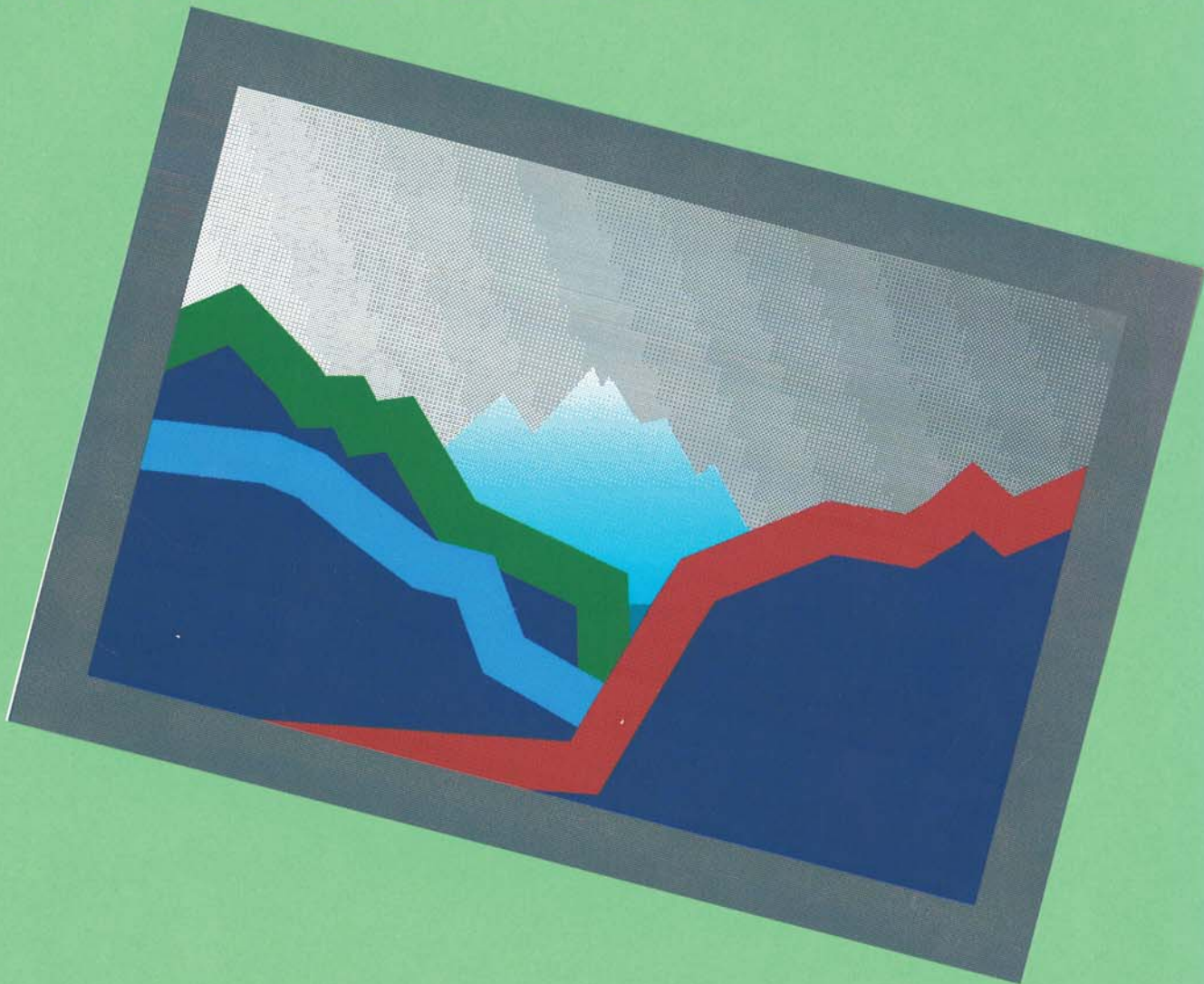


DIE ZUKÜNFTIGE UMWELT- UND WIRTSCHAFTSITUATION

FWF P8079SOZ BERICHT



PERIPHERER ALPINE GEBIETE

Meinhard Breiling

INSTITUT FÜR LANDSCHAFTSGESTALTUNG
UNIVERSITÄT FÜR BODENKULTUR

Projektleitung: Univ. Prof. H. Schacht, Univ. Doz. W. Pleschberger

FWF P8079SOZ BERICHT

Projektleiter:

Ord. Univ. Prof. Dipl. Ing, Hermann Schacht,

Inst. f. Landschaftsgestaltung, Universität für Bodenkultur

Univ. Doz. Dr. Werner Pleschberger,

Inst. f. Wirtschaft, Politik und Recht, Universität für Bodenkultur

Die zukünftige Umwelt- und Wirtschaftssituation peripherer alpiner Gebiete

verfaßt von:

Dipl.Ing. Meinhard Breiling,

Inst. f. Landschaftsgestaltung

Universität für Bodenkultur

Dieser FWF Bericht wurde als Dissertation des Verfassers
an der Universität für Bodenkultur in Wien eingereicht

Danksagung:

Dipl.Ing. Dr. Pavel Charamza, für seine Hilfe am methodischen Teil dieser Arbeit

Prof. Bo Döös, für die sorgfältige Durchsicht des Manuskriptes und seine Anregungen

Martin Schobel, für den Cover Entwurf

und meiner Mutter Renate Breiling, für die grammatikalische Durchsicht des Manuskriptes

