Naturschutzbelange in andere Planungsbereiche – jedenfalls ansatzweise – integriert. Die Zunahme von Naturschutzflächen wird dabei als ein Ziel bzw. eine Forderung formuliert. Mitunter wird auch ein bestimmter Flächenanteil (in % der jeweiligen Bezugsfläche) genannt, der ausschließlich naturschutzbezogenen Maßnahmen zur Verfügung stehen soll. Immer wieder kommt es aber im Zuge der Ausweisung von Naturschutzflächen zu Interessenskonflikten, weil bestimmte Flächen auch für konkurrierende Nutzungen vorgesehen sind, z. B. als Gewerbegebiet. Auch die Diskussion um die Ausweisung von nutzungsfreien Referenzgebieten im schleswig-holsteinischen Wattenmeer (Nationalpark) bzw. die Einstufung von Gebieten als Biosphärenreservate hat zu Kontroversen geführt. Von daher kann die Zunahme von Naturschutzflächen als Indiz für eine gesteigerte Wertschätzung ökologischer bzw. Naturschutzbelange angesehen werden. Zu bedenken ist – wie angedeutet – der rechtliche Status im Verhältnis zu konkurrierenden Gesetzgebungen. Ein Teil der Naturschutzflächen sind dabei keine „Natur“-Flächen im engeren Sinne, sondern stellen Ersatzbiotope dar (z. B. Rantum-Becken), und es sind begrenzte Nutzungen auf einigen Naturschutzflächen zugelassen (Schafbeweidung, Militär).

In der Zunahme von Naturschutzflächen drückt sich die Berücksichtigung ökologischer Belange in Planungsverfahren auf verschiedenen Ebenen aus (kommunale Landschaftspläne, Landschaftsrahmenplan, Landschaftsprogramm, Regional-/Raumplanung i.w.S.). Die Landschaftspläne der Inselgemeinden (sog. „Entwicklungskarten“) weisen eine Reihe von Flächen auf, die zusätzlich zu den bereits vorhandenen dem Naturschutz dienen sollen, und zwar als Landschaftsschutzgebiete, Naturschutzgebiete, Gebiete zur Umsetzung der FFH-Richtlinie der EU oder als Flächen in Biotopverbundsystemen.

Indikator: Prozentualer Anteil der rechtlich geschützten Flächen an der Gesamtinsel­fläche. Zusätzlich ggf. die Flächenanteile, die laut Flächennutzungsplan für konkurrierende Nutzungsformen ausgewiesen sind.

Globaler und regionaler Klimawandel

In den Trend Globaler und regionaler Klimawandel gehen Sachverhalte ein, die zum einen der Wirkungsseite zuzurechnen sind (verstärkter Treibhauseffekt, Änderung ozeanischer Strömungen), zum anderen die Verursachungsseite betreffen (lokale Luftverschmutzung, Verbrauch von Energie und Rohstoffen).

Im Zusammenhang mit der Diskussion um die Auswirkungen eines verstärkten Treibhauseffektes werden sowohl globale als auch regionale Klimaänderungen erwartet. Hiermit sind mehrere Aspekte verbunden: Zum einen Veränderungen von Temperatur- und Niederschlagsverteilungen auf Grund einer veränderten chemischen Zusammensetzung der Erdatmosphäre. Das kann – in regionaler Differenzierung – sowohl Temperaturerhöhung als auch – senkung bedeuten mit unterschiedlichen jahreszeitlichen Ausprägungen. Auch die Niederschläge (Verteilung, Intensität, Gesamtmenge, saisonale Differenzierung, Extremereignisse) werden sich vermutlich regional differenziert ändern.

Zum anderen sind damit aber auch Einflüsse auf andere globale Entwicklungen verbunden, wie z. B. die Verschiebung von Vegetationszonen, Änderungen im Wasserhaushalt, Veränderungen in Erscheinungsformen bodendegradierender Prozesse wie Desertifikation u.ä.m. Diese direkten und indirekten Wirkungen eines Klimawandels, der – wie gesagt – regional sehr unterschiedlich ausfallen kann, zusammengenommen mit Änderungen in der Landnutzung und anderen, bedeutsamen gesellschaftlichen Entwicklungen (Bevölkerungsentwicklung etc.) wirken wiederum zurück auf die klimatischen Verhältnisse.

Ein weiteres wesentliches Element des globalen bzw. regionalen Klimawandels ist der sog. „anthropogen verstärkte Treibhauseffekt“. In der Diskussion um einen möglichen Klimawandel wird zwischen einem „natürlichen“ und einem „anthropogen verstärkten“ Treibhauseffekt unterschieden. Während der natürliche Treibhauseffekt im Zusammenhang mit der erdgeschichtlichen Entwicklung des Lebens steht, ist der anthropogen verstärkte Treibhauseffekt ein Phänomen der letzten ca. 200 Jahre. Vor allen Dingen ist hier die Emission sog. Spurengase von Bedeutung.

Ein weiterer Aspekt dieses Trends ist die mögliche Änderung ozeanischer Strömungen. Diese Änderung kann sowohl infolge eines veränderten Klimas auftreten als auch eine Ursache für Klimaänderungen sein (vgl. Latif 1998; Endlicher 1998).

Dieser Trend verweist zum einen auf die notwendige Differenzierung zwischen globalen Aspekten und deren regionaler Ausprägung. Zum anderen wird die Wirkung von Klima (auf andere Bereiche von Natur und Gesellschaft) sowie die Rückwirkung auf das Klima angesprochen. „Leitsubstanz“ für die Entwicklung des anthropogen verstärkten Treibhauseffektes ist die Zu-/Abnahme des atmosphärischen Kohlendioxidgehaltes. Hinsichtlich der Änderung ozeanischer Strömungen kann dieser Trend einen Hinweis auf die regionale Ausprägung eines globalen Klimawandels geben. In bezug auf eine – zwar unwahrscheinliche – Lageänderung des Golfstroms wäre der hier interessierende Raum unmittelbar betroffen.

Bei diesem Trend wird implizit die (lokale) Verursachungskomponente berücksichtigt. Deshalb ist in diesem Kontext die lokale Luftverschmutzung (vor allem in Westerland auf Grund des Verkehrsaufkommens) relevant – Emissionen von Schadstoffen auf Grund industrieller Produktionsvorgänge spielen auf Sylt eine zu vernachlässigende Rolle. Insbesondere seit den 1960-er Jahren ist eine erhebliche Belastung (Belästigung) auf Grund des gestiegenen motorisierten Individualverkehrs im Zusammenhang mit einer Ausweitung des Tourismus zu beobachten. Gelegentlich wurde bereits in den 1970-er Jahren auf eine „Kapazitätsgrenze“ bezüglich des Tourismus hingewiesen, die sich auch auf die Verkehrssituation bezog. Dieses Problem ist bis heute nicht zufriedenstellend gelöst und führt insbesondere in Westerland während der Sommermonate zu lokaler Luftverschmutzung. Diese steht dann besonders augenfällig in Kontrast zu den „naturräumlichen Voraussetzungen“ Sylts – insbesondere als bioklimatischer Kurort. Nach wie vor ist man seitens der Sylter Bevölkerung auf der Suche nach einer Lösung des Verkehrsproblems: Wie läßt sich die Insel – in gleichem Maße – touristisch nutzen unter gleichzeitiger Einschränkung des Individualverkehrs?

Eine weitere Verursachungskomponente ist der Verbrauch von Energie und Rohstoffen. Betrachtet man die syltweite Absatzentwicklung von **Strom** 1990 – 1997, ist der Verbrauch von 140 auf 155 Mio. kWh, also um 10,7 %, gestiegen. Am höchsten lag der Wert 1996 mit 159 Mio. kWh.

Bei **Erdgas** (zum Heizen, Kochen, Warmwasser bereiten) sieht die Entwicklung etwas anders aus. Hier hat sich der Verbrauch von 1990 – 1996 (mit einem kleinen Einbruch 1994) fast verdoppelt; der Anstieg betrug 83 %. 1997 ging die Nachfrage erstmals um 7,6 % zurück, was sich laut EVS mit der milden Witterung in diesem Jahr erklären läßt.

Seit 1989 liefert die Energieversorgung Sylt (EVS) auch **Fernwärme** (Betrieb von Heizungsanlagen mit Erdgas). Das Netz wurde 1995 erheblich erweitert; ein weiterer Ausbau erfolgte 1997. Aus dieser Entwicklung ergibt sich von 1990 bis 1996 ein Absatzplus von 177 %; die lediglich geringe Steigerung

von 0,5 % von 1996 zu 1997 ist auch hier auf die milde Witterung zurückzuführen.

Addiert man den Absatz der drei Energieträger, so lag dieser 1990 bei 337 Mio. kWh, 1996 bei 528,7 Mio. kWh und 1997 bei 498,8 Mio. kWh. Geht man davon aus, das 1997 auf Grund des milden Wetters weniger Energie zum Heizen verbraucht wurde, so kann von einem gravierenden Anstieg des Energieverbrauchs im betrachteten Zeitraum gesprochen werden. Der Absatz stieg von 1990 bis 1996 um annähernd 57 %. Von 1993 bis 1996 betrug der Zuwachs immer noch 20,3 %.

Betrachtet man den Verbrauch von Trinkwasser auf Sylt in der Vergangenheit, so fällt auf, daß dieser parallel mit der touristischen Entwicklung zugenommen und 1992 seinen Höhepunkt erreicht hat. Danach war der Wasserabsatz in den oben genannten Gemeinden rückläufig. Der Verbrauch sank von 2,22 auf 1,9 Mio. m³ (- 14,4 %). Diese Entwicklung ist darauf zurückzuführen, daß im April 1994 ein rein verbrauchsabhängiger, progressiver Wasserpreis eingeführt wurde. Der Kubikmeter Trinkwasser kostet seitdem für die ersten 200 m³, was dem durchschnittlichen Verbrauch einer vierköpfigen Familie entspricht, 2,50 DM, bis 500 m³ 2,75 DM, bis 1.000 m³ 3,00 DM und darüber 3,20 DM.

Indikator: (1) Entwicklung CO₂-Gehalt in der Atmosphäre (global). (2) Entwicklung des Energieverbrauchs.

Meeresspiegelanstieg

Mit der Veränderung des Meeresspiegels ist ein Phänomen angesprochen, das sowohl natürliche als auch anthropogen beeinflusste Ursachen hat. Zu den natürlichen Ursachen werden Änderungen im Fassungsvermögen von Meeresbecken (erdgeschichtliche Zeitskalen), groß- bzw. kleinräumige Hebungen und Senkungen kontinentaler Festlandsbereiche bzw. Meeresbeckenränder sowie Änderungen von Dichte und Raumvolumen der Wassermassen in Ozeanbecken (abhängig von der Temperatur: Verhältnis Eis zu Meerwasser) gerechnet (Sterr 1998a: 201 f.; ferner: Sterr 1996). Diese Ursachen können sowohl zu einer absoluten Veränderung als auch zu einer relativen Veränderung des Meeresspiegelniveaus führen. Anthropogen bedingte Einflüsse wiederum lassen sich in zweifacher Hinsicht differenzieren: Zum einen ist hiermit die Veränderung der durchschnittlichen Oberflächentemperatur (siehe Trend 80) angesprochen, die auf das Verhältnis Eis / Meerwasser und die Dichte des Wassers einwirkt. Zum anderen kann es zu einer relativen Änderung des Meeresspiegelniveaus kommen, wenn beispielsweise lokale Baumaßnahmen oder Entwässerungen im küstennahen Bereich zu Setzungen bzw. Landabsackungen führen. Für die letzten hundert Jahre ist von einem globalen säkularen (d. h. natürlicherweise bedingten) Meeresspiegelanstieg von 10-25 cm auszugehen.

Trotz bestehender Unsicherheiten ist derzeit davon auszugehen, daß ein globaler Meeresspiegelanstieg bis Ende des nächsten Jahrhunderts ca. 50 cm betragen wird, die Spannbreiten (niedrige – mittlere – hohe Schätzungen) liegen zwischen 20 und 96 cm – je nachdem, ob in den Modellierungen die Wirkungen von Aerosolen berücksichtigt werden. Für den Bereich des nordfriesischen Wattenmeeres läßt sich folgendes festhalten (Hofstede 1994): Für den Anstieg des Mittleren Tidehochwassers (MThw) werden Werte von 0,15 und 0,67 cm genannt, bezogen auf den Zeitraum der (ca.) letzten 100 Jahre. Gleichwohl scheint sich anzudeuten, daß ein zunehmender Trend beobachtet werden kann, wenn man den Zeitraum ab den 1950-er Jahren betrachtet. Im Hinblick auf die zukünftige Entwicklung unter Einfluß eines Klimawandels ist davon auszugehen, daß auch für den Bereich des nordfriesischen Wattenmeeres von einem Anstieg des MThw von 71 cm (mittlere Schätzung) auszugehen ist. Gerade bei einer regionalen / lokalen Betrachtungsweise kommt aber – wie oben angedeutet – der Einfluß anthropogener Aktivitäten (Baumaßnahmen etc.) hinzu.

Der potentielle Anstieg des Meeresspiegels (natürlich + anthropogen) ist als wesentliche Folge des verstärkten Treibhauseffektes anzusehen und stellt für die Insel Sylt ein bedeutendes Gefährdungspotential dar.

Süßwasserverknappung

Mit dem Trend Süßwasserverknappung ist zunächst einmal ein globales Phänomen angesprochen: Die Verringerung des Wasserdargebots durch erhöhte Temperaturen bzw. erhöhte Verdunstungsraten auf der einen Seite. Dieses Phänomen ist vor allem in subtropischen Bereichen relevant (vgl. WBGU 1998). Auf der anderen Seite ist hiermit auch die Verbrackung küstennaher Grundwassergebiete bzw. ackerbaulich genutzter Flächen gemeint, das meint das Eindringen von Salzwasser infolge eines erhöhten Meeresspiegelanstieges. Für die Insel Sylt ist die derzeitige Süßwassersituation nicht besorgniserregend. Zum einen ist die Nachbildung an Grundwasser ausreichend, zum anderen ist die – tourismusbedingte – Nachfrage nach Süßwasser offensichtlich nicht so hoch, daß eine Verknappung auftritt. In den 1980-er Jahren gab es allerdings bereits die Forderung, die Bettenanzahl auf Sylt nicht weiter zu erhöhen, da es ansonsten zu Knappheiten bezüglich der Wasserversorgung kommen könnte. Zudem ist momentan auch die Intrusion von Salzwasser in die Sylter Süßwasserlinse nicht bedenklich. Auch wenn die derzeitige Situation nicht so bedenklich ist, daß über eine Fremdversorgung konkret nachgedacht werden muß, könnte diese Thematik in naher Zukunft akut werden, dann nämlich, wenn der Wasserverbrauch zu einer zunehmenden Nutzung der Grundwasservorräte führt. Für die Situation auf Sylt ist in diesem Zusammenhang relevant, daß die Ausweisung eines größeren Wasserschutzgebietes im Bereich Sylt-Ost geplant ist, das auch einige überbaute Bereiche (von Kampen z. B.) betreffen würde. Wie spätere

Nutzungen in einem Wasserschutzgebiet aussehen könnten, ob es beispielsweise im Bereich des Flughafens zu Nutzungseinschränkungen kommen könnte, ist derzeit ungewiß.

Da die Süßwasserverknappung höchstens eine mittelbare Relevanz für die Frage nach den Klimaänderungsfolgen hat, kann hiermit lediglich auf die Intensität der touristischen Nutzung der Insel verwiesen werden.

Zunahme des Energieeintrags durch Wind und Seegang

In diesem Trend werden Phänomene zusammengefaßt, die in engem Zusammenhang mit dem Globalen und regionalen Klimawandel stehen und auf die hydrodynamischen Gegebenheiten bezogen sind. Für die Frage nach den Auswirkungen eines Klimawandels wird eine Zunahme der entsprechenden Parameter angenommen.

Im Kontext der Folgen / Begleiterscheinungen eines möglichen Klimawandels wird z. B. die mögliche Änderung der (mittleren) Windverhältnisse angesprochen. Eine Änderung der Windverhältnisse kann als Folge eines globalen / regionalen Klimawandels angesehen werden und gleichzeitig im Zusammenhang stehen mit einer Zunahme der Häufigkeit und Verweildauer von Sturmfluten sowie einer Zunahme von Brandungsenergie.

Sturmfluten sind nicht nur auf Grund des hohen Energieeintrages (Verlust von Flächen innerhalb weniger Tage, hoher Umsatz von Sedimenten etc.) für Sylt relevant, sondern auch auf Grund ihrer „Sichtbarkeit“ als Klima-/Wetterextrem: Sturmfluten werden immer wieder in Zusammenhang mit einem Klimawandel gestellt – unabhängig davon, ob dieser Zusammenhang nachzuweisen ist oder nicht.

Indikator: Prozentualer Anteil der leichten / mittleren / schweren Sturmfluten seit 1900; Verweildauer leichter / mittlerer / schwerer Sturmfluten seit 1900.

Migration

Der Trend Migration rührt ursprünglich ebenfalls aus der Diskussion um globale Umweltveränderungen her. Generell wird damit bezeichnet, daß es auf Grund problematischer Veränderungen der Umweltsituation (Bodendegradation, Wasserknappheit etc.) zu umfangreichen Bevölkerungswanderungen kommt, beispielsweise Landflucht – ein Phänomen, das in den sog. Entwicklungsländern ein ernstes Problem darstellt. Im Falle Sylts kann man von derartigen Prozessen offensichtlich nicht sprechen, so daß damit folgendes gemeint ist: Migration erfolgt „zwangsweise“ dann, wenn es für die ortsansässige Bevölkerung keine oder eine nur geringe Aussicht auf ausreichende Erwerbstätigkeiten gibt. Migration erfolgt aber auch dann, wenn Siedlungsflächen, z. B. durch Sturmfluten, nicht mehr bewohnbar sind. Es ist dann aber im Einzelfall zu prüfen, ob „Einheimische“ oder Personen mit „Zweitwohnsitz“ betroffen sind.

Für Sylt jedenfalls ist offensichtlich, daß der jährliche Touristenstrom rein quantitativ betrachtet einen größeren Effekt haben dürfte als die **für die Insel insgesamt relativ ausgeglichene Bilanz der Zu- und Fortzüge**. Die Gästeanzahl übersteigt die Einwohnerzahl der Insel um ein Vielfaches. Die Migrationsrate ist in Hörnum, Kampen und List positiv, in Rantum, Sylt-Ost, Wenningstedt und Westerland negativ. Problematisch an dieser Betrachtung ist, daß die amtliche Statistik leider nicht zwischen Haupt- und Nebenwohnsitz unterscheidet. Eine differenzierte Betrachtung ist nur auf der Grundlage der Daten der Einwohnermelderegister der Gemeinden möglich (Zweitwohnungssteuer).

Im Zusammenhang mit diesem Trend stehen Phänomene wie Veränderung der Immobilienpreise, da es ja einkommensstarke Personen sein müssen, die sich einen Zweitwohnsitz leisten (können). Dies geht aber auch einher mit einer Abnahme bezahlbaren Wohnraums, die wiederum zu Perspektivlosigkeit für Jugendliche führen kann sowie infolgedessen wiederum zu Migrationen. Zusätzlich ist von einer Überalterung der Bevölkerung auszugehen.

Indikator: (1) Ab- / Zuwanderung insg. in Relation zur Gesamtbevölkerung; (2) wie (1) im Verhältnis zu den Tourismuszahlen. (3) Prozentualer Anteil der Zweitwohnungsbesitzer bzw. Personen mit Zweitwohnsitz.

Zersiedelung

Mit Zersiedelung ist ein Phänomen angesprochen, daß nicht nur im Bereich von Agglomerationen ins Auge fällt, sondern auch bei kleineren Siedlungseinheiten offenkundig ist: Die flächenhafte Ausdehnung von Siedlungen. Die Ursachen hierfür liegen nicht nur in einer Zunahme der Bevölkerung, die entsprechend mehr Wohnfläche in Anspruch nimmt, sondern auch darin, daß Wohnanspruch (siehe Trend Anspruchssteigerung) steigt: Das „Einfamilienhaus“ im Grünen ist hier „paradigmatisch“. Es ist aber nicht nur der gesteigerte Wohnanspruch, sondern auch die Verlagerung von Gewerbegebieten an den Ortsrand. Das Einkaufscenter auf der grünen Wiese oder die Ansiedlung von Gewerbebetrieben außerhalb geschlossener Ortslagen sind Ausdruck einer gesteigerten Flächeninanspruchnahme. Mit dieser Veränderung der Landnutzungsstruktur geht nicht nur eine Veränderung des Landschaftsbildes einher, sondern es treten auch Auswirkungen auf im Hinblick auf Versiegelung, ggf. Kontamination (bei entsprechenden Gewerbebetrieben), „Zerschneidung“ von Biotopen u. a. m. Für Sylt ist dieser Trend der Zersiedelung historisch nachvollziehbar, obgleich gegenwärtig kaum noch eine flächenhafte Ausdehnung zu beobachten ist. Innerhalb von Ortslagen kann es durchaus noch zu einer Ausdehnung der bebauten Fläche kommen, außerhalb von Ortslagen ist damit kaum noch zu rechnen. Hingewiesen sei noch auf ein potentielles Gewerbegebiet in Sylt-Ost (Flughafenareal) sowie auf bereits bestehende, aber nicht immer geplante Splittersiedlungen. Prinzipiell besteht

innerhalb der Gemeinden eher die Tendenz zur Nachverdichtung – im Gegensatz zur weiteren, flächenhaften Ausdehnung. In Wenningstedt allerdings ist offensichtlich auch weiterhin ein Trend zur Zersiedelung zu beobachten. Ansonsten finden sich in den Landschaftsplänen der Gemeinden Vorschläge zur Grenze der Siedlungsentwicklung bzw. zur Schließung von Baulücken. In diesem Kontext ist ebenfalls die geplante Ortsumgehung für Keitum zu erwähnen, die bislang wohl auch aus finanziellen Gründen nicht realisiert werden konnte.

Morphologische Änderungen

Morphologische Änderungen auf der Insel bzw. an den Küsten sowie im Küstenvorfeld können verschiedene Ausprägungen haben: Zum einen können beispielsweise durch Baumaßnahmen oder durch Sand-/Kiesentnahme sichtbare Änderungen in der Topographie aufscheinen (veränderte Landschaftsformen / -zustände). Zum anderen können landschaftsbildende Prozesse betroffen sein, wenn z. B. durch (lokale) Küstenschutzbaumaßnahmen (Tetrapodenbuhne bei Hörnum) verstärkte Leeerosion bewirkt wird und damit erhöhten Küstenrückgang nach sich zieht (dies ist dann auch an der Topographie erkenntlich). Morphologische Änderungen können aber auch noch darin bestehen, daß durch eine Veränderung der Sturmfluthäufigkeiten und –intensitäten sowie veränderte Windverhältnisse (Änderung der vorherrschenden Windrichtung) bei gleichzeitigem Meeresspiegelanstieg eine Änderung in den geomorphodynamischen Bedingungen erfolgt: Änderung des küstenparallelen Sedimenttransportes (Richtung, Menge), Sedimentbilanz der Insel insgesamt unter Berücksichtigung des der Insel vorgelagerten Riff-Rinne-Systems, Küstenrückgang (Aufbrauchen der Sandressourcen am Strand, Rückverlagerung des aktiven Kliffs, Auswirkungen auf die Dünendynamik).

Morphologische Änderungen auf Sylt sind aber noch in einen anderen Zusammenhang zu stellen, denn: Die Morphologie / Topographie sowie die Inselgestalt insgesamt sind wesentlich dadurch beeinflusst, daß die natürlichen Prozesse wie Erosion und Akkumulation stark beeinflusst werden.

Betrachtet man die Entwicklung Sylts aus historischer Perspektive im Hinblick auf ihre (geographische) Lage, so muß man feststellen, daß sich die Insel insgesamt im Laufe der Jahrhunderte immer weiter ostwärts verlagert hat. Dieser Umstand resultiert – vereinfacht gesprochen – daraus, daß Material (Sediment) an der Westküste Sylts erodiert und verlagert (nördlich und südlich in Richtung Inselenden) und im Ostteil der Insel teilweise wieder „angelagert“ wird. Anschaulich wird dieser Vorgang durch das Wandern der Dünen repräsentiert (aus archäologischer Sicht ist dies besonders interessant, weil hierdurch ehemals verschüttete Bauwerke nach Jahrhunderten wieder zum Vorschein kommen können). Betrachtet man diesen Prozeß im „Zeitraffer“, so „wandern“ Teile der Insel ostwärts (im Laufe der letzten 7.000 Jahre

sind dies immerhin 13 km gewesen), und es bilden sich am Nord- und Südende der Insel Nehrungshaken, die sich relativ schnell bilden und auch wieder gänzlich abgetragen werden können. Dieser Prozeß wird je nach Lage gänzlich oder teilweise durch die Anlage von Küstenschutzbauwerken bzw. anderen Baumaßnahmen (Häfen) unterbunden: Die Dynamik der Insellage und der Gestalt der Insel wird somit künstlich gestoppt – entdynamisiert. Voraussetzung hierfür ist die Unterbindung natürlicher Prozesse wie Erosion, küstenparalleler Sedimenttransport und Akkumulation von Sedimenten. Es sei noch darauf hingewiesen, daß nicht nur Bauwerke die genannten Prozesse hemmen, sondern auch die für den Küstenschutz maßgeblichen Sandvorspülungen.

Zunahme von Küstenschutzmaßnahmen

In enger Verbindung zu den morphologischen Änderungen bzw. der Entdynamisierung der Inselgestalt ist – vor allem vor dem Hintergrund eines sich ändernden Klimas – eine Zunahme von Küstenschutzbemühungen wahrscheinlich. Für Sylt heißt das in erster Linie, daß demgemäß Sandvorspülungen zukünftig ggf. verstärkt werden müßten.

Seit 1972 werden regelmäßig Sandvorspülungen durchgeführt. Diese sind ein wesentliches Element des Küstenschutzes. Neben der „reinen“ Küstenschutzfunktion von Sandvorspülungen sind darüber hinaus noch andere Aspekte von Bedeutung. Sandvorspülungen dienen nicht nur dem Erhalt der Insel an sich, sondern in erster Linie der Erhaltung eines Strandes, der zum großen Teil die Attraktivität der Insel aus touristischer Sicht ausmacht. Sandvorspülungen haben mittlerweile darüber hinaus eine hohe symbolische Bedeutung im Kampf gegen den „Blanken Hans“.

Sandvorspülungen haben also sowohl eine politisch-symbolische als auch eine inselstabilisierende Wirkung. Nach derzeit vorherrschender Meinung sind Sandvorspülungen diejenige Küstenschutzmaßnahme mit der höchsten Effektivität (im küstenschutztechnischen Sinne). Effektivität muß aber auch im Zusammenhang mit den dabei entstehenden Kosten gesehen werden. In bezug auf die Frage nach den Folgen eines möglichen Klimawandels stellen sich zwei Fragen: 1) Woher wird – langfristig gesehen – der Sand für die Vorspülungen genommen? 2) Wie werden sich die entsprechenden Kosten entwickeln?

Der Einsatz von Sandvorspülungen bezieht sich auf drei Ebenen:

- a) Sandvorspülungen als effektive Küstenschutzmaßnahme,
- b) gegenwärtige sowie zukünftige Aufwendungen für Küstenschutzmaßnahmen und
- c) Sandvorspülungen als symbolisches Instrument zur Erhaltung der Insel.

Die Sandvorspülungen werden vom MLR (Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein) bzw. vom ALR Husum (Amt für ländliche Räume) verantwortlich durchgeführt. Angemerkt sei außerdem, daß Sandvorspülungen nicht die einzige Küstenschutzmaßnahme darstellen: Ältere Bauwerke müssen laufend in Stand gehalten und ggf. optimiert werden.

Zunahme der Miet- und Immobilienpreise

Die Zunahme der Miet- und Immobilienpreise ist im Zusammenhang zu sehen mit dem Angebot an „bezahlbarem“ Wohnraum.

In einer marktwirtschaftlich ausgerichteten Volkswirtschaft gelten Preise als Ausdruck des Verhältnisses von Angebot und Nachfrage: In Abhängigkeit von bestimmten Präferenzstrukturen sind hohe Preise Ausdruck hoher Nachfrage bzw. eines knappen Angebotes, niedrige Preise deuten auf ein ausreichendes Angebot bzw. niedrige Nachfrage hin. Die Tatsache, daß bei einer bundesweiten Betrachtung auf Sylt die höchsten Immobilienpreise zu finden sind, sind also Ausdruck hoher Nachfrage bzw. niedrigen Angebots. Dies wiederum ist ein Indiz dafür, daß Sylt als Erst- oder Zweitwohnsitz eine hohe Wertschätzung besitzt. Es kommt hinzu, daß auf Sylt in kaum nennenswertem Umfang neue Immobilien angeboten (= gebaut) werden können, d. h., das Angebot stagniert. In dem beschriebenen Zusammenhang ist die Veränderung der Immobilienpreise also als Folge bestimmter Nachfrage-/Angebotsbedingungen zu sehen. In diesem Kontext spielt auch die zukünftige Inselfläche/-gestalt bzw. die „Bedrohung“ bestehender Siedlungen durch die Folgen von Klimaänderungen eine Rolle, wenn beispielsweise die Gemeinden Hörnum und Rantum bzw. Teile davon zukünftig in stärkerem Ausmaß von den Folgen von Sturmfluten oder eines allgemein erhöhten Wasserstandes betroffen sein könnten (das ökonomische Schadenspotential infolge veränderter Klimabedingungen wird z. B. bei der Betrachtung der sozioökonomischen Vulnerabilität für die Nordseeinseln betont – vgl. Behnen 1996). Eine Änderung der Immobilienpreise kann aber ebenso als Ursache für andere Entwicklungen gesehen werden: Zum Beispiel kann mit einer Erhöhung der Immobilienpreise der für Einheimische „bezahlbare“ Wohnraum knapp werden und somit zu einem hohen Anteil an Zweitwohnsitzen führen.

Die gegenwärtigen Grundstückspreise belaufen sich auf 8.000 bis 11.000 DM/m² Nutzfläche. Die ungehindert große Nachfrage nach Bauland wird lediglich durch das knappe Angebot begrenzt (Besch 1996: 171).

Die im Verhältnis zum Angebot hohe Nachfrage nach Immobilien auf Sylt ist somit als (eine) Ursache für den knappen Mietwohnungsraum anzusehen, denn bei den hohen Miet- und Immobilienpreise erscheint (Miet-) Wohnungsbau schwerlich als rentabel.

Zunahme und Ausdifferenzierung der Tourismusangebote

Mit diesem Trend werden zwei miteinander verbundene Sachverhalte angesprochen: Zum einen die „Diversifizierung“ touristischer Angebote, zum anderen die – vor allem historisch nachzuvollziehende – generelle Steigerung der Besucherzahlen.

In den letzten Jahrzehnten hat sich der Tourismus in vielfältiger Hinsicht gewandelt. Es wurden nicht nur immer entferntere Orte touristisch erschlossen; auch das Angebot (und natürlich die Nachfrage) nach verschiedenen Formen des Tourismus zeitigt immer neue Varianten (vgl. Hennig 1997). Insofern kann man durchaus behaupten, daß die Entwicklung der Tourismuswirtschaft bzw. –industrie Ausdruck pluralisierter Lebensverhältnisse in modernen Gesellschaften geworden ist – bis hin zu bestimmten Erlebnisformen des Urlaubs (vgl. Schulze 1992). Auf der Nachfrageseite spielen Urlaubsmotive eine entscheidende Rolle für die Auswahl des Reiseziels (vgl. Lohmann et al. 1998; Opaschowski o.J.): Ob man „Geselligkeit“ sucht oder Einsamkeit, ob man Abenteuer erleben möchte oder „künstliche Paradiese“ vorzieht bzw. eine „Gemengelage“ verschiedener Faktoren den Ausschlag gibt – Motive, Vorstellungen, aber auch Sehnsüchte können neben dem Geldbeutel eine wichtige Funktion haben. Urlauber auf Sylt schätzen den natürlichen Strand, das sog. „Reizklima“ und vermutlich auch das Image Sylts als eine Insel der „Reichen und Schönen“. Darüber hinaus ist es aber heutzutage nicht mehr damit getan, „Natur“ anzubieten – Urlauber erhoffen / erwarten darüber hinaus weitergehende Angebote: Meerwasserschwimmbad für Regentage, kulturelles Angebot, Ferien für die Familie (auf dem Bauernhof), Wandertouren, Ausflugsfahrten, naturkundliche und archäologische Führungen u. v. a. m. muß angeboten werden, um Urlauber halten zu können. Auch wenn Sylt in der letzten Zeit keine (ernsthaften) Auslastungsprobleme hatte, kann man vermuten, daß Sylt auch zukünftig ein diversifiziertes Angebot für den Tourismus bereitstellen muß – auch wenn der „klassische“ Strandurlaub wohl den Schwerpunkt bei den Urlaubsmotiven der Sylter spielen wird. Als Anzeichen für die Ausdifferenzierung des Tourismusangebotes kann das geplante „Familienhotel“ in Hörnum angesehen werden sowie das in Rantum geplante Wellness-Center. Generell ist also auch auf Sylt der Trend zum einen in Richtung „Wellness“ intendiert, so u. a. das Angebot von Kuraufenthalten, wofür Neu- oder Umbauten notwendig wären; zum anderen ist eine Familienorientierung zu beobachten (vor allem in Wenningstedt und Hörnum). Letztlich soll auch das Angebot an junge Leute im sog. „Fun“-Bereich erweitert werden, so z. B. vorgesehen für den Bereich des Lister Hafengeländes.

Diese Ausdifferenzierung geht einher mit der Verlängerung der Urlaubssaison – also einer Zunahme des Tourismus insgesamt. Eine (vermutete) Zunahme des Tagestourismus ließ sich nicht belegen. Die Urlaubssaison gibt an, in welchem Zeitraum ein Raum touristisch (besonders) intensiv genutzt

wird. Für Sylt sowie für die gesamte deutsche Nordseeküste ist dies der Zeitraum von April / Mai bis (Ende) September. Grundsätzlich wird differenziert in Haupt- und Nebensaison, zusätzlich können bestimmte (kürzere) Perioden ebenfalls zu einer intensiveren Nachfrage führen (Ostern / Osterferien, Weihnachten / Weihnachtsferien etc.). Eine Verlängerung der Urlaubssaison kann mehrere Gründe haben: Zum einen kann es darum gehen, neue „Urlaubersegmente“ für Sylt zu gewinnen, um somit die Auslastung bestehender Kapazitäten zu erhöhen. (Dies wäre im Sinne der Ausdifferenzierung der Tourismusangebote zu sehen) Zum anderen kann dies auch als Reaktion auf eine entsprechende (gestiegene) Nachfrage gedeutet werden. Westerland beispielsweise ist es gelungen, die Urlaubssaison über die üblichen 100 Tage hinaus zu verlängern (Besch 1996: 171).

Als Beispiel sei hier aufgeführt, daß der Surf World-Cup Ende September / Anfang Oktober als „fester Termin“ mittlerweile Bestandteil der Saison ist und in dieser Zeit für spontane Sylt-Aufenthalte meits kaum noch Kapazitäten zur Verfügung stehen.

Wachsendes Verkehrsaufkommen

Auf die Verkehrsproblematik wurde an anderer Stelle schon hingewiesen (siehe Trend *Globaler und regionaler Klimawandel*). Wachsendes Verkehrsaufkommen kann resultieren aus steigenden Besucher- / Touristenzahlen einerseits und zunehmender individueller Motorisierung andererseits. Beides zusammengenommen hat im Falle Sylts zu negativen Begleiterscheinungen geführt: zunehmende lokale Luftverschmutzung, Verkehrs- / Lärmbe- lästigung (vor allem in Westerland – Autozüge), Flächennutzung durch Park- plätze etc. Nach wie vor gibt es seitens Sylter Bürger / Verbänden Überle- gungen und Initiativen, um ein Verkehrskonzept für Sylt zu entwickeln, das den PKW-Verkehr entweder stark einschränkt oder aber gänzlich von der Insel verbannt (zum Vergleich: lediglich auf den ostfriesischen Inseln Norder- ney und Borkum ist Autoverkehr erlaubt). Ein entsprechendes Verkehrskon- zept auf Sylt umzusetzen, stößt wohl vermutlich aus verschiedenen Gründen auf Ablehnung:

Die Strecke der Deutschen Bahn Niebüll-Westerland wird auch als „Goldmei- le“ bezeichnet.

Möglicherweise würde der Charme einer autofreien Insel nicht unbedingt po- sitiv auf das Image der Insel wirken.

Von daher ist die Hürde einer Umstellung auf autofreien Verkehr als hoch anzusehen.

Die Verkehrsproblematik Sylts läßt sich anhand einiger Zahlen demonstrie- ren: Die Zunahme der Einzelfahrten (über die Bahnlinie Niebüll-Westerland) verteilt sich wie folgt: 1959 – 20.034 Fahrten; 1960 – 98.867 Fahrten; 1970 –

261.173 Fahrten; 1980 – 422.052 Fahrten; 1990 – 878.501 Fahrten und 1994 – 951.976 Fahrten (Besch 1996: 171).

Wachsendes Verkehrsaufkommen kann auf die Quantität der touristischen Nutzung verweisen.

Veränderung des Sylt-Image

Die nach wie vor hohe Anziehungskraft Sylts als Ferienort bzw. Zweitwohnsitz beruht nicht nur auf dem „landschaftlichen Reiz“ der Insel, sondern auch auf der symbolischen Anziehungskraft. Seit Beginn der touristischen Nutzung der Insel Ende des vergangenen Jahrhunderts gilt Sylt als exklusiver Ferienort für Gutsituierte, Künstler, Schriftsteller usw. Auch in der Zeit nach dem Zweiten Weltkrieg und mit Einsetzen des Massentourismus auch auf Sylt ist dieses Bild von der Insel bestehen geblieben. Insbesondere in den 1970-er Jahren ist Sylt vielfach im Zusammenhang mit Prominenten genannt worden. Auch in jüngerer (und jüngster) Zeit wird dieses Bild von Sylt aufrecht erhalten, wenn über Sylt berichtet wird: Prominenten-Partys in Kampen, die legendäre Bühne 17 mögen hier als Stichworte genügen. Auffallend ist dabei, daß das Bild von Sylt im Gegensatz zum Bild anderer Nordseeinseln immer wieder als etwas „Besonderes“ hervorgehoben wird.

Daneben soll Sylt mittlerweile auch als Insel gelten, die „normalen, durchschnittlichen“ Touristen offensteht. Die Tourismuswerbung zielt eben auch auf Familienurlaub u.ä. Dieses Spannungsverhältnis zwischen Exklusivität einerseits und Normalität andererseits ist ein Phänomen, das für das Bild (das Image) von Sylt beachtenswert ist (vgl. für eine ironische Betrachtung: Eller & Weidemann 1995). Es sei an dieser Stelle erwähnt, daß Sylt aus dem Fremdenverkehrsverein Nordfriesland ausgetreten ist und die „Vermarktung“ der Insel in Eigenregie gestaltet. Darüber hinaus gehen auch die Sylter Gemeinden dazu über, Marketing in Eigenverantwortung zu betreiben – man kann dies durchaus als Indiz für eine Konkurrenzverschärfung unter den Gemeinden ansehen.

Im Zusammenhang mit der touristischen Nutzung Sylts offenkundig, daß der Wunsch nach Natur bzw. nach einem naturbezogenen Urlaub eine Rolle bei der Auswahl des Reisezieles spielen kann. Von daher kann es von touristischer Seite eine verstärkte Nachfrage nach „unverbauter“, „unverbrauchter“ und relativ „ungestörter“ Natur und Landschaft geben. Eine zunehmende Nachfrage nach Natur und Landschaft kann aber auch in einem weiteren Kontext gesehen werden: Durch verschiedene Umweltschutzaktivitäten (Umweltbewegungen, Umweltpolitik etc.) und eine möglicherweise gestiegene Sensibilisierung gegenüber Umweltthemen kann auch bei der ansässigen Bevölkerung (im Falle Sylts sind hier sicher auch die Zweitwohnsitzer zu ergänzen) eine Nachfrage nach Natur und Landschaft resultieren.

Indikator: qualitativ: „Bilder“ von Sylt per Umfrage (vgl. Streiz in Vorbereitung); quantitativ: Sylt-Image im Marketingbereich. Bereitschaft zur Zahlung bestimmter DM-Beträge (vgl. Hartje et al. in Vorbereitung).

Anspruchssteigerung

Mit diesem Trend wird eine eher allgemeine gesellschaftliche Entwicklung bezeichnet. Resultierend aus einem hohen Wohlstandsniveau verweist dieser Trend auf gestiegene (und wohl noch steigende) materielle Ansprüche (Einkommen etc.) sowie auf gesteigerte Ansprüche immaterieller Art, wie beispielsweise die Nachfrage nach Dienstleistungen (verlängerte Öffnungszeiten, „Rund-um-Betreuung“, Zunahme der Wohnungsgröße, Zunahme von Urlaubsdauer sowie –anzahl und –entfernung, Bedürfnis nach sog. „mega-events“ in Urlaub und Freizeit u.ä.).

Als Teil der Anspruchssteigerung ist das Phänomen der Individualisierung zu sehen. Sie bezeichnet eine gesellschaftliche Entwicklung, die vornehmlich in westlichen Gesellschaften (Industrieländer) zu beobachten ist. Unter anderem wird damit ausgedrückt, daß sich die traditionelle Form der Familie zunehmend auflöst und dazu führt, daß Lebensplanung zunehmend individuell gestaltet wird. Ein entsprechender Indikator ist die beobachtbare Zunahme von Ein-Personen-Haushalten (die sich an der Zunahme der Wohnfläche/Person ablesen läßt). Individualisierung bezeichnet aber auch die Abnahme sozialer Beziehungen / Kontakte bzw. das Nicht-mehr-Eingebundensein in soziale Gruppen oder Netzwerke. Somit kann Individualisierung sowohl als Verlust als auch als „Befreiung“ von Gruppenzwängen angesehen werden.

Dieser Trend verweist auf das bestehende Wohlstandsniveau und in gewissem Sinne auch auf Anspruchsmentalität. Eine Betrachtung dieses Trends ist hilfreich bei der Beschreibung anderer Trends, wie z. B. Perspektivlosigkeit für Jugendliche.

Zunehmende Wahrung von Gruppeninteressen

Angesprochen sind hiermit Interessen „kollektiver“ Natur, wenn man beispielsweise das Interesse von Gemeinden (gesteigertes Steueraufkommen ...) oder einer Region (Interesse Sylts am Küstenschutz) als kollektive Interessen bezeichnet. So kann man beispielsweise ein Interesse Sylts an der Fortführung und Finanzierung der Sandvorspülungen konstatieren.

Die Wahrung von Interessen bezieht sich im Falle Sylts nicht nur auf die Frage des Küstenschutzes und auch nicht nur im Hinblick auf Aspekte der touristischen Nutzung, sondern ebenso auf allgemeine Planungsbelange, die sich entsprechend in Nutzungskonflikten äußern (können).

Im Zusammenhang mit der Wahrung von Gruppeninteressen ist die lobbyistische Arbeit von Verbänden oder anderen Gruppen zu erwähnen.

Dieser Trend deutet darauf hin, daß es auf Grund der zunehmenden Wahrung von Eigeninteressen in verstärktem Ausmaß zu Konflikten (über Nutzungen, über finanzielle Mittel usw.) kommt bzw. kommen wird. Am Beispiel Sylts zeigt sich Entsprechendes auch bei Auseinandersetzungen zwischen den Sylter Gemeinden bezüglich der touristischen Nutzungen.

Zunehmende Bereitschaft zu umweltschonendem Handeln

Umweltbewußtsein als individuelles bzw. kollektives Phänomen setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen: Zum einen geht es um das Wissen ökologischer Zusammenhänge. Zum anderen beinhaltet Umweltbewußtsein auch den Bereich von Bewertungen bzw. Präferenzen, d. h. die Zuordnung von Wertmaßstäben (Empfindungen, Gefühle, Einstellungen etc.) auf bestimmte (ökologische) Sachverhalte. Darüber hinaus ist die Handlungsabsicht Teil des Umweltbewußtseins. Zu bedenken ist, daß Umweltbewußtsein von verschiedenen Umweltsozialwissenschaften durchaus unterschiedlich definiert sein kann, so daß nicht immer von einem gleichartigen Verständnis des Begriffes ausgegangen werden kann (vgl. auch Blasius 1997). Trotz dieser Differenzen ist es unstrittig, daß das generelle Umweltbewußtsein z. B. in den westlichen Industrieländern im Laufe der vergangenen Jahrzehnte zugenommen hat. Mit dem wachsenden Umweltbewußtsein ist grundsätzlich eine zunehmende Wertschätzung, aber auch ein zunehmendes Problembewußtsein (= Bewertung ökologischer Sachverhalte als problematisch) angesprochen. Dieser generelle Trend ist nun keineswegs Sylt-spezifisch, dennoch kann das Umweltbewußtsein in Zusammenhang mit anderen Phänomenen gesehen werden: Die Zunahme von Naturschutzflächen (Trend 40) kann als Ausdruck eines gestiegenen Umweltbewußtseins angesehen werden ebenso wie die Zunahme der Nachfrage nach Natur und Landschaft. Ein zunehmender Verbrauch von Energie und Rohstoffen hingegen kann als gegenläufig zu einem wachsenden Umweltbewußtsein gedeutet werden. Bei einer Betrachtung des Phänomens Umweltbewußtsein ist zu bedenken, daß ein entsprechendes Bewußtsein keinerlei Gewähr für ein entsprechendes Handeln ist. Außerdem darf die grundsätzliche Bedeutung von Umweltbewußtsein nicht zu hoch veranschlagt werden. Es kann aber festgehalten werden, daß stark ausgeprägtes Umweltbewußtsein als ein Auslöser für gestiegene Anforderungen an den Küstenschutz angesehen werden kann (vgl. Probst 1996: 205).

Indikator: Einstellungen und/oder Werthaltungen gegenüber Sylt als „Natur“-Raum (vgl. Streit in Vorbereitung, Hartmuth et al. in Vorbereitung).

Perspektivlosigkeit für Jugendliche

Mit der Perspektivlosigkeit für Jugendliche ist in diesem Zusammenhang die als ungenügend empfundene Möglichkeit im Hinblick auf die Arbeitsplatz- bzw. Lehrstellensituation gemeint. Der Schwerpunkt der Berufsmöglichkeiten

im Bereich Tourismus schränkt die Wahlmöglichkeiten erheblich ein. Als weiterer Grund für die Perspektivlosigkeit Jugendlicher kann der hohe Anteil an Zweitwohnsitzen angesehen werden – sie läuft möglicherweise einer Identifikation mit der Region (Heimat) zuwider. In diesem Zusammenhang ist auch die Zunahme der Miet- und Immobilienpreise zu sehen. Zu bedenken ist außerdem, daß das Aufwachsen bzw. die Sozialisation in einer touristisch geprägten Umgebung prägend sein kann.

Perspektivlosigkeit für Jugendliche kann sich dabei in Drogenkonsum äußern; auf den ersten Blick erscheint dieser Aspekt als nicht primär relevant – dennoch stellt sich dieser Sachverhalt auf Sylt offenbar als problematisch dar, denn seit 9 Jahren gibt es auf Sylt einen Drogenberater. Nach Schätzungen wird von ca. 100 – 150 Konsumenten illegaler Drogen ausgegangen (bei einer Gesamtbevölkerung von ca. 22.000 entspricht dies einer Rate, wie sie auch in Ballungsräumen anzutreffen ist). Charakteristisch ist aber auch, daß es offensichtlich keine „sichtbare“ Drogenszene gibt, was die Vermutung zuläßt, daß die Drogenabhängigen in einem anderen – vermutlich besser integrierenden – Umfeld aufgefangen werden.

Ein verstärkter Drogenkonsum kann darauf hindeuten, daß das benötigte Geld zur Beschaffung von Drogen als eine Art „Kompensation“ zur Verfügung steht (mangelnde Zeit der Eltern ...). Geht man davon aus, daß das Drogenangebot auch von den zahlreichen Touristen herrührt, kann der Drogenkonsum in gewissem Sinne als Imitation von Urlaubergebräuchen interpretiert werden.

Zunahme der Kosten für Küstenschutzmaßnahmen

Es wurde bereits darauf verwiesen, daß Sandvorspülungen die derzeit effektivste Methode des sichernden Küstenschutzes sind. Das heißt in diesem Fall aber auch, daß diese Sandvorspülungen in regelmäßigen Abständen durchgeführt werden müssen, um die jeweiligen Sanddepots immer wieder „aufzufrischen“. Dabei werden jedes Jahr ca. 800.000 m³ vorgespült, und es entstehen Kosten von ca. 10 DM/ m³, d. h. ca. 8 Mio DM/Jahr.

Es ist anzunehmen, daß bei einem Klimawandel (siehe die Trends in den Bereichen Atmosphäre und Hydrosphäre) durch die Zunahme des Energieeintrags durch Wind und Seegang vermehrt Sandvorspülungen durchgeführt werden müssen, da insgesamt mehr Material bewegt / umgelagert wird. Dies hieße, daß auch zusätzliche Kosten anfallen würden. Zudem finden sich auf Sylt noch eine ganze Reihe anderer Küstenschutzmaßnahmen im Sinne von Bauwerken: Tetrapoden, Deckwerke, Betonmauern etc. Die laufende Unterhaltung dieser Bauwerke erfordert natürlich ebenfalls Kosten, die unter der Annahme eines Klimawandels zunehmen dürften, da von einem insgesamt stärkeren Energieeintrag auszugehen ist.

Die älteste Form des Küstenschutzes auf Sylt ist der Dünenschutz an der Westküste; heute sind fast alle Dünen auf Sylt durch Bepflanzungen festgelegt, zudem werden jährlich Vordünen mit einem Rauminhalt von 700.000 m³ aufgebaut (vgl. Newig 1987: 55 ff.). Bereits im 16. Jahrhundert wurde der Dünenbewuchs durch die Ansiedlung von Strandroggen, einem sandfangenden und sedimentbindendem Gras, gefördert. Unter dänischer Vorherrschaft zählte der Dünenschutz zu den Aufgaben der Anliegergemeinden, die durch Bepflanzungen und Pflege versuchten, die schützenden Gebiete zu erhalten. Es können folgende Küstenschutzbauwerke unterschieden werden: Holzsteinbuhnen wurden seit 1867 eingesetzt (systematischer Buhnenbau erfolgt seit 1872); Eisenbuhnen wurden ab 1927 eingesetzt; die ersten Versuche mit Stahlbetonbuhnen wurden 1913/14 durchgeführt und verstärkt nach dem Zweiten Weltkrieg eingesetzt; sog. Flachbuhnen wurden verstärkt im Zeitraum von 1957 bis 1967 gebaut; im Anschluß daran wurden Tetrapodenbuhnen eingesetzt, obwohl z. B. bei der Errichtung einer solchen Buhne mit der Länge von 270 m zum Schutz der Kersig-Siedlung bewußt war, daß das südlich angrenzende Naturschutzgebiet vermutlich zerstört würde. Auch das damalige ALW Husum (jetzt ALR) hat entsprechend vor dem Bau der Buhne (Kosten: 2 Mio DM) gewarnt – erfolglos. Die Lee-Erosion infolge des Baus erhöhte sich von 2 auf 15 m/a. Das daraufhin gebaute Tetrapodenlängswerk hat noch einmal Kosten in Höhe von 2,5 Mio DM verursacht. Besch (1996: 168): mutmaßt: „Bei dem Ruf nach staatlicher Unterstützung war es wohl hilfreich, daß Bundes- und Landesminister zu den Ferienhausbesitzern gehörten“. Insgesamt konnte durch den Buhnenbau der Uferrückgang nicht vermindert werden. Die Küstenschutzkosten (bis 1987) überstiegen den Immobilienwert um das Zehnfache (Besch 1987: 51).

Im Gegensatz zu Buhnen (rechtwinklig zum Strandverlauf) sind sog. Längswerke küstenparallel konstruiert. Unterscheiden kann man dabei Strandmauern (z. B. in Westerland), Schrägdeckwerke und Tetrapodenlängswerke (seit den 1960-er Jahren) (vgl. Newig 1987; Besch 1996). Die erste Strandmauer wurde als Schutz des Hotels Miramar 1907 errichtet und damals vom Besitzer des Hotels bezahlt. 1924 wurde diese Mauer auf eine Länge von 774 m erweitert und von der Öffentlichen Hand getragen. Hierdurch wurde der Strand niedriger, und es wurden ständige Fußsicherungen notwendig (Besch 1996: 167). Die Tetrapodenlängswerke vor Westerland (1097 m Länge) und vor Hörnum (1276 m Länge) haben nicht die gewünschte Wirkung erzielt (Besch 1996: 167).

Im schleswig-holsteinischen Landeswassergesetz (von 1992) ist festgelegt, daß Küstenschutz Aufgabe derjenigen ist, die davon Vorteil haben, eine öffentliche Aufgabe ist es lediglich dann, wenn Küstenschutz dem Wohle der Allgemeinheit dient (Hofstede 1996/1997: 39).

Die Ausgaben für Küstenschutzmaßnahmen in ganz Schleswig-Holstein betragen seit 1962 insgesamt 2,7 Mrd DM. Von Bedeutung ist in diesem Zusammenhang, daß im neuen (derzeit in Vorbereitung befindlichen) Generalplan Küstenschutz festgelegt wird: Küstenschutz hat oberste Priorität und geht vor Naturschutz (Buß 1998: 1). Aufgrund der Tatsache, daß der Generalplan Küstenschutz maßgebliche Bedeutung für sämtliche Küstenschutzmaßnahmen im Lande hat, sei an dieser Stelle etwas ausführlicher auf einige Inhalte eingegangen. Es werden bestimmte Leitbilder bzw. Leitprinzipien als Basis für ein zukünftiges integriertes Küstenschutzmanagement vorangestellt und als Ausdruck gesellschaftlicher Wertvorstellungen angesehen (Probst 1998: 4). Im Hinblick auf Kosten-Nutzen-Aspekte von Küstenschutzmaßnahmen „... müssen die Kosten der Küstensicherungsmaßnahmen im angemessenen Verhältnis zu den Nutzen stehen. Bei der Bewertung des Nutzens sind die nichtmonetären Werte (Landschaftsbild, Entwicklungspotential) und die Wirkung auf die Befindlichkeit der betroffenen Bevölkerung (Sicherheitsgefühl, kulturelles Erbe, Vertrauen in Zukunftsfähigkeit) besonders zu beachten“. Als eines von insgesamt 10 Prinzipien wird formuliert (Probst 1998: 7): „Inseln und Halligen werden in ihrem Bestand erhalten“, sie besitzen auch eine Wellenbrecherfunktion für die Festlandsküste. Deshalb „... müssen sie bewohnbar erhalten werden, selbst wenn der Aufwand hoch ist. Dies wird deutlich am Beispiel Sylt. Den hohen Kosten für ihre Erhaltung stehen ihre Küstenschutzwirkung und ihre landschaftliche Schönheit gegenüber. Hinzu kommt ihre hohe Bedeutung für den Tourismus und die daraus resultierende Wirtschaftskraft“ (vgl. auch Colijn 1998: 21). Darüber hinaus wird auf die Verantwortung staatlicher Initiativen verwiesen, denn (Probst 1998: 10) Küstenschutz wirkt sich nicht nur in einem Bundesland aus, sondern national. Somit ist auf Grund dieser gesamtstaatlichen Wirkung die Finanzierung aus der Öffentlichen Hand gerechtfertigt.

Abnehmende Zahlungsfähigkeit des Landes für Küstenschutz

Die Küstenschutzmaßnahmen auf Sylt werden vom Bund (70%) und vom Land Schleswig-Holstein (30%) getragen. Maßgebliche Grundlage hierfür sind zum einen der „Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe 'Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes' für den Zeitraum von 1996 bis 1999“ (vgl. BMELF 1996) sowie der Generalplan Küstenschutz des Landes Schleswig-Holstein (letzte Fortschreibung 1986). Unabhängig von einer möglichen Änderung der Klimabedingungen ist davon auszugehen, daß auch für den Bereich Küstenschutz in Zukunft nicht unbedingt die gleichen finanziellen Mittel wie bislang zur Verfügung stehen werden (vgl. Probst 1996: 206, der die rapide Verschlechterung des Haushaltslage von Bund und Ländern aus Sicht Schleswig-Holsteins anmahnt). Dies muß sich nicht zwingend in Kürzungen entsprechender Etats ausdrücken, sondern kann auch in einer „strengerer“ Überprüfung von Vor- und Nachteilen bzw. Kosten und Nutzen

erfolgen (vgl. in diesem Kontext auch: MLR 1998). Diese Orientierung an Kosten- und Nutzenaspekten betrifft dabei nicht nur die landesseitige Finanzierung, sondern gilt ebenfalls für die Bundesebene.

Dieser Trend deutet auf zukünftig eingeschränkte finanzielle Mittel für den Küstenschutz hin sowie auf stärkere Überprüfung von Küstenschutzmaßnahmen im Hinblick auf Kosten-Nutzen-Aspekte (dies wiederum verstärkt angesichts sich wandelnder Klimabedingungen).

Indikator: Zeitliche Entwicklung des Etats des Landes (ggf. auch des Bundes) für Küstenschutz.

Verstärkung des Umwelt- und Naturschutzes

Dieser Trend bringt zum Ausdruck, daß in den letzten Jahren und Jahrzehnten eine Zunahme umweltschützerischer Bemühungen zu verzeichnen ist. Dies bezieht sich nicht nur auf die Etablierung eines eigenständigen Politikfeldes „Umweltpolitik“ (verbunden mit der Schaffung von Bundes- und Landesministerien bzw. Umweltämtern und Umweltbeauftragten auf kommunaler Ebene), sondern auch auf Initiativen privater Natur und von Verbänden. Die Initiativen und Maßnahmen dieser verschiedenen Bemühungen können ganz unterschiedlicher Natur sein: Besucherlenkungskonzept, naturbezogene Wanderungen und Ausstellungen, Nutzungseinschränkungen ökologisch sensibler Gebiete (Dünen), Reduktion des Abfallaufkommens und – bislang vergebliche – Versuche zur Eindämmung des Verkehrsaufkommens u. a. m. Gleichzeitig ist ersichtlich, daß die Verstärkung des Umweltschutzes auf Grenzen stößt. Umweltschutzbemühungen werden reduziert, wenn Nutzungseinschränkungen als zu tiefgreifend empfunden werden. Als Stichworte seien an dieser Stelle lediglich die kontroverse Diskussion um die Einrichtung eines Walschutzgebietes vor Sylt und die offenkundige Ablehnung von externen Planungsbestrebungen angeführt. Gleichwohl werden von den Sylter Gemeinden derzeit gemeindebezogene Landschaftspläne erstellt bzw. die vorliegenden Entwürfe diskutiert.

Neben diesen genannten Aspekten beinhaltet Umweltschutz auch technische Aspekte. Technischer Umweltschutz bezieht sich prinzipiell auf den Schutz der Umweltmedien (Boden, Wasser, Luft) mit Hilfe technischer Vorkehrungen: Schadstofffilter bei gewerblicher Produktion, Abfallvermeidung / -entsorgung, Grundwasserschutz vor Einträgen aus der Landwirtschaft bzw. anderen Quellen u. a. m. Technischer Umweltschutz kann dabei als nachsorgend (entstehende Schadstoffe werden gefiltert, umgewandelt oder anderweitig gesondert behandelt) oder als vorsorgend (Schadstoffe entstehen erst gar nicht oder werden im Produktionsprozeß recycelt) konzipiert sein. Als inselspezifische Ausprägungen seien hier angeführt: Möglichkeiten der Ölentsorgung von Schiffen, Vermeidung bzw. Rückführung des hohen tourismusbedingten Abfallaufkommens. Des weiteren sei erwähnt, daß die Müll-

deponie Munkmarsch bis heute noch über keine Grundabdeckung verfügt. In diesem Kontext könnte auch die Aufbereitung von Baumaterialien gesehen werden.

Die Verstärkung des technischen Umweltschutzes kann im weitesten Sinn als Indiz für Umsetzung vorhandenen Umweltbewußtseins angesehen werden. Außerdem muß Verbesserung des technischen Umweltschutzes im Zusammenhang mit der Verstärkung des allgemeinen Umweltschutzes gesehen werden. Von daher können die in den Landschaftsplänen ausgewiesenen Flächen zur Erfüllung von Naturschutzfunktionen zumindest als indirekter Indikator angesehen werden.

Indikator: (1) Anzahl der im Umweltschutz Beschäftigten in Prozent aller Beschäftigten; (2) Prozentualer Anteil der Naturschutzflächen in Relation zu Nordfriesland, Schleswig-Holstein und der Bundesrepublik Deutschland.

5.3.3 Beschreibung des BZG

Nach den Erläuterungen zur Trendsemantik wird nun das BZG Sylt vorgestellt. Abbildung 12 zeigt die Verknüpfungen der verschiedenen Trends miteinander und macht gleichzeitig deutlich, dass Alternativen zu dieser an den WBGU angelehnten grafischen Darstellung wie z. B. eine Matrixdarstellung oder die Anzeige einzelner Trends und deren unmittelbarer Verflechtungen mit anderen (im BZG-Fenster von MeBez) sinnvolle Alternativen darstellen, um die Arbeit mit dem BZG handhabbar zu gestalten.

Es hat sich zudem als möglich und sinnvoll erwiesen, einzelne Wirkungsketten oder -geflechte zu verfolgen (Trend A wirkt auf Trend B wirkt auf Trend C usw.), um so Teilbereiche des Systems näher betrachten zu können. In Anlehnung an Daschkeit et al. (in Vorbereitung) wird hier exemplarisch die Wirkungskette *Degradation natürlicher Ökosysteme* vorgestellt, d. h. ein Geflecht aus mehreren Trends, wobei die Degradation natürlicher Ökosysteme im Mittelpunkt der Betrachtungen steht.

Die Verflechtungen dieses Trends mit den übrigen stellen sich folgendermaßen dar (Abbildung 13, jeweils einstufige Betrachtung von Ein- und Auswirkungen):

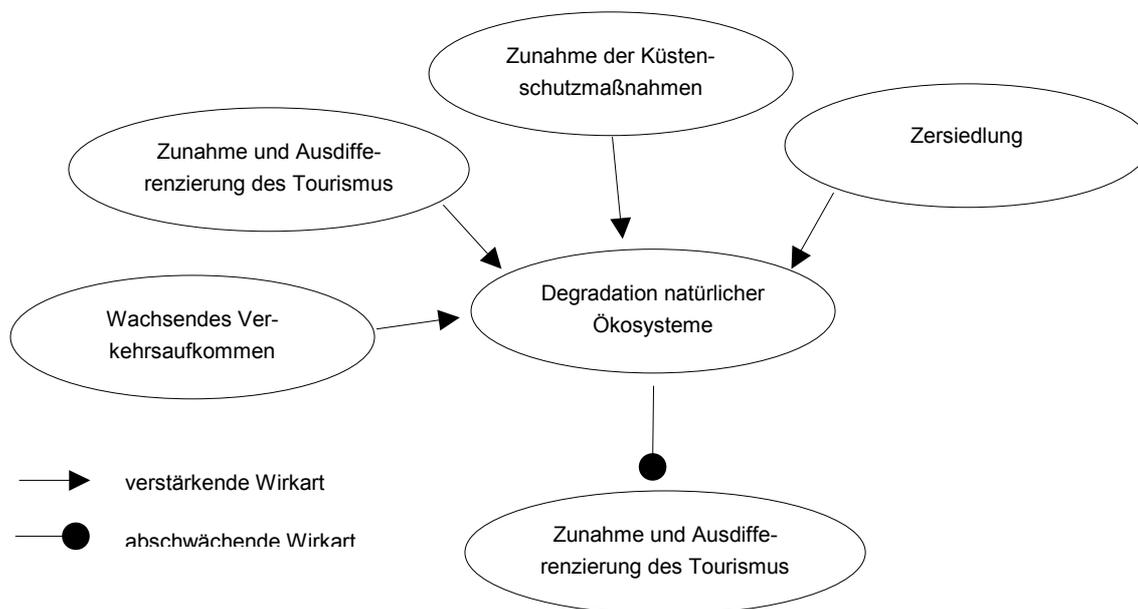


Abbildung 13: Wirkungskette Degradation natürlicher Ökosysteme (Quelle: verändert nach Daschkeit et al. in Vorbereitung)

Ein Blick auf die Verknüpfungen der in Abbildung 13 genannten Trends mit den in MeBez hinterlegten Daten verdeutlicht diese Wirkungskette. So ist die *Zersiedlung* durch die Informationen aus den Bestands- und Entwicklungskarten der Landschaftsplanung belegt: Die häufigkeitsstatistischen Auswertungen ergaben einen im Vergleich zum Umland deutlich höheren Anteil von besiedelter Fläche an der Gemeindefläche. Darüber hinaus werden in den Entwicklungskarten Grenzen der Siedlungsentwicklung vorgeschlagen, was verdeutlicht, dass die rege Bautätigkeit auf der Insel durchaus als problematisch angesehen wird. Die Konfliktbetrachtung hat zudem ergeben, dass Besiedlung (und also auch Zersiedelung) verschiedene negative Folgen für die Natur hat (u. a. Versiegelung, Flächenverbrauch, Zunahme des Verkehrs durch Bauen im Außenbereich usw.).

Der Trend *Zunahme von Küstenschutzmaßnahmen* fokussiert im Wesentlichen eine zukünftig angenommene Entwicklung, nämlich die Notwendigkeit zu vermehrten Sandvorspülungen bzw. weiteren Maßnahmen im Bereich Objektschutz sowie der Erprobung alternativer Küstenschutzoptionen wie z. B. Endschwellen (Witte et al. in Vorbereitung). Gleichwohl werden schon heute Küstenschutzmaßnahmen in großem Stil durchgeführt (Sandvorspülungen, Objektschutz). Dabei können die Vorspülungen nach derzeitigem Wissensstand (Lackschewitz et al. in Vorbereitung) nicht als unmittelbarer Beitrag zur Degradation natürlicher Ökosysteme bewertet werden. Allerdings sind auch sie und natürlich Objektschutzmaßnahmen wie das geotextile Deckwerk am Haus Kliffende Eingriffe in natürliche Dynamiken.

Auch die *Zunahme und Ausdifferenzierung des Tourismus* lässt sich mit Hilfe der in MeBez beschriebenen Daten belegen: Die Besucherzahlen auf Sylt liegen seit Jahren auf einem hohen Niveau. Bei der Betrachtung größerer Zeiträume, bspw. von 1970 bis heute kann insgesamt eine Zunahme festgestellt werden, wenngleich die Kurve in den letzten Jahren eher flacher verläuft. Dem liegen Informationen des Tourismus-Service Sylt über Gäste- und Bettenzahlen, Übernachtungs- und Verweildauer sowie die Anzahl beförderter Kfz bzw. die mit der Sylt-Fähre beförderten Personen zugrunde.

Wenngleich für Syltreisende bei der Urlaubsart der klassische Strandurlaub im Vordergrund stehen dürfte, ist auch hier zu beobachten, dass durch neue Veranstaltungen und einige (Bau-) Vorhaben das Angebot in einer weiteren Diversifizierung begriffen ist: So hat die Ausrichtung des Surf-World-Cups Ende September/Anfang Oktober zur Verlängerung der Urlaubssaison beigetragen und ist damit ein Beitrag zur Zunahme aber auch zur Ausdifferenzierung des Tourismus. Daneben sind ein Familienhotel (in Hörnum) und ein Wellness-Center (in Rantum) in Planung; im Bereich des Lister Hafens sollen verstärkt Angebote für junge Leute aus dem „Fun“-Bereich gemacht werden. Damit liegt die Sylter Tourismuswirtschaft im Trend, denn sowohl auf der Angebots- als auch auf der Nachfrageseite ist in den letzten Jahren und Jahrzehnten eine zunehmende Ausdifferenzierung zu beobachten (Hennig 1997).

Der Trend *Wachsendes Verkehrsaufkommen* wird durch die Beförderungszahlen der Deutschen Bahn eindrucksvoll belegt. So verachtffachte sich die Anzahl der zwischen Niebüll und Westerland jährlich transportierten Kfz zwischen 1965 und 1995 von knapp 57000 auf 470000, wobei die Zunahme zunächst langsamer erfolgte. Zwischen 1988 und 1992 gab es dann jedoch nahezu eine Verdopplung der Beförderungszahlen.

Alle genannten Trends führen zu einer Verstärkung des Trends Degradation natürlicher Ökosysteme (Abbildung 13). Was ist unter diesem Trend zu verstehen? Die Trendsemantik wird folgendermaßen definiert:

„Mit der Degradation natürlicher Ökosysteme ist die unbeabsichtigte oder auch beabsichtigte Entwicklung / Überführung eines relativ naturnäheren in einen relativ naturferneren Zustand gemeint.“

Dazu gehören u. a. Zersiedelung und ein wachsendes Verkehrsaufkommen, aber auch die Befestigung von Küsten durch Deiche, Steindeckwerke u.Ä., die Anlage von Campingplätzen und anderen touristischen Einrichtungen in Dünengebieten, damit verbunden die teils zugelassene, teils „wilde“ Nutzung geschützter Dünengebiete und die Umnutzung agrarischer Flächen als Baugebiet u. a. m.

In den genannten Beispielen werden Prozesse angesprochen, die durch die vorgestellten Trends ausgelöst oder verstärkt werden. Insofern kann davon ausgegangen werden, dass die verstärkende Wirkung der fünf Trends auf die Degradation von natürlichen Ökosystemen realistisch ist.

Eine „unberührte“ Natur ist jedoch das Kapital der Insel Sylt im Hinblick auf ihre wirtschaftliche Inwertsetzung in Form des Tourismus. Wie die Ergebnisse von Streit (in Vorbereitung) zeigen, wird Sylt v. a. als Insel der „guten Luft“, des „gesunden Klimas“ und „der Naturfreunde“ gesehen (ebd., S. 268). Es ist einsichtig, dass bei weiter fortschreitender Entwicklung in der soeben skizzierten Weise eines Tages negative Rückkopplungen auf das System entstehen werden. Mit anderen Worten: Wenn die Degradation von Ökosystemen überhaupt oder stärker als bisher in das Bewusstsein der Menschen rückt, besteht die Möglichkeit, dass die Insel ein Gutteil ihres Reizes verliert, weil nun negative Konnotationen („zersiedelt“, „verbaut“, „Ostufer komplett befestigt“ usw.) auftreten.

„Eine Insel, die ihre Anziehungskraft – also die Basis der ökonomischen Wertschöpfung – maßgeblich darauf gründet, mit einer ‚einzigartigen Naturlandschaft‘ zu werben, ist abhängig von einer gewissen ökologischen Qualität des Naturraumes. Selbstverständlich begründet nicht nur der Naturraum die Anziehungskraft Sylts. Aber wenn eine Degradation zu weit führt, kann möglicherweise auch die Attraktivität einer Urlaubsinsel darunter leiden [...]“ (Daschkeit et al. in Vorbereitung, S. 309f.)

Die abschwächende Wirkung des Trends *Degradation natürlicher Ökosysteme* auf die *Zunahme und Ausdifferenzierung des Tourismus* darf also mit guten Gründen angenommen werden.

5.4 Der BZG-Kern

In Anlehnung an die Vorgehensweise des WBGU (1993,1994), Syndromkerne zu formulieren, wurde in der vorliegenden Arbeit ein Kern-BZG aufgestellt. Dazu war eine erneute Reduktion der Trends und ihrer Beziehungen untereinander notwendig. Ziel war es, diejenigen Trends herauszuarbeiten, durch

deren Zusammenspiel die für Sylt wesentlichen Zustände und Dynamiken gekennzeichnet sind. Dabei wurde in der Darstellung der einzelnen Trends differenziert (Abbildung 14): In der oberen Hälfte der einzelnen Kästen ist der jeweilige Zustand, in der unteren Hälfte der jeweilige Prozess angesprochen. Dies trägt dem Umstand Rechnung, dass ein dynamisches System sowohl durch Systemzustände als auch durch deren Veränderungen, also Prozesse, gekennzeichnet ist.

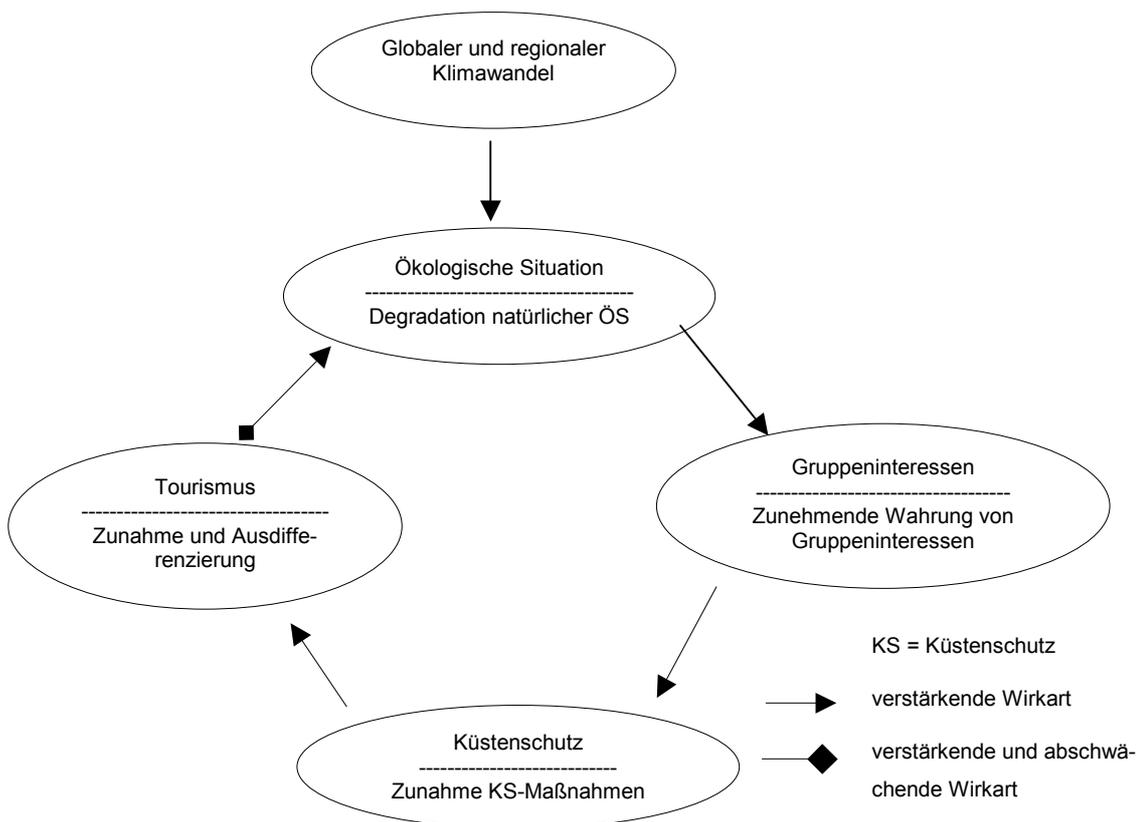


Abbildung 14: Kern-BZG Sylt (eigener Entwurf)

Grundlage dieser Arbeit ist die Annahme, dass es zu einem Klimawandel kommt, der - sofern keine Gegenmaßnahmen erfolgen - Auswirkungen auf die ökologische Situation hätte. Es darf allerdings angenommen werden, dass diese Auswirkungen nicht tatenlos hingenommen würden, sondern der Versuch unternommen würde, diese durch geeignete Küstenschutzmaßnahmen zu verhindern oder zumindest zu mindern. Hierfür steht der Trend *Zunehmende Wahrung von Gruppeninteressen*. Mit der Wahrung von Interessen (die nicht erst im Falle von Klimaänderungen entstehen) sind u. a. die Fortführung des Küstenschutzes, Aspekte der touristischen Nutzung aber auch allgemeine Planungsbelange genannt (vgl. Trendsemantik). Werden durch die Aktivitäten der (Interessen-) Gruppen entsprechende Maßnahmen veranlasst, erfüllt der Küstenschutz eine zentrale Funktion, die er schon jetzt inne hat, nämlich den Tourismus und dessen Entwicklung als maßgeblichen Wirtschaftsfaktor auf Sylt zu ermöglichen und zu sichern (Erhalt von Strand

und Dünenlandschaften auf der Westseite der Insel). Der Tourismus wiederum hat Auswirkungen auf die ökologische Situation (die ihrerseits Einfluss auf den Tourismus hat), wie bereits in Kap. 5.3 beschrieben wurde.