Inhaltsverzeichnis

I ALLGEMEINE PROJEKT-INFORMATIONEN	2
Abstract 1	3
Abstract 2	4
1. Projektwirksamkeit.....	5
Gehaltene Vorträge.....	5
Enge Kooperation.....	6
Internationale Kontakte	6
Nationale Kontakte.....	7
2. Fragestellung und Zielsetzung.....	8
3. Stand der Forschung.....	11
Überblick zum Forschungsstand über aufrechterhaltbare Entwicklung (sustainable development).....	11
Begriffsdeutung.....	11
Studien.....	12
Überblick über den Forschungsstand Klimaveränderung im Alpenraum	13
Klimamodelle.....	13
Klimastudien.....	14
4. Informationen über den Bezirk Hermagor.....	18
Kurzbeschreibung des Bezirk Hermagor	18
Allgemeines zur lokalen Wirtschaft von Hermagor	20
Allgemeine Umweltgefährdung im Bezirk Hermagor.....	21
Katastrophenschäden im Bezirk Hermagor	22
II METHODIK	24
5. Modellierung von Entwicklungseinflüssen.....	25
Konzeption des Modell Hermagor.....	25
Ursachen und Wirkungskreislauf der inneren (endogenen) Entwicklung	26
Ursachen und innerer Wirkungskreislauf der exogenen Entwicklung	26
Katastrophenfrequenz und Katastrophenwirkung.....	27
Zunahme von Extremniederschlagsereignissen.....	28
Verminderte Wasserspeicherfähigkeit der Landschaft	29
Extremabfluß mit mehr Geschiebe und überproportionalem Schaden	30
6. Aufbau des Modell Hermagor.....	31
Modell Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren.....	32
Dreiweg ANOVA-Rechnung.....	32
Regressionsmodell	32
Modell Landnutzung.....	34

1) Dreiweg ANOVA und Regressionsmodell.....	34
2) Landnutzung abgeleitet von "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren".....	35
Modell Hydrologie.....	37
7. Auswirkungen der Klimaveränderung.....	39
Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren".....	39
Modell Landnutzung.....	39
Modell Hydrologie.....	40
8. Weitere Projektziele.....	41
Verbindung der drei Simulationsmodelle zum Gesamtmodell Hermagor.....	41
1) Verknüpfung der Modelle "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" und "Landnutzung".....	41
2) Verknüpfung der Modelle "Landnutzung" und "Hydrologie".....	42
3) Verknüpfung des Modell "Hydrologie" mit "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" (über Katastrophen und Wirtschaftsentwicklung).....	43
Verbindung mit Szenarien der Klimaveränderung.....	43
4) Kopplung des Modell Hermagor mit Szenarien von Klimamodellen.....	43
III ERGEBNISBERICHT	44
9. Analyse "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" 1951-1981.....	46
Entwicklung der Bevölkerung in der Land- und Forstwirtschaft.....	47
.....	47
Entwicklung der Bevölkerung in der Industrie.....	48
Entwicklung der Bevölkerung im Service.....	49
Entwicklung der Bevölkerung in Handel und Transport.....	50
Entwicklung der Bevölkerung in anderen Erwerbssectoren.....	51
Resumee der allgemeinen Analyse.....	52
Bevölkerungsentwicklung.....	52
Land- und Forstwirtschaft.....	53
Industrie.....	53
Service.....	53
Handel und Transport.....	54
Andere.....	54
10. Prognosen des Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren".....	55
Werte und Prognosen für die Wirtschaftssectoren der Gemeinde Dellach.....	56
Werte und Prognosen für die Wirtschaftssectoren der Gemeinde Gitschtal.....	57
Werte und Prognosen der Gemeinde Hermagor-Presseggersee.....	58
Werte und Prognosen für die Wirtschaftssectoren der Gemeinde Kirchbach.....	59
Werte und Prognosen der Gemeinde Kötschach-Mauthen.....	60
Werte und Prognosen für die Wirtschaftssectoren der Gemeinde Lesachtal.....	61
Werte und Prognosen für die Wirtschaftssectoren der Gemeinde St. Stefan.....	62
Schlußfolgerungen aus den Modellvorhersagen.....	63
Land- und Forstwirtschaft.....	63
Industrie.....	63
Service.....	63
Handel und Verkehr.....	63
Andere.....	64
"Conventional Wisdom" Entwicklung.....	64
Keine Feed-back Reaktionen.....	64

Modellgenauigkeit	65
11. Allgemeine Analyse "Landnutzung" 1951-1991.....	66
Entwicklung der Agrarfläche (landwirtschaftlich genutzten Fläche)	68
Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild	69
Entwicklung der Waldfläche.....	70
Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild	70
Entwicklung der Alpinfläche	73
Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild	74
Entwicklung der Gewässerfläche	76
Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild	77
Entwicklung des Baulandes	78
Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild	79
Entwicklung der "sonstigen Flächen" (Sonstige).....	80
Vergleich der Entwicklung der Landnutzung in verschiedenen Gemeinden	81
Modellvorschläge für "Landnutzung"	82
12. Ergebnisse der Analyse der hydrologischen Daten.....	83
Ergebnisse der Datenanalyse der Niederschlagsstationen	84
Ergebnisse der Datenanalyse der Abflußstationen	85
Abhängigkeit der Niederschlag und Abflußstationen.....	86
Überlegungen zu Wasserspeichervermögen und Pufferkapazität	87
13. Aufbau des hydrologischen Modells.....	89
14. Ergebnisse der hydrologischen Extremereignisauswertung.....	93
Starkregenereignisse.....	93
Station Maria Luggau	94
Station Kornat.....	95
Station Reisach	96
Station Waidegg.....	97
Station Weißbriach.....	98
Station Förolach.....	99
Starkabflußereignisse.....	100
Station Maria Luggau	100
Station Mauthen.....	100
Station Rattendorf.....	100
Station Nötsch.....	100
Station Oselitzen.....	100
Station Hermagor (Gösseringbach).....	100
Station Garnitzen.....	101
15. Mögliche Folgen der Klimaveränderung.....	102
Klimaerwärmung in verschiedenen Höhenstufen.....	103
Mögliche Folgen der Klimaveränderung für Hermagor	104
Auswirkungen auf die lokale Wirtschaft.....	104
Auswirkungen auf die Landnutzung	106
Auswirkungen auf die Hydrologie	107
Kombinierte Katastrophenwirkung in den drei Teilbereichen	107
Mögliche lokale Reaktionen auf die globale Klimaveränderung	108