Es kann also festgehalten werden, dass für Sylt ein Kreislauf kennzeichnend ist, der durch die Komponenten Küstenschutz, Tourismus, ökologische Situation und Gruppeninteressen gekennzeichnet ist. Dem Klimawandel kommt hier die Funktion einer Inputgröße zu, durch die Veränderungen im System ausgelöst bzw. die systeminterne Dynamik verstärkt wird.

Wenn dieser Kreislauf wirklich von Bedeutung für das System Sylt ist, müssten sich erstens Belege dafür finden lassen, und zweitens müsste sich die Frage nach der Ableitung von Handlungsoptionen zum Umgang mit den Folgen eines Klimawandels an den wesentlichen Komponenten dieses BZG-Kerns orientieren. Die folgenden Ergebnisse verdeutlichen dies.

5.5 Validierung des Kern-BZG

Die Ausführungen in diesem Kapitel dienen dazu, das Kern-BZG durch Heranziehung geeigneter Daten zu validieren. Dabei wird zunächst im Sinne eines Überblicks über den Untersuchungsraum die historische Entwicklung Sylts dargestellt, wie sie sich aus der Literatur und den im GIS Sylt aufbereiteten Karten ergibt. Die kartografische Rekonstruktion der geomorphologischen Entwicklung Sylts hilft darüber hinaus, die derzeitige Situation der Insel - auch im Hinblick auf die Dynamik der Küstenentwicklung - in einen größeren zeitlichen Kontext einzuordnen und so die Wissensbasis bei der Entscheidung über zukünftige Schutz- oder Anpassungsmaßnahmen zu erhöhen. Die weitere Darstellung erfolgt in Anlehnung an die Trends mit Schwerpunkt auf der zeitlichen Entwicklung. Zunächst wird die heutige sozioökonomische und naturräumliche Situation dargestellt, und die sich aus Sicht des Naturschutzes ergebenden Konflikte werden aufgezeigt. Anschließend werden die möglichen Auswirkungen eines Klimawandels auf Sylt erläutert, und es wird beschrieben, wie diese Klimawandelfolgen die bestehenden Konflikte verschärfen können. Schließlich wird beschrieben, welche Sicht die Sylter von ihrer Insel haben und wie sie das Problemfeld Klimawandel einschätzen.

Diese Strukturierung in der Darstellung ist auch deshalb sinnvoll, weil eine Reihe von Daten Auskunft zu mehreren Trends geben, so dass es die Darstellung unnötig verkomplizieren würde, bspw. die Landschaftspläne erst im Hinblick auf die ökologische Situation auszuwerten, später die Auswertung wieder aufzugreifen, um Fragen des Tourismus zu klären und schließlich die Konfliktlagen, die auch Ausdruck von Gruppeninteressen sind, darzustellen. Wesentlich ist, dass am Ende der Darstellungen Bilanz gezogen wird, um die folgenden zwei Fragen zu beantworten:

- Stellt das Kern-BZG ein taugliches Modell des Systems Sylt in komprimierter Form dar? und
- Welchen Anteil haben die GIS-Informationen an den Ergebnissen?

Abschließend werden - auf Basis aller gewonnenen Ergebnisse - Handlungsoptionen abgeleitet.

5.5.1 Historische Entwicklung Sylts

Schon in Berichten von Plinius dem Älteren (24-79 n. Chr.) sowie Tactius (98 n. Chr.) ist von einer Besiedlung der Insel Sylt die Rede (Jägersberg 1998). Der Wendingstedter Hafen spielte zur Zeit der Völkerwanderung (499-1066) als Ausgangspunkt für die Angeln und Sachsen auf dem Weg nach Großbritannien eine wichtige Rolle. 875 n. Chr. brachten die Friesen auf ihrer Wanderung von Südfriesland kommend den Deichbau nach Sylt. Es entstand der älteste Deich der Insel (Stinumdeich, Jensen 1925; Koehn 1968). Ab ca. 1200 kann die Rekonstruktion der Inselgeschichte der vergangenen 800 Jahre mit Hilfe der im GIS Sylt aufbereiteten historischen Karten veranschaulicht werden.

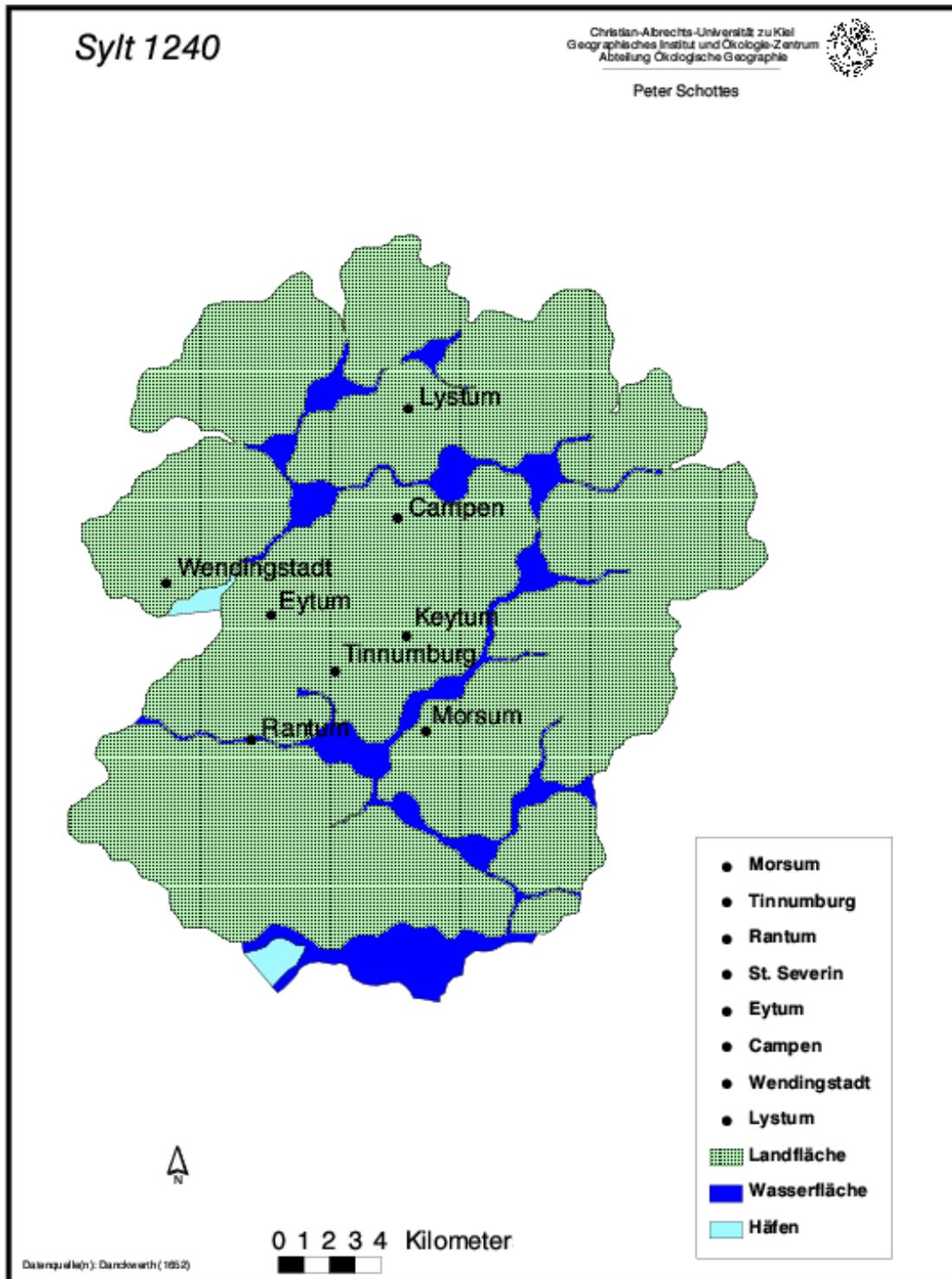
a) Karte von 1240

Die Karte aus dem Jahre 1240 (Karte 1) zeigt, dass Sylt in seiner heutigen Form noch nicht existierte. Vielmehr waren eine Reihe von Geestkernen (Archsumer, Morsumer, Keitumer und Westerländer Geestkern) mit dazwischen liegenden Marschniederungen und Wasserläufen vorhanden. Erkennbar sind die Ortschaften Lystum, Campen, Wendingstadt, Eytum, Keytum, Tinnumburg, Morsum und Rantum. Die Karte gibt zwar vom Grundsatz her ein treffendes Bild des Gebietes, ist aber nicht geeignet, konkrete Abgrenzungen oder Lageuntersuchungen anzustellen. Besiedelte Gebiete sind noch nicht flächenhaft dargestellt. Auch ist fraglich, ob die Marschflächen im Westen der Insel in dieser Form überhaupt existiert haben. Dass sich die Insel weiter nach Westen ausdehnte, ist unbestritten. So lassen Aussagen alter Chroniken und auch Mager (1927) darauf schließen, dass es westlich der Insel einen Schutz gegeben hat, bei dem es sich vermutlich um eine Limonit-sandsteinbank handelte. In deren Leebereich könnte sich Marschland gebildet haben. Die Existenz des Wendingstedter und auch des Hörnummer Hafens lässt zudem auf im Vergleich zu heute geringere Wassertiefen schließen.

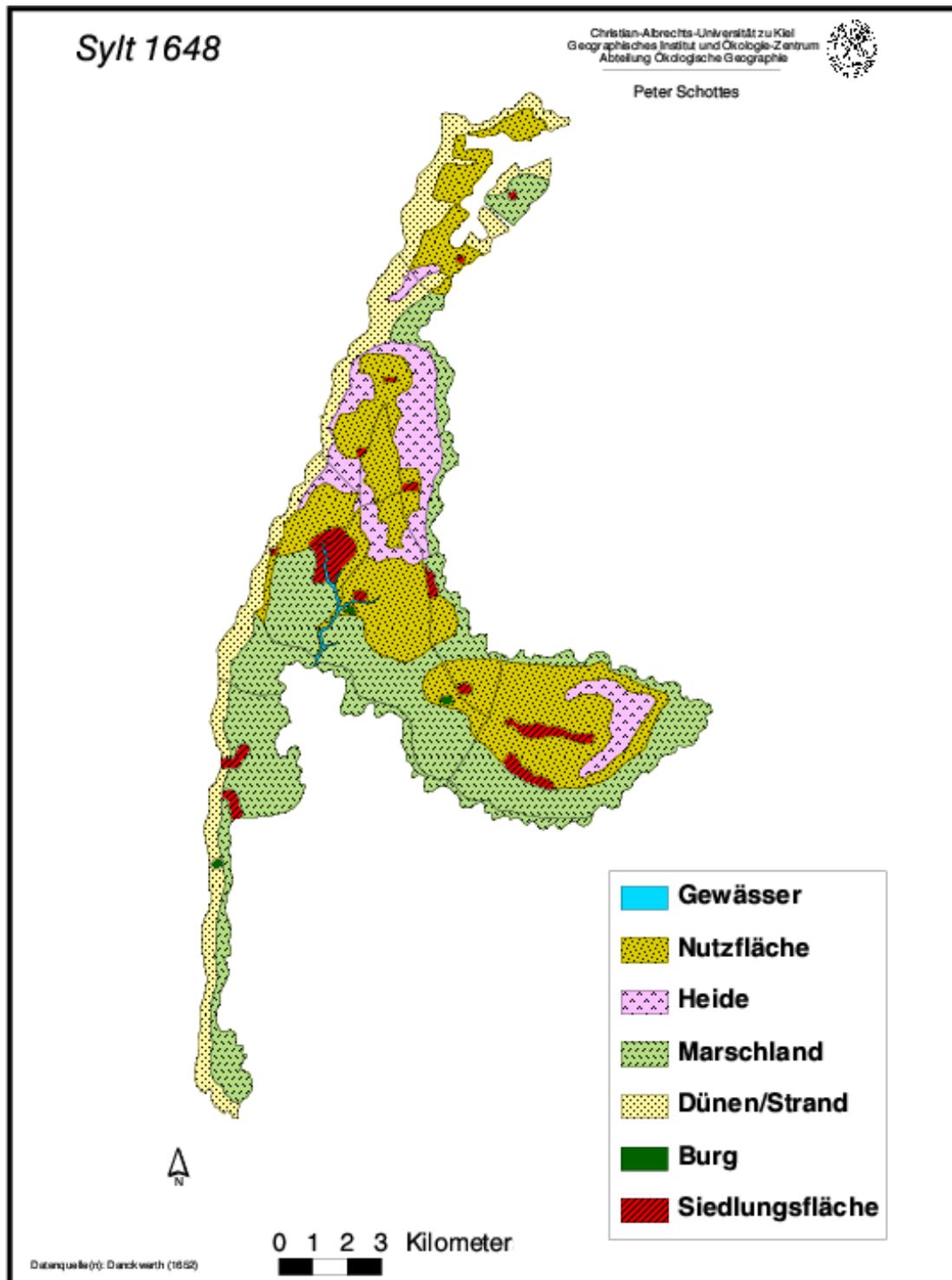
Das Festland war in dieser Zeit - zumindest bei Niedrigwasser - offenbar auch ohne Schiff erreichbar, wie verschiedene Berichte über diese Zeit belegen (Hansen 1845, Müller u. Fischer 1938; Newig 1980).

b) Karte von 1648

Die schon auf der 1240er-Karte erkennbaren Wasserläufe sind als Vorläufer der heutigen Tiderinnen anzusehen, damals noch mit geringeren Wassertiefen. Im Zeitraum zwischen 1240 und 1648 (Karte 2) gab es einige schwere Sturmfluten, die das Bild der Insel und der ganzen Westküste einschneidend veränderten. Hier sind die Luciaflut (1287), die Sturmflut von 1300, die von 1593, besonders aber jene aus dem Jahre 1362 zu nennen, die wohl zum Auseinanderbrechen der "Uthlande" führte. Dementsprechend zeigt sich Sylt auf der Karte von 1648 schon in einer der heutigen sehr ähnlichen Form, wengleich auch hier noch eine Reihe von Ungenauigkeiten in der Darstellung angenommen werden müssen (z. B. starke Buchtungen der westlichen Küstenlinie, die so eher unwahrscheinlich sind). Die Siedlungen sind hier schon flächenhaft dargestellt. Im Einzelnen handelt es sich um die Ortslagen Hörnum, Nibolum, Kampen, Morsum, Archsum, Keitum, Tinnum, Westerland, Braderup, Wenningstedt und List - wobei Letztere nördlich des früheren "Lystum" liegt. Lystum wurde nach 1300 durch Versandungen zerstört. Und auch bei den anderen Ortschaften handelt es sich zum Teil um Neugründungen, weil durch Sturmfluten oder Dünenwanderungen die ursprünglichen Siedlungsstätten nicht mehr gehalten werden konnten.



Karte 1: Sylt 1240



Karte 2: Sylt 1648

Die in anderen Karten des 17. Jahrhunderts verzeichnete Trennung Lists von der übrigen Insel bestand offenbar in einer Rinne, die bei hohen Wasserständen überflutet war. Zu diesem Zeitpunkt gab es keine Deiche mehr auf Sylt. Sie waren während der 1593er-Sturmflut zerstört worden.

Die Südspitze der Insel ist auffällig breit. Dieses "Faretrap" genannte Gebiet wurde noch bis 1620 landwirtschaftlich genutzt. Offenbar richtig ist die Darstellung zweier nach Norden zeigender Spitzen bei List. Sie sind auch in alten Überlieferungen erwähnt, wo sie die Namen List und Mellhörn tragen (Fischer 1934, Newig 1995). In der Karte von 1796 (Karte 3) ist ein Rest von Mellhörn zu erkennen.

Die Insel hatte seinerzeit vermutlich eine Fläche von gut 115km² und war damit etwa 18km² größer als heute. Diese Werte sind - ebenso wie die in Tabelle 11 - nur als Annäherung an die realen Verhältnisse zu verstehen.

Tabelle 11: Flächennutzung Sylt 1648 (GIS-Auswertung)

Flächennutzung	Größe (km ²)	%-Anteil
Siedlung	4,69	4,07
Burg	0,28	0,24
Dünen	17,12	14,86
Marschland	43,93	38,13
Heide	13,06	11,34
Natürliche Fließgewässer	0,35	0,30
Nutzfläche	35,78	31,06
Gesamt	115,21	100

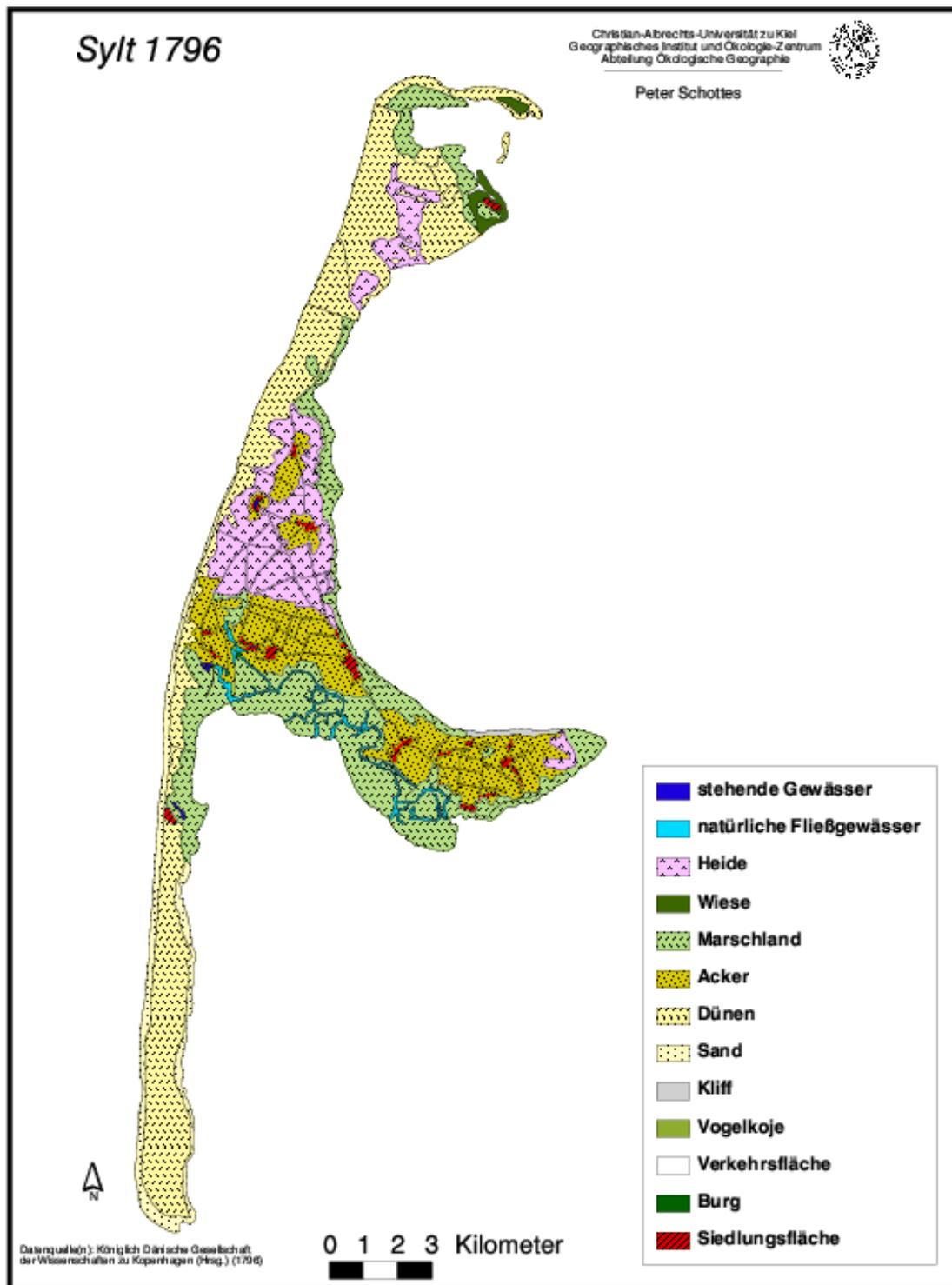
Die Zahlen zeigen die nur sehr schwache Besiedlung der Insel zu dieser Zeit. Danckwerth (1652) gibt die Einwohnerzahl mit 1750 an. Eine landwirtschaftliche Nutzung war nur schwer möglich, weil die überwiegend aus Dünen und Heide bestehende Landschaft nicht besonders fruchtbar war. Das Marschland wurde offenbar überwiegend zur Viehzucht genutzt. Ackerbau wurde zwar betrieben, war jedoch wenig ergiebig. Gründe dafür können Unkenntnis über Anbaumethoden (falsche Fruchtfolgen, falsche Düngung) oder schlechte klimatische Bedingungen (little ice age) gewesen sein.

Die Haupterwerbsquelle der Sylter Bevölkerung lag damals in der Fischerei. Diese orientierte sich im 17. Jahrhundert von Schellfisch und Heringen zum Walfang um. Nachdem dieser wegen der abnehmenden Walbestände eben-

so unwirtschaftlich geworden war wie zuvor der Fang von Schellfisch und Hering, wandte man sich nun der Handelsschifffahrt zu (Jensen 1925).

c) Karte von 1796

Ins ausgehende 18. Jahrhundert fällt auch die nächste aufbereitete Karte (3) von 1796. Hier wird die in den vergangenen 150 Jahren erfolgte Umgestaltung der Lister Halbinsel sichtbar, deren Form der heutigen bereits sehr nahe kommt. Der Ellenbogen, der offenbar aus Sedimentlieferungen der Geestkerne aufgebaut wurde, ist bereits gut zu erkennen.



Karte 3: Sylt 1796

Das Listland bezog seine Sedimentmasse evtl. auch aus einem im Westen vorgelagerten Geschiebemergelkern.

Die Lage insbesondere von Rantum in großer Nähe zur Küstenlinie gibt einen Hinweis auf die fortschreitende Ostwanderung der Insel, da Ortschaften stets in größerem Abstand zur Küste errichtet wurden. Die Besiedlung ist auf die Inselmitte konzentriert, was angesichts der großen Dünenflächen im Norden und Süden von Sylt nicht verwundert. Die Besiedlung ist nach wie vor gering (2,5% der Inselfläche, Tabelle 12). Der Ackerbau hat offenbar in der Zwischenzeit an Bedeutung gewonnen: 18% der Inselfläche werden ackerbaulich genutzt.

Aus den GIS-Daten lässt sich für Sylt im Jahre 1796 eine Gesamtfläche von 98,99 km² errechnen. Tabelle 12 zeigt die absoluten und relativen Häufigkeiten der Flächennutzungen.

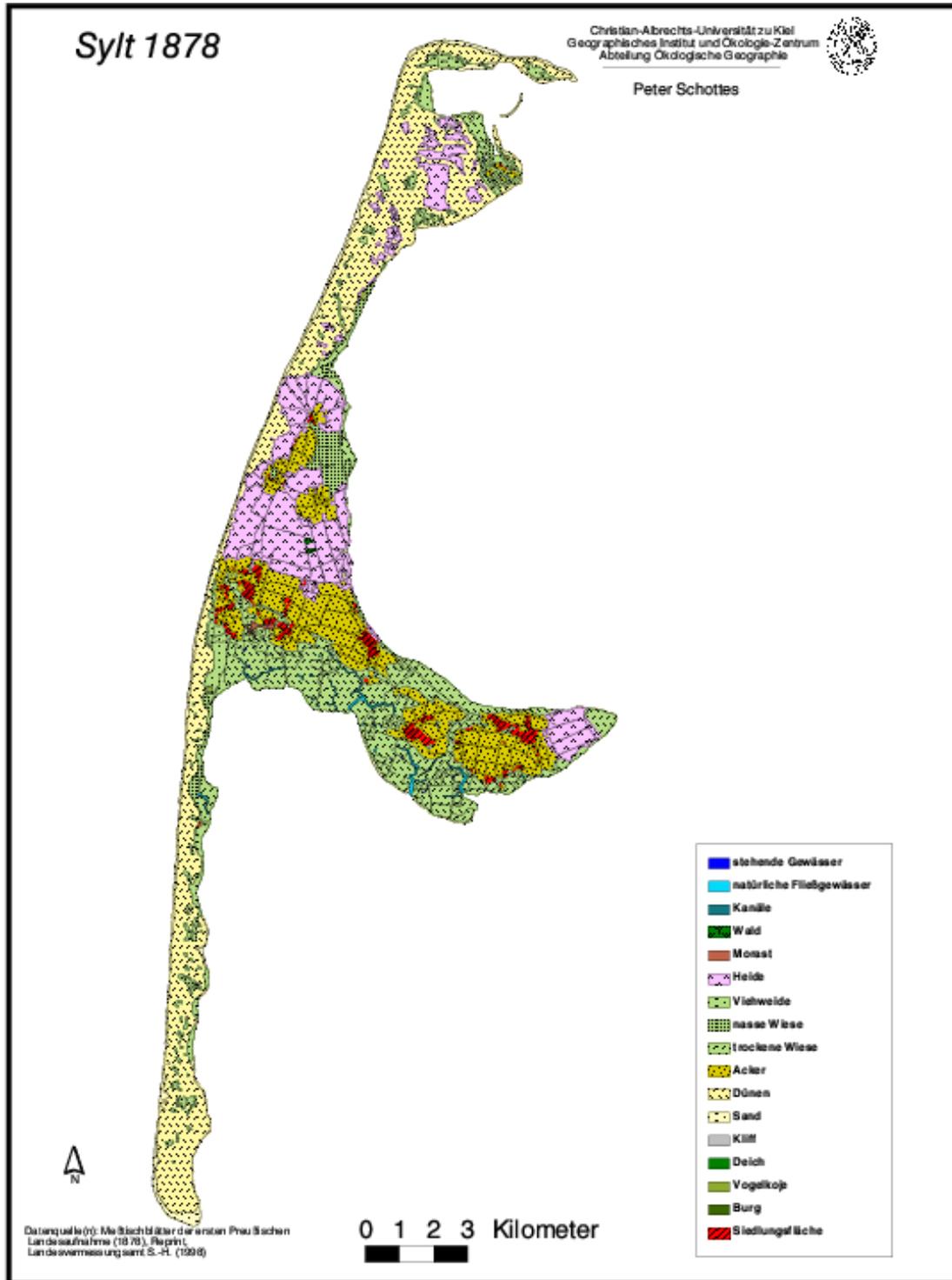
Tabelle 12: Flächennutzung Sylt 1796

Flächennutzung	Größe (km ²)	%-Anteil
Siedlung	2,53	2,56
Verkehr	1,13	1,14
Acker	17,89	18,07
Kliff	0,46	0,46
Strand	5,62	5,68
Dünen	32,31	32,64
Marschland	25,6	25,86
Heide	13,45	13,59
Gesamt	98,99	100

d) Karte von 1878

In den ersten beiden Jahrzehnten des 19. Jahrhunderts blieb Sylt von schweren Sturmfluten verschont. 1825 gab es wieder eine Sturmflut, die die Ackersländereien Morsums, Archsums sowie Teile der Ackerflächen von Keitum, Tinnum und Westerland zerstörte und zum Bruch der Deiche zwischen Westerland und Tinnum sowie des Listlandes führte (Booyen 1828). Bis 1878, dem Zeitpunkt der nächsten kartografischen Aufnahme (Karte 4) kam es im Wesentlichen zu folgenden Veränderungen der Insel (-gestalt): Der Ellenbogen dehnte sich nach Norden und Osten aus, während sich die Hörnum Odde nach Süden hin verlängerte. Das Material für beide Gebiete stammte von der Westküste, die im selben Zeitraum weiter ostwärts verlagert wurde. Die

GIS-Berechnungen für die 1878er-Karte bestätigen dies, denn hier werden im Vergleich mit 1796 Verluste in den Kategorien Düne, Strand und Kliff deutlich (Tabelle 13). Man begann, die leeseitigen Hänge der Dünen zu bepflanzen. Da die Sandverluste an der Luvseite der Dünen anhielten, nahm in der Folge die Dünenbreite ab (Müller u. Fischer 1938). Die Anlage von Entwässerungsgräben zeugt von Bemühungen, die Landwirtschaft zu intensivieren. 1878 hatten Ackerflächen in etwa denselben Anteil an der Gesamtfläche wie 1796.



Karte 4: Sylt 1878

Zum Zeitpunkt der 1878er-Karte gab es bereits Anstrengungen im Küstenschutz in Form von Bühnenbauten an der Westküste, die jedoch langfristig nicht erfolgreich waren. Tabelle 13 gibt eine Übersicht über die Flächennutzungen in 1878 und ihren Anteil an der Gesamtfläche von 93,37km².

Tabelle 13: Flächennutzung Sylt 1878

Flächennutzung	Flächengröße (km ²)	%-Anteil
Siedlung	3,42	3,66
Verkehr	2,06	2,21
Acker	15	16,07
Kliff	0,33	0,35
Strand	3,54	3,79
Dünen	28,89	30,94
Marschland	25,38	27,18
Heide	14,75	15,80
Gesamt	93,37	100,00

Bereits 1855 setzte eine Entwicklung ein, die Sylt in der Wahrnehmung der Menschen mindestens ebenso nachhaltig geprägt hat wie ihre ständige Bedrohung durch die Kraft der Wellen: Das Bad Westerland wurde gegründet und markiert den Anfangspunkt der touristischen Erschließung und Entwicklung der Insel. Die Auswirkungen dieser Entwicklung lassen sich an einem Vergleich der 1878er-Karte (Karte 4) mit den Bestandskarten aus der Landschaftsplanung von 1996 ablesen (Karten 6-13).

Sylt hat sich in den vergangenen 120 Jahren von einer nicht besonders bedeutsamen, eher landwirtschaftlich genutzten Nordseeinsel zu einem der beliebtesten und bekanntesten Urlaubsziele in Deutschland entwickelt. Die Insel ist intensiv genutzt, weitestgehend für den Fremdenverkehr erschlossen und lebt ganz überwiegend vom Tourismus. Dies wird nicht nur durch einen Blick auf die Karten deutlich, sondern kann auch anhand der vorliegenden Zahlen zur heutigen Flächennutzung sowie den Tourismusdaten aus den vergangenen 100 Jahren leicht nachvollzogen werden (Kapitel 5.5.2).

1880 wurden auf Sylt 2017 Gäste gezählt, 1895 waren es bereits 10000 pro Saison. Mit den steigenden Gästezahlen begann eine rege Bautätigkeit, von deren Ergebnissen man sich noch heute vor Ort überzeugen kann. Mit der Aussicht auf lohnende Einnahmen wurden zunehmend auch festländische Investoren auf Sylt aktiv, die den Gefahren durch Sturmfluten zunächst keine

große Beachtung schenken. Um die einmal errichteten Werte zu sichern, begann dann in der Folge der Versuch, die Küstenlinie in ihrer Form zu (er)halten (zu den Anfängen von Tourismus und Küstenschutz Besch 1996 und Newig 1987). Die wesentlichen Veränderungen der Inselgestalt und der Flächennutzung zwischen 1878 und 1996 sind:

- weitere Ostverlagerung der Westküste
- Rückgang der Hörnum Odde (seit Anfang der 1970er-Jahre)
- Verlängerung des Ellenbogens nach Norden
- Zunahme der besiedelten Fläche
- Zunahme der Verkehrsfläche
- Hinzukommen von Industrieflächen
- Zunahme der Waldfläche (durch Aufforstung)

5.5.2 Heutige Situation Sylts

Zur Einschätzung der aktuellen Situation des Sylter Naturraumes liefern die Bestandskarten der Sylter Landschaftsplanung eine gute Grundlage. Weiterhin wurden Informationen aus den Entwicklungskarten der Landschaftsplanung sowie Daten des Statistischen Landesamtes (1997a, 1997b), von Streitz (in Vorbereitung) sowie des UBA (1997) herangezogen.

Sylt ist mit einer Gesamtlänge von ca. 37 km und einer Fläche von fast 97 km² die größte der nordfriesischen Inseln. Während die Westküste der Brandung der Nordsee ausgesetzt ist, grenzt die Ostküste an das weltweit einzigartige Ökosystem Wattenmeer an, das seit 1985 per Gesetz als Nationalpark geschützt ist (Nationalparkgesetz 1985).

Nach einer wechselvollen Geschichte, die in der Vergangenheit vor allem durch die Anpassung an die sich verändernde Inselgestalt (Verkleinerung, Ostverlagerung, Kap. 5.5.1) infolge der Brandungswirkung der Nordsee gekennzeichnet war, entwickelte sich Sylt seit Ende des 19. Jh. erst langsam, dann mit zunehmender Geschwindigkeit zu *der* deutschen Urlaubsinsel. Gleichzeitig begannen eine rege Siedlungstätigkeit und die Festlegung der Westküstenlinie mit verschiedensten Mitteln des Küstenschutzes. Waren vorher Fischerei und Landwirtschaft die einzigen bedeutsamen Einnahmequellen für die Inselbewohner, so wurde nun der Fremdenverkehr zum dominierenden Wirtschaftsfaktor - und ist es bis heute geblieben.

Vergleicht man Sylt mit den anderen nordfriesischen Inseln bzw. den festländischen Gemeinden im Kreis Nordfriesland, wird die Sonderstellung der Insel deutlich (Abbildung 15): So liegt der Anteil der landwirtschaftlichen Fläche -

bezogen auf ganz Sylt - bei knapp 28%, während er im Gemeindedurchschnitt für den Kreis Nordfriesland bei 77% liegt. Der Anteil der Siedlungs- und Verkehrsfläche an der Gemeindefläche beträgt auf Sylt 19%, im Durchschnitt für den Kreis Nordfriesland nur 11%. Durch den Vergleich mit den Durchschnittswerten für den Kreis wird auch die intensive Bebauung der Insel deutlich.

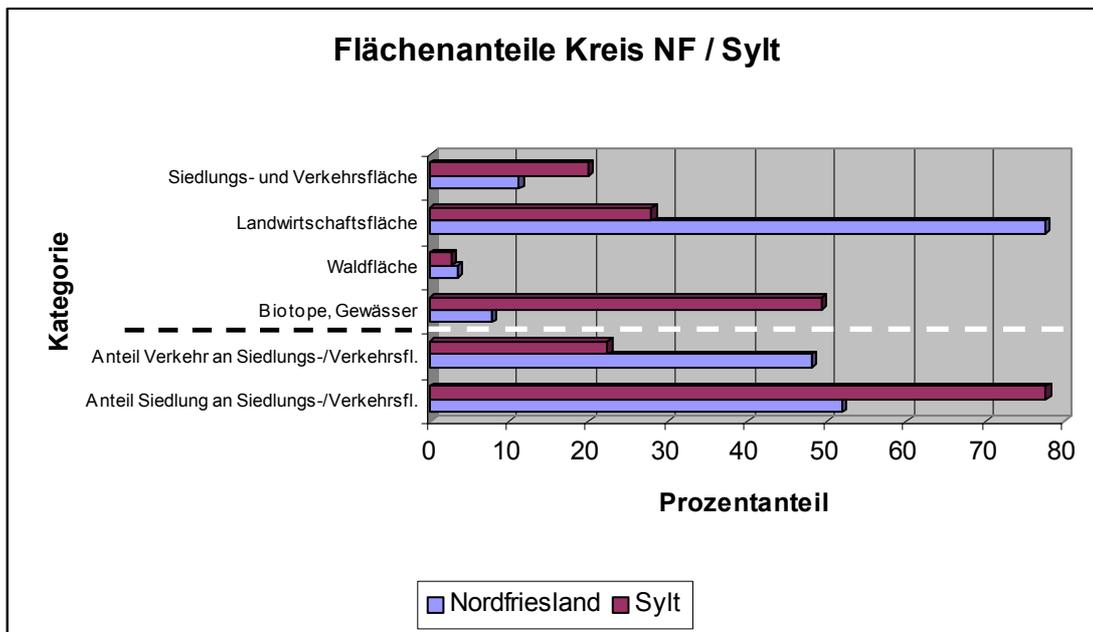


Abbildung 15: Flächenanteile Kreis Nordfriesland und Sylt im Vergleich (Quellen: Streit in Vorbereitung; Landschaftspläne Sylt)

Die Verteilung von genutzten (d. h. weitestgehend überbauten) Flächen und Freiflächen veranschaulicht Abbildung 16:

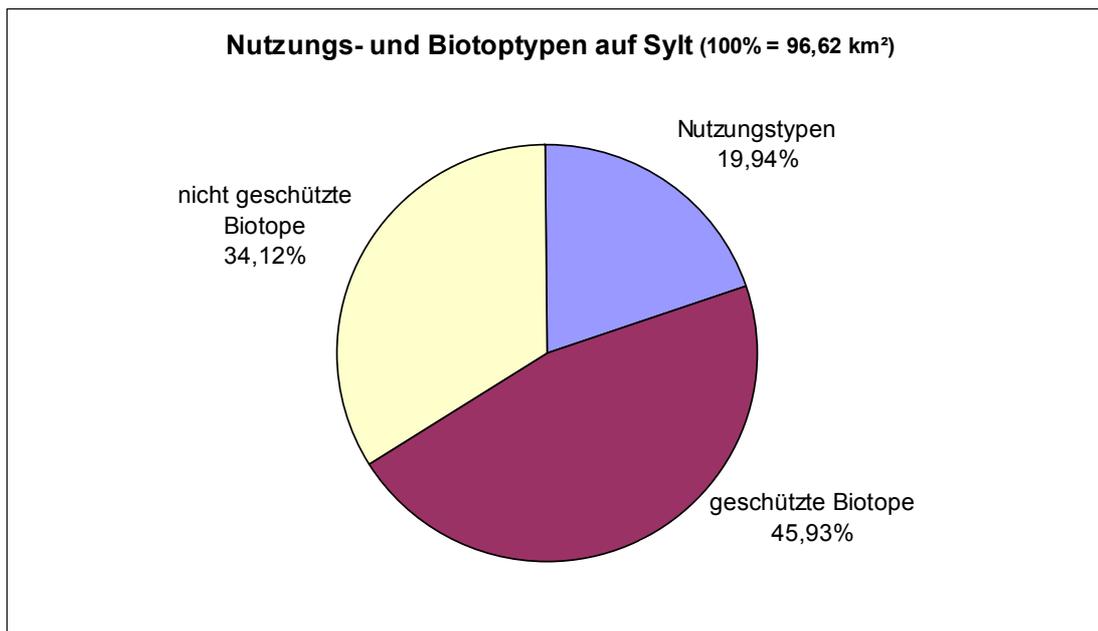


Abbildung 16: Flächenanteile von Nutzungs- und Biotoptypen auf Sylt (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Wenn in Abbildung 16 von „Nutzungstypen“ die Rede ist, die rund 20% der Fläche ausmachen, so bedeutet dies nicht, dass die übrige Inselfläche nicht genutzt wird. In die Kategorie Nutzungstypen fallen vielmehr alle Flächen, die in irgendeiner Form erschlossen bzw. überbaut sind. Sie lassen sich durch die (Unter-) Kategorien Wohnbau- und Gewerbenutzung, Grünanlagen/Parks, Sport- und Freizeitnutzung, Ver- und Entsorgung und sonstige Nutzungen beschreiben (Karten 6-13). Zu den anderen 80% der Fläche gehören sowohl der Strand und die Dünen als wesentliche „Nutzungsräume“ des Tourismus als auch die landwirtschaftlich genutzten Flächen. Einen genaueren Blick auf die einzelnen Nutzungen und Biotoptypen erlauben Abbildung 17 und Abbildung 18.

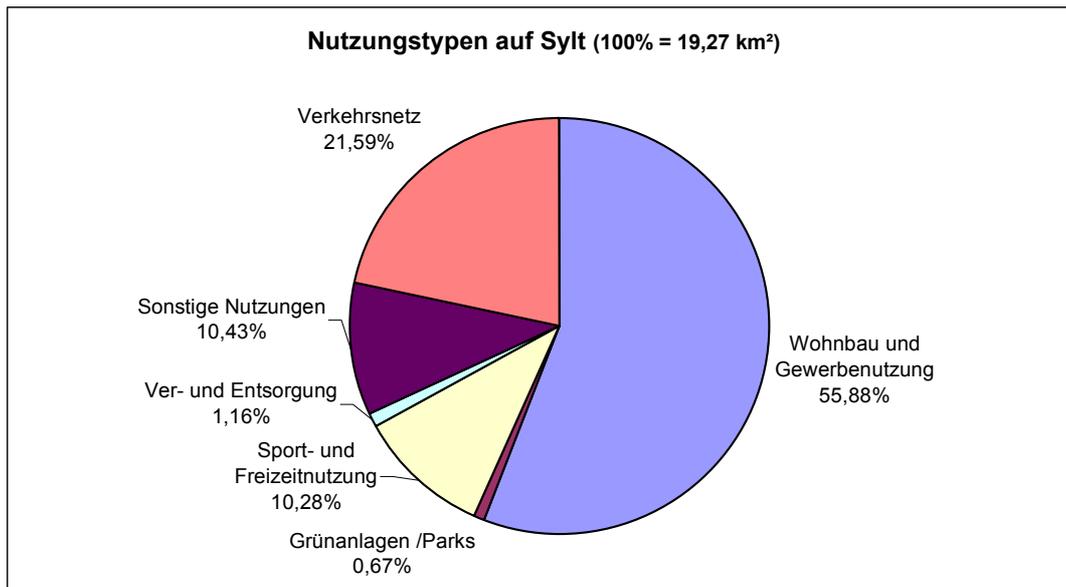


Abbildung 17: Flächenanteile der Nutzungstypen auf Sylt (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Die dominierenden Nutzungsarten sind Wohnen, Gewerbe und Verkehr. Sie machen zusammen rund 77% der gesamten Nutzungstypen aus. Ebenfalls einen großen Anteil haben Flächen zur Sport- und Freizeitnutzung. Sonstige Nutzungen (hierunter fallen u. a. Sondernutzungen Bund, Häfen sowie Aufschüttungs- und Abgrabungsflächen und Deponien) belegen weitere 10% der Fläche (Abbildung 17).

Im Bereich der Biotoptypen ergibt sich folgendes Bild (Abbildung 18): Dünen und küstennahe Biotope dominieren, gefolgt von landwirtschaftlicher Nutzung - wobei hier die Grünlandnutzung den größeren Flächenanteil gegenüber Ackernutzung hat. Die übrige Fläche verteilt sich auf Heide- und Feuchtvegetation, Wald, Gewässer und sonstige Biotope. In Abbildung 18 wird nicht zwischen geschützten und ungeschützten Biotopen unterschieden.

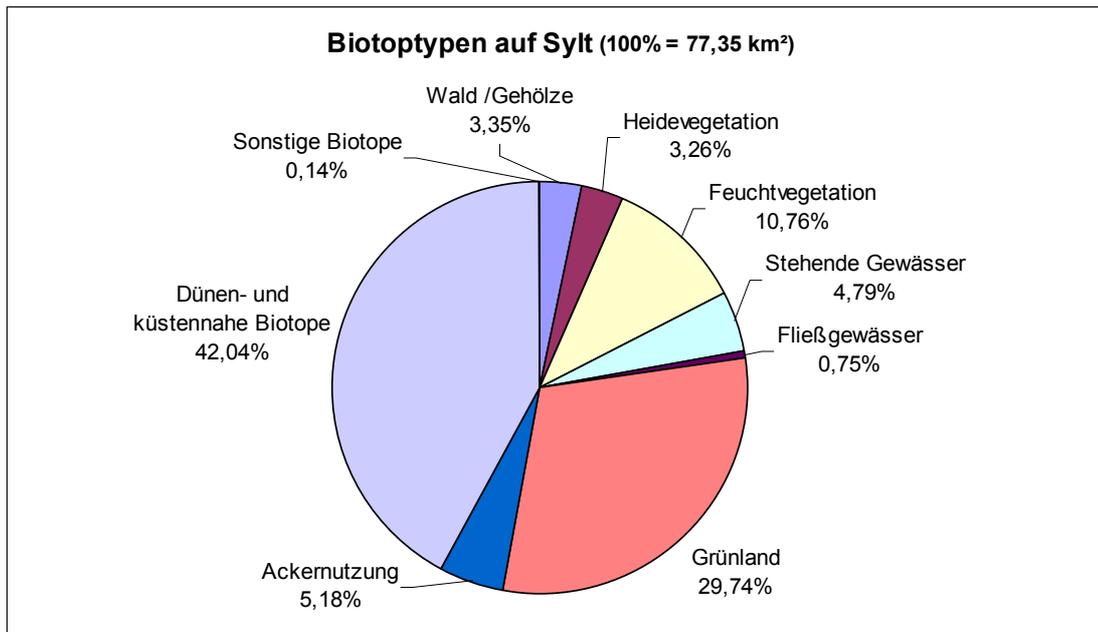


Abbildung 18: Flächenanteile der Biotypen auf Sylt (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Neben den auf Grund von §15a, b (LNatSchG SH) geschützten Einzelflächen gibt es eine ganze Reihe von Schutzgebieten auf Sylt, und zwar sowohl Landschaftsschutzgebiete als auch Naturschutzgebiete. Seitens der Landschaftsplanung sind zudem Flächen vorgeschlagen worden, die zukünftig als LSG, NSG oder als FFH-Gebiet geschützt werden könnten. Der Bestand an Schutzgebieten und die Vorschläge sind in Abbildung 19 und Karte 13 dargestellt. Hierbei ist zu beachten, dass insbesondere die FFH-Gebiete überwiegend in bereits bestehenden Naturschutzgebieten liegen. Insofern ist eine Aufsummierung der einzelnen qkm-Angaben zu einer „Gesamtfläche“ nicht zulässig.

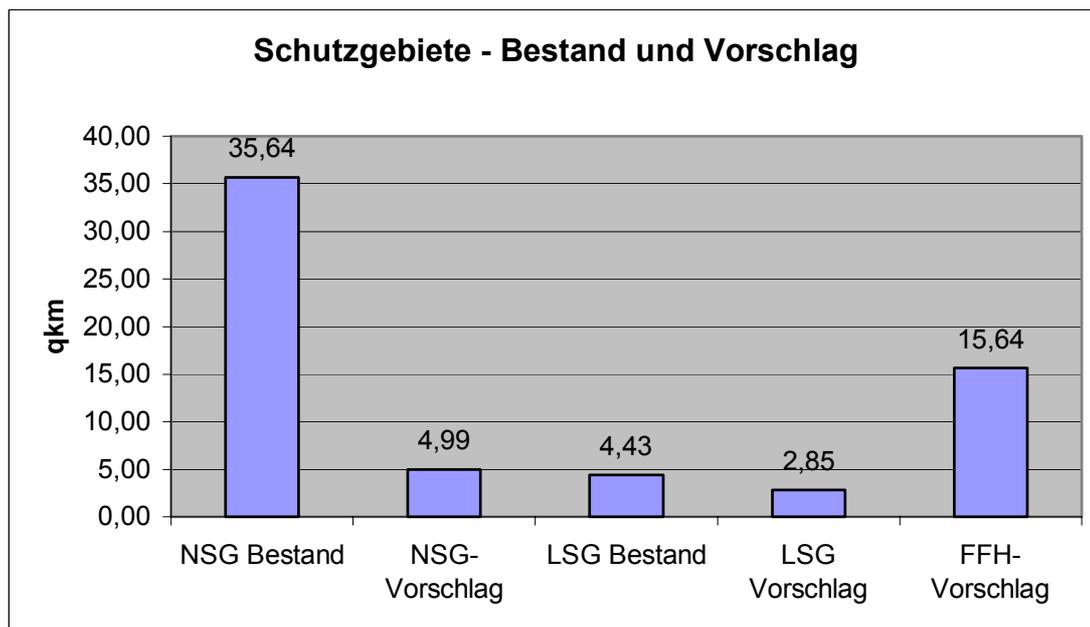


Abbildung 19: Bestehende und vorgeschlagene Schutzgebiete auf Sylt (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Am Beispiel der bestehenden Naturschutzgebiete wird jedoch deutlich, dass der Anteil geschützter Flächen (bei einer Inselfläche von 99,7 qkm sind es 35,74 %) im Vergleich etwa zum Bundes- aber auch zum Landesdurchschnitt sehr hoch ist. So sind in Deutschland etwa 1,9 % der Fläche in Form von Naturschutzgebieten geschützt, in Schleswig-Holstein sind es nur 1,1 % (UBA 1997).

Vergegenwärtigt man sich die Tatsache, dass der überwiegende Teil der Strand- und Dünenlandschaft touristisch genutzt wird - und sei es in Form von Trampelpfaden und Radwegen durch die Dünen - und rechnet dann noch die Anteile der Kategorie Sport- und Freizeitnutzung hinzu (Abbildung 17, hierunter fallen u. a. Golfplätze, Schwimmbäder, Sport- und Spielplatzanlagen, aber auch Campingplätze), wird deutlich, dass der Fremdenverkehr im Vergleich zu allen anderen Wirtschaftsfaktoren einen sehr hohen Stellenwert für Sylt hat. Darüber hinaus handelt es sich bei zahlreichen in der Kategorie Wohnbau und Gewerbenutzung erfassten Gebäuden um Ferienwohnungen bzw. Häuser, in denen Zimmer vermietet werden. Nach Angaben des Tourismus-Service Sylt standen 1997 rund 53.000 Gästebetten zur Verfügung, die Zahl der Übernachtungen betrug in diesem Jahr rund 5 Mio. Die Daten der Firma regio select (Kap. 4.9) weisen für Sylt einen hohen Anteil an gastronomischem Gewerbe aus und eine im Vergleich zum Bundesdurchschnitt deutlich höhere Kaufkraft der Sylter Bevölkerung.

Die Betrachtung der einzelnen Gemeinden ermöglicht einen differenzierteren Blick auf Sylt.

List

In List machen die Nutzungstypen nur knapp 10% (1,91 km²) an der Gemeindefläche aus. Beim überwiegenden Teil der Gemeindefläche handelt es sich um geschützte Biotop (überwiegend Dünen, Abbildung 20).

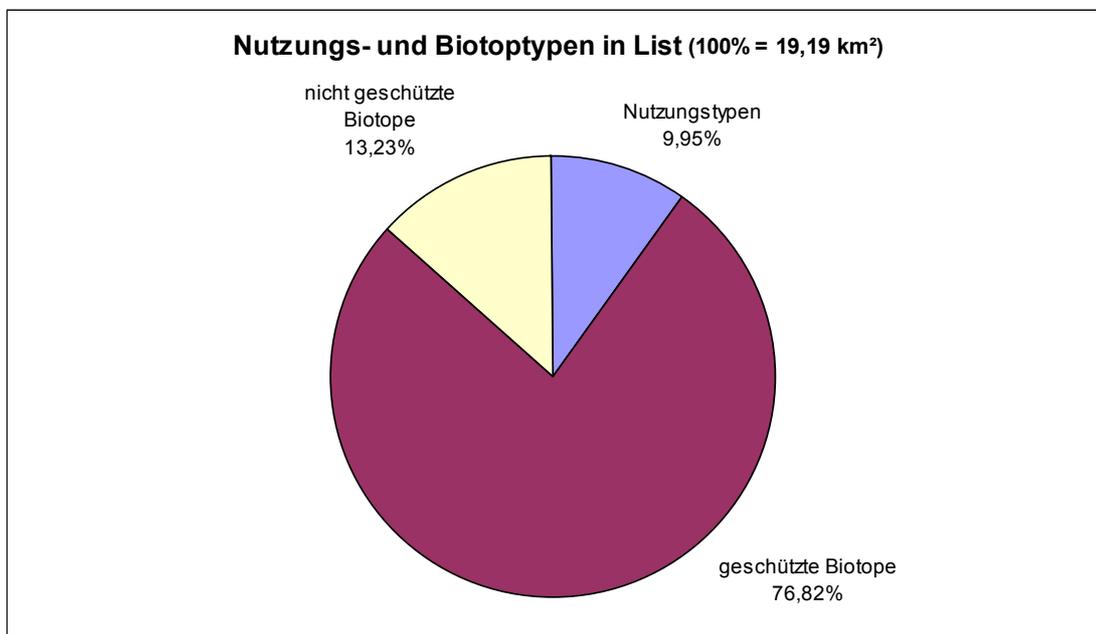


Abbildung 20: Nutzungs- und Biotoptypen in List (Quelle: Sylter Landschaftspläne)

Ein Blick auf die Verteilung innerhalb der Nutzungstypen zeigt dagegen wieder das für die gesamte Insel typische Bild: Wohnen, Gewerbe und Verkehr dominieren mit insgesamt gut 78%. Auch die übrigen Kategorien verteilen sich im Wesentlichen so, wie in Abbildung 17 für die ganze Insel dargestellt. Lediglich die Sport- und Freizeitnutzung nimmt mit 2,29% einen geringeren Flächenanteil ein (Abbildung 21).

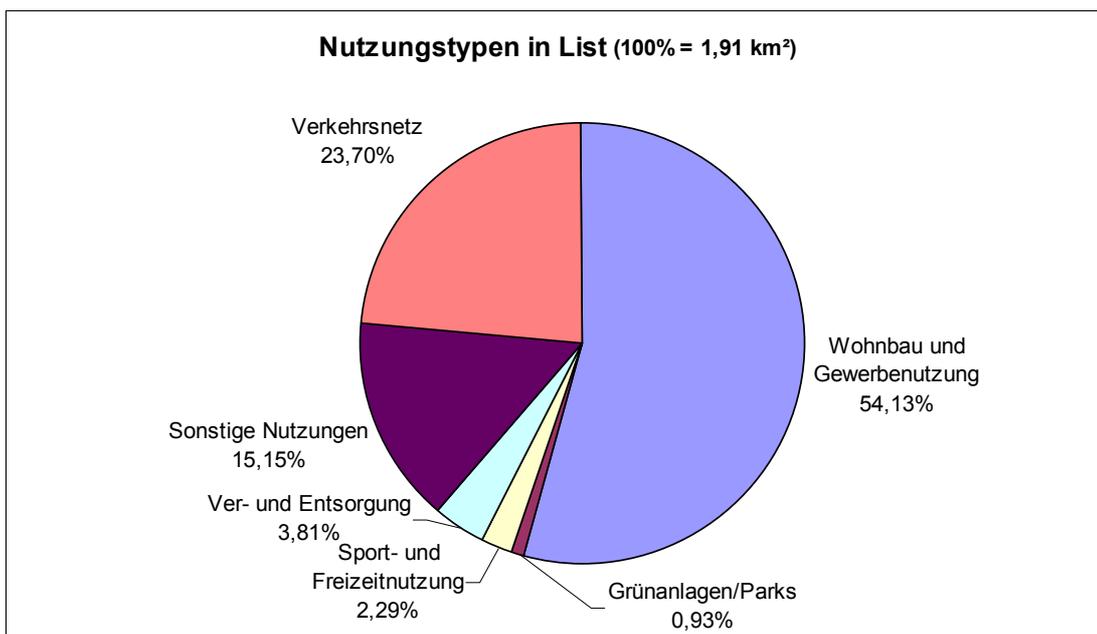


Abbildung 21: Nutzungstypen in List (Quelle: Sylter Landschaftspläne)

Landwirtschaftliche Nutzung spielt in List so gut wie keine Rolle. Stattdessen dominieren mit fast 90% Dünen und küstennahe Biotope (Abbildung 22). Nur in Hörnum liegt der Anteil dieser Biotoptypen an der gesamten Biotoptfläche noch höher - die Inselenden nehmen also diesbezüglich im Vergleich zu den übrigen Gemeinden eine gewisse Sonderstellung ein.

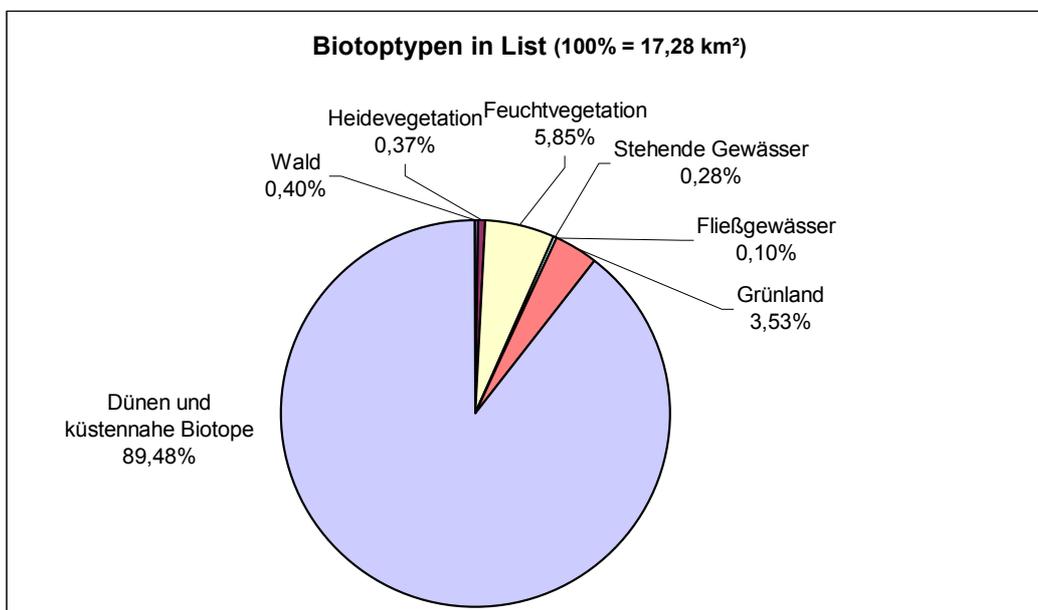


Abbildung 22: Biotoptypen in List (Quelle: Sylter Landschaftspläne)

Kampen

In Kampen sind ein Fünftel (20,92%) der Gemeindefläche genutzt. Gut 55 % der Fläche sind geschützte Biotope und bei etwa 24 % handelt es sich um

nicht geschützte Biotop (Abbildung 23). Innerhalb der Nutzungstypen dominieren in Kampen Wohnen und Gewerbe, und zwar stärker als in allen anderen Gemeinden (70,26%). Nur in Westerland ist der Anteil dieser Nutzungskategorie ähnlich hoch (70,20%, s. u.). Zusammen mit den Verkehrsflächen machen Wohn- und Gewerbeflächen fast 90% der baulich erschlossenen Fläche aus (Abbildung 24).

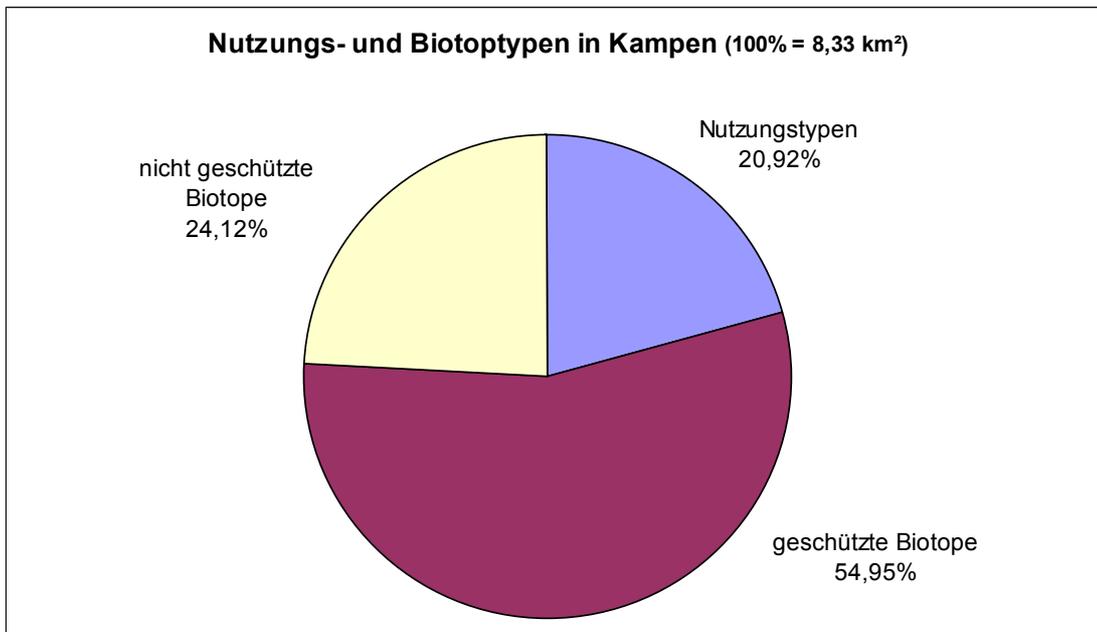


Abbildung 23: Nutzungs- und Biotoptypen in Kampen (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

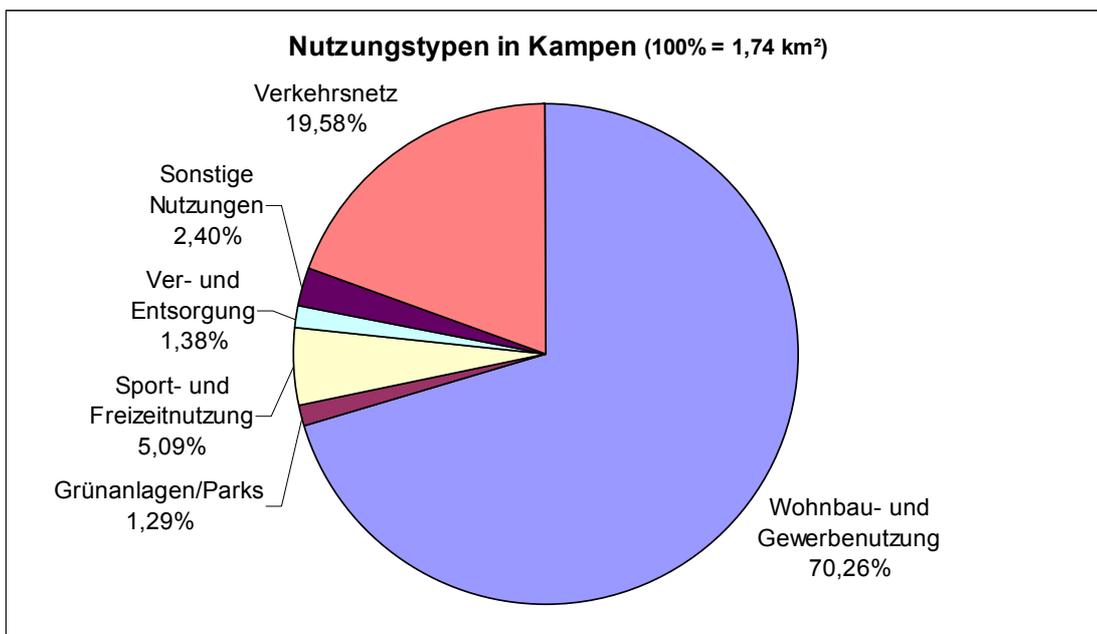


Abbildung 24: Nutzungstypen in Kampen (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Bei über der Hälfte aller Biotoptypen handelt es sich auch in Kampen um Dünen und küstennahe Biotope (52,94%). Der Waldanteil liegt mit rund 11% deutlich über dem Inseldurchschnitt (3,35%). Landwirtschaftliche Nutzung tritt hingegen nur auf rund 12% der Biotopfläche auf. Ausgeprägt ist in Kampen auch die Heidevegetation mit knapp 10% der Biotopfläche (Abbildung 25).

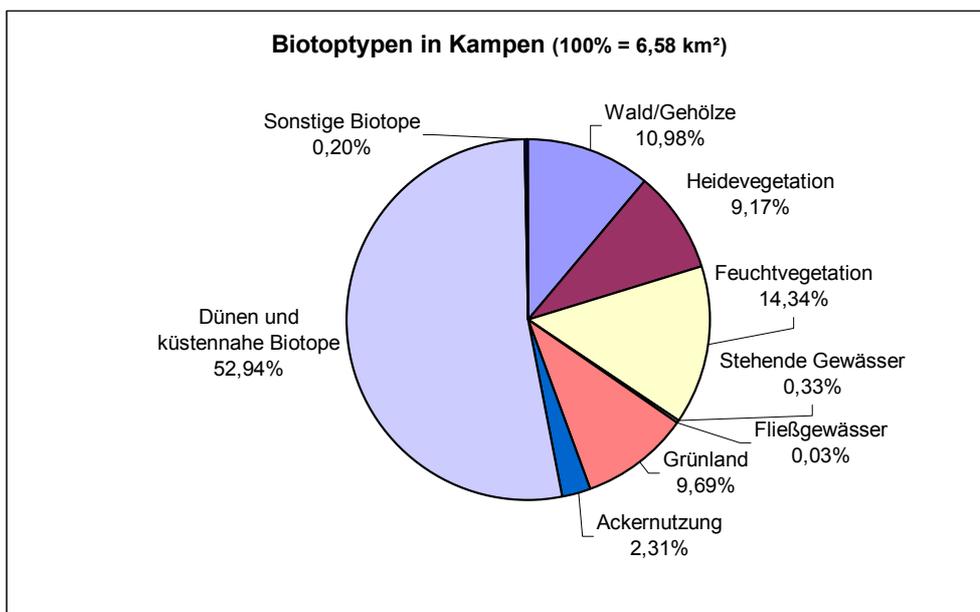


Abbildung 25: Biotoptypen in Kampen (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Wenningstedt

Der Anteil der baulich erschlossenen Fläche an der gesamten Gemeindefläche liegt in Wenningstedt mit 41,67% höher als in jeder anderen Sylter Gemeinde. Gut 37% der Fläche sind geschützte Biotope, 21% sind nicht geschützte Biotope und Freiflächen (Abbildung 26).

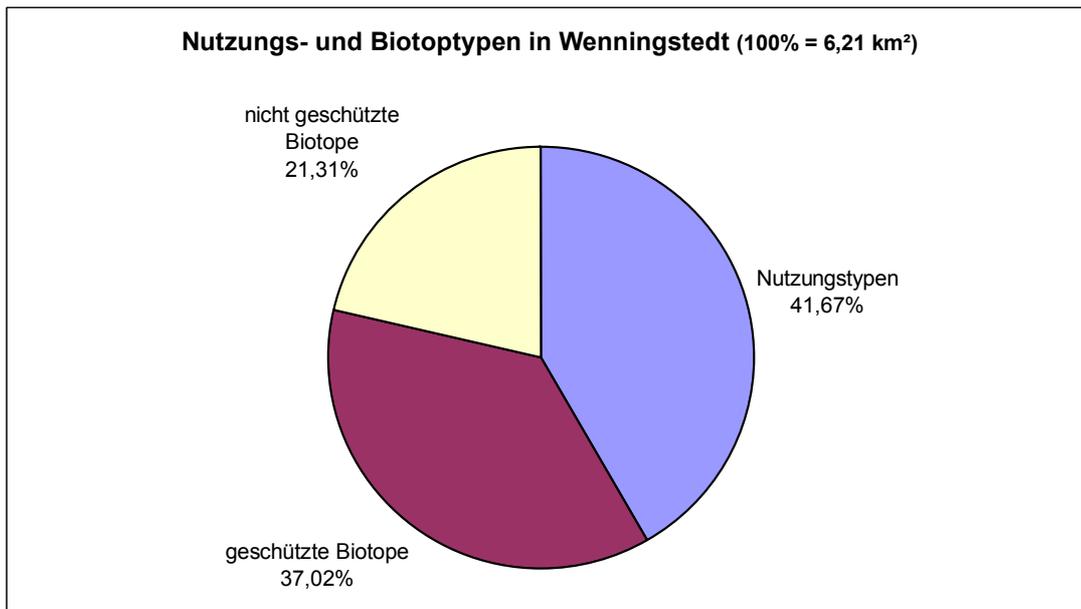


Abbildung 26: Nutzungs- und Biotoptypen in Wenningstedt (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Bei näherer Betrachtung der Nutzungstypen fällt vor allem auf, dass Flächen zur Sport- und Freizeitnutzung mit 28,72% aller Flächen der Oberkategorie Nutzungstypen sehr stark vertreten sind. Dies ist mit dem Vorhandensein eines Golfplatzes in der Gemeinde zu erklären. Daneben gibt es keine auffälligen Flächendominanzen (Abbildung 27).

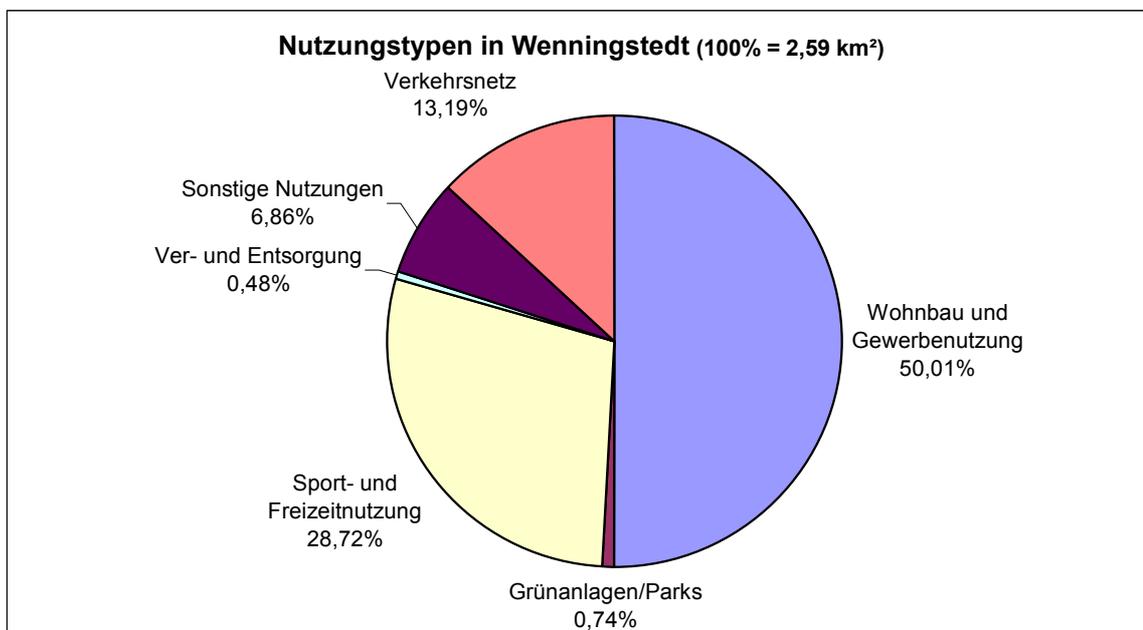


Abbildung 27: Nutzungstypen in Wenningstedt (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Im Bereich der Biotoptypen dominiert im Gegensatz zu fast allen anderen Sylter Gemeinden in Wenningstedt die landwirtschaftliche Nutzung mit fast 47% (Grünland: 39,58%, Acker 6,95%). Dünen und küstennahe Biotope

nehmen hier nur 20,26% der gesamten Biotopfläche ein. Erwähnenswert ist außerdem ein relativ hoher Anteil an Heidevegetation von gut 22% (Abbildung 28).

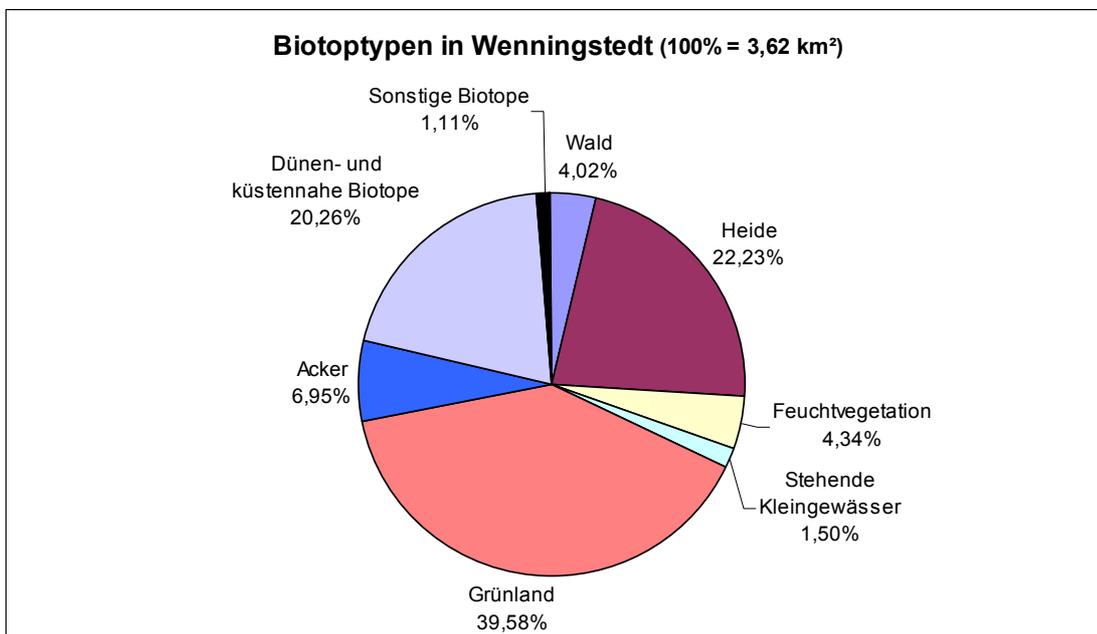


Abbildung 28: Biototypen in Wenningstedt (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Westerland

Etwas über ein Drittel (35,62%) der Gemeindefläche von Westerland fallen in die Kategorie Nutzungstypen (Abbildung 29). Nur in Wenningstedt ist der prozentuale Anteil noch höher. Mit Kampen gemeinsam hat die Gemeinde, dass innerhalb der Nutzungstypen Wohnen und Gewerbe (70,20%) deutlich dominieren. Grünanlagen und Parks machen - wie in den meisten Gemeinden - weniger als 1% aus. Der restliche Flächenanteil verteilt sich auf die Verkehrsflächen (17,75%), sonstige Nutzungen sowie Sport- und Freizeitanlagen (Abbildung 30).