16. Schlußfolgerungen zur aufrechterhaltbaren Entwicklung.....	109
Folgerungen zur aufrechterhaltbaren Entwicklung nach thematischen Bereichen.....	110
Modell Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren.....	110
Analyse der Landnutzung.....	111
Schlußfolgerungen zur Analyse der Hydrologie.....	111
Schlußfolgerungen zu den möglichen Folgen der Klimaerwärmung.....	112
Folgerungen zur aufrechterhaltbaren Entwicklung nach der zeitlichen Wirkung.....	113
Kurzfristige Perspektiven einer aufrechterhaltbaren Entwicklung.....	113
Mittelfristige Perspektiven einer aufrechterhaltbaren Entwicklung.....	114
Langfristige Perspektiven einer aufrechterhaltbaren Entwicklung.....	114
Informationsquellen und Literatur.....	115

IV APPENDIX..... 122

1) Datenerhebung.....	123
Demographisch&wirtschaftliche Daten.....	123
Bevölkerung.....	123
Landwirtschaft.....	123
Fremdenverkehr.....	124
Beschäftigte in anderen Erwerbszweigen.....	124
Katastrophendaten.....	124
Schutzmaßnahmen.....	124
Landnutzungsdaten.....	124
Landnutzungsdaten des Vermessungsamt Villach.....	124
Landwirtschaft.....	124
Forstwirtschaft.....	124
Straßenbauten.....	125
Wohnbauten.....	125
Skilifte.....	125
Luftbilddaufnahmen.....	125
Hydrologische Daten.....	125
Niederschlag und Abfluß.....	125
Starkregenauswertung.....	126
Temperaturdaten.....	126
Tagesmittelwerte.....	126
Tagesamplituden von Hermagor.....	126
Globale Temperaturwerte, Monats-, Jahresmittel.....	126
2) Mathematische und statistische Methoden.....	127
Im Bericht verwendete Verfahren.....	127
i) ANOVA Modellierung - Varianzanalyse.....	127
ii) Regressionsmodell & Regressionsanalyse.....	127
iii) Rückwärtseliminationsverfahren beim Regressionsmodell.....	128
iv) Spektralanalyse (Periodogramm) und Fisher Test.....	128
v) Korrelation- und Kreuzkorrelationsanalyse.....	128
vi) Deskriptive Statistik.....	129
Ergänzende nur im Appendix verwendete Methoden.....	129
vii) Methode "Box and Whiskers".....	129
viii) Methode "Two Way Median Polish Table".....	129

3) Daten für "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren"	130
Tourismusdaten von Hermagor	135
4) Ergebnisse der Modellrechnungen für "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren"	138
Resultate der Dreiweg ANOVA	138
Resultate des vollen und reduzierten Regressionsmodells	140
Gegenüberstellung der beobachteten und errechneten Werte und deren Residuen....	142
5) Daten Landnutzung.....	144
Exploratory Data Analysis Methoden.....	154
6) Korrelation und Kreuzkorrelationsrechnung der hydrologischen Stationen.....	160
7) Medienfeedback.....	165
8) Abkürzungen.....	167

I ALLGEMEINE PROJEKT- INFORMATIONEN

Abstract 1

Die zukünftige Umwelt- und Wirtschaftssituation peripherer alpiner Gebiete am Beispiel des Bezirkes Hermagor

Key words:

aufrechterhaltbare Entwicklung, Klimaveränderung; Operation research, Regionalplanung

Aufgabe des hier beschriebenen Forschungsprojektes war es, die räumliche und zeitliche Entwicklung der Umwelt- und Wirtschaftssituation des Bezirkes Hermagor, nach Gemeinden getrennt, über den Zeitraum 1951 bis 1991 aufgrund vorhandener Daten zu analysieren und Prognosen über die künftige Umwelt- und Wirtschaftssituation zu erstellen. Hiedurch soll begründet werden, ob die Entwicklung im Bezirk Hermagor kurzfristig aufrechterhaltbar ist.

Drei thematisch unterschiedliche Teilmodelle beschreiben das Gesamtmodell vom Bezirk Hermagor:

- die Wirtschaftssituation anhand eines demographischen Modells "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren"
- die Interaktion zwischen Wirtschafts- und Umweltsituation anhand des Modells "Landnutzung"
- die Umweltsituation durch das Modell "Hydrologie".

Von außen auf den Bezirk Hermagor einwirkende Faktoren werden hierbei als stabil angenommen.

Am Beispiel der globalen Klimaveränderung wird aber aufgezeigt, wie sich die Entwicklung im Bezirk Hermagor langfristig verändern kann und mit welchen Konsequenzen - etwa die Zunahme der Katastrophenfrequenz und -intensität oder die steigende Arbeitslosigkeit aufgrund des Rückgangs im Wintertourismus - gerechnet werden muß.

Die Ergebnisse sind vorläufig, da das Landnutzungsmodell noch keine Prognosen enthält und Verbesserungen in den Modellen "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" und "Hydrologie" beabsichtigt sind.

Abstract 2

Future Environments in Periphere Alpine Areas - The Case Study of Hermagor District

key words:

sustainable development, climatic change, operation research, regional planning

Objectives of the project were to analyze the various developments in space and time of economic branches and the environment in general by data collected from Hermagor district according to communities from the period 1951 to 1991, and to give forecasts of the future short term situations to see if development is on a sustainable path.

Three submodels describe a model of Hermagor district:

- the state of economy by a demographic model "population according economic sectors",
- the interaction of economy and environment by the "landuse" model,
- the state of environment by a "hydrology" model.

The models assume that there is no exogenous influence affecting the local forecasts of the area.

However, global climatic change, is supposed to show serious consequences such as the increase of the frequency of catastrophies as well as their impacts or an increase in the unemployment caused by a decrease of wintertourism.

The results are preliminary. The land-use model does not give prognosis values yet and both other models should be improved to gain better results.

1. Projektwirksamkeit

Gehaltene Vorträge

1) The World at Risk: Natural Hazards and Climate Change

(14. bis 16. Jänner 1992, MIT, Cambridge Massachussetts)

Thema des Vortrages:

Climate change and increased risk to the Austrian Alpine landscape.

Die Konferenz am Massachusetts Institute of Technology brachte einen guten internationalen Überblick von einer Vielzahl von Risiken, die durch eine Klimaveränderung entstehen können. Klare Aussagen über Eintreffen und Wirkung wurden allerdings kaum getätigt.

2) Umwelt, Tourismus, Verkehr

(10. April 1992, Casineum Velden am Wörthersee)

Thema des Vortrages:

Österreichs Tourismus der Zukunft: Absehbare Umweltprobleme und deren mögliche Kosten.

Die Konferenz wurde vor allem von kommunalen Entscheidungsträgern besucht.

3) ProClim - International Conference on Mountain Environments in Changing Climates

(11. bis 16. Oktober, 1992, Davos, Schweiz)

Thema des Vortrages, gemeinsam mit P. Charamza:

Localizing the threats due to changing climates - an interdisciplinary approach based on a local model of Hermagor district in the Eastern Alps.

Bei dieser Konferenz werden die Resultate des Forschungsprojekts vorgestellt. Die Konferenz wurde vom Nationalen Klimaprogramm der Eidgenossen organisiert und brachte einen umfangreichen Überblick über die Klimafolgenforschung in unserem Nachbarland.

4) Winter School of Impacts of Global Climatic Change, New Dheli, Indien

(17. bis 24. Dezember 1992, IIT, New Dheli)

Themen der Vorträge:

1. *Mountain environments in changing climates.*
2. *Localizing the threats due to climate change: an interdisciplinary approach.*

Dieser Fortbildungslehrgang für Wissenschaftler des indischen Subkontinents führte Representanten verschiedener Disziplinen wie Atmosphärenwissenschaftler, Geographen, Meteorologen, Mathematiker und Planer zusammen.

Enge Kooperation

Dr. Pavel Charamza ist Assistent an der Karlsuniversität in Prag, Institut für Mathematik und Statistik, Abteilung für Prognosetheorie. Er habilitiert sich dort zum Thema Umweltmodellierung (environmental modelling). Eine intensive Zusammenarbeit begann letztes Jahr. Die Methodik des Forschungsprojektes wurde mit seiner Hilfe überarbeitet.

Prof. Bo Döös war bis Dezember 1991 Leiter des IIASA (International Institute for Applied Systems Analysis) Umweltprogramms und ist Mitglied der Königlichen Schwedischen Akademie der Wissenschaften. Er war zuvor Direktor des WMO/UNEP/ICSU World Climate Programme. Bo Döös war Mitglied des ASCEND 21 Büros, welches im November 1991 in Wien eine Konferenz zur Erstellung von Forschungsschwerpunkten für Umwelt und Entwicklung im 21. Jahrhundert organisiert hat. Zudem ist er Konsulent für Klimafragen verschiedener Regierungen (z.B. Bangla Desh und Österreich)

Internationale Kontakte

- J. Alcamo ist Leiter der Abteilung "Global Environmental Modelling" am RIVM (nationales Institut für Volksgesundheit und Umweltschutz) in den Niederlanden. Er stellte unserem Projekt das IMAGE Klimamodell zur Verfügung.
- M. Beniston, Institut für Geographie, ETH Zürich, Climate Modelling Group. Er war der Hauptorganisator der ProClim Konferenz von Davos.
- M. Jonas, J. Krabec und C. Olendrzynski vom IIASA Climate Change Projekt
- M. Lal, dem Leiter des Klimaforschungsprogramms des Indian Institute of Technology, New Dheli
- S. Nilsson, dem Leiter des IIASA "Forest Resources and Climatic Change" Programmes, der die Situation der alpinen Bergwälder in Europa untersuchte.
- D. Sprinz, Institut für Klimafolgenforschung.(Potsdam)

- W. Stigliani dem Leiter der "Future Environment of Europe" Studie am IIASA, die 1989 abgeschlossen wurde.

- P. Whetton vom australischen CSIRO, Atmospheric Research Division

Weiters wurde der Kontakt zu führenden Institutionen der Klimaforschung angebahnt, der ausgebaut werden kann, z. B. mit dem Max Planck Institut in Hamburg, mit dem British Meteorologic Office, mit dem australischen CSIRO, dem Goddard Institut in New York, dem Scripps Laboratory in San Diego, sowie mit lokalen Institutionen in Indien, Nepal und Bangladesh.

Nationale Kontakte

- O. Beer von der TU Wien stellte dem Projekt ergänzende Daten des Niederschlags vom Bezirk Hermagor, die er mit seinem Modell errechnete, zur Verfügung.

- R. Böhm von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik eröffnete den Zugang zu über 200 jährigen Untersuchungsreihen des Klimas in Österreich.

- H. Hübl vom Institut für Wildbach und Lawinenverbauung, Boku Wien, kommentierte den Modellansatz für das hydrologische Modell und half mit seiner Expertise dieses zu verbessern.

- H. Mohnl von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik wurde bei der Erstellung des hydrologischen Teilmodells in Bezug auf Schneedaten konsultiert.