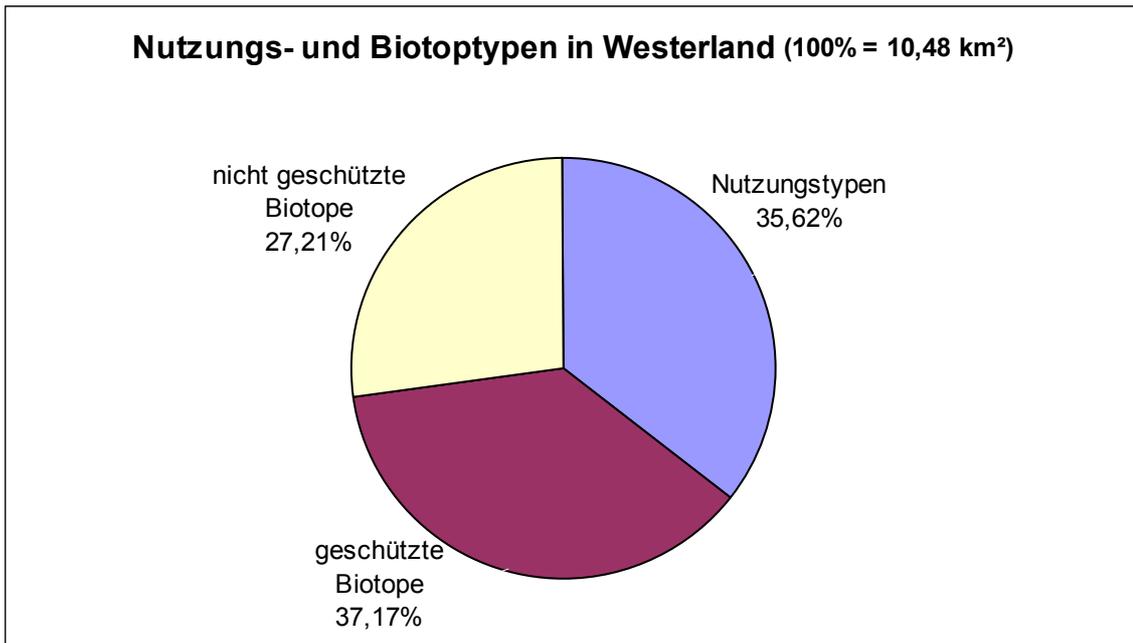


Abbildung 29: Nutzungs- und Biotoptypen in Westerland (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

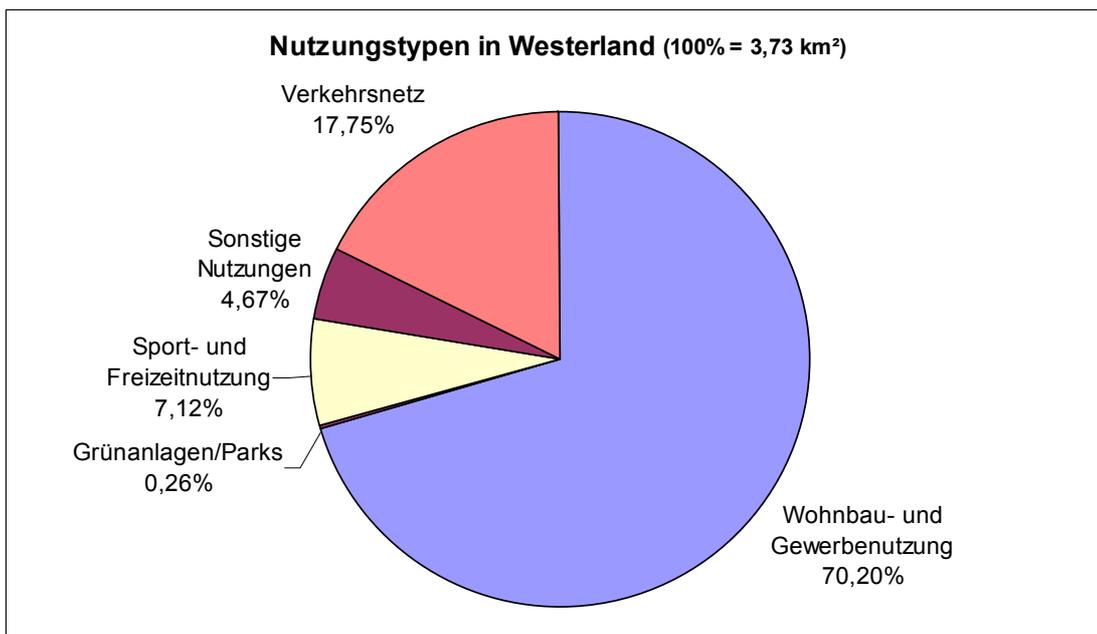


Abbildung 30: Nutzungstypen in Westerland (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Feuchtvegetation und Gewässer dominieren flächenmäßig die Biotopsituation in Westerland. Zusammen genommen sind sie mit gut 36% der Biotopfläche flächenmäßig stärker vertreten als die Dünen und küstennahen Biotope. Diese machen etwa 32% der Fläche aus, was nicht verwundert, wenn man sich vergegenwärtigt, dass Westerland in weiten Bereichen unmittelbar bis an den Strand bebaut ist (Abbildung 31).

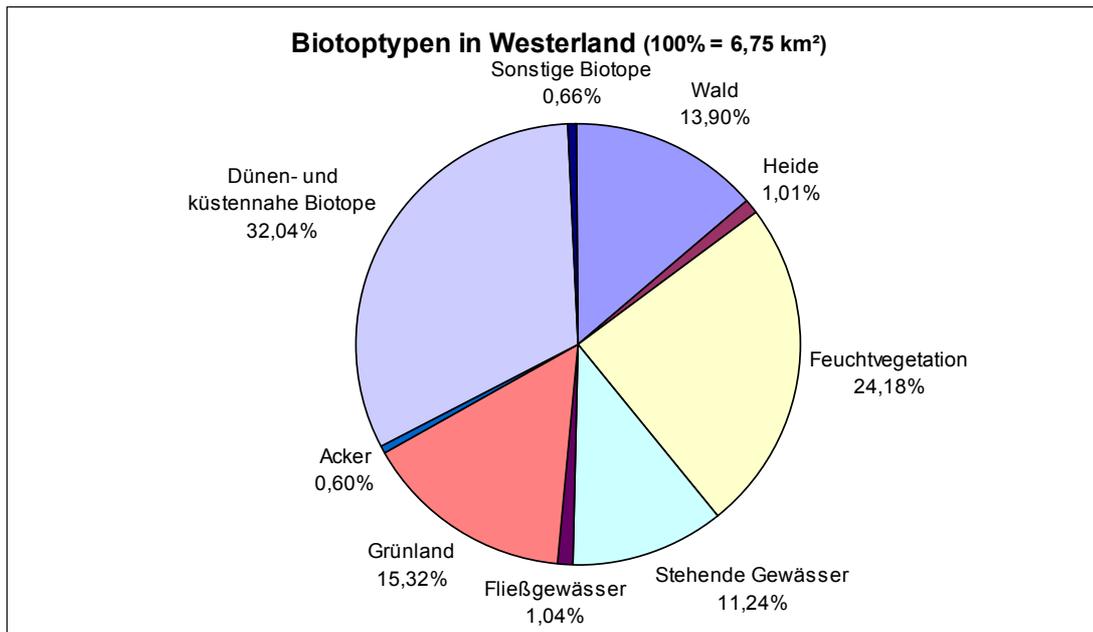


Abbildung 31: Biotoptypen in Westerland (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Sylt-Ost

Im Vergleich der Flächenanteile zwischen den Kategorien Nutzungstypen und Biotoptypen wird bereits die Sonderstellung der östlichen Inselgemeinde deutlich (Abbildung 32): Während die Nutzungstypen mit 18,96% noch im Inseldurchschnitt liegen, sind in Sylt-Ost nur 22,18% der Fläche geschützte Biotope - im Gegensatz zu 50,71% im Inseldurchschnitt und zu tw. weit höheren Anteilen dieser Kategorie in anderen Gemeinden. Die Erklärung dafür ist in der intensiven landwirtschaftlichen Nutzung zu sehen (s. u.). Zunächst jedoch werfen wir noch einen Blick auf die Nutzungstypen, die ein schon gewohntes Bild bieten (Abbildung 33): Wohnen, Gewerbe und Verkehr dominieren, Grünanlagen und Parks sind flächenmäßig nur schwach vertreten. Darüber hinaus sind noch sonstige und Sport-/Freizeitnutzungen zu erwähnen.

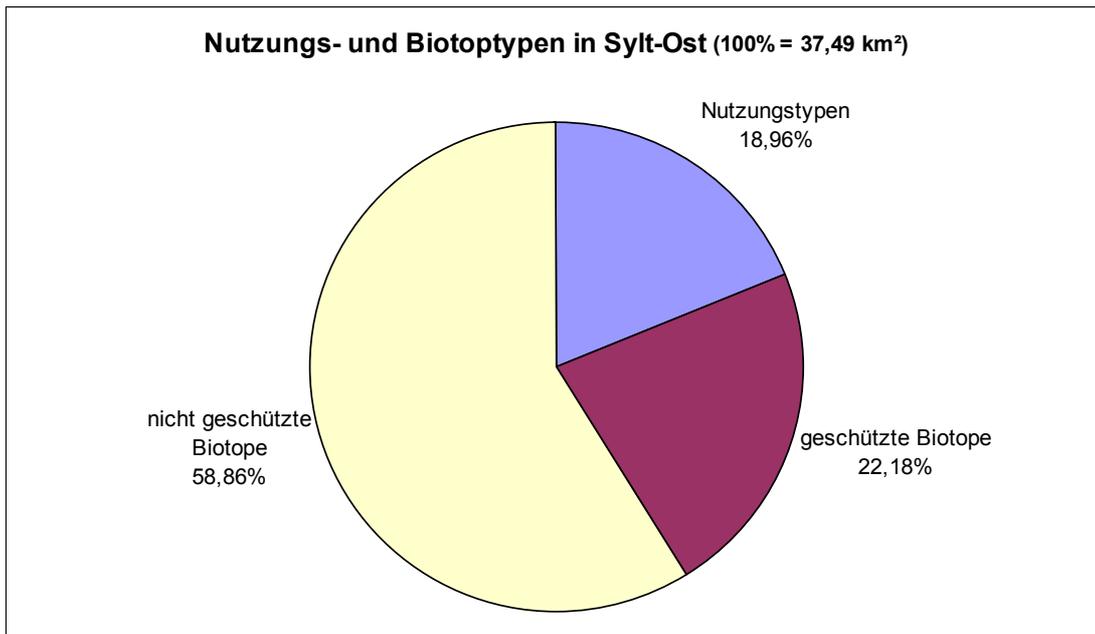


Abbildung 32: Nutzungs- und Biototypen in Sylt-Ost (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

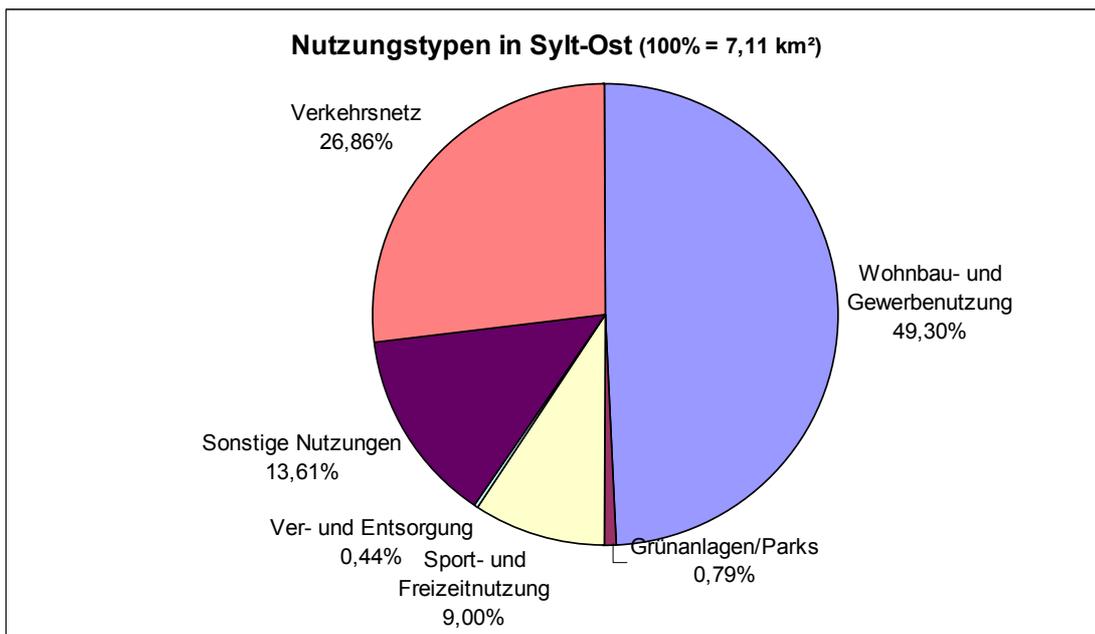


Abbildung 33: Nutzungstypen in Sylt-Ost (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Wie bereits angedeutet, spielt die Landwirtschaft in Sylt-Ost flächenmäßig eine überragende Rolle: Fast 74% der Biotopfläche (Grünland 61,7%, Acker 11,71%) werden landwirtschaftlich genutzt. Gleichzeitig ist Sylt-Ost die größte der Sylter Gemeinden mit einer Gesamtfläche von 37,49 km² - mehr als ein Drittel der gesamten Inselfläche. Neben Grün- und Ackerländereien haben Feuchtvegetation und Gewässer noch nennenswerte Flächenanteile. Die übrigen Biototypen sind nur gering vertreten - erwartungsgemäß gilt dies in

Sylt-Ost auch für die Kategorie Dünen und küstennahe Biotope (Abbildung 34).

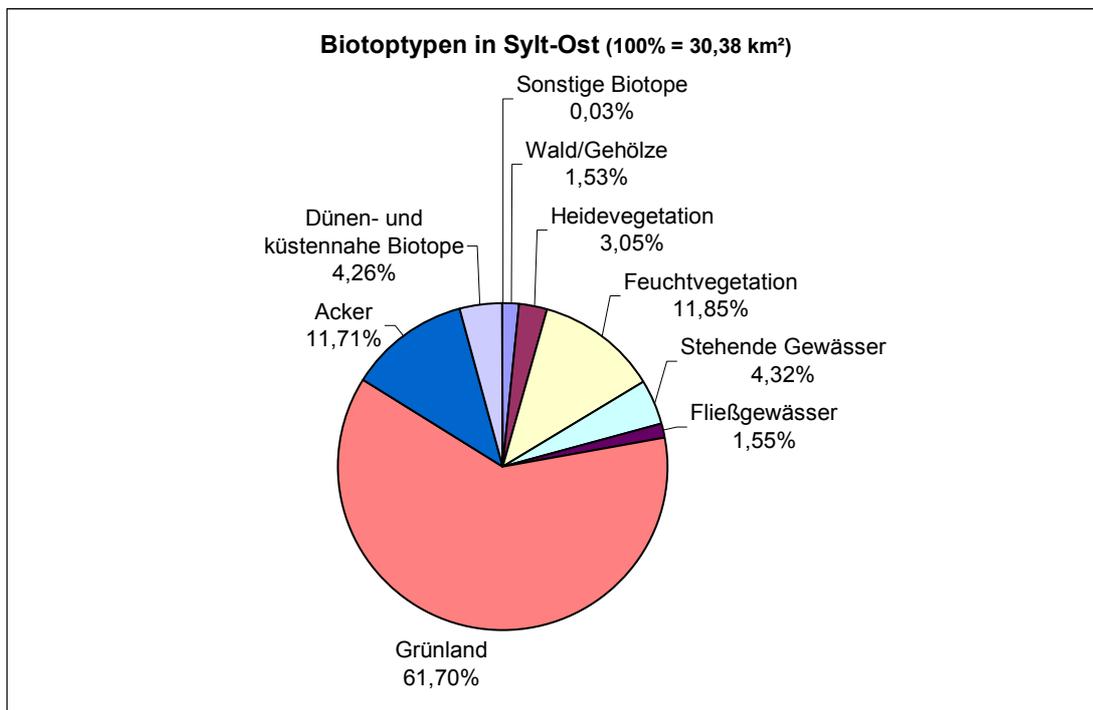


Abbildung 34: Biototypen in Sylt-Ost (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Rantum

Bei 76 % der Gemeindefläche von Rantum handelt es sich um geschützte Biotope - wie immer stehen hierbei Dünen und küstennahe Biotope im Vordergrund. Nur knapp 11% der Fläche fallen in die Kategorie Nutzungstypen (Abbildung 35), die ihrerseits die inselübliche Verteilung zeigen (Abbildung 36).

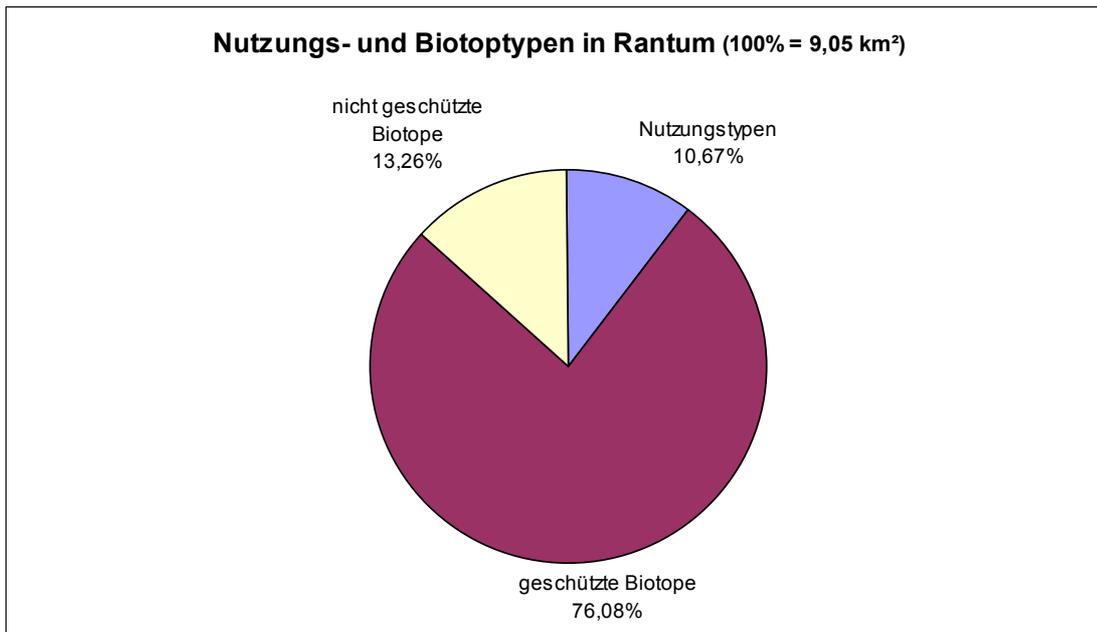


Abbildung 35: Nutzungs- und Biotoptypen in Rantum (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

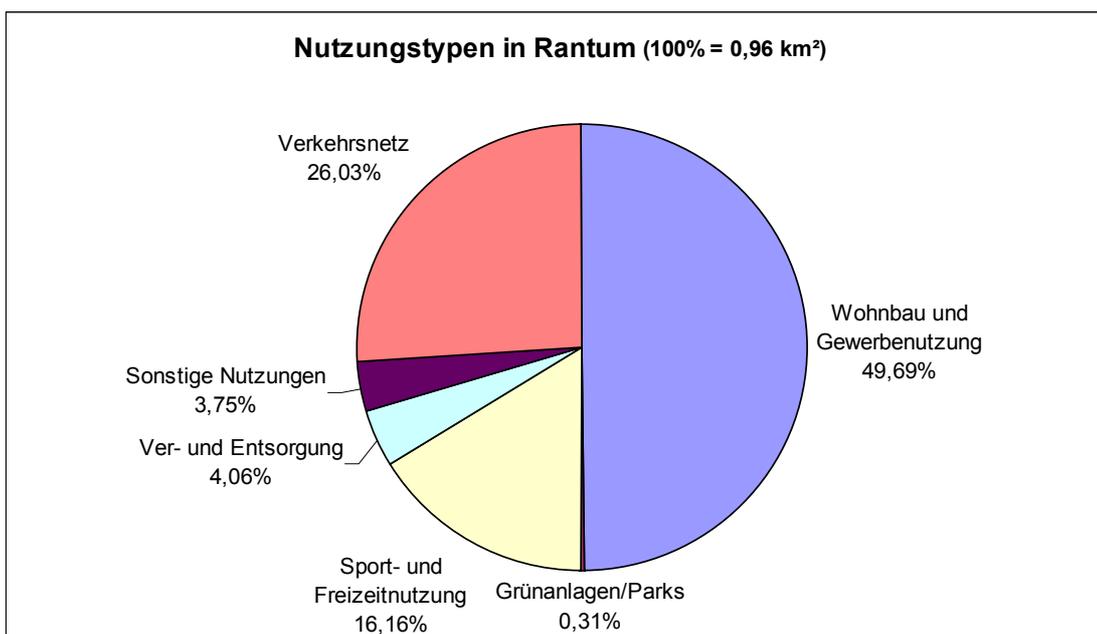


Abbildung 36: Nutzungstypen in Rantum (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Neben Dünen und küstennaher Vegetation (63,9%) sind bei den Biotoptypen vor allem Feuchtvegetation und stehende Gewässer zu nennen, die insgesamt knapp 31% der Biotopfläche ausmachen. Grünlandnutzung gibt es nur auf knapp 2% der Flächen, Ackernutzung findet gar nicht statt (Abbildung 37).

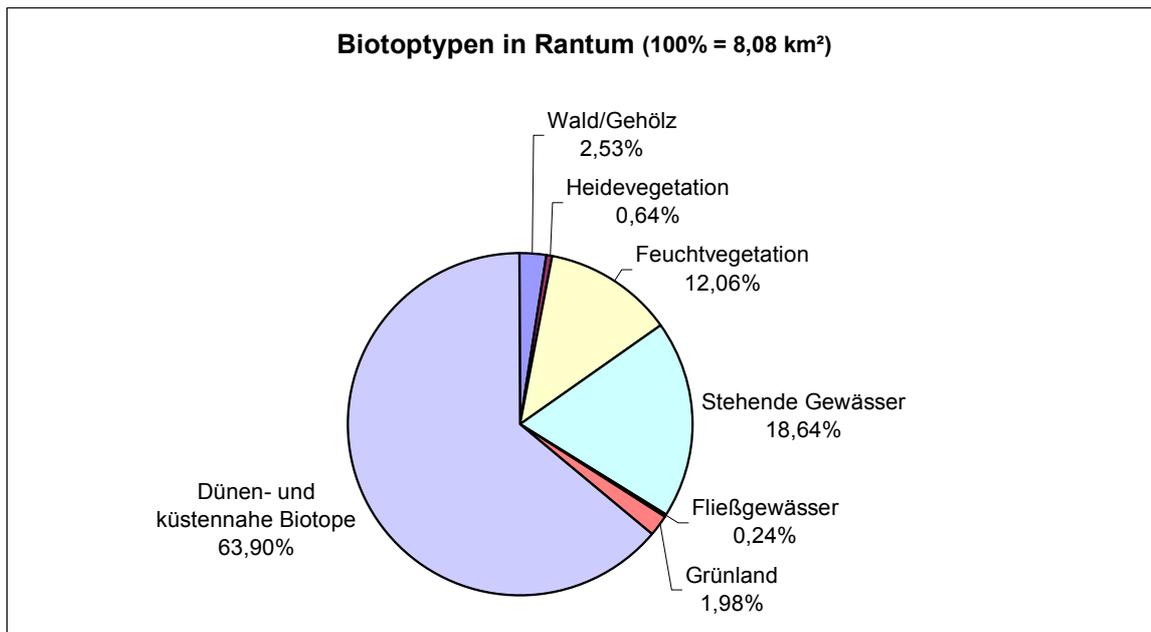


Abbildung 37: Biototypen in Rantum - prozentuale Verteilung (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Hörnum

In Hörnum sind fast 61% der Gemeindefläche geschützt, knapp 19% entfallen auf die Nutzungstypen. Mit rund 60% dominieren innerhalb der Nutzungstypen Wohnen und Gewerbe. Hörnum wird bezüglich der Anteile in dieser Kategorie bzw. in Verbindung mit den Flächen für Verkehr nur von Westerland und Kampen übertroffen (Abbildung 39).

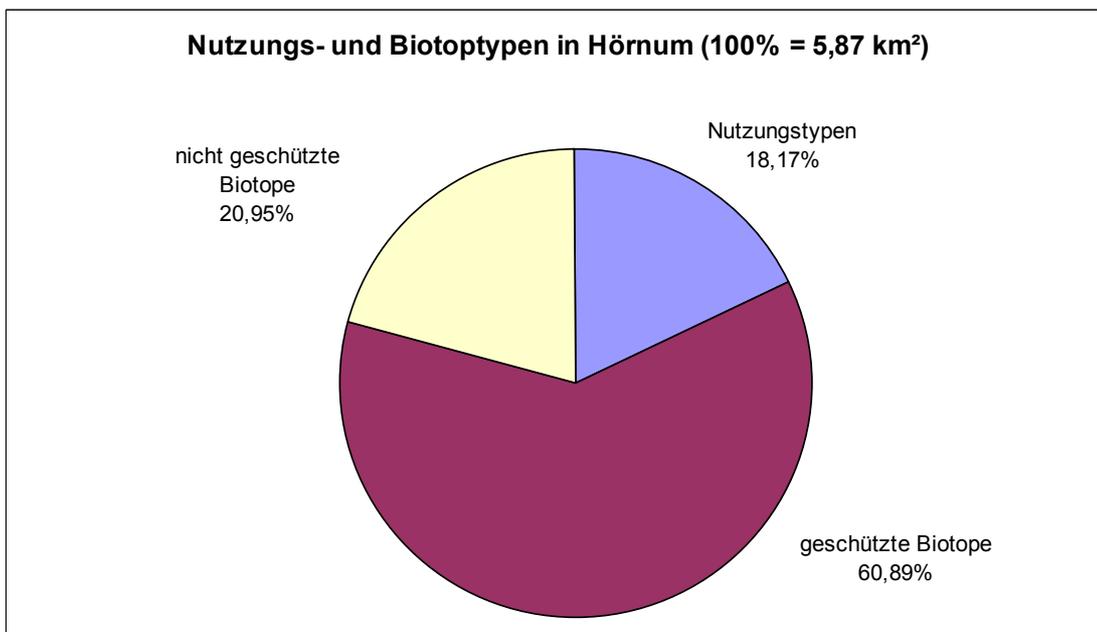


Abbildung 38: Nutzungs- und Biototypen in Hörnum (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

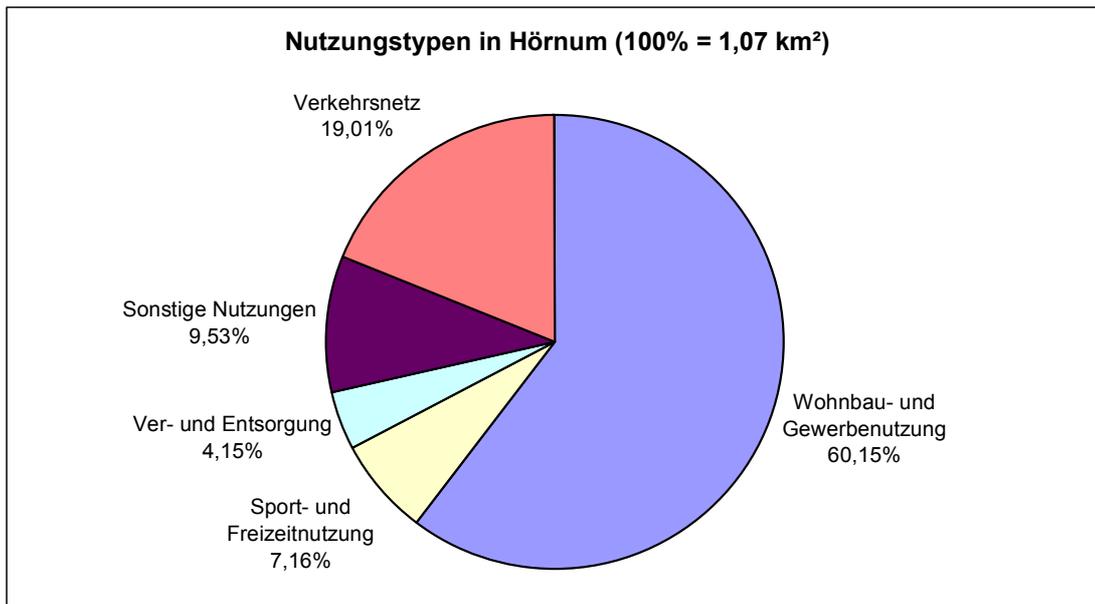


Abbildung 39: Nutzungstypen in Hörnum (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Bei der prozentualen Verteilung der Biotoptypen untereinander fällt der über- große Anteil der Dünen und küstennahen Biotope (86,28%) ins Auge. Nur in List ist der Anteil dieser Flächenkategorie höher. Daneben gibt es nur einen äußerst geringen Waldanteil sowie gut 9% Grünlandnutzung und rund 4% Feuchtvegetation (Abbildung 40).

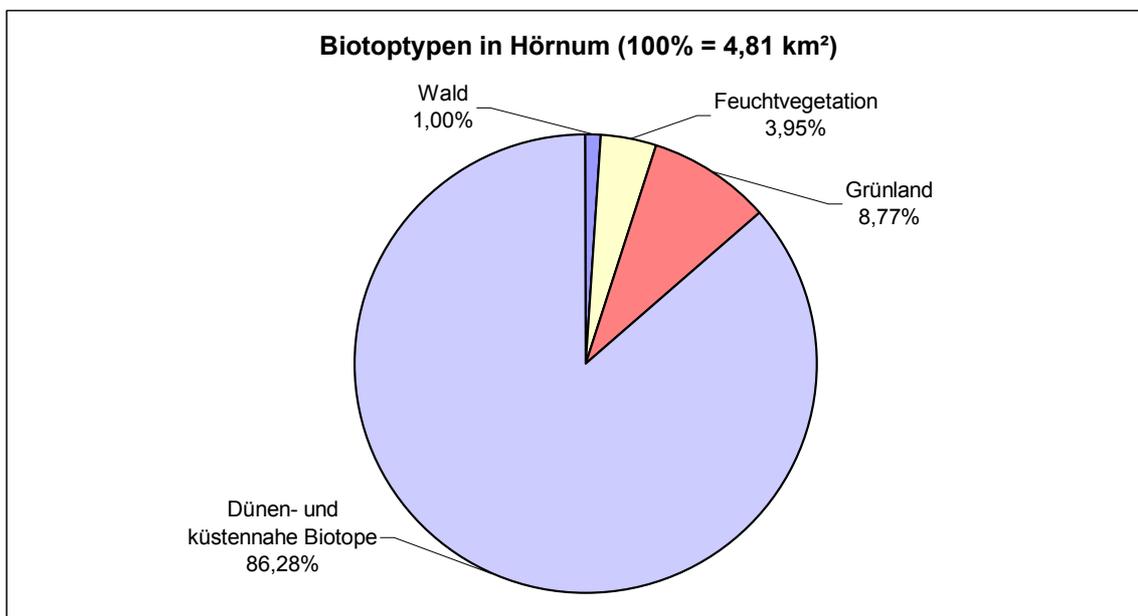


Abbildung 40: Biotoptypen in Hörnum (Quelle: Landschaftspläne Sylt)

Fazit Naturraum und Nutzung

Der gemeindebezogene Blick auf Sylter Verhältnisse lässt die spezifischen Besonderheiten zu Tage treten. So konnte gezeigt werden, dass die Dominanz von Wohnbau-, Gewerbe- und Verkehrsflächen innerhalb der Nutzungstypen in Kampen und Westerland am stärksten ausgeprägt ist, während in Wenningstedt der Anteil der Nutzungstypen an der gesamten Gemeindefläche mit Abstand am größten ist. Sylt-Ost sticht durch den hohen Anteil an nicht geschützten Biotopen hervor und hat den größten Anteil landwirtschaftlich genutzter Fläche innerhalb der Biotoptypen.

Bei allen Unterschieden, die im Einzelnen bestehen, wird jedoch der in der Gesamtdarstellung (Abbildung 16) zum Ausdruck kommende Trend in der Einzelfallbetrachtung durchweg bestätigt. Das heißt, dass Sylt stärker erschlossen, dichter besiedelt und intensiver genutzt ist als seine Umgebung (Kreis Nordfriesland / Westküste). Gleichzeitig ist ein Großteil der Inselfläche auf Grund der dort vorkommenden Biotoptypen (v. a. Dünen) gesetzlich geschützt.

Von Interesse sind im Folgenden die Konflikte, die sich bei einer intensiven Nutzung eines ökologisch hochwertigen und gleichzeitig begrenzten Raumes zwangsläufig ergeben und die, so darf vermutet werden, im Falle eines Klimawandels möglicherweise eine Verschärfung erfahren würden.

5.5.3 Konfliktpotentiale

Die Konfliktlinien verlaufen im Wesentlichen zwischen der Nutzung der Insel als Lebens- und Erholungsraum auf der einen und dem Naturraum mit seinen vielen wertvollen und schützenswerten Biotopen auf der anderen Seite. Darüber hinaus haben Maßnahmen des Küstenschutzes in der Vergangenheit den Naturraum verändert. Hierbei sei auf die früher verwendeten sog. starren Bauwerke verwiesen (Tetrapoden, Buhnen), die neben dem gewünschten Erfolg (Schutz der Küste vor weiterer Erosion) auch negative Auswirkungen hatten (Lee-Erosion an den Buhnen), zum anderen das Landschaftsbild bis heute prägen und teilweise auch beeinträchtigen. Die heute zum Schutz der Westküste vorgenommenen Sandvorspülungen können aus landschaftsplanerischer (bzw. ökologischer) Sicht nicht als unmittelbar konfliktträchtig bewertet werden. So zeigen entsprechende Untersuchungen zur Sandlückenfauna (Lackschewitz et al. in Vorbereitung), dass diese durch die Sandvorspülungen nicht beeinträchtigt wird bzw. nach kurzer Zeit die vorgespülten Flächen wieder in ursprünglicher Qualität und Quantität besiedelt.

In Anlehnung an Matusek (1997) lassen sich die gegenwärtigen Konflikte verursacherbezogen in die Bereiche Landwirtschaft, Versiegelung, Siedlungswesen, Tourismus und Sonstige unterteilen.

Landwirtschaft

Die Beeinträchtigungen entstehen durch (intensive) landwirtschaftliche Nutzung, die zum Verlust an Saumstrukturen, zur Isolierung von Biotopen, zur Artenverarmung und zum Nährstoffeintrag in angrenzende, hochwertige Biotope beiträgt. Schafbeweidung auf naturnahen Flächen führt zu Schäden durch Verbiss und erhöhten Nährstoffeintrag. Mit landwirtschaftlicher Nutzung geht an einigen Standorten eine Entwässerung grundwassernaher Standorte einher, was die Vernichtung von Feuchtbiotopen sowie Artenverschiebung und -verarmung zur Folge hat. Wie bereits erwähnt, spielt die Landwirtschaft auf der Insel quantitativ keine herausragende Rolle.

Versiegelung

Durch Versiegelung wird der Boden seiner natürlichen Funktionen (Lebensraum für Bodenlebewesen, Filterung, Pufferung und Transformation von Schadstoffen, vgl. Fränzle et al. 1992) beraubt. Außerdem führt Versiegelung zu einem erhöhten oberflächlichen Abfluss von Regenwasser, das dadurch zum einen nicht mehr der Grundwasserneubildung zur Verfügung steht, zum anderen zu einer Konzentration der abgespülten Schadstoffe in den Vorflutern führt (Schottes 1996). Auf Sylt sind Straßen, Siedlungen und auch alte Wehrmachtsanlagen (zum Teil im Bereich heutiger geschützter Trockenrasen) als versiegelte Bereiche zu nennen. Durch die Straßen werden zudem Lebensräume durchschnitten, separiert und verkleinert, und sie stellen Barrieren für viele Tierarten dar.

Siedlungswesen

Wesentliches Merkmal der Siedlungstätigkeit ist die bereits genannte Versiegelung mit ihren negativen Folgen. Zusätzlich zu diesem Problem tritt jedoch auf Sylt ein weiteres auf, nämlich die noch bis Ende der 80er-Jahre erfolgte Anpflanzung der Kamtschatkarose (*rosa rugosa*) in den Siedlungsbereichen (und besonders um Parkplätze in den Dünen herum, damit so das unkontrollierte Betreten der Dünen verhindert werden konnte). Die Ausbreitung dieser standortfremden Pflanzenart, die gegenüber den einheimischen eine Reihe von Standortvorteilen aufweist, ist kaum mehr zu stoppen und stellt nicht nur in den Siedlungen ein Problem dar. Ebenfalls zu nennen ist die Bebauung im Außenbereich, die Versiegelung und eine nicht standortgerechte Intensivnutzung der Flächen nach sich zieht. Auf Sylt nimmt die Siedlungstätigkeit im Vergleich zum Umland (Kreis NF, s. o.) breiten Raum ein. Unter allen genutzten Flächen machen jene für Wohnen und Gewerbe fast 56% aus (Abbildung 17).

Tourismus

Die Konflikte zwischen der touristischen Nutzung und dem Naturschutz bestehen im Wesentlichen in der Bebauung mit touristischer Infrastruktur (Straßen, Parkplätze, Jugendherbergen, Campingplätze, Erholungsheime etc.)

sowie in von Touristen "angelegten" bzw. genutzten Trampelpfaden in den Dünen- und Heidebereichen, die den Windanriss fördern und damit diese geschützten Lebensräume gefährden (Klug u. Klug 1998). Natürlich trägt der Tourismus auch zu dem vergleichsweise hohen Verkehrsaufkommen mit all seinen Folgen (Schadstoffeinträge in Luft, Wasser und Boden, Lärmbelastung) bei. Hier seien nur folgende Zahlen genannt: 1995 transportierte die Deutsche Bahn 470.000 Autos nach Sylt (das sind pro Tag 1287 Fahrzeuge); 1997 wurden auf Sylt 535.000 Gäste und 5 Millionen Übernachtungen gezählt.

Sonstige Konflikte

Neben den bereits genannten Konfliktfeldern sind noch militärische und historische Nutzungen zu nennen. Militärische Nutzungen verursachen Lärm (Schießanlage, Übungsplatz) und führen zur Betretung von geschützten Dünen (NSG); historische i. S. v. ehemaligen Nutzungen haben zu Beeinträchtigungen durch Versiegelung (Wehrmachtsanlagen) und Altablagerungen geführt.