- F. Nobilis vom hydrographischen Zentralbüro wurde zu Abflußverhalten bei Starkregenereignissen konsultiert. Seine Institution stellte uns die hydrologischen Daten kostenlos zur Verfügung.

- Kontakte zu Wirtschaftsfachleuten wurden über eine Arbeitsgruppe der Österreichischen Gesellschaft für Umwelt und Technik hergestellt (ÖGUT). Ihr gehören Vertreter der Fremdenverkehrswerbung, der Bundeswirtschaftskammer, des Wirtschaftsforschungsinstituts, der Österreichischen Arbeitsgemeinschaft für Regionalentwicklung, und der Gesellschaft "Urlaub am Bauernhof" an.

2. Fragestellung und Zielsetzung

Das Hauptziel des Projektes ist es herauszufinden, welche Strategien aufgrund welcher Politik auf lokaler Ebene von Gemeinden und Bezirk unternommen werden können um bedrohliche Entwicklungen (und zukünftige Katastrophen), die durch die Kombination von mehreren Faktoren hervorgerufen werden, zu reduzieren. Die äußeren Rahmenbedingungen der Umwelt und Wirtschaft verändern sich heute in einem rascheren Tempo, welches sich noch weiter beschleunigen soll. Intern besteht ein Druck nach Anpassung an eine geänderte Umwelt und nach weiterem Wirtschaftswachstum. Was kann in dieser Situation getan werden, um einer aufrechterhaltbaren Entwicklung wieder näher zu kommen von der wir uns zunehmend weiter entfernen?

Dies soll exemplarisch für eine Vielzahl von anderen alpinen Gebieten am Bezirk Hermagor - einem nach österreichischen Maßstäben entwicklungsschwachen Gebiet - veranschaulicht werden. Dieser Bezirk gehört zu den durchschnittlich katastrophengefährdeten Gebieten Österreichs. Abgesehen von einer schweren Überflutungskatastrophe im Jahre 1966 gab es in den letzten 40 Jahren keine spektakuläre Katastrophe.

Gibt es daher einen Grund anzunehmen, daß sich diese Situation wesentlich verändern wird? Soll man die Entscheidungsträger und Lokalbevölkerung mit einer Vielzahl von - zumeist nichts Gutes versprechenden - Szenarien verunsichern? Oder ist es vielmehr an der Zeit, verdrängten Problemen offen zu begegnen? Welchen Einfluß haben "entwicklungsschwache" Regionen von Österreich? Sind sie der Entwicklung ausgeliefert oder können sie aktiv steuern?

Zuerst müssen praktische Fragen beantwortet werden: Welche Faktoren sind für die Entwicklung entscheidend? Gibt es entsprechende Möglichkeiten die Entwicklung im Bezirk Hermagor vorherzusagen? Welche Methoden stehen zur Verfügung? Gelingt es ein Modell zu konstruieren, das mit einiger Genauigkeit die vergangene Entwicklung des Bezirkes Hermagor simuliert? Wie müssen die Hauptkomponenten von einem solchen lokalen Modell aufgebaut sein und wie können diese Komponenten untereinander verbunden werden? Gibt es Modelle, die die äußeren Entwicklungsfaktoren simulieren. Sind die notwendigen Daten (intern und extern) in ausreichender räumlicher und zeitlicher Auflösung verfügbar?

Um die externen Entwicklungen beurteilen zu können, muß vorerst ein lokales Modell entwickelt werden, das die bisherige Entwicklung zufriedenstellend simulieren kann. Prognosen über die künftige Entwicklung sollen vorerst partielle Einsichten in drei Teilkomponenten des lokalen Modells vermitteln. Danach wird versucht, die

Komponenten in einer geeigneten Form zu koppeln um Feed-back Reaktionen einbauen zu können.

Die wichtigsten lokalen Entwicklungsparameter sind Veränderungen in der Bevölkerung (Personen) und ihrer Erwerbsstruktur, die Änderungen in der Landnutzung (Fläche) und die Intensität ihrer Bewirtschaftung. Hiedurch verändern sich die Reaktionen der Umwelt, die in unserem Fall am hydrologischen System abgelesen werden können. Unbekannt bleibt vorerst (ohne Modellkopplung) die zeitliche und räumliche Wirkung des Zusammenhanges, da Daten aus dem hydrologischen Bereich (Abfluß, Niederschlag und Temperatur) punktuell nach Tagen erfaßt sind und Daten aus der Bevölkerungs- und Flächenstatistik raumdeckend in einer zehnjährigen Sequenz vorliegen. Die Möglichkeiten der Modellkopplung soll Gegenstand eines Folgeprojektes sein.

Der Einfluß von externen Faktoren kann bereits (in einer vorläufigen Form) an den lokalen Teilmodellen ausgetestet werden. Zu diesem Zweck stehen zahlreiche Großraummodelle zur Verfügung, die aber aufgrund der groben Auflösung keine brauchbaren Prognosen für eine Region dieser Größe (ca. 1000 km²) liefern. Beispiele für Großraummodelle sind: das IIASA RAINS Model (1986-1992), welches die Bodenversauerung in Europa simuliert, das IIASA TRACE Model (1991), welches die europäische Schwermetallkontamination simuliert, das IIASA Forest Resource Model, welches die Waldwirtschaft und die möglichen Verluste der Waldwirtschaft simuliert oder die Klimamodelle, die noch ausführlicher beschrieben werden. Bildlich ist dies am Diagramm unter Methodik, Kapitel 5, dargestellt.

In dieser Arbeit soll der externe Einfluß am Beispiel der Klimaveränderung erklärt werden.

Ein lokales Modell kann Planungen entscheidend verbessern, da vorher nicht verfügbare Informationen auch Nichtfachleuten zugänglich gemacht werden. Den Betroffenen nicht unmittelbar einleuchtende, langfristige Maßnahmen können begründet und nachvollzogen werden. Unterschiedliche Entwicklungsszenarien können in Hinsicht auf ihre räumliche und zeitliche Wirkung getestet werden. Notwendige Maßnahmen auf Effizienz geprüft werden.

Weitere Bemühungen sind notwendig, da der hier aufgezeigte Ansatz nur der erste Schritt in eine notwendig erscheinende Verbesserung der lokalen Planung hin zu einer längerfristig aufrechterhaltbaren Entwicklung ist.

Folgende Punktation soll einen Überblick der vorrangigen Projektziele geben. Die noch offenen Ziele sollen in einem Folgeprojekt behandelt werden:

1. Entwicklung von drei Teilmodellen des Bezirkes Hermagor, die
 - a) die demographische Situation durch ein Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren"
 - b) die Flächenentwicklung durch ein "Landnutzungsmodell" und
 - c) die Umweltdynamik durch ein hydrologisches Modell beschreiben.
2. Das Aufzeigen von Entwicklungszusammenhängen innerhalb von jedem der drei Teilmodelle.
3. Die Kopplung der drei Teilmodelle zu einem Gesamtmodell Hermagor (geplant für Folgeprojekt)
4. Das Aufzeigen von externen Entwicklungseinflüssen des Modells Hermagor am Beispiel der globalen Klimaveränderung.
5. Das Aufzeigen von weiteren externen Entwicklungseinflüssen des Modells Hermagor (Folgeprojekt)
6. Das verbessertes Verständnis über räumlich und zeitlich unterschiedlich ablaufende Prozesse (Folgeprojekt).
7. Das Aufzeigen Risiken für Umwelt und Wirtschaft.
8. Das Aufzeigen von Handlungsbedarf.
9. Die Umsetzung in eine bessere Regional- und Landschaftsplanung.

3. Stand der Forschung

Die Fragestellung der Studie greift mehrere, inhaltlich verknüpfte Begriffe auf. Hauptsächlich erachtet werden:

"Sustainable development" (aufrechterhaltbare Entwicklung, auch ökologisch aufrechterhaltbare Entwicklung oder nachhaltige Entwicklung);

"climatic change" (Klimaveränderung, globale Klimaveränderung)

Der Forschungsstand gibt breiten Raum zur Diskussion, da sich die Begriffe schwer präzisieren lassen und individuell ausgelegt werden. Es ist nicht möglich die Vielzahl der Meinungen umfassend einzufangen und der folgende Querschnitt soll dem Leser ein Begriffsverständnis aufgrund der uns zugänglichen Literatur vermitteln.

Überblick zum Forschungsstand über aufrechterhaltbare Entwicklung (sustainable development)

Begriffsdeutung

Der Begriff der "aufrechterhaltbaren Entwicklung"¹ wurde mit dem sogenannten Brundtlandbericht (1987) populär. Obgleich dieser Begriff vielfach diskutiert wird, wurde er bis heute noch nicht einheitlich klar definiert. Unter anderen versuchten W. Clark, C. Holling und E. Munn (1985) den Begriff in seinen Grundzügen schon vor 1987 zu definieren: Die Umwelt befindet sich in keiner statischen Lage, Veränderungen sind die Regel. Die Kapazität Umweltgifte und Eingriffe in die Umwelt zu akzeptieren, ist begrenzt. Die Erde ist gleich einer Leihgabe von zukünftigen Generationen und sollte für diese ähnliche Entwicklungsoptionen eröffnen. Es ist aber nicht möglich die Kapazität verschiedener Regionen a priori zu bestimmen.

Eine ökonomische Definition (Pearce und Turner 1990) besagt, daß aufrechterhaltbare Entwicklung dann besteht wenn: a) die natürlichen erneuerbaren Ressourcen gleich oder weniger stark verbraucht werden als sie nachwachsen können und b) der Verbrauch an nicht erneuerbaren Ressourcen optimiert bzw. der Ressourcenverbrauch durch technologischen Fortschritt minimiert wird.

¹Der Begriff ist sperrig, aber häufig verwendet. Zudem existieren noch Übersetzungen wie "nachhaltige Entwicklung" oder "ökologisch aufrechterhaltbare Entwicklung. Manche deutschsprachige Autoren ziehen die englische Bezeichnung "Sustainable development" vor.

Eine neuere Definition (Meadows 1992) beschreibt unter Aufrechterhaltbarkeit den Zustand eines Systems, das sich so verhält, daß es (nach menschlichem Ermessen) über unbeschränkte Zeiträume ohne grundsätzliche oder unsteuerbare Veränderungen (Zusammenbruch) im Rahmen der gegebenen Umwelt existenzfähig bleibt und in keinen Zustand der Grenzüberziehung gerät.

Studien

Bo Döös (1991) faßte die Palette der international zu koordinierenden Umweltprobleme, die eine aufrechterhaltbare Entwicklung gefährden, zusammen. Unter ihnen befinden sich a) die Versauerung terrestrischer und aquatischer Ökosysteme, b) eine Raubbau betreibende Landnutzung wie die Verringerung des tropischen Regenwaldes, c) die Klimaveränderung durch Treibhausgase, vorallem CO₂, d) der Abbau des stratosphärischen Ozons, der vorallem durch CFKW's verursacht wird. Als Hauptursachen der Umweltprobleme nennt er das rasche Bevölkerungswachstum, die technische und sozioökonomische Entwicklung, die vermehrt Chemikalien benutzt, eine Verständnislosigkeit seitens der Industrieländer für Probleme in Entwicklungsländern sowie das Fehlen finanzieller Ressourcen für den Umweltschutz in Entwicklungsländern.