5.5.4 Klimafolgen für Sylt

Nach der umfassenden Darstellung der historischen und derzeitigen Situation gilt es im Folgenden zu untersuchen, welche Folgen ein Klimawandel für Sylt haben könnte, der im Kern-BZG (Kap. 5.4) als Input-Größe fungiert.

Westküste

Ahrendt (2000) zeigt, dass im Falle eines Klimawandels - unter den hier angenommenen Randbedingungen (Kap. 4.1.1) - tatsächlich mit Flächenverlusten zu rechnen ist. Diese liegen bis 2030 bei allen Varianten (Tabelle 14) in ähnlichen Größenordnungen, wobei Variante I grundsätzlich zu den stärksten Verlusten führt. Bei Variante J wird vor allem im Norden erodiert, hingegen sind im Süden z. T. sogar Akkumulationstendenzen erkennbar. Daher liegen die für diese Variante berechneten Verluste stets unter denen der Variante E₀, bei der die heutigen klimatischen Bedingungen konstant bleiben.

Ab 2040 treten sprunghaft stärkere Verluste auf, was damit zusammenhängt, dass ab diesem (Modell-) Jahr Gebiete unterhalb von 4 m von der ostwärts verlagerten Küstenlinie „angeschnitten“ werden. Vor 2040 liegen die Hauptverluste in den Kategorien Strand und Dünen. Somit wären zunächst keine Sachwerte wie Gebäude und Infrastruktur (Straßen) betroffen. Dennoch wäre der Verlust von Dünen und Strand empfindlich: Die Strandflächen und die Dünenlandschaften sind gleichermaßen „Wahrzeichen“ der Insel und Anziehungspunkt für Inselbesucher und damit Voraussetzung für einen florierenden Tourismus.

Neben dem Verlust zahlreicher wertvoller und geschützter Biotopflächen wären (ab 2040) auch hohe Verluste an Sachwerten zu erwarten. Der mögliche ökonomische

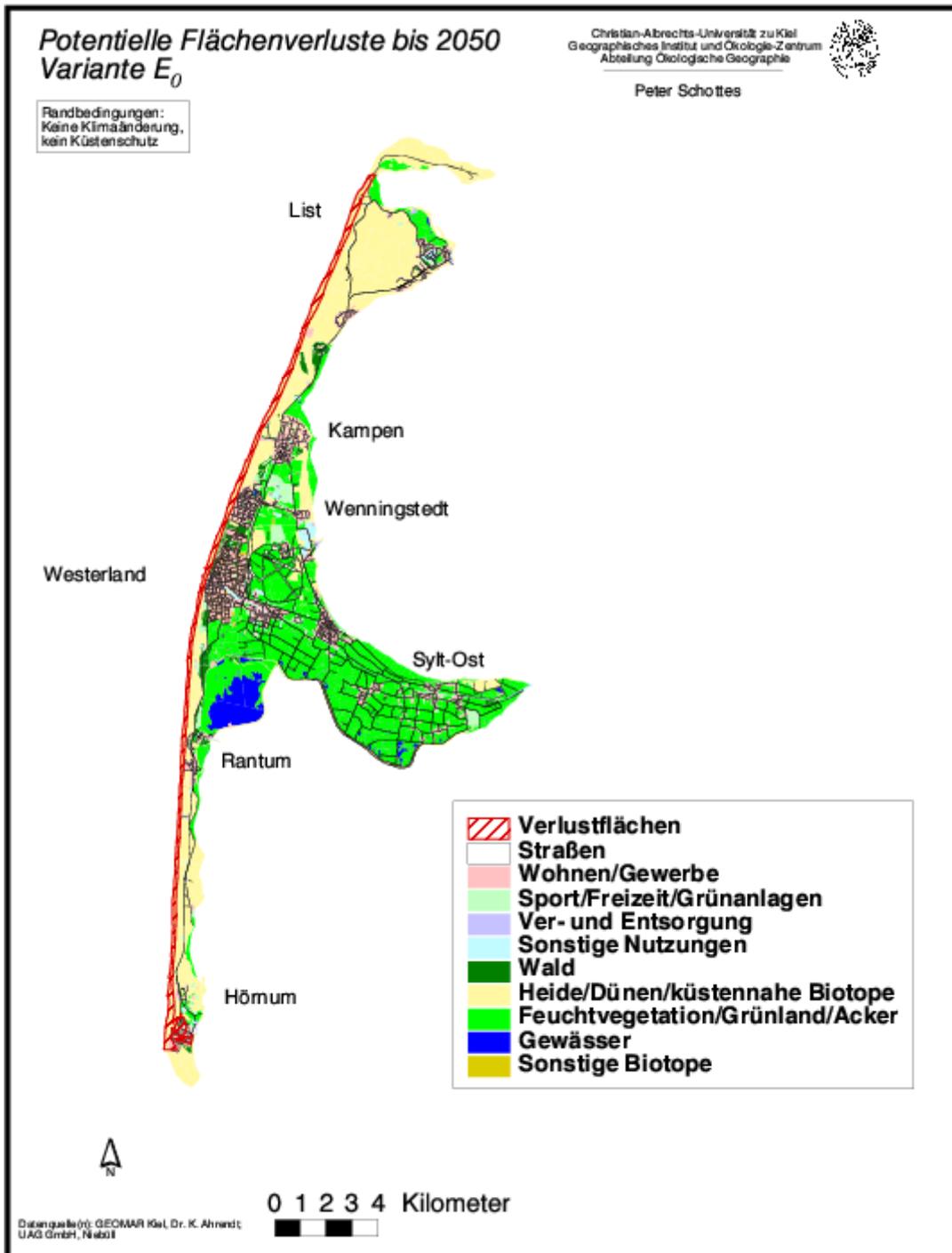
mische Schaden wird von Hartje et al. (in Vorbereitung) je nach Anpassungsstrategie der Betroffenen mit 192 Mio. DM bis 2,4 Mrd. DM angegeben (ebd., S. 199).

Tabelle 14 und die Karten 21-34 geben eine Übersicht über die Flächenverluste bei unterschiedlichen Varianten der Klimaänderung.

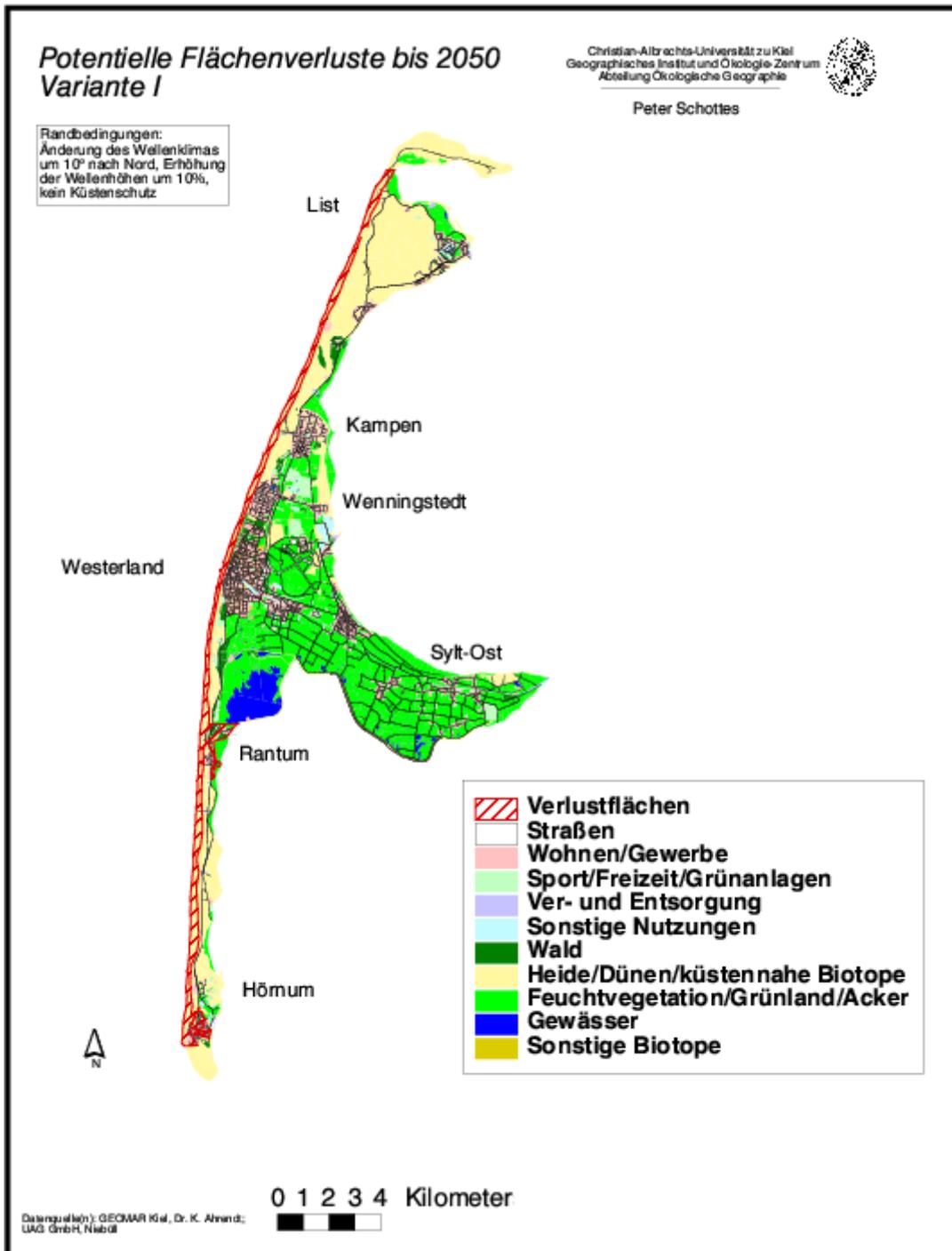
Tabelle 14: Potentielle Flächenverluste bei unterschiedlichen Varianten der vermuteten klimatischen Entwicklung bis 2050 (Quelle: eigene GIS-Berechnungen nach Ahrendt 2000)

Kategorie:	2010		2020		2030		2040		2050						
	E ₀	I	J	E ₀	I	J	E ₀	I	J	E ₀	I	J			
Bebauung	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,04	0,06	0,07	0,07	0,25	0,54	0,27	0,29	0,61	0,31
Verkehr	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,02	0,01	0,07	0,16	0,08	0,09	0,19	0,09
Freiflächen/Biotope	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	0,01	0,01	0,01	0,04	0,26	0,04	0,05	0,26	0,05
geschützte Biotope	-	-	-	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04	0,18	0,04	0,04	0,19	0,05
Düne	0,01	0,02	0,02	0,12	0,25	0,15	0,33	0,75	0,37	0,73	1,53	0,77	1,05	2,30	1,10
Strand	2,77	2,83	2,76	3,08	3,17	3,02	3,27	3,33	3,14	3,37	3,42	3,16	3,43	3,47	3,12
Gesamt	2,80	2,86	2,79	3,24	3,47	3,21	3,68	4,19	3,60	4,50	6,08	4,36	4,94	7,03	4,73
%-Anteil an Inselfläche	2,90	2,96	2,89	3,36	3,59	3,32	3,81	4,34	3,73	4,66	6,30	4,52	5,11	7,28	4,89

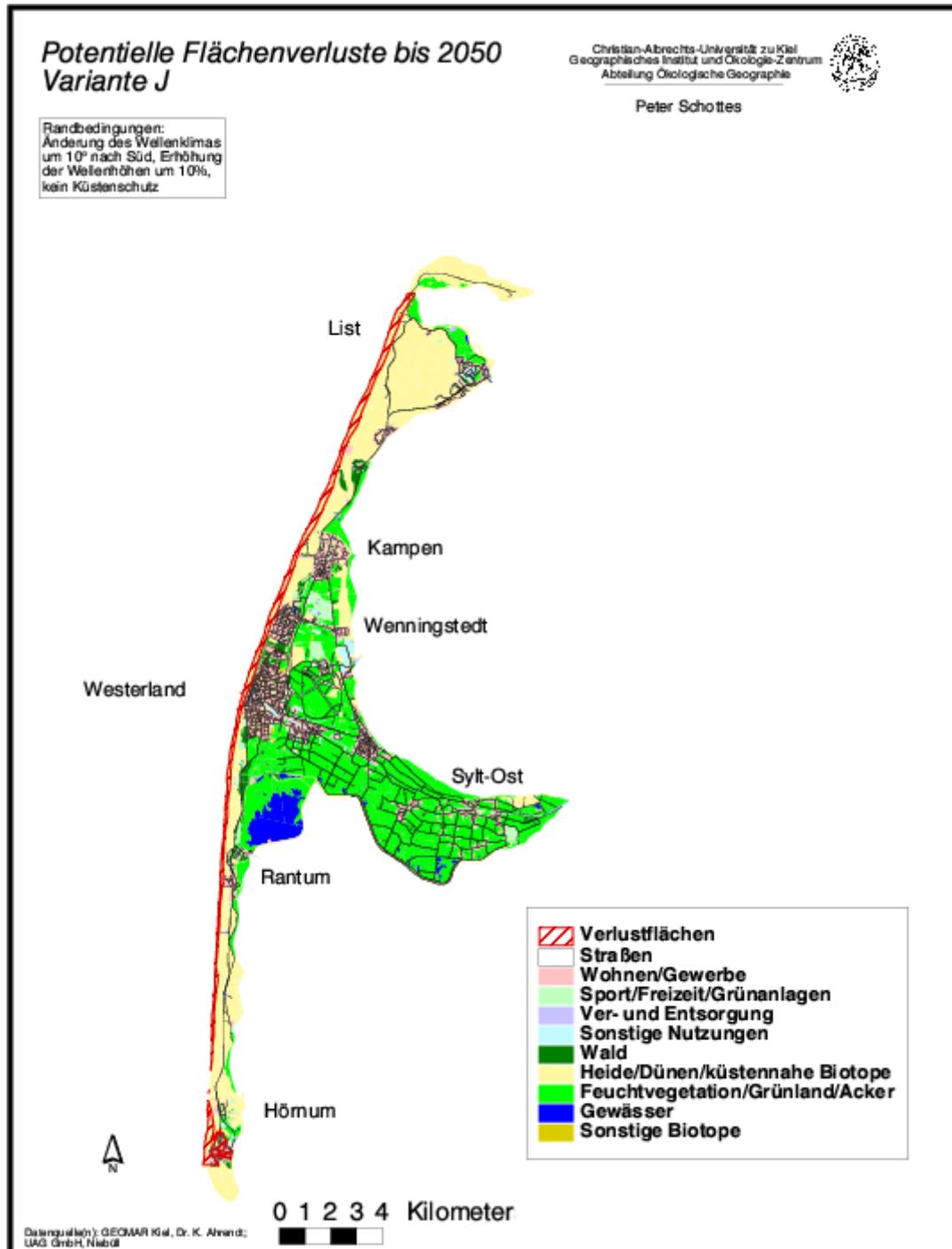
Angaben in km², unterste Zeile: Angaben in Prozent; Variante E₀: kein Klimawandel, kein Küstenschutz; Variante I: Verschwenkung Wellenanaufrichtung 10° nach Nord, Wellenhöhe + 10%, kein Küstenschutz; Variante J: Verschwenkung Wellenanaufrichtung 10° nach Süd, Wellenhöhe + 10%, kein Küstenschutz; Inseln den konventionen modelltechnisch nicht erfasst werden



Karte 24: Potentielle Flächenverluste bis 2050, Variante E₀



Karte 29: Potentielle Flächenverluste bis 2050, Variante I



Karte 34: Potentielle Flächenverluste bis 2050, Variante J

Ostküste

Mit Hilfe der Karte der Uferbefestigung an der Ostseite lässt sich ermitteln, dass z. Zt. bereits etwa 35% der Uferlinie befestigt sind (Steindeckwerke). Lackschewitz et al. (in Vorbereitung) befürchten, dass eine veränderte Hydrodynamik, die zu stärkerer Erosion auf der Ostseite führen würde, die weitere Befestigung weiterer Uferabschnitte nach sich ziehen würde. Dies hätte negative Auswirkungen auf die dort - noch - existierenden Uferbiotope und Organismenarten und wäre nicht nur der Biodiversität, sondern auch dem Landschaftsbild abträglich (ebd., S. 178).

Eine Erwärmung um 1,5° bis 2,5°C hätte hingegen keine wesentlichen Auswirkungen auf die Lebensgemeinschaften und ihre Zusammensetzung.

5.5.5 Vorstellungen und Ziele der Sylter

Nachdem die historische und aktuelle Situation der Insel in Bezug auf die ökologischen und sozioökonomischen Randbedingungen sowie die Auswirkungen eines Klimawandels dargestellt wurden, geht es im Folgenden um die Beantwortung der Frage, wie von Sylter Seite die Situation der Insel gesehen wird und wie die von einer Klimaänderung ausgehende Gefahr eingeschätzt wird. Dabei ist auch zu fragen, ob sich Gruppeninteressen ausmachen lassen, die möglicherweise eine relevante Einflussgröße bei Entscheidungen bezüglich des Umgangs mit den Klimafolgen darstellen. Die Kenntnis dieser Interessenlagen und ihre Einbeziehung in mögliche (Planungs-) Entscheidungen kann wesentlich zur Akzeptanz zukünftiger Maßnahmen beitragen.

Die Ergebnisse der Umfrage bestätigen das Bild, das sich aus den Kapiteln 5.5.2 und 5.5.3 ergibt. So wird Sylt v. a. als Insel der „guten Luft“, des „gesunden Klimas“, des Tourismus und der Naturfreunde gesehen (Abbildung 41).

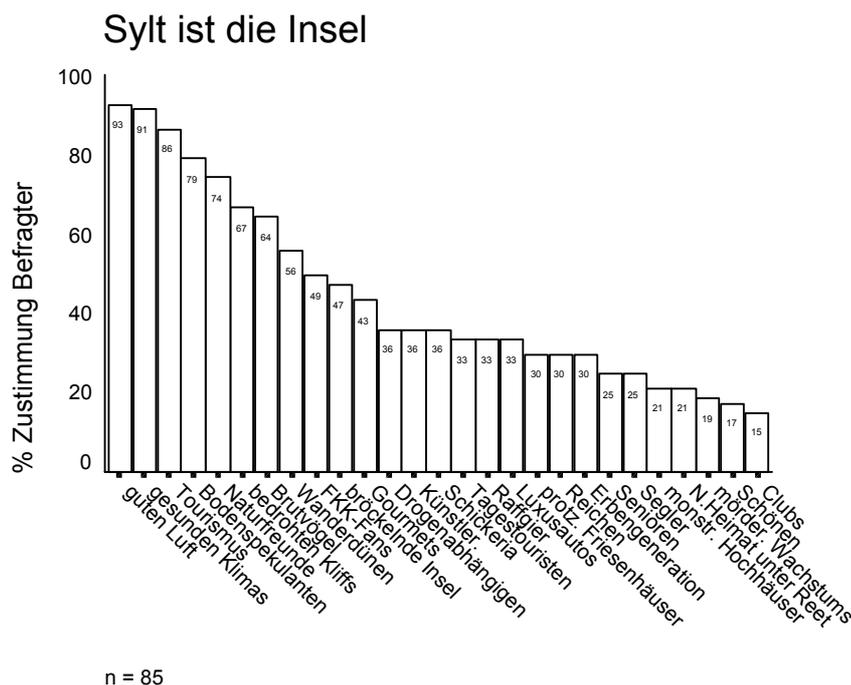


Abbildung 41: Sylt ist die Insel ... (Quelle: Streitz in Vorbereitung, S. 268)

Aber Sylt ist demnach auch die Insel der bedrohten Kliffs, und es ist eine „bröckelnde Insel“. Die Bedrohung durch die Brandungswirkung der Nordsee wird also wahrgenommen. Gleichwohl spielen ein möglicher Klimawandel und dessen Folgen offenbar keine Rolle in den Köpfen der Sylter. So wurde bei Fragen nach der zukünftigen Entwicklung einzelner Klimaparamter wie Meeresspiegel, Sturmflutdauer, Temperatur usw. regelmäßig von mehr als 50% der Befragten keine Antwort gegeben. Dies mag damit zusammen hängen, dass „Klima“ eine abstrakte Größe und als solche im Alltag nicht erfahrbar ist: „Es gehört nahezu ausschließlich in den Erfahrungsbereich von Wissenschaft“ (ebd., S. 256).

Interessant sind die Ergebnisse von Streitz auch hinsichtlich der Einstellung zum Tourismus. Hier zeigt sich an verschiedenen Stellen immer wieder derselbe Konflikt: Der Massentourismus auf der Insel wird als Problem angesehen, gleichzeitig jedoch wird der Bestand und die Entwicklung des Tourismus als eines der vorrangigen Ziele angegeben (z. B. Saisonverlängerung).

Einen weiteren Hinweis auf die Kernthemen für Sylt liefert die Auswahl von Themenbereichen, die die von Streitz betreuten Laienplaner selbst trafen:

- Tourismus,
- Natur- und Küstenschutz,
- Verkehr,
- Wohnraum und

- Konkurrenz der Inselgemeinden.

Der Konflikt im Bereich Tourismus (Probleme des Massentourismus vs. gewollte wirtschaftliche Wertschöpfung durch den Tourismus) wurde bereits genannt. Für den Natur- und Küstenschutz kann eine ähnliche Konfliktlage festgestellt werden: Die geäußerten Meinungen der Laienplaner reichen von „Baustopp“ über „der Natur ihren Raum lassen, ohne sie zu isolieren“ und „Einschränkungen mit Augenmaß“ bis hin zu „kein Ökoismus“ (ebd., S. 280). Die Notwendigkeit, die Natur zu erhalten und zu schützen wird also gesehen, gleichzeitig wird auch gefordert, Natur erlebbar zu halten. Und: Ganz eindeutig rangiert der Küstenschutz *vor* dem Naturschutz, wie die Ergebnisse der Befragung zeigen (Abbildung 42).

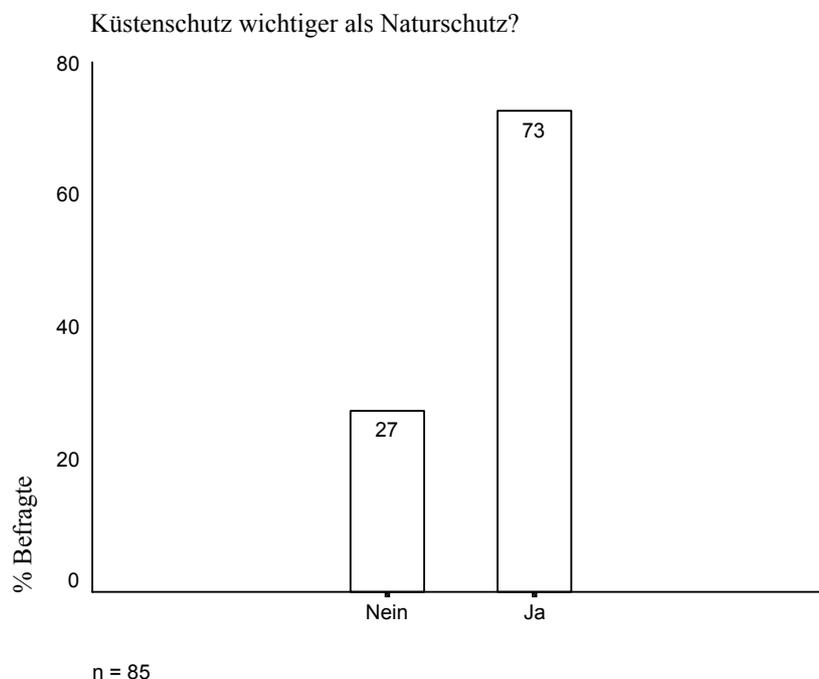


Abbildung 42: Küstenschutz vs. Naturschutz (Quelle: Streitz in Vorbereitung, S. 286)

Interessant im Hinblick auf die Gruppeninteressen (und deren Durchsetzung) sind die Antworten auf die Frage, wer auf Sylt das Sagen hat (Abbildung 43). Hier zeigt sich, dass die Kommunalpolitik an erster Stelle steht, was nicht weiter verwundert. Direkt dahinter rangiert bereits die Tourismusbranche. Offenbar wird also den Vertretern der Tourismuswirtschaft ein großer Einfluss auf der Insel bzw. auf die Inselpolitik zugesprochen. Ruft man sich das Kern-BZG (Abbildung 14) in Erinnerung, so könnte dieser Befund die These stützen, nach der Gruppeninteressen (hier: Tourismusbranche) die Fortführung des Küstenschutzes fördern, um so die Aufrechterhaltung und Zunahme des Tourismus sicher zu stellen.

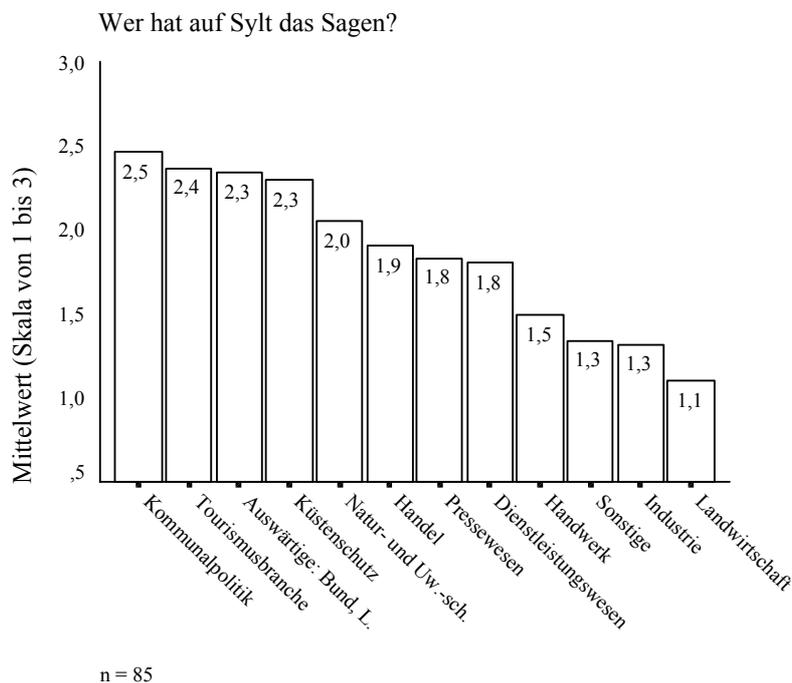


Abbildung 43: Zur Machtverteilung auf Sylt (Quelle: Streit in Vorbereitung, S. 285)

Beim Thema Verkehr stehen Maßnahmen zur Lenkung und Reduzierung im Vordergrund (Stärkung des ÖPNV, autofreier Tag, Ortsumgehung Keitum, Erweiterung des Stadtbussystems etc.; Streit in Vorbereitung, S. 280), während bezüglich des Wohnraumes im Wesentlichen gefordert wird, billigen Wohnraum für die einheimische Bevölkerung zu schaffen. Darüber hinaus wird bezüglich der Inselpolitik („Konkurrenz unter Inselgemeinden“) v. a. ein einheitliches Auftreten bis hin zur Zusammenlegung aller Gemeinden zu einer einzigen gefordert. Der Abbau von Konkurrenzen zwischen den Gemeinden verbindet sich hier mit einer Kritik an nicht näher definierten „Machtspielchen“ (ebd., S. 281).

Es lässt sich festhalten, dass die Ergebnisse von Streit das bislang von Sylt gewonnene Bild festigen: Der Tourismus als Hauptwirtschaftsfaktor hat absolute Priorität. Seine negativen Auswirkungen werden beklagt, allerdings werden im gleichen Atemzug Maßnahmen gewünscht, die ihn fördern und damit auch zur Verstärkung der negativen Effekte beitragen würden. Die starke Verkehrsbelastung und der teure Wohnraum auf Sylt sind ebenfalls Themen, die im Vordergrund stehen (und somit im übrigen die Trends *Wachsendes Verkehrsaufkommen* und *Zunahme der Miet- und Immobilienpreise* des BZG Sylt bestätigen). Eine neue Erkenntnis wird in Bezug auf den Klimawandel und auf den Konflikt Küstenschutz - Naturschutz gewonnen: Ersterer ist offenbar kein Thema auf Sylt, so dass die genauen Fragen zu den möglichen Änderungen von einzelnen Klimaparametern (in der Umfrage) sogar zu Ant-

wortverweigerungen führten. Der Küstenschutz schließlich genießt bei den Syltern Priorität gegenüber dem Naturschutz. Dies überrascht nicht unbedingt, wurde hier aber erstmals empirisch bestätigt.

Die Häufigkeit der Themen, die von den seitens Hartmuth et al. (in Vorbereitung) interviewten Personen angesprochen wurden, zeigt erneut die Dominanz des Themas Tourismus. Außerdem sind Bauen/Flächennutzung, Natur/Umwelt bzw. Natur- und Umweltschutz sowie Wohnen maßgebliche Themen (Abbildung 44). Insofern werden die Ergebnisse von Streitz durch Hartmuth et al. bestätigt.

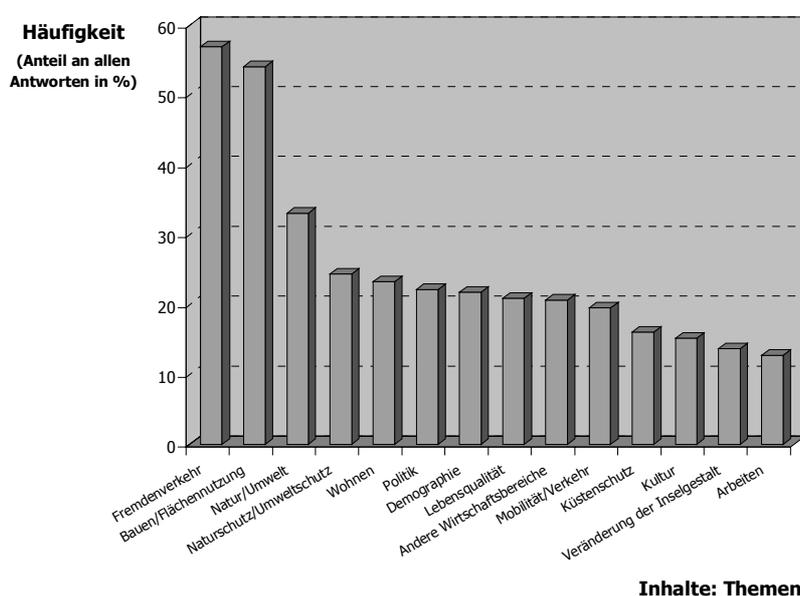


Abbildung 44: Allgemeine Entwicklungen auf Sylt: Relative Häufigkeit der angesprochenen Themen (ohne Restkategorien; Mehrfachnennungen; Quelle: Hartmuth et al. in Vorbereitung, S. 234)

Aus Abbildung 44 geht jedoch auch hervor, dass die Thematik Klimawandel und seine Folgen nicht von Bedeutung zu sein scheint. Sie wurde in den Interviews der ersten Welle, in denen nicht nach Klima oder Klimawandel gefragt wurde, kaum angesprochen (Hartmuth et al. in Vorbereitung, S. 236). Ebenso interessant ist die Tatsache, dass Themen wie Küstenschutz und Veränderung der Inselgestalt recht weit am anderen Ende der Skala rangieren. Tatsächlich wurde im Vergleich der Themen Natur/Umwelt mit Veränderung der Inselgestalt sowie Naturschutz/Umweltschutz mit Küstenschutz festgestellt, dass die jeweils erstgenannten (also Natur/Umwelt bzw. Naturschutz/Umweltschutz) signifikant häufiger angesprochen wurden als die letztgenannten (also Veränderung der Inselgestalt bzw. Küstenschutz). Hartmuth et al. fassen zusammen (ebd., S. 236):

- „Die bei den befragten Schlüsselpersonen dominierenden Themen sind der Fremdenverkehr und die Bautätigkeit auf der Insel.
- Die Küstenschutzthematik nimmt im Kontext anderer Themen eine eher untergeordnete Stellung ein. Der Themenkreis ‚Natur/Umwelt‘ bzw. ‚Naturschutz/Umweltschutz‘ ist den Befragten präsenter und/oder wichtiger.
- Konkrete Umweltprobleme, darunter auch eine mögliche Klimaänderung, werden nur ganz vereinzelt angesprochen.“

Bei den Auswertungen im Hinblick auf aktorsgruppenspezifische Unterschiede stellte sich heraus, dass die entsprechende Akeursgruppe („Interessengruppe/Experten: Küstenschutz; Tabelle 9) die Themen Veränderung der Inselgestalt und Küstenschutz signifikant häufiger ansprach als es in den übrigen Gruppen der Fall war. Und solche aktorsgruppenspezifischen Unterschiede lassen sich für alle Themen feststellen, so dass Hartmuth et al. zu folgenden Schlüssen kommen (ebd., S. 240):

- „Grundsätzlich können auf allen betrachteten inhaltlichen Aggregationsebenen Gruppenunterschiede nachgewiesen werden.
- Die Richtung der Unterschiede folgt weitgehend plausiblen Annahmen. Insbesondere scheint für die inhaltlich akzentuierten (Interessen-) Gruppen ‚Küstenschutz‘, ‚Natur-/Umweltschutz‘ und ‚Fremdenverkehr‘ eine Passung zwischen der Gruppenzugehörigkeit und dem Ansprechen der entsprechenden Themen zu bestehen.“

Aus den Interviews der zweiten Welle (März 1999), in denen es konkret um den Bereich Klimaänderungen - global, aber auch auf Sylt bezogen - ging, lassen sich folgende Ergebnisse für die vorliegende Arbeit heranziehen:

Auswirkungen von Klimaänderungen wurden häufiger thematisiert als Maßnahmen zur Verhinderung oder Minderung dieser Auswirkungen. Am schwächsten ist der Bereich Ursachen der Klimaänderung präsent. Bei den Maßnahmen wurden interessanterweise solche zur Verhinderung von Klimaänderungen signifikant häufiger genannt als Anpassungsmaßnahmen an die Klimafolgen (ebd., S. 247). Zudem werden die Auswirkungen v. a. im Bereich der Natursphäre verortet, d. h. eine konkret empfundene Bedrohung durch einen Klimawandel scheint es für die Sylter momentan nicht zu geben. Dieser Befund konnte allerdings nach den schweren Winterstürmen 1999/2000 durch eine ebenfalls von Hartmuth et al. durchgeführte Kurzumfrage (Fragebogen) bei den beteiligten Schlüsselpersonen ergänzt werden: Hier zeigte sich, dass die Beteiligten, die die Stürme in frischer Erinnerung hatten, einen Klimawandel für „durchaus wahrscheinlich“ hielten. Und dass die Stürme nur eine „Laune des aktuellen Wettergeschehens“ gewesen sein sollen, wurde als eher unwahrscheinlich eingestuft (ebd., S. 249). Erwähnenswert sind abschließend die Meinungen der Befragten zum künftigen Küstenschutz auf

Sylt. Hier ergab sich eine eindeutige Priorität für die beiden Aussagen „verstärkt Alternativen erforschen und testen“ sowie „mehr Sandvorspülungen“. Nicht gewünscht wurde „Sandvorspülungen beenden, die Insel der Natur überlassen“, und auch „Sandvorspülungen reichen aus, weiter wie bisher“ war keine Aussage, die auf breite Zustimmung traf (ebd., S. 250).

Fazit

Die hier vorgestellten Ergebnisse zweier Untersuchungen von Streit sowie Hartmuth et al. zeichnen ein sehr umfassendes Bild bezüglich der auf Sylt und für Sylter relevanten Themen und belegen, dass zwischen verschiedenen (Interessen-) Gruppen Unterschiede in deren Einstellungen und Ansichten existieren.

Es lässt sich feststellen, dass der Tourismus das dominierende Thema für die Insulaner darstellt. Seine negativen Auswirkungen werden gesehen und beklagt, aber als Wirtschaftszweig wird er nicht in Frage gestellt. Im Gegenteil: Die weitere Entwicklung und der Ausbau des Tourismus sind offenbar von großer Bedeutung, ökonomische Alternativen sind kein Thema. Ein Klimawandel und seine möglichen, negativen Folgen für die Insel sind bislang überhaupt nicht in den Köpfen der Sylter präsent. Obwohl (oder gerade weil?) die Brandungswirkung der Nordsee seit Jahr und Tag eine nicht wirklich kalkulierbare Größe ist, von der eine ständige Bedrohung für Sylt ausgeht, scheint eine mögliche Verschärfung der Gefahr durch einen Klimawandel kein Thema zu sein - jedenfalls so lange nicht, bis ein, zwei ungewöhnlich schwere Stürme die Anfälligkeit der Insel eindrucksvoll dokumentieren. Aber vielleicht ist es gerade das Leben mit der Gefahr, dass einer drohenden Verschärfung der Situation schon wieder ihre Schärfe nimmt. Küstenschutz - ein weiteres präsentenes und wichtiges Thema - ist Alltag. Wenn mehr Küstenschutz erforderlich ist, muss dieser geleistet werden. Und Alternativen könnte man auch mal verstärkt erforschen. Vielleicht ist diese Sichtweise so „normal“ und das Thema so alltäglich, dass dem Thema Küstenschutz gerade deshalb zumindest bei den von Hartmuth et al. befragten Personen keine große Bedeutung beigemessen wird.

Bezieht man die Erkenntnis mit ein, nach der gruppenspezifische Unterschiede bei der Nennung von Themen bestehen, ist es nahe liegend, auch für die Vertretung und Durchsetzung von Interessen gruppenspezifische Unterschiede und dementsprechend innerhalb der Gruppen eine starke Einigkeit bezüglich der Gruppenziele anzunehmen. Insofern kann damit gerechnet werden, dass im Falle eines Klimawandels mehr oder weniger alle Sylter gemeinsam *eine* Gruppe bilden würden, nämlich die der von einem Klimawandel und dessen Folgen *Betroffenen*, welche für den Erhalt ihrer Insel kämpft und dafür, dass - von Land und Bund finanziert - ausreichend Sand vorgespült wird.