W. Stigliani et al. untersuchten die Fragestellung im Makrobereich. In der "Future Environments of Europe Studie" werden elf Hauptprobleme bei der Sicherung einer aufrechterhaltbaren Entwicklung genannt: der Umgang mit Wasserressourcen, die Bodenversauerung, eine langfristige Waldbewirtschaftung, die Marginalisierung weiter Gebiete, das Ansteigen des Meeresspiegel, die Küstenverschmutzung, die Gefahr durch chemische Zeitbomben, toxische Emissionen, gesteigertes Transportaufkommen, ein abnehmendes Potential für die Vielfalt der Landnutzung und ein gesteigener Energieverbrauch.

Anhand von vier Entwicklungsoptionen wird die Situation für das Jahr 2030 simuliert. Es wird angenommen a) ein langsames Wirtschaftswachstum in Europa und geringe Erfolge im Aufhalten von unerwünschten Umweltveränderungen. b) ein intensives Wirtschaftswachstum in Europa und anderswo mit wenig Rücksicht auf die Umwelt, c) umweltfreundliches Wirtschaftswachstum in Europa und anderswo und d) umweltfreundliches Wirtschaftswachstum in Europa, während es anderswo Wirtschaftswachstum ohne Berücksichtigung der Umwelt gibt.

Die Simulation zeigt, daß eine Klimaerwärmung im stärksten Maße bei Szenario b) eintritt, gefolgt von a) und d). Nur wenn die Bedingungen von Szenario c) erfüllt werden ist mit einer relativ schwachen Erwärmung im Jahr 2030 zu rechnen.

Stigliani fordert jedoch selbst noch eine detailliertere auf die Gegebenheiten bestimmter Regionen, bspw. der Alpen eingehende Forschung.

In einem von W.Clark und E. Turner (1990) veröffentlichten Buch "The earth as transformed by human action" wird der Begriff anhand von Länderbeispielen quantitativ betrachtet.

Die Schweizer Pfister und Messerli analysieren darin die Entwicklung der Region Grindelwald während der letzten 300 Jahre (diese Arbeit war auch Teil des Schweizer Man and Biosphere Programms), die auch in österreichischen Bergregionen analog verlief. Eine aufrechterhaltbare Entwicklung war nach deren Analyse bereits in der Vergangenheit ein Problem: Im 18. Jahrhundert war die Bevölkerungszahl aufgrund der vorhandenen lokalen Ressourcen Ackerboden und Wald streng limitiert und blieb - unterstützt auch durch ein strenges Moralsystem - weitgehend stabil. Eine Änderung der landwirtschaftlichen Bewirtschaftung (Stallhaltung der Kühe, Gewinn von Mist als Dünger) ermöglichte um die Mitte des 19. Jahrhunderts eine intensivere Produktion auf der vorhandenen Fläche und erlaubte das Ansteigen der Bevölkerung ohne Naturzerstörung.

Nicht gesteigert werden konnte aber die vorhandene Waldfläche, die zu der Zeit die einzige Energiequelle war und deshalb übernutzt wurde. Mit dem Bau der Eisenbahn fand man aber Zugang zu Kohlerevieren und zu externen Energiequellen. Eine höhere Übernutzung des Waldes hätte zur Verkarstung des Gebiets führen können.

Überblick über den Forschungsstand Klimaveränderung im Alpenraum

Klimamodelle

Man geht davon aus (IPPC 1991), daß die Verdopplung des CO₂ Äquivalentgehalt der Erde in 50 bis 80 Jahren vollzogen sein wird und daß es hiedurch zu einer Erwärmung zwischen 1,5°C und 4, 5°C kommt. Um die Folgen der Klimaveränderung detaillierter studieren zu können wurden zahlreiche Klimamodelle entwickelt. Sie berechnen die Änderung einiger maßgeblichen Faktoren wie Temperatur oder Niederschlag.

PC Modelle

Das IMAGE I Modell² wurde 1990 fertiggestellt. IMAGE ist für unser Projekt speziell interessant, da es sich um eine PC-Version handelt, die Runs von GCMs in kurzer Zeit simuliert. Derzeit wird das IMAGE II Modell konstruiert, welches im Juni 1993 fertiggestellt sein soll und räumliche Differenzierungen beinhalten soll. IMAGE ist eine PC-Version eines Klimamodells, welches in den Niederlanden entwickelt wurde. Es ist in mehrere Teilmodelle (Module) unterteilt. Für fünf Treibhausgase, CO₂, CH₄, N₂O, CFC11 und CFC12 wurden Emissionsmodelle erstellt. Von 1900 bis 1985 wurden dabei die verfügbaren globalen Daten als Jahressummenwerte verwendet. Nach 1985 wird die Emissionsmenge der Treibhausgase aufgrund von vier verschiedenen Szenarienannahmen (verstärkter Trend, Reduktionsszenarien) geschätzt. Die hieraus resultierende Konzentration der einzelnen Treibhausgase kann berechnet werden und man kann auf die Erwärmung der Jahresmitteltemperatur schließen. Das holländische Modell berechnet dann noch den zu erwartenden Anstieg des Meeresspiegels, der durch das Abschmelzen von Gletschern und Polkappen bewirkt wird. Der letzte Teil des Modells hat für alpine Gebiete geringe Bedeutung.

Ein weiteres PC-Modell wurde am Scripps Laboratory (R. Summerville) in San Diego entwickelt. Es ist derzeit noch nicht verfügbar, sollte aber im Laufe einiger Monate zur Verfügung stehen.

In Australien wurde laut Information von P. Whetton (Climate Impact Group CSIRO Division of Atmospheric Research) ein PC-Modell des Schneelinienanstiegs entwickelt. Es wurde in Europa noch nicht getestet. Dieses Modell ist käuflich zu erwerben.

Großrechnermodelle

Es existieren heute zahlreiche globale Klimamodelle, sogenannte General Circulation Models (GCMs), die eine ungeheure Datenmenge verarbeiten mit einer Vielzahl von Forschern. Etwa jenes des Max Planck Instituts in Hamburg, Deutschland (Kontakt: Grassl, Meier-Riemer), oder des britischen Met. Office (Kontakt: Bennetts) des NASA Goddard Institute of Space Studies (Kontakt: Colin Price) oder das australische GCM von CSIRO (Kontakt: Peter Whetton) und andere mehr.

² Das Image I Modell ist ein eindimensionales Klimamodell. Es wird nur die globale Erwärmung berechnet. Image II ist zweidimensional, d. h. regionale Unterschiede werden berücksichtigt. Die Großrechnerklimamodelle sind dreidimensional. Es wird noch zwischen verschiedenen atmosphärischen Schichten unterschieden.

Klimastudien

Im Frühjahr 1992 erschien der Bericht der österreichischen Akademie der Wissenschaften über die möglichen Auswirkungen der anthropogen verursachten Klimaveränderung (Leitung H. Kolb). Zahlreiche Wissenschaftler gaben einen Überblick zu Grundlagen und Klimamodelle, Klimareihen, Hydrologie, Limnologie, Vegetation, Humanaspekte, Emissionen, Maßnahmen.

Es wird in der Publikation von einem Klimaszenario ausgegangen indem die Jahresdurchschnittstemperatur um 2°C steigt, im Winter sogar um 3°C. Die Niederschlagssummen im Winter erhöhen sich um 10 bis 20%, im Sommer rechnet man mit einer Abnahme. Die Zahl der Tage mit Schneebedeckung nimmt um 10 bis 20 Tage pro 1°C Erwärmung ab. Die Analyse der mehr als 200 Jahre alten Klimareihen ergibt keinen signifikanten Trend der Erwärmung, da die ähnlich hohe Werte bereits zu Ende des 18. Jahrhunderts registriert wurden. Dies steht nicht im Widerspruch zu den Modellvorhersagen für das 21. Jahrhundert.

Für den Wasserkreislauf werden von M. Kuhn, H.P.Nachtnebel, F.Obleitner und G.Reichl unter den gegebenen Szenariobedingungen spürbare Veränderungen vorausgesagt. So soll aufgrund der geringeren Schneedecke der durchschnittliche Winterabfluß zu-, der durchschnittliche Sommerabfluß abnehmen. Die Gletscher werden kleiner, der Boden gefriert auf Grund der geringen Schneedecke öfter. Allerdings konnten solche Änderungen bisher nicht nachgewiesen werden. Generell wird angenommen, daß eine Änderung im Niederschlag ein Vielfaches der Änderung im Abflußverhalten ergibt. Die Autoren merken an, daß Systemzusammenhänge so aufgeschlüsselt werden müssen, daß robuste wasserwirtschaftliche Systeme (inklusive Landnutzung und

Siedlungsstruktur etc.) geschaffen werden können, die auch bei Änderung des Klimas ihre Aufgabe noch erfüllen, bzw. so konzipiert sind, daß bei Versagen von Teilsystemen noch keine katastrophalen Folgen zu erwarten sind.

Nicht erwähnt wurde eine mögliche Zunahme von Starkniederschlagsereignissen und häufigere von Katastrophenfälle durch Wildbäche oder Hangrutschungen in alpinen Gebieten.

Die Schwächung der alpinen Vegetation im Falle einer Klimaänderung könnte das Schadausmaß weiterverstärken. Hierbei sind die Publikationen von C. Körner (Inst. f. Botanik; Univ. Basel, Mitverfasser der Studie über die Auswirkungen der anthropogenen Klimaveränderung für Österreich) zu nennen.

In seinem Vortrag auf der ProClim Konferenz in Davos dokumentierte er, daß ein natürlicher Anstieg der Vegetation, vergleichbar der Zwischeneiszeit nicht möglich ist. Die Biomassenproduktion steigt nicht analog der Verdoppelung des CO₂ Gehaltes, da autochtone Pflanzen genetisch angepasst sind und das gegebene Potential nicht

ausschöpfen können. Eine Feed-back Reaktion durch vermehrte Speicherung als Biomasse bleibt aus. (Es sei denn man pflanzt ortsfremde Pflanzen mit einem höheren Speicherpotential, die aber gegenüber anderen Faktoren anfälliger sind.)

Das hydrographische Zentralbüro (HZB) des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft hat ein Programm zur Analyse von österreichischen Starkregenereignisse in Auftrag gegeben. Zum Auftraggeber der Studie und Leiter des HZB (F. Nobilis) besteht auch aufgrund der reichen Datenspende für unser Projekt Kontakt.

Im Jänner 1992 fand am Massachusetts Institute of Technology ein Symposium über "The World at Risk: Natural Hazards and Climate Change" statt. Es gab einen breiten Überblick über die Gefahren einer Klimaerwärmung. Für den alpinen Raum interessante Beiträge waren folgende:

J.E. O'Connor und J.E. Costa analysierten, daß während der letzten 130 Jahre (1860 bis 1990) die Gletscherfläche im Alpenraum von rund 4370 km² auf rund 2910 km² (-33%) zurückgegangen ist. In diesem Zeitraum betrug die Erwärmung 0,5° bis 1° C. Als Konsequenz wurden bedeutende Mengen Moränenmaterials freigesetzt, die die Geschiebefracht in Verbindung mit Starkregenereignissen erhöhen können. Verschiedentlich hält instabiles Moränenmaterial Gletscherseen (bspw. der Osteral Gletscher in Norwegen), die bei weiterem Zufluß (verursacht durch eine weitere Erwärmung) dem Wasserdruck nachgeben könnten und dadurch Sturzfluten auslösen würden. Die Folgen wären dabei