5.5.6 Verifizierung der Trends: Datenlage und Beitrag des GIS

Die Kern-Trends *Globaler und regionaler Klimawandel, Degradation natürlicher Ökosysteme, Zunehmende Wahrung von Gruppeninteressen, Zunahme von Küstenschutzmaßnahmen und Zunahme und Ausdifferenzierung des Tourismus* konnten durch eine Vielzahl von Daten untermauert werden.

Es zeigte sich, dass im ungünstigsten Fall nicht nur Auswirkungen auf die ökologische Situation des Untersuchungsraumes, sondern darüber hinaus auch der Verlust von Sachwerten (Gebäude und Straßen) zu befürchten sind. Dies muss bei der Ableitung von Handlungsoptionen berücksichtigt werden. Der Trend *Zunahme der Miet- und Immobilienpreise*, der die Auswirkungen dessen formulieren könnte, ist im Kern-BZG nicht berücksichtigt, allerdings ist er Bestandteil des BZG Sylt und besitzt insofern nicht nur für die Gegenwart (hohe Immobilienpreise, vgl. Streit in Vorbereitung bzw. Kap. 5.5.5) sondern auch bezüglich eines möglichen Klimawandels Relevanz (vgl. auch Kap. 5.7).

Bezüglich der zunehmenden Wahrung von Gruppeninteressen liefern die Daten eine erste Grundlage, aus der hervorgeht, dass Gruppeninteressen bestehen, und dass sich die Interessen verschiedener Gruppen signifikant voneinander unterscheiden. Inwiefern die Gruppen ihre Interessen (zunehmend) wahrnehmen, geht aus den vorliegenden Daten zwar nicht eindeutig hervor. Es darf jedoch gerade für den hier interessierenden Bereich Küstenschutz davon ausgegangen werden, dass die Annahme des Kern-BZG, nach der die Gruppeninteressen einen verstärkenden Einfluss auf die (Zunahme von) Küstenschutzmaßnahmen haben, statthaft ist. Dies wird im übrigen auch durch die dem Landschaftszweckverband Sylt als Vertreter der Gemeindeinteressen übertragenen Aufgaben im Bereich des Küstenschutzes deutlich². Auch die Presseberichte des LZV vom Frühjahr 2000, alle zu besichtigen auf der Homepage des Landschaftszweckverbandes, die passenderweise die Bezeichnung www.kuestenschutz.de trägt, zeigen, dass gerade im Bereich des Küstenschutzes (verständliche) Lobby-Arbeit betrieben wird.

Im Sinne der Frage nach dem Beitrag von GIS zur Validierung des Kern-BZG wird im Folgenden noch einmal kurz dargestellt, welche GIS-Daten zum Einsatz kamen, und wann und wo externe Daten herangezogen werden mussten.

Globaler und regionaler Klimawandel

Auf Grundlage definierter Szenarien (Sterr et al. in Vorbereitung) wurden von Ahrendt u. Thiede (in Vorbereitung) Berechnungen durchgeführt, deren Ergebnisse anschließend im GIS weiterverarbeitet wurden. So konnten Karten

² § 3 der Satzung des LZV Sylt (LZV 2000)

neuer Küstenlinien in 10-Jahresschritten von 2010 bis 2050 angefertigt werden, und auch die bei Eintreten dieser Varianten auftretenden Flächenverluste konnten dargestellt und quantifiziert, d. h. häufigkeitsstatistisch ausgewertet werden.

Ökologische Situation / Degradation natürlicher Ökosysteme

Mit Hilfe der im GIS vorliegenden Landschaftspläne konnte die ökologische Situation der Insel beschrieben werden. Die Anteile der verschiedenen Flächennutzungen und Biotoptypen an der gesamten Inselfläche bzw. an den Flächen einzelner Gemeinden wurden dargestellt. Auch die Konflikte, die sich durch das derzeitige Landnutzungsmuster auf Sylt ergeben, ließen sich mit GIS-Hilfe visualisieren, z. T. auch identifizieren, wenngleich für die vorliegende Arbeit auf die entsprechende Konfliktdarstellung in den Textteilen der Landschaftspläne rekurriert wurde (Matusek 1997). Zum Vergleich mit den Landnutzungsmustern im Kreis Nordfriesland musste allerdings auf Daten des Statistischen Landesamtes zurück gegriffen werden. Weitere GIS-Daten zur ökologischen Situation betreffen die Ostseite von Sylt. Hierzu liegen Karten über die Uferabschlüsse, erosive und akkumulative Bereiche und Biotope im Bereich und unterhalb der MTHw-Linie vor.

Küstenschutz / Zunahme von Küstenschutzmaßnahmen

Im GIS liegt eine Karte über Art und Vorkommen von Küstenschutzbauwerken vor, die allerdings auf Grund der Quelldaten nicht als ausreichend genau gelten kann, um Auswertungen zum Thema Küstenschutz zu unterstützen. Sie hat also rein deskriptiv-visuellen Charakter. Die Einschätzung von Sandvorspülungen als effektivem Mittel des Küstenschutzes fußt auf Daten von Ahrendt (2000).

Tourismus / Zunahme und Ausdifferenzierung

Das GIS ermöglicht - wieder mit Rückgriff auf die Landschaftspläne - die Darstellung der touristischen Infrastruktur und unterstützt durch die häufigkeitsstatistische Auswertung der Nutzungsanteile die sozioökonomische Beurteilung der Situation auf Sylt. Insofern liefert es auch für diesen Trend wesentliche Datengrundlagen. Die Entwicklung der Gäste- und Beförderungszahlen jedoch liegt nicht im GIS vor und musste aus externen Quellen (Daten des Tourismus-Service Sylt, aufbereitet im Excel-Format) erschlossen werden.

Gruppeninteressen / Zunehmende Wahrung von Gruppeninteressen

Dieser Trend entzieht sich vollkommen der Bearbeitung durch Daten aus dem GIS, d. h. es mussten in vollem Umfang andere Datenquellen herangezogen werden. Im vorliegenden Fall waren dies die Untersuchungsergebnisse von Streitz (in Vorbereitung) und Hartmuth et al. (in Vorbereitung).

5.6 Handlungsoptionen

Als Folgen eines möglichen Klimawandels für Sylt werden in Anlehnung an die Ergebnisse aus Kap. 5.5.4 Verluste an Strandflächen, an Dünen bzw. anderen wertvollen Biotopen sowie an Gebäuden bzw. Infrastruktur angenommen. Die Berechnungen von Ahrendt u. Thiede (in Vorbereitung) haben zwar gezeigt, dass den veränderten Klimabedingungen - zumindest was den Schutz der Westküste angeht - durch eine entsprechende Anpassung der Vorspülmengen begegnet werden könnte. Es ist zudem noch unsicher, ob ein Klimawandel in der angenommenen Form eintritt. Gleichzeitig ist es allerdings auch möglich, dass er in anderer Form - möglicherweise mit gravierenderen Folgen - eintritt. Daher ist es durchaus sinnvoll, die Ableitung von Handlungsoptionen im Angesicht möglicher massiver Flächenverluste vorzunehmen, wie sie in den worst-case-Annahmen (entspricht Variante I, Tabelle 14) zum Ausdruck kommen.

Die jeweilige Handlungsoption wird zunächst beschrieben, d. h. es wird erläutert, was damit gemeint ist und welche Folgen bzw. welchen Nutzen die Umsetzung dieser Option erwarten ließe. Anschließend wird dargestellt, welchen Beitrag das GIS Sylt zur Begründung der Handlungsoption oder bei deren möglicher Umsetzung leisten kann. Gleiches geschieht für die nicht im GIS vorliegenden Daten.

Die Insel der Natur überlassen

Diese Option, die sicher als die extremste und unrealistischste aller denkbaren Möglichkeiten gelten kann, wahrzunehmen, würde bedeuten, tatsächlich den Küstenschutz aufzugeben, keinen Sand mehr vorzuspülen, keinen Objektschutz mehr zu betreiben und keine Uferbefestigungen vorzunehmen. Auch die Dünen würden nicht weiter gepflegt, d. h. Schäden in der Bepflanzung würden nicht mehr ausgebessert. Gleiches würde für die Deiche gelten. In diesem Fall, der - was die Sandvorspülungen anbelangt - der Variante E₀ entspricht (Tabelle 14), wären neben starken Flächenverlusten an der Westseite der Insel auch gravierende Folgen für die Ostseite denkbar - auf Grund der stärkeren Hydrodynamik. Tatsächlich gibt es einen Katastrophenschutzplan für die Gemeinde Westerland, in dem eine Fläche markiert ist, die im Falle eines Durchbruchs des Nössedeiches auf der Ostseite überflutet werden würde.

Weiterhin ist denkbar, dass die Dünen nach und nach wieder zu ihrer natürlichen, ostwärts gerichteten Wanderungsbewegung zurückkehren, die ja seit Jahrzehnten durch die Bepflanzung der Dünen zum Stillstand gebracht wurde. Häuser bzw. Siedlungen in den Dünen wären wieder von Übersandung bedroht, Neubauten in diesen Bereichen würden sich von selbst verbieten. Aber auch die Ostseite wäre durch die Aufgabe aller Küstenschutzmaßnahmen vermutlich weit weniger vor Überflutungen sicher, als sie es zur Zeit ist.

Letztlich bestünde keinerlei Planungssicherheit mehr für die Insulaner, und Sylt wäre den Kräften der Natur genauso ausgesetzt, wie es dies seit jeher war - bis Ende des 19. Jahrhunderts begonnen wurde, die Küstenlinie (mehr oder weniger) konstant zu halten. Auch die negativen Folgen für die Inselwirtschaft sind unmittelbar einsichtig.

So unrealistisch diese Option ist, so deutlich markiert sie gleichwohl das eine Ende der Skala von Möglichkeiten an deren anderem Ende das Ringen um den Erhalt der heutigen Küstenlinie mit allen verfügbaren Mitteln steht.

Beitrag des GIS: Das GIS Sylt ist durch die Aufbereitung historischer Karten dazu geeignet, die natürliche Dynamik der Inselentwicklung zu verdeutlichen, die nach gut 100-jähriger Pause wieder von neuem in Gang kommen könnte. Weiterhin liefert es die Abschätzung der möglichen Verluste an Flächen, Gebäuden und Infrastruktur bis zum Jahre 2050. Auch die Lage und längenmäßige Ausdehnung von befestigten und unbefestigten Uferstreifen an der Ostseite Sylts lassen sich mit GIS-Hilfe ermitteln.

Weitere Daten: Wenngleich es einzelne Stimmen gibt, die den Aufwand des Küstenschutzes für Sylt bereits heute - ohne einen nachweisbaren Klimawandel - für sinnlos halten (Sündermann 2000) und für die Aufgabe der Siedlungen an der Westseite plädieren (Reise 2000), geht doch aus den sozialwissenschaftlichen Untersuchungen eindeutig hervor, dass diese Option von Sylter Seite nicht gewollt ist (vgl. Kap. 5.5.5). Und die Landespolitik steht - bislang - zu der Aussage, dass die Insel bewohn- und bewirtschaftbar erhalten wird (Probst 2000).

Verstärkt alternative Küstenschutzoptionen erproben

Schon heute werden vor dem Hintergrund der hohen Kosten für Sandvorspülungen und der Notwendigkeit, diese jährlich zu wiederholen, eine ganze Reihe von Küstenschutzmaßnahmen diskutiert, die die Vorspülungen ergänzen, verringern oder sogar ersetzen können sollen. Hier seien nur künstliche Riffs, das „Henkel-Riff“, „Biotteppiche“ oder die so genannte Stranddrainage genannt (Witte et al. in Vorbereitung). Da keine dieser Maßnahmen bisher je auf bzw. vor Sylt erprobt wurde, kann über deren Nutzen nur spekuliert werden, was auch immer wieder getan wird (Pötzl 2000). Gerade angesichts der in dieser Arbeit zugrunde gelegten Auswirkungen eines Klimawandels könnten die Argumente der Befürworter anderer Küstenschutzstrategien stärkeres Gewicht bekommen.

Beitrag des GIS: Das GIS Sylt kann in diesem Zusammenhang durch die Bereitstellung von Informationen über besonders gefährdete Küstenabschnitte sowie die Lage bestehender starrer Bauwerke einen Beitrag leisten.

Weitere Daten: Durch die sozialwissenschaftlichen Untersuchungen - speziell die Frage nach dem künftigen Küstenschutz auf Sylt - ist bekannt, dass die

Erforschung und der Test alternativer Küstenschutzoptionen von Sylter Seite durchaus gewünscht werden. Ebenfalls durch die Untersuchungen belegt ist der hohe Stellenwert, den der Küstenschutz genießt ("wichtiger als Naturschutz").

Sandvorspülungen und verstärkte touristische Nutzung auf der Ostseite

Die zu erwartenden Verluste an nutzbarer Fläche auf der Westseite legen das Ausweichen auf andere Gebiete nahe. An der Ostseite der Insel könnten durch dort vorzunehmende Sandvorspülungen neue nutzbare Bereiche geschaffen werden. Die geringere Hydrodynamik würde diesen Bereich vor allem für Familien mit Kindern attraktiv machen, da der Aufenthalt am Strand bzw. im Wasser weit weniger gefährlich ist als an der Westseite mit entsprechend höheren Wellen.

Beitrag des GIS: Das GIS Sylt liefert Informationen über die Flächenverluste auf der Westseite, die eine Verlagerung touristischer Aktivitäten in andere Räume sinnvoll erscheinen lassen. Weiterhin lassen sich die Uferbereiche hinsichtlich ihrer Biotoptypen beschreiben und die befestigten/unbefestigten Uferabschnitte ermitteln.

Weitere Daten: Die Ergebnisse der ökologischen Untersuchungen legen nahe, auf der Ostseite Sand vorzuspülen, um dort die fortschreitende Befestigung des Ufers durch starre Bauwerke zu stoppen und ggf. bestehende Uferbefestigungen wieder aufzuheben. Ökonomisch wären die Kosten der Sandvorspülungen auf der Ostseite durch das von Hartje et al. (in Vorbereitung) ermittelte gesellschaftliche Interesse am Erhalt des Wattenmeeres gedeckt. Und durch die verstärkte touristische Nutzung der Ostseite könnten Einnahmeausfälle kompensiert werden, die durch den Wegfall nutzbarer Fläche auf der Westseite entstehen. Insofern könnten hier ökologische, ökonomische und soziale Interessen miteinander vereint werden.

Keine Investitionen in neue Bauprojekte auf der Westseite der Insel

Wenn mit dem mittelfristigen Verlust bestimmter Flächen zu rechnen ist, verbietet sich eine langfristig angelegte Nutzung. Insofern könnte für die betroffenen Bereiche ein Baustopp verfügt werden.

Beitrag des GIS: Es können diejenigen Bereiche ermittelt werden, die in den überflutungsgefährdeten Gebieten liegen und umgekehrt die Bereiche, die oberhalb liegen, mithin für eine Nutzung auch zukünftig in Betracht kämen.

Weitere Daten: Zweifelsohne kollidiert eine massive Beschränkung der baulichen Nutzung und der dadurch erhöhte „Baudruck“ in anderen Gebieten ganz generell mit der durch die sozialwissenschaftlichen Untersuchungen ermittelten Forderung nach der verstärkten Bereitstellung billigen Wohnraums und der touristischen Nutzung von attraktiven Flächen. Zudem wurde

im Rahmen der Untersuchungen bereits die Forderung nach einem totalen Baustopp ermittelt, und zwar unabhängig von einem möglichen Klimawandel und dessen Folgen.

Entwicklung alternativer Tourismuskonzepte

Die zu befürchtenden Flächenverluste verschärfen das bereits heute bestehende Problem der massentouristischen Nutzung gerade der Westseite der Insel. Von daher könnte über andere Formen der touristischen Erholung bzw. Wertschöpfung nachgedacht werden. Ein „sanfter Tourismus“ würde die ohnehin begrenzt verfügbaren und zukünftig weiter abnehmenden natürlichen Ressourcen der Insel schonen. Er basiert auf den drei Prinzipien der ökologischen, soziokulturellen und ökonomischen Verträglichkeit (Prahl u. Steinecke 1979; Suchanek 2000) und meint letztlich einen Tourismus, der an den Prinzipien der Nachhaltigkeit orientiert ist. Dem steht der Massentourismus und insofern die heutige touristische Nutzung Sylts gegenüber. Damit würde sanfter Tourismus auf Sylt neben stärkerer Lenkung (Bündelung) von Besucherströmen notwendigerweise auch einen Rückgang der Gästezahlen implizieren, was im Hinblick auf die zu erwartenden Flächenverluste begrüßenswert wäre. Wesensmerkmal der ökonomischen Verträglichkeit des sanften Tourismus ist ein qualitatives Wirtschaftswachstum. Konsequenterweise müsste im Zusammenhang mit alternativen Formen des Tourismus also auch die Frage nach alternativen Einnahmequellen gestellt werden.

Beitrag des GIS: Das GIS Sylt kann sensible Bereiche bzw. Konfliktbereiche benennen, für die eine Entlastung vom Massentourismus prioritär sinnvoll erscheint. Hinweise auf mögliche neue Einnahmequellen lassen sich mit GIS-Hilfe nicht finden.

Weitere Daten: Die sozialwissenschaftlichen Untersuchungen belegen eindeutig, dass der Massentourismus und seine Auswirkungen im ökologischen Bereich schon heute als Problem gesehen werden. So wird von Sylter Seite gefordert, die Natur zu schützen und sie gleichzeitig erlebbar zu halten, was konsequent zu Ende gedacht auf einen „sanften Tourismus“ hinauslaufen würde. Wie hoch die Wertschöpfung durch Formen des sanften Tourismus sein würde, ist - zumindest für Sylt - nicht bekannt. Bekannt ist jedoch, dass der Erhalt des Lebensraumes Wattenmeer gesamtgesellschaftlich als gewünscht betrachtet werden kann, wie die Untersuchungen von Hartje et al. (in Vorbereitung) gezeigt haben. In der Frage der alternativen Tourismuskonzepte steckt ganz offenbar eine Menge Zündstoff für Auseinandersetzungen, was auf Grund der wirtschaftlichen Bedeutung dieser Branche für die Insel nicht verwundert. Zu möglichen alternativen Einnahmequellen liefern auch die sozialwissenschaftlichen Untersuchungen keine brauchbaren Hinweise. Beiden Aspekten - anderen Formen des Tourismus und neuen Einnahmequellen - wäre sicher dienlich, wenn sich die bislang untereinander konkurrier-

renden Inselgemeinden zusammenschließen würden, um konsequent gemeindeübergreifende, inselweite Konzepte für wirtschaftliche Nutzung, Naturschutz und Verkehr zu entwickeln und somit an einem Strang zu ziehen. Wie durch die sozialwissenschaftlichen Untersuchungen gezeigt werden konnte, besteht seitens der Sylter ein Interesse an dieser gemeindeübergreifenden Zusammenarbeit.

Förderung des Wissens/Bewusstseins über die Folgen eines möglichen Klimawandels

Hierbei handelt es sich streng genommen nicht um eine Handlungsoption, sondern eher um eine Begleiterscheinung der o. g. Optionen. Sie ist gleichwohl von Bedeutung, weil die genannten Optionen unter der lokalen Bevölkerung sicher intensiv diskutiert werden würden. Für die Qualität und die Akzeptanz der letztlich getroffenen Entscheidungen ist es von großer Bedeutung, dass sie auf Basis eines möglichst umfassenden Wissens unter allen Beteiligten gefunden wurden.

Beitrag des GIS: Hier kann das GIS Sylt durch aussagekräftige Visualisierungen wichtige Beiträge leisten. Dazu können sowohl die historischen Karten herangezogen werden, um die Dynamik der Insel zu verdeutlichen, als auch und gerade die Karten, auf denen die möglichen Flächenverluste visualisiert werden.

Fazit - Handlungsoptionen und Beitrag des GIS

Vergegenwärtigt man sich angesichts der hier vorgestellten Handlungsoptionen noch einmal das Kern-BZG, so wird deutlich, dass sie überwiegend mit einem oder mehreren der dort genannten Trends korrespondieren, wobei der Küstenschutz und der Tourismus im Vordergrund stehen. Dies zeigt die Vulnerabilität des „Systems Sylt“ im Hinblick auf mögliche Klimaänderungen an: Diese betreffen nicht nur besiedelte Fläche oder eine reizvolle Landschaft, sondern würden die monostrukturierte Inselwirtschaft unmittelbar bedrohen. Die Handlungsoptionen zeigen einmal mehr, dass schon heute für Sylt nicht von einer ausgewogenen oder gar nachhaltigen Wirtschaftsweise gesprochen werden kann. Das „System“ erscheint bereits gestört, ein Klimawandel würde die systeminterne Dynamik beschleunigen und gleichermaßen offensichtlich machen.

Der Beitrag des GIS Sylt zur Ableitung bzw. Umsetzung der Optionen besteht vornehmlich in der Bereitstellung flächenhafter Daten zu Schadenspotentialen sowie zur ökologischen Situation. Es kann festgehalten werden, dass dem Einsatz eines Geographischen Informationssystems bei der Bearbeitung komplexer, raumbedeutsamer Probleme (hier: Klimawandel in Küstenlebensräumen) durchaus eine große Bedeutung beigemessen werden muss. Das GIS Sylt liefert wertvolle und wesentliche Informationen, die es überhaupt erst möglich machen, die ursprüngliche Dynamik der Inselentwick-

lung und die mögliche zukünftige Gefährdung zu verstehen und einzuschätzen. Dadurch können die entwickelten Handlungsoptionen z. T. argumentativ gestützt, z. T. in ihrer Umsetzung befördert werden.

Wie durch die begleitend durchgeführten Untersuchungen (Kap. 5.1.1.f.) gezeigt werden konnte, ist ein GIS-Einsatz generell jedoch auch mit einer Vielzahl von Problemen behaftet, die mit steigender Komplexität der Aufgabenstellung und Heterogenität der Eingangsdaten noch zunehmen dürften.

Erst die Heranziehung der nicht Gis-gestützten Untersuchungen führte zu einer umfassenden Beschreibung der auf Sylt wirkenden Prozesse und Dynamiken sowie nachfolgend zur Ableitung von Handlungsoptionen, die die bis dato ermittelten Vorstellungen der lokalen Bevölkerung mit einbeziehen, Probleme bei der möglichen Umsetzung verdeutlicht und auch ökonomische Aspekte mit berücksichtigt. Dies wurde erst durch die Anwendung des Syndromansatzes und die Verknüpfung von GIS-Daten mit nicht raumbezogenen Daten im Metadateinformationssystem MeBez möglich. Generell wären im Bereich der Sozialwissenschaften allerdings Untersuchungen wünschenswert, deren Datenerhebung stärker bzw. unmittelbar auf die Ermittlung von konkreten Vorstellungen und Wünschen der lokalen Bevölkerung auch und gerade im Angesicht eines Klimawandels ausgerichtet ist.

5.7 Adaption des Syndromansatzes: Eine sinnvolle Methode?

Mit Hilfe des Beziehungsgeflechts Sylt (Kap. 5.3; Daschkeit et al. in Vorbereitung) und des daraus abgeleiteten so genannten Kern-BZG (Kap. 5.4) konnte der Untersuchungsraum Sylt in einer neuen, umfassenden Weise beschrieben, analysiert und bewertet werden. Für die Beschreibung des heutigen Zustandes wurden anhand der Kern-Trends und der mittels MeBez vorgehaltenen Metadaten diejenigen Daten ermittelt und ausgewertet, die zur Beschreibung des natürlichen und des sozialen Systems Sylt wesentlich sind. Im Bereich der sozialwissenschaftlichen Daten wäre eine enger an den Konsequenzen eines Klimawandels orientierte Erhebung von Einstellungen und Werthaltungen durch die sozialwissenschaftlichen Teilvorhaben der Fallstudie Sylt wünschenswert gewesen.

Bei der Betrachtung der Auswirkungen eines Klimawandels zeigte sich, dass dieser die Dynamik des im Kern-BZG beschriebenen Systems (Kreislauf) verstärkt. Weiterhin wurde deutlich, dass eine Ergänzung des Kern-BZG durch einen Trend, der die unmittelbaren Auswirkungen auf das soziale System beschreibt (wie z. B. *Zunahme der Miet- und Immobilienpreise* - als logische Konsequenz der Verluste an Gebäuden) sinnvoll wäre. Dies ist jedoch kein Mangel des Kern-BZG oder der ihm zugrunde liegenden Theorie, sondern im Gegenteil eher eine Bestätigung. Denn in der vorliegenden Arbeit wird das BZG als Unterstützung in einem Forschungsprozess angesehen,

dessen zugrunde liegendes Problem sich durch eine hohe Komplexität auszeichnet. Daher bedarf es einer Methode, diese Komplexität und die damit verbundene Heterogenität des Datenmaterials fassbar zu machen. Dies geschieht durch die (Anpassung und) Anwendung des Syndromansatzes: Ein konkretes Problem wird - nicht unkonkret, aber relativ offen - auf eine qualitative Art und Weise diskutiert, woraus sich dann wieder ein Bedarf an quantitativen Daten ergibt. Da die Diskussion, d. h. die Formulierung des BZG erstens stark auf Expertenwissen basiert und zweitens der Arbeit mit den harten Daten notwendigerweise vorgeschaltet ist, ist es nur normal und gar nicht anders zu erwarten, dass sich im Laufe der Arbeit mit den Daten Ergänzungen oder Modifikationen am BZG oder an dessen Kern ergeben.

Es kann also festgestellt werden, dass sich das Kern-BZG und damit die Adaption des Syndromansatzes als brauchbare Grundlage erwiesen hat. Dies gilt auch für die Ableitung von Handlungsoptionen. Und damit hat es seine wesentliche Aufgabe erfüllt, der Strukturierung von Informationen zu dienen, Wichtiges von Unwichtigem trennen zu helfen und den Blick für Zusammenhänge zu schärfen, die nur gesehen werden können, wenn nicht ein Fachbereich oder ein auf die Verarbeitung von räumlichen Informationen zugeschnittenes Instrument wie GIS allein Grundlage für eine umfassende Analyse sind. So können nahezu alle der hier vorgestellten Handlungsoptionen durch den Einsatz eines Geographischen Informationssystems unterstützt werden - sei es argumentativ oder bei einer späteren Umsetzung -, aber erst die Verbindung mit den aus den sozialwissenschaftlichen Untersuchungen gewonnenen Erkenntnissen ermöglicht die Einschätzung, ob und wie solche Handlungsmöglichkeiten von Seiten der Betroffenen gesehen werden.

So konnte durch die gewählte Vorgehensweise gezeigt werden, dass durchaus Überschneidungen zwischen Ansprüchen ökologischer, ökonomischer und gesellschaftlicher Art bestehen, so dass hier Chancen zur Entscheidung für und Umsetzung von Maßnahmen gesehen werden, die auf breite Akzeptanz stoßen werden.

Im übrigen können die hier angesprochenen Handlungsoptionen auch ohne einen zu befürchtenden Klimawandel Impulse für die zukünftige Entwicklung Sylts geben. Die Monostrukturierung der Inselwirtschaft, also ihre einseitige Ausrichtung auf den Tourismus, begründet deren Stärke und ist zugleich ihr Schwachpunkt. Wie bei Monokulturen in der Landwirtschaft besteht auch für die Sylter Wirtschaft die Gefahr, dass sich auf Grund von veränderten Rahmenbedingungen, einem sich wandelnden Insel-Image (Daschkeit et al. in Vorbereitung) oder anderer Umstände, die noch gar nicht absehbar sind, negative Konsequenzen für den Tourismus ergeben. Nimmt dieser jedoch stark ab oder hört gar auf, ist Sylt wirtschaftlich am Ende. Es ist also nur konsequent, über Alternativen nachzudenken, und seien es auch nur neue Touris-

muskonzepte, die diesen Wirtschaftszweig zumindest auf eine breitere Basis stellen (Beispiel Ostküste, Beispiel nachhaltiger Tourismus).

Im ökologischen Bereich sieht es nicht anders aus: Die Prozesse, die in dieser Arbeit als *Degradation natürlicher Ökosysteme* bezeichnet wurden, setzen nicht erst mit einem Klimawandel ein, sondern sind bereits heute kennzeichnend für die ökologische Situation auf Sylt. Daher sind Maßnahmen wie der Verzicht auf Siedlungserweiterungen bzw. Bauen im Außenbereich, die Schaffung von Ausgleichsflächen, Sandvorspülungen an der Ostseite zur Verhinderung weiterer Uferbefestigungen und weitere, wie sie z. B. bei Daschkeit u. Schottes (Hrsg. in Vorbereitung) vorgeschlagen werden, in jedem Falle sinnvoll. Ein drohender Klimawandel würde nur die Dringlichkeit erhöhen. Eine Umsetzung der genannten Maßnahmen schon zum jetzigen Zeitpunkt ließe erwarten, dass langfristig gesehen „Nutzen aus Vorsorge“ entsteht.

Schließlich kann festgestellt werden, dass auch die Initiierung eines IKM-Prozesses unabhängig vom Klimawandel eine lohnenswerte Angelegenheit für Sylt sein könnte. Gerade im ökologischen Bereich werden dadurch erhöhte Chancen für die Umsetzung von beschlossenen Maßnahmen gesehen - anders als bei „herkömmlichen“ Planungsinstrumenten wie z. B. der Landschaftsplanung (Schottes et al. in Vorbereitung).

6 Zusammenfassung und Ausblick

Die vorliegende Arbeit untersucht am Beispiel der Nordseeinsel Sylt die Auswirkungen eines möglichen Klimawandels in Küstenräumen. Dabei wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt, natur- und sozialwissenschaftliche Daten einer synoptischen Analyse und Bewertung zugänglich zu machen. Hierzu wurde zum einen der Syndromansatz des WBGU herangezogen, zum anderen wurde ein Software-Tool entwickelt, das die disziplinübergreifende Arbeit unterstützt.

Ein besonderer Augenmerk wurde der Frage gewidmet, inwieweit sich die gerade in der ökologischen Umweltforschung weit verbreiteten Geographischen Informationssysteme (GIS) für die Bearbeitung disziplinübergreifender Aufgaben eignen. Dazu wurde ein GIS Sylt aufgebaut, in dem die für den Untersuchungsraum verfügbaren raumbezogenen Daten aufbereitet sind. Es enthält neben historischen Karten zur Inselentwicklung u. a. die aktuellen Landschaftspläne, Karten zur ökologischen Situation der Ostküste sowie Darstellungen möglicher Flächenverluste durch einen Klimawandel an der Westseite der Insel.

In zwei Detailuntersuchungen wurde der Frage nachgegangen, welche Schwierigkeiten bei der Integration heterogener Daten sowie bei der Operationalisierung fachlicher Kriterien in GIS auftreten. Dabei zeigte sich, dass Unterschiede in Geometrie und Inhalt verschiedener Datensätze einen großen Aufwand bei der Herstellung einer Basisgeometrie sowie bei der Integration von Fachdaten erfordern. Auch die Überführung von qualitativen Kriterien (z. B. Entwicklungspotential von Biotopen) gestaltet sich schwierig. Limitierend wirken sich hier nicht die Hard- und Softwareressourcen aus, sondern die Tatsache, dass auf dem Weg von den qualitativen Kriterien in das quantitative GIS notwendigerweise Vereinfachungen bzw. Reduktionen vorgenommen werden müssen.

Um die solcherart belegten Beschränkungen beim GIS-Einsatz zur Bearbeitung komplexer, disziplinübergreifender Fragestellungen zu überwinden, wurde die neue Methode entwickelt. Diese basiert auf der Adaption des Syndromansatzes des WBGU, der verwendet wurde, um ein Bild des „Systems Sylt“ zu gewinnen. Ausgehend von diesem so genannten Beziehungsgeflecht Sylt (BZG), das die wesentlichen Prozesse und Entwicklungen in Form von Trendaussagen beschreibt, wurde ein Kern-BZG formuliert, das gegenüber dem umfassenderen Gefüge der Wechselwirkungen zwischen Natur- und Anthroposphäre eine Reduktion auf die wichtigsten Trends und deren Wechselwirkungen darstellt.

Für die im Kern-BZG verwendeten Trends wurde ermittelt, welche Daten die einzelnen Kernaussagen zu quantifizieren gestatten. Dazu wurde ein Meta-

dateninformationssystem entwickelt, in dem neben den Metadaten auch die Relevanz jedes Datensatzes für einen oder mehrere Trends angegeben wird. In einem zweiten Programmteil, welcher die Arbeit am BZG erlaubt, können jederzeit zu jedem Trend die Metainformationen der trendrelevanten Daten angezeigt werden.

Die im Kern-BZG formulierte Dynamik des Systems Sylt fokussiert neben der ökologischen Situation (Degradation) die Gruppeninteressen, die für die Insel bedeutsame Entscheidungen beeinflussen, so z. B. die Fortführung und ggf. Verstärkung von Küstenschutzmaßnahmen. Der Erhalt der (West-) Küste in ihrer heutigen Form ist wesentliche Voraussetzung für einen florierenden Inseltourismus. Dieser wiederum ist aus ökologischer Sicht durchaus kritisch zu werten.

Auf Grundlage der herangezogenen Daten konnte die Insel in ihrer historischen Entwicklung, der heutigen naturräumlichen und sozioökonomischen Situation und hinsichtlich des Selbstbildes, das die Insulaner von Sylt haben, beschrieben werden.

Weiterhin konnte gezeigt werden, dass im Falle eines Klimawandels Flächenverluste größeren Ausmaßes denkbar sind. Die Folgen betreffen das natürliche System ebenso wie das gesellschaftliche. Auch dabei zeigte sich, dass mit GIS-Hilfe nur ein Teil der notwendigen Informationen fassbar und auswertbar war. Weiterhin wurde schnell klar, dass sich das soziale und das natürliche System Sylt an vielen Stellen überschneiden, und sei es nur bezüglich der Raum- bzw. Nutzungsansprüche. U. a. dadurch wurde hier die Notwendigkeit eines Konzeptes, das die gemeinsame Analyse und Bewertung aller Daten ermöglicht, bestätigt.

Durch die Nutzung von natur- und sozialwissenschaftlichen Daten konnten Handlungsoptionen für Sylt im Angesicht eines drohenden Klimawandels abgeleitet werden. Dabei zeigte sich, dass der Einsatz eines Geographischen Informationssystems ein wesentlicher Bestandteil für die Ermittlung von Handlungsoptionen einerseits und für die Umsetzung solcherart erfolgter Planungen andererseits sein kann. Gleichzeitig wurde deutlich, dass die Beschränkung auf das Instrument GIS und damit auf die mittels eines GIS verarbeitbaren Daten nicht ausreicht - und zwar weder für eine umfassende Raumbeschreibung noch für die Ermittlung und Umsetzung der Handlungsoptionen. Durch die Heranziehung weiterer Daten aus den Bereichen Ökologie, Ökonomie, Soziologie und Psychologie, die erst durch die Anwendung des Syndromansatzes des WBGU sowie unter Verwendung des neu entwickelten Metadateninformationssystems in dieser Form möglich wurde, konnte in allen wesentlichen Punkten (Beschreibung des Ist-Zustandes, Abschätzung der Folgen eines Klimawandels und Ableitung von Handlungsoptionen)

eine umfassendere Analyse, Bewertung und Synthese vorgenommen werden.

Der Vorteil gegenüber einer rein disziplinären Betrachtungsweise und auch gegenüber dem Versuch, die Problemlagen (und Lösungsvorschläge) nur mit GIS-Hilfe zu ermitteln, liegt also in dem zusätzlichen Erkenntnisgewinn durch die Einbeziehung vor allem sozialwissenschaftlicher Forschungsergebnisse. Erst diese Vorgehensweise führte dazu, Handlungsoptionen auch aus ökonomischer und gesellschaftlicher Sicht formulieren zu können und darüber hinaus noch zu der Erkenntnis, dass Vertreter aller Interessenlagen in mancher Hinsicht an einem Strang ziehen könnten, was grundsätzlich als ein Vorteil angesehen werden kann, da solcherart erarbeitete Vorhaben bzw. Maßnahmen größere Chancen auf breite Akzeptanz in der Bevölkerung und eine zügige Umsetzung haben dürften.

Insofern wird die hier entwickelte Methode für den Prozess eines IKZM als hilfreich angesehen. Sie könnte dazu beitragen, dass die Verständigung zwischen den wissenschaftlichen Disziplinen aber auch zwischen den verschiedenen, an IKZM beteiligten Gruppen optimiert bzw. überhaupt ermöglicht wird. Gleichzeitig ist sie geeignet, die für ein umfassendes Problemverständnis so wichtige Kenntnis der Wechselwirkungen sowohl innerhalb des natürlichen und des anthropogenen Systems als auch zwischen den Systemen zu verbessern. Insofern sei als Ausblick der Vorschlag erlaubt, die Methode tatsächlich einmal anzuwenden, um sie anschließend kritisch zu diskutieren und möglichst weiter zu entwickeln.

Für den Untersuchungsraum Sylt wäre ein IKZM in jedem Fall empfehlenswert: Abgesehen davon, dass für diesen Raum wie für keinen zweiten an der deutschen Nordseeküste Daten in hoher Qualität und Quantität vorliegen, hat die Fallstudie Sylt ebenso wie diese Arbeit gezeigt, dass es bereits heute drängende Probleme gibt, die vor allem in der einseitig auf den Tourismus ausgerichteten Inselwirtschaft begründet sind. Sie lassen ein IKZM für Sylt - auch unabhängig von einem möglichen Klimawandel - als dringend notwendig erscheinen.

7 Literatur

Ahrendt, K. (2000): Klimaänderung und Küste – Fallstudie Sylt. Teilprojekt: Klimabedingte Veränderung der Gestalt der Insel Sylt. Abschlussbericht, Kiel

Ahrendt, K., Thiede, J. (in Vorbereitung): Naturräumliche Entwicklung Sylts - Vergangenheit und Zukunft. In: Daschkeit, A., Schottes, P. (Hrsg.)(in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 69-112

Barbier, E.B., Acreman, M. & Knowler, D. (1997): Economic valuation of wetlands: a guide for policy makers and planners.- Gland, Switzerland. Ramsar Convention Bureau, http://w3.iprolink.ch/iucnlib/themes/ramsar/lib_val_e_index.htm

Barthelme, N. (1995): Geoinformatik – Modelle, Strukturen, Funktionen. – Berlin. Heidelberg

Bäsel, I.; Lemke, F. (1996): Verwendung digitaler Basisinformationen für die landesweite Landschaftsrahmenplanung in Rheinland-Pfalz. In: Landesvermessungsamt Rheinland-Pfalz (Hrsg.): Das Geoinformationssystem ATKIS und seine Nutzung in Wirtschaft und Verwaltung. Koblenz

Behnen, T. (1996): Der Meeresspiegelanstieg und die möglichen Folgen für Deutschland. Eine Abschätzung der sozio-ökonomischen Vulnerabilität. In: Sterr, H.; Preu, Chr. (Hrsg.): Beiträge zur aktuellen Küstenforschung. Aspekte - Methoden - Perspektiven. Vechta (Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 18; Beiträge der 14. Jahrestagung des Arbeitskreises "Geographie der Meere und Küsten" vom 16.-18. Mai in Oldenburg und Beiträge des Workshops im Programm „Klimaänderung und Küste“ am 15. Mai 1996 in Oldenburg), S. 33-41

Berghoff, B. (1997): Geo-Informationssysteme - Grundlagen und praktische Anwendung für den GIS-Nutzer. Würzburger Geographische Manuskripte 40, Würzburg

Berz, G. (1998): Klimaveränderungen: Auswirkungen auf die Versicherungswirtschaft und Handlungsoptionen. In: Lozan, J.L.; Graßl, H. & Hupfer, P. unter Mitwirkung von H. Sterr (Hrsg.): Warnsignal Klima – Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft. Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen, GEO, S. 400-406

Besch, H.-W. (1987): Sylt. Naturräumliche Gliederung und Umwandlung durch Mensch und Meer. In: Hofmeister, B. & Voss, F. (Hrsg.): Beiträge zur Geographie der Küsten und Meere. Arbeitskreis Meere und Küsten Sylt 1986 und Berlin 1987. Berlin (Berliner Geographische Studien, Band 25), S. 35-52

Besch, H.-W. (1991): Küstenschutz auf Sylt. Vor 125 Jahren Beginn der Maßnahmen. In: Standort. Zeitschrift für Angewandte Geographie 15 (2), S. 23-26

Besch, H.-W. (1996): Tourismus, Küstenschutz und Umweltbelastung auf Sylt. In: Geographische Rundschau 48, H. 3, S. 166-173

Bill, R. & Fritsch, D. (1991): Grundlagen der Geo-Informationssysteme Band 1. – Karlsruhe

Blasius, J. (1997): Umweltwahrnehmungen. In: Fränzle, O.; Müller, F. & Schröder, W. (Hrsg.): Handbuch der Umweltwissenschaften. Grundlagen und Anwendungen der Ökosystemforschung. Landsberg/Lech, Kz. V-1.8, S. 1-10

Blöchliger, H. (1992): Der Preis des Bewahrens. Eine Ökonomie des Natur- und Landschaftsschutzes. Chur: Ruedger

BMELF (Bundesministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten) (1996): Rahmenplan der Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ für den Zeitraum 1996 bis 1999. Bonn (Bundestags-Drucksache 13/4349 vom 16.04.96)

Boje, H.-A. (1998): Küstenschutz aus Sicht der Küstenbewohner. In: Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.): Küstenschutz in Schleswig-Holstein: Leitbild und Ziele für ein integriertes Küstenschutzmanagement. Kiel, S. 23-28

Booyesen, J. (1828): Beschreibung der Insel Silt. Nachdruck 1976, Schleswig

Brand, K.-H. (Hrsg.) (1997): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung an die Soziologie. Reihe „Soziologie und Ökologie“, Bd. 1. Leske und Budrich, Opladen

Brouwer, R., Langford, Ian H., Bateman, Ian J., Crowards, Tom C. & Turner, R. Kerry (1997): A Meta-Analysis of Wetland Contingent Valuation Studies. CSERGE-Working Paper GEC 97-20. University of East Anglia and University College London

Busch, U. (1997): Sturmfluten: 40 Jahre Hindcast versus Szenarien. Untersuchung von Sturmweatherlagen in der Deutschen Bucht. In: Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V. (1997): Künftige Gefährdung durch Sturmfluten. Kurzfassung der Vorträge eines Workshops im Rahmen der IDNDR, 10.06.1997, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg. Organisation und Leitung: Prof. Dr. J. Sündermann & Dr. H. Langenberg.- Bonn (Deutsche IDNDR-Reihe Nr. 7), S. 42-45

Buß, K. (1998): Küstenschutz, eine Investition in die Zukunft. In: Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus des Landes

Schleswig-Holstein (Hrsg.): Küstenschutz in Schleswig-Holstein: Leitbild und Ziele für ein integriertes Küstenschutzmanagement. Kiel, S. 1-2

Chrisman, N.R. (1987): Design of Geographic Information Systems based on Social and Cultural Goals. In: Photogrammetrie Engineering and Remote Sensing, Vol. 53, No. 10, S. 1367-1370

Colijn, F. (1998): Integriertes Küstenzonenmanagement; eine flexible Reaktion auf die Herausforderung der Zukunft oder: Was ist mit integriertem Küstenschutzmanagement gemeint? Und warum und wozu brauchen wir ein integriertes Küstenschutzmanagement? In: Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.): Küstenschutz in Schleswig-Holstein: Leitbild und Ziele für ein integriertes Küstenschutzmanagement. Kiel, S. 16-22

Cummerwie, H.-G. (1992): MERKIS, die Raumbezugsbasis für fachbezogene Informationssysteme der Kommunen. In: Günter et al. (Hrsg.): Umweltanwendungen geographischer Informationssysteme. Wichmann, Stuttgart, S. 147-155

Danckwerth, C. (Hrsg.) (1652): Neue Landesbeschreibung der Herzogtümer Schleswig und Holstein. Reprint, Hamburg-Bergedorf 1963

Daschkeit, A.; Fränzle, O.; Sterr, H.; Schottes, P.; Bartels, F. (in Vorbereitung): Klimafolgen für Sylt: Integrative Analyse und Bewertung. In: Daschkeit, A.; Schottes, P. (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 291-333

Daschkeit, A.; Schottes, P. (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg

Daschkeit, A.; Sterr, H. (2000): Integriertes Küstenzonenmanagement (IKZM) - Definition und Komponenten. Ein Vorschlag. (unveröffentlicht)

Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V. (1997): Künftige Gefährdung durch Sturmfluten. Kurzfassung der Vorträge eines Workshops im Rahmen der IDNDR, 10.06.1997, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg. Organisation und Leitung: Prof. Dr. J. Sündermann & Dr. H. Langenberg.- Bonn (Deutsche IDNDR-Reihe Nr. 7)

Durwen, K.-J. (1991): Zum Informationsbedarf der Landschaftsplanung. In: Natur und Landschaft 66 (2), S.104-106.

EafU (Europäische Akademie für Umweltfragen) (Hrsg) (1993): Globale Erwärmung - Tatsache oder Behauptung? Symposium der Europäischen Akademie für Umweltfragen Mannheim, 23. Juni 1993. Tübingen

Ebenhöh, W.; Sterr, H.; Simmering, F. & Ahlhorn, F. (1997): Auswirkungen von Klimaänderungen auf die deutsche Küstenregion. Trends – mögliche

Risiken – Gefährdungsabschätzung. Oldenburg (Kurzfassung des Ergebnisberichts für das Vorhaben: Potentielle Gefährdung und Vulnerabilität der deutschen Nord- und Ostseeküste bei fortschreitendem Klimawandel)

Eckstein, T. (1999): GIS-gestützte Verfahren zur Ausweisung von Schutzgebieten in der Umweltplanung. Dargestellt am Beispiel eines Wasser- und eines Naturschutzgebietes auf Sylt. Diplomarbeit, Kiel

Eller, F. & Weidemann, J. (1995): Der Sylt-Fan. Ein Porträt zum Schmunzeln. Brilon

Endlicher, W. (1998): Das El Nino-Southern Oscillation-Phänomen. Die terrestrischen Auswirkungen.- In: Lozan, J.L.; Graßl, H. & Hupfer, P. unter Mitwirkung von H. Sterr (Hrsg.): Warnsignal Klima – Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft. Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen, GEO, S. 415-418

ESRI (Environmental Research Institute) (2000): www.esri.com

FGDC (Federal Geographic Data Committee) (1998): Content Standard for Digital Geo Spatial Metadata. Federal Geographic Data Committee, Washington, D.C.

Fischer, O. (1934): Die Nordfriesischen Inseln. Landesanstalt für Gewässerkunde und Hauptnivelements. Berlin

Fränzle, O.; Haber, W.; Schröder, W. (1996): Proposal for a global concept for monitoring terrestrial ecosystems as a basis for harmonization of environmental monitoring. In: Schröder, W.; Fränzle, O.; Keune, H.; Mandry, P. (eds): Global monitoring of terrestrial ecosystems. Berlin, pp 195 - 205

Fränzle, O.; Jensen Huß, K.; Daschkeit, A.; Hertling, Th.; Lüscho, R.; Schröder, W. (1992): Grundlagen zur Bewertung der Belastung und Belastbarkeit von Böden als Teilen von Ökosystemen. Kiel (Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Forschungsbericht 107 07 001/01, im Auftrag des Umweltbundesamtes)

Fränzle, O.; Sterr, H.; Daschkeit, A. (2000): Klimaänderung und Küste – Fallstudie Sylt. Teilprojekt Integrative Analyse und Bewertung der Folgen von Klimaänderungen. Abschlußbericht, Kiel

Gaiser, A.; Richter, A.; Walz, U. (1994): Probleme des Einsatzes von Geographischen Informationssystemen für sozio-ökonomische Fragestellungen. In: GIS, 3, Jg. 1994, S. 1-8

Gee, K.; Kannen, A.; Sterr, H. (Hrsg.) (1999): Integrated Coastal Zone Management: What Lessons for Germany and Europe? Empfehlungen und Ergebnisse der Ersten Deutschen Konferenz zum Integrierten Küstenzonen-

management. Berichte des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste der Universität Kiel, Nr. 21

Gill, S.; Higgs, G. & Nevitt, P. (1999): GIS in Planning Departments: Preliminary Results from a Survey of Local Planning Authorities in Wales. In: Planning Practice & Research, Vol. 14, Nr. 3, S. 341-361

Gönnert, G. & Ferk, U. (1996): Natürliche und anthropogen beeinflusste Entwicklung von Sturmfluten in der Deutschen Bucht und der Unterelbe.- In: Sterr, H. & Preu, Chr. (Hrsg.): Beiträge zur aktuellen Küstenforschung. Aspekte - Methoden - Perspektiven. Vechta (Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 18; Beiträge der 14. Jahrestagung des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“ vom 16.-18. Mai in Oldenburg und Beiträge des Workshops im Programm „Klimaänderung und Küste“ am 15. Mai 1996 in Oldenburg), S. 13-31

Gren, I.-M. & Söderqvist, T. (1994): Economic Valuation of Wetlands: A Survey. Beijer International Institute of Ecological Economics, Stockholm

Günter, O.; Schulz, K.P.; Seggelke, J. (Hrsg.) (1992): Umweltanwendungen geographischer Informationssysteme. Wichmann, Stuttgart

Hamann, M. (1998): Sturmflutgefährdete Gebiete und potentielle Wertverluste an den Küsten Schleswig-Holsteins. Planungsgrundlagen für künftige Küstenschutzstrategien. In: Higelke, B. (Hrsg.): Beiträge zur Küsten- und Meeresgeographie. Heinz Klug zum 65. Geburtstag gewidmet von Schülern, Freunden und Kollegen. Kiel (Kieler Geographische Schriften, Band 97), S. 163-177

Hansen, C.P. (1845): Die Insel Sylt. Hamburg

Harthmuth, G.; Deising, S.; Fritsche, I.; Linneweber, V. (in Vorbereitung): Globaler Wandel im lokalen Kontext: Sylter Perspektiven auf Klimaänderungen. In: Daschkeit, A., Schottes, P. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 223-254

Hartje, V.; Meyer, I.; Meyerhoff, J. (in Vorbereitung): Kosten einer möglichen Klimaänderung auf Sylt. In: Daschkeit, A.; Schottes, P. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 183-222

Hennig, Chr. (1997): Reiselust. Touristen, Tourismus und Urlaubskultur.- Frankfurt am Main, Leipzig

Hofmeister, B.; Voss, F. (Hrsg.) (1987): Beiträge zur Geographie der Küsten und Meere (= Berliner Geographische Studien 25). Berlin

Hofstede, J. (1994): Meeresspiegelanstieg und Auswirkungen im Bereich des Wattenmeeres. In: Lozan, J.L.; Rachor, E.; Reise, K.; Westernhagen, H. v.;

Lenz, W. (Hrsg.): Warnsignale aus dem Wattenmeer. Wissenschaftliche Fakten. Berlin (u. a.), S. 17-23

Hofstede, J. (1996/1997): Meeresspiegelanstieg und Küstenschutz.- In: Bund der Ingenieure für Wasserwirtschaft, Abfallwirtschaft und Kulturbau (BWK) Landesverband Schleswig-Holstein und Hamburg e. V. (Hrsg.): Küstenschutz in der Zukunft. Referate der Vortragsveranstaltung am 1. Oktober 1996 im Haus des Kurgastes Büsum. Kiel (veröffentlicht mit Unterstützung des Ministeriums für Natur und Umwelt und des Ministeriums für ländliche Räume des Landes Schleswig-Holstein), S. 39-56

Hofmeister, B. & Voss, F. (Hrsg.) (1987): Beiträge zur Geographie der Küsten und Meere. Arbeitskreis Meere und Küsten Sylt 1986 und Berlin 1987. Berlin (Berliner Geographische Studien, Band 25)

Horenczuk, J. (2000): Aufbau eines GIS-gestützten Gefährdungskatasters und Schutzdatenatlas. Datengrundlagen und Entscheidungsunterstützung für das Katastrophenmanagement mit Hilfe moderner Computertechnologie. Diplomarbeit, Kiel

Hoyme, H. (1997): Untersuchung von Sturmfluten aus Klimaszenarienrechnungen für die deutsche Nordseeküste.- In: Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V. (1997): Künftige Gefährdung durch Sturmfluten. Kurzfassung der Vorträge eines Workshops im Rahmen der IDNDR, 10.06.1997, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg. Organisation und Leitung: Prof. Dr. J. Sündermann & Dr. H. Langenberg.- Bonn (Deutsche IDNDR-Reihe Nr. 7), S. 50-55

Jägersberg, B. (1998): Aufbereitung historischer Karten für ein Geographisches Informationssystem Sylt. Ein Beitrag zur Landschaftsgeschichte der Insel. Magisterarbeit, Geographisches Institut, Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen.

Jensen, C. (1925): Die nordfriesischen Inseln. Lübeck

Kannen, A. (2000): Analyse ausgewählter Ansätze und Instrumente zu Integriertem Küstenzonenmanagement und deren Bewertung. Dissertation, Kiel

Klug, A. u. Klug, H. (1998): Naturraumbelastung durch den Fremdenverkehr im Norden Sylts. In: Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer u. Umweltbundesamt (Hrsg.): Umweltatlas Wattenmeer. Band 1 – Nordfriesisches und Dithmarscher Wattenmeer.- Stuttgart, S. 184-185.

Klug, H.; Boedeker, D.; Matusek, S. & Schauser, U.-H. (1991): Computergestützte Analyse von Nutzungskonflikten und Belastungsphänomenen im Westküstenraum Schleswig-Holsteins als Basis für Planung und Küstenmanagement. In: Achenbach, H. (Hrsg.): Beiträge zur regionalen Geographie

von Schleswig-Holstein. Kiel (Kieler Geographische Schriften, Bd. 80), S. 203-222

Koehn, H. (1968): Sylt. Hamburg

Königlich Dänische Gesellschaft der Wissenschaften zu Kopenhagen (Hrsg.) (1796): Konzeptkarte, Vermessung S. Bruun, 1:100000, Original: Königliche Handbibliothek Kopenhagen. Kopenhagen

Königlich Preussische Landesaufnahme (1878/80): Meßtischblätter 1:25000, Blätter List, Kampen, Westerland, Morsum, Rantum, Hörnum.

Kossak, G. (Hrsg) (1980): Archsum auf Sylt Teil 1. Mainz am Rhein

Krasemann, H.J. (1996): Meta-Information – Was ist das? In: Kremers, H. & Krasemann, H.L.: Umweltdaten verstehen durch Metainformation. Metropolis-Verlag, Marburg, S. 9-14.

Kremers, H. & Krasemann, H.L.: Umweltdaten verstehen durch Metainformation. Metropolis-Verlag, Marburg,

Lackschewitz, D.; Menn, I.; Reise, K. (in Vorbereitung): Das marine Ökosystem um Sylt unter veränderten Klimabedingungen. In: Daschkeit, A.; Schottes, P. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 155-182

Lange, N. de (Hrsg.) (2000): Geoinformationssysteme in der Stadt- und Umweltplanung. (Osnabrücker Studien zur Geographie, Bd. 19)

Lange, N. de; Noetzel, U.; Slopianka, B. & Wigger, C. (1997): Grundlagen von Geo-Informationssystemen. Osnabrücker Studien zur Geographie (OSG) – Materialien 35, Osnabrück.

Langenberg, H.; Pfizenmayer, A.; Storch, H. v. & Sündermann, J. (1997): Natural variability and anthropogenic change of storm related sea level variations along the North Sea Coast.- GKSS (GKSS 97/E/48; unpublished).

Langenhagen, B. (1999): The Relevance of Coastal Zone Management in Europe and Germany. In: Gee, K.; Kannen, A.; Sterr, H. (Hrsg.): Integrated Coastal Zone Management: What Lessons for Germany and Europe? Empfehlungen und Ergebnisse der Ersten Deutschen Konferenz zum Integrierten Küstenzonenmanagement. Berichte des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste der Universität Kiel, Nr. 21, S. 30-35

Latif, M. (1998): Das El Nino-Southern Oscillation-Phänomen. Dynamik und klimatologische Auswirkungen. In: Lozan, J.L.; Graßl, H. & Hupfer, P. unter Mitwirkung von H. Sterr (Hrsg.): Warnsignal Klima – Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft. Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen, GEO, S. 407-414

Liverman, D.; Moran, E.F.; Rindfuss, R.R., Stern, P.C. (eds) (1998): People and Pixels. Linking Remote Sensing and Social Sciences. Washington

LnatSchG SH - Landesnaturschutzgesetz Schleswig-Holstein (1993): Gesetz zur Neufassung des Landschaftspflegegesetzes (Gesetz zum Schutz der Natur - Landesnaturschutzgesetz - LNatSchG -) und zur Anpassung anderer Rechtsvorschriften. Vom 16. Juni 1993 - GVOBL. Schl.-H.

Lohmann, M.; Kierchhoff, H.W.; Kaim, E. & Warncke, K. (1998): Küstentourismus in Deutschland: Nachfragestruktur und die Anfälligkeit für Klimaänderungen. In: *Tourismus Journal* 2 (1), S. 67-79

Lozan, J.L.; Graßl, H. & Hupfer, P. unter Mitwirkung von H. Sterr (Hrsg.) (1998): Warnsignal Klima – Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft.- Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen, GEO

Lozan, J.L.; Graßl, H.; Hupfer, P. unter Mitwirkung von Sterr, H. (Hrsg.) (1998): Warnsignal Klima - Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz - weniger Risiken für die Zukunft. Hamburg.

LZV (Landschaftszweckverband) Sylt (2000): Auszug aus der Satzung des LZV, veröffentlicht unter <http://www.kuestenschutz.de/seiten/backframe.htm> (link: Auszug)

Mager, F. (1927): Der Abbruch der Insel Sylt durch die Nordsee. In: Veröffentlichungen der Schleswig-Holsteinischen Universitätsgesellschaft Nr. 8, Schriften der Baltischen Kommission zu Kiel, Brelau

Matusek, S. (1997): Landschaftspläne Sylt. Textteile der Landschaftspläne für die sieben Sylter Gemeinden. Entwurfsstadium. Umweltplanungs- und Audit GmbH (UAG), Kiel.

Menzel, S. (1997): Untersuchungen zur Säugetierfauna der Insel Sylt.- In: Säugetierkundliche Informationen Jg. 21, H. 4, S. 227-256

Meyer, J. (1652a): Das Amt Tondern ohne Lundtofft Herde anno 1648. In: Danckwerth, C. (Hrsg.): Neue Landesbeschreibung der Herzogtümer Schleswig und Holstein. Reprint, Hamburg-Bergedorf 1963

Meyer, J. (1652b): Landkarte von dem alten Nordfrieslande anno 1240. In: Danckwerth, C. (Hrsg.): Neue Landesbeschreibung der Herzogtümer Schleswig und Holstein. Reprint, Hamburg-Bergedorf 1963

Meyerhoff, J. (1998): Ökonomische Bewertung ökologischer Leistungen. Stand der Diskussion und mögliche Bedeutung für die Elbe-Ökologie. Mitteilung Nr. 5 der Bundesanstalt für Gewässerkunde. Koblenz – Berlin

Moll, P. (1995): Raumbezogene Informationssysteme in der Anwendung - ein aktuelles Thema für Verwaltung und Forschung. In: Moll, P. (Hrsg.): Raum-

bezogene Informationssysteme in der Anwendung. Material zur angewandten Geographie 23. Irene Kuron, Bonn, S. 9-14

Moll, P. (Hrsg.) (1995): Raumbezogene Informationssysteme in der Anwendung. Material zur angewandten Geographie 23. Irene Kuron, Bonn

Müller, F.; Fischer O. (1938): Das Wasserwesen an der schleswig-holsteinischen Nordseeküste, Bd. 7. Sylt, Berlin

Nationalparkgesetz (NPG, Gesetz zum Schutz des schleswig-holsteinischen Wattenmeeres) (1985) (GS Schl.-H. II, Gl. Nr. 791-6) vom 22. Juli 1985 (GVOBl. Schl.-H., S. 202), zuletzt geändert durch Verordnung vom 24. Oktober 1996 (GVOBl. Schl.-H., S. 652)

Neuer, B. (2000): Expedition ins Datenreich. Geographische Informationssysteme verknüpfen Daten mit Karten. In: c't 4/2000 S. 288-299

Newig, J. (1980): Sylt im Spiegel historischer Karten. In: Kossak, G. (Hrsg.): Archsum auf Sylt Teil 1. Mainz am Rhein

Newig, J. (1981): Weicher Küstenschutz oder Verfelsung? Das Beispiel Sylt. In: Geographische Rundschau 33 (7), S. 296-301

Newig, J. (1987): Die Entwicklung des Küstenschutzes auf Sylt. In: Hofmeister, B. & Voss, F. (Hrsg.): Beiträge zur Geographie der Küsten und Meere. Arbeitskreis Meere und Küsten Sylt 1986 und Berlin 1987. Berlin (Berliner Geographische Studien, Band 25), S. 53-74

Newig, J. (1995): Zur langfristigen Gestaltänderung der Insel Sylt. In: Kölner Geographische Arbeiten, S. 121-138

Nielinger, J. (1997): Auswirkungen möglicher Klimaänderungen im Gebiet der Deutschen Bucht. Numerische Simulation von Sturmweatherlagen (Deterministische Regionalisierung). In: Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V. (1997): Künftige Gefährdung durch Sturmfluten. Kurzfassung der Vorträge eines Workshops im Rahmen der IDNDR, 10.06.1997, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg. Organisation und Leitung: Prof. Dr. J. Sündermann & Dr. H. Langenberg. Bonn (Deutsche IDNDR-Reihe Nr. 7), S. 29-32

Opaschowski, H.W. (o.J.): Mythos Urlaub. Die unerfüllbare Sehnsucht nach dem Paradies. Eine motivationspsychologische Studie vom BAT Freizeit-Forschungsinstitut. Hamburg

Parlitz, S. (1999): Erprobung der geometrischen und inhaltlichen Integration von ATKIS-, ALK- und Fachdaten aus der kommunalen Planung am Beispiel der Gemeinde Westerland mit Hilfe von Arc/Info. Diplomarbeit, Kiel

Pötzl, N. F. (2000): Der teure Sand von Sylt. In: DER SPIEGEL, 28/2000, 22.5.2000

Prahl, H-W.; Steinecke, A. (1979): Der Millionen Urlaub - Von der Bildungsreise zur totalen Freizeit. Luchterhand

Probst, B. (1996): Küstenschutz 2000. In: Sterr, H. & Preu, Chr. (Hrsg.): Beiträge zur aktuellen Küstenschutzforschung. Aspekte - Methoden - Perspektiven.- Vechta (Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 18; Beiträge der 14. Jahrestagung des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“ vom 16.-18. Mai in Oldenburg und Beiträge des Workshops im Programm „Klimaänderung und Küste“ am 15. Mai 1996 in Oldenburg), S. 177-179

Probst, B. (1998): Leitbild und Ziele des Küstenschutzes in Schleswig-Holstein oder: Wer das Ziel nicht kennt, kann nicht treffen.- In: Ministerium für ländliche Räume, Landwirtschaft, Ernährung und Tourismus des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.): Küstenschutz in Schleswig-Holstein: Leitbild und Ziele für ein integriertes Küstenschutzmanagement. Kiel, S. 3-11

Probst, B. (2000): *Äußerung entnommen aus Pötzl (2000)*

Questions-Autorenteam (1998): Globaler Wandel: GIS-gestützte Erfassung und Modellierung der Syndrom-Dynamik. Potsdam

Reise, K. (2000): *Äußerung entnommen aus Pötzl (2000)*

Reise, K.; Gollasch, S. & Wolff, W.J. (1998): Introduced marine species of the North Sea Coast. In: Helgoländer Meeresuntersuchungen 52

Reusswig, F. (1997): Nicht-nachhaltige Entwicklungen. Zur interdisziplinären Beschreibung und Analyse von Syndromen des Globalen Wandels. In: Brand, K.-H. (Hrsg.): Nachhaltige Entwicklung. Eine Herausforderung an die Soziologie. Leske und Budrich, Opladen, S. 71-90

Rindfuss, R. R.; Stern, P. C. (1998): Linking Remote Sensing and Social Science: The Need and the Challenges. In: Liverman, D.; Moran, E.F.; Rindfuss, R.R., Stern, P.C. (eds): People and Pixels. Linking Remote Sensing and Social Sciences. Washington, pp 1-27

Rosenthal, W. (1997): 40 Jahre Hindcast von Wind und Sturmfluten. In: Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V. (1997): Künftige Gefährdung durch Sturmfluten. Kurzfassung der Vorträge eines Workshops im Rahmen der IDNDR, 10.06.1997, Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, Hamburg. Organisation und Leitung: Prof. Dr. J. Sündermann & Dr. H. Langenberg. Bonn (Deutsche IDNDR-Reihe Nr. 7), S. 46-49

Schmidt, H. (1997): 120 Jahre Geostrophischer Wind in der Deutschen Bucht. In: Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V. (1997): Künftige Gefährdung durch Sturmfluten. Kurzfassung der Vorträge eines Workshops im Rahmen der IDNDR, 10.06.1997, Bundesamt für See-

schiffahrt und Hydrographie, Hamburg. Organisation und Leitung: Prof. Dr. J. Sündermann & Dr. H. Langenberg. Bonn (Deutsche IDNDR-Reihe Nr. 7), S. 20-23

Schottes, P. (1996): Steuerung der Flächenver- und Entsiegelung im städtischen Bereich mit Hilfe eines Geoinformationssystems. Diplomarbeit, Kiel

Schottes, P. (1999): MeBez - Anleitung zur Erfassung und Verwaltung von Metadaten und zur Arbeit am Beziehungsgeflecht Sylt. Kiel, unveröffentlicht

Schottes, P.; Bartels, F.; Schröder, W.; Simmering, F.; Ebenhöf, W. (in Vorbereitung): Aufbau und Führung eines Geographischen Informationssystems (Sylt-GIS). In: Daschkeit, A., Schottes, P. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 41-68

Schröder, W.; Bartels, F.; Schottes, P.; Ebenhöf, W.; Simmering, F.; (2000): Fallstudie Sylt. Teilprojekt: Aufbau und Führung eines Geographischen Informationssystems (Sylt-GIS). Abschlussbericht, Kiel

Schröder, W.; Fränze, O.; Daschkeit, A.; Bartels, F.; Kaske, A.; Kerrines, A.; Schmidt, G.; Stech, C. (1998): Organisation und Methodik des Bodenmonitoring. Berlin (UBA-Texte 21/98)

Schröder, W.; Schmidt, G.; Bartels, F.; Ahrens, E.; Schmidt, B. (1999a): Instrumentarium für die Zusammenführung umweltrelevanter Daten verschiedener Messnetze.- Kiel (Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Forschungsbericht 29 781 126 im Auftrag des Umweltbundesamtes)

Schröder, W.; Schmidt, G.; Bartels, F.; Ahrens, E.; Schmidt, B. (1999b): Standörtliche Gliederung Deutschlands für die Ökologische Umweltbeobachtung. Kiel (Umweltforschungsplan des Bundesministers für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit: Forschungsbericht 29 781 126 im Auftrag des Umweltbundesamtes)

Schröder, W.; Vetter, L.; Fränze, O. (Hrsg.) (1994): Neuere statistische Verfahren und Modellbildung in der Geoökologie. Braunschweig, Wiesbaden

Schulze, G. (1992): Die Erlebnis-Gesellschaft. Kulturosoziologie der Gegenwart. Frankfurt am Main, New York

Siefert, W. (1997): Sturmflut- und Windstauentwicklung im südlichen Nordseegebiet in den letzten 100 Jahren.- In: Deutsches IDNDR-Komitee für Katastrophenvorbeugung e. V. (1997): Künftige Gefährdung durch Sturmfluten. Kurzfassung der Vorträge eines Workshops im Rahmen der IDNDR, 10.06.1997, Bundesamt für Seeschiffahrt und Hydrographie, Hamburg. Organisation und Leitung: Prof. Dr. J. Sündermann & Dr. H. Langenberg.- Bonn (Deutsche IDNDR-Reihe Nr. 7), S. 12-19

Simmering, F. (1997): Anforderungen an die Datenhaltung aus Sicht interdisziplinärer Coastal-Zone-Management Projekte. In: DGM-Mitteilungen 1-2/1997 S. 48-51

Stahl, R. (1995): Moderne Landkarten. Grundlagen geographischer Informationssysteme. In: iX 9/95 S. 42-50

Stahl, R. (1997): GIS-Tutor. (<http://www.gis-tutor.de>)

Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein (1997a): Bevölkerungsentwicklung in den Gemeinden Schleswig-Holsteins 1996, Kiel

Statistisches Landesamt Schleswig-Holstein (1997b): Fremdenverkehr in den Gemeinden Schleswig-Holsteins 1996, Kiel

Sterr, H. (1996): Zur Frage eines - anthropogen bedingten - Meeresspiegelanstiegs und dessen möglicher Konsequenzen. In: Behnen, T. (Hrsg.): Beiträge zur Geographie der Meere und Küsten. Vorträge der Jahrestagung des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“. Münster, Hamburg (Hannoversche Geographische Arbeiten, Band 52), S. 130-145

Sterr, H. (1998): Auswirkung auf den Meeresspiegel. In: Lozan, J.L.; Graßl, H.; Hupfer, P. unter Mitwirkung von Sterr, H. (Hrsg.) (1998): Warnsignal Klima - Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz - weniger Risiken für die Zukunft. Hamburg.

Sterr, H. (1998a): Auswirkung auf den Meeresspiegel. In: Lozan, J.L.; Graßl, H. & Hupfer, P. unter Mitwirkung von H. Sterr (Hrsg.): Warnsignal Klima – Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft.- Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen, GEO, S. 201-206

Sterr, H. (1998b): Der Klimawandel und seine Folgen: Problematisch für die Küsten, aber hilfreich für die Forschung?- In: Daschkeit, A. & Schröder, W. (Hrsg.): Umweltforschung quergedacht. Perspektiven integrativer Umweltforschung und -lehre. Festschrift für Professor Dr. Otto Fränze zum 65. Geburtstag. Mit einem Geleitwort von Dr. Angela Merkel, Bundesministerin für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. Berlin (u. a.); Umweltnatur- & Umweltsozialwissenschaften UNS Band 1, S. 359-382

Sterr, H.; Colijn, F. (1999): Perspectives for Integrated Coastal Zone Management: German and International Issues. In: Gee, K.; Kannen, A.; Sterr, H. (Hrsg.): Integrated Coastal Zone Management: What Lessons for Germany and Europe? Empfehlungen und Ergebnisse der Ersten Deutschen Konferenz zum Integrierten Küstenzonenmanagement. Berichte des Forschungs- und Technologiezentrums Westküste der Universität Kiel, Nr. 21, S. 15-29

Sterr, H.; Ebenhö, W. & Daschkeit, A. (1996): Einführung und Zusammenfassung zum Workshop „Klimaänderung und Küste“. In: Sterr, H. & Preu, Chr. (Hrsg.): Beiträge zur aktuellen Küstenforschung. Aspekte - Methoden -

Perspektiven. Vechta (Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 18; Beiträge der 14. Jahrestagung des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“ vom 16.-18. Mai in Oldenburg und Beiträge des Workshops im Programm „Klimaänderung und Küste“ am 15. Mai 1996 in Oldenburg), S. 177-179

Sterr, H.; Fränzle, O.; Daschkeit, A.; Ahrendt, K.; Witte, J.-O. (in Vorbereitung): Klimaszenarien. In: Daschkeit, A., Schottes, P. (Hrsg.)(in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 25-38

Sterr, H.; Preu, Chr. (Hrsg.) (1996): Beiträge zur aktuellen Küstenforschung. Aspekte - Methoden - Perspektiven. Vechta (Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 18; Beiträge der 14. Jahrestagung des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“ vom 16.-18. Mai in Oldenburg und Beiträge des Workshops im Programm „Klimaänderung und Küste“ am 15. Mai 1996 in Oldenburg)

Sterr, H.; Simmering, F. (1996): Die Küstenregionen im 21. Jahrhundert. Einschätzungen der Folgen des Klimawandels aus der Sicht des IPCC.- In: Sterr, H. & Preu, Chr. (Hrsg.): Beiträge zur aktuellen Küstenforschung. Aspekte - Methoden - Perspektiven. Vechta (Vechtaer Studien zur Angewandten Geographie und Regionalwissenschaft, Band 18; Beiträge der 14. Jahrestagung des Arbeitskreises „Geographie der Meere und Küsten“ vom 16.-18. Mai in Oldenburg und Beiträge des Workshops im Programm „Klimaänderung und Küste“ am 15. Mai 1996 in Oldenburg), S. 181-188

Storch, H. v.; Langenberg, H. & Pohlmann, Th. (1998): Stürme, Seegang und Sturmfluten im Nordostatlantik. In: Lozan, J.L.; Graßl, H. & Hupfer, P. unter Mitwirkung von H. Sterr (Hrsg.): Warnsignal Klima – Das Klima des 21. Jahrhunderts. Mehr Klimaschutz – weniger Risiken für die Zukunft. Hamburg: Büro Wissenschaftliche Auswertungen, GEO, S. 182-189

Streitz, W. (in Vorbereitung): Zukunftsentwürfe und Gestaltungspotentiale für die Insel Sylt angesichts möglicher Klimaänderungen. In: Daschkeit, A., Schottes, P. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 255-290

Suchanek, N. (2000): Ausgebucht - Zivilisationsflucht Tourismus, 1. Auflage, Schmetterling.

Sündermann, J. (2000): *Äußerung entnommen aus Pötzl (2000)*

Tomlinson, R. F. (1972): Geographical Data Handling (Symposium Edition). UNESCO/IGU Second Symposium Geographical Information Systems, Ottawa

UBA (Umweltbundesamt) (1997): Daten zur Umwelt. Der Zustand der Umwelt in Deutschland. E. Schmidt, Berlin

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1993): Welt im Wandel: Grundstruktur globaler Mensch-Umwelt-Beziehungen. Jahresgutachten 1993. Economica, Bonn

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1994): Welt im Wandel: Die Gefährdung der Böden. Jahresgutachten 1994. Economica, Bonn

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1996): Welt im Wandel: Herausforderung für die deutsche Wissenschaft. Jahresgutachten 1996. Springer, Heidelberg

WBGU (Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen) (1998): Welt im Wandel: Wege zu einem nachhaltigen Umgang mit Süßwasser - Jahresgutachten 1997. Berlin (u. a.)

Witte, J.-O.; Kohlhase, S.; Fröhle, P.; Radomski, J. (in Vorbereitung): Strategien und Optionen der Küstenschutzplanung. In: Daschkeit, A.; Schottes, P. (Hrsg.) (in Vorbereitung): Sylt - Klimafolgen für Mensch und Küste. Springer, Heidelberg, S. 113-154

Zölitz-Möller, R., Heinrich, U., Nachbar, M. (1997): Environmental Planning with help of digital geographical information and the Ecosystem approach. In: GIS - Zeitschrift für raumbezogene Information und Entscheidungen. Jahrgang 10, Heft 6, S. 20-24

8 Anhang

Karten

Die Karten befinden sich auf der beiliegenden CD. Zur Ansicht ist im Windows-Explorer auf die Datei start.htm im Verzeichnis \karten doppelzuklicken. Dadurch wird der Standard-Internetbrowser (netscape oder microsoft internet explorer) gestartet, und es erscheint eine Übersicht, aus der dann einzelne Karten ausgewählt werden können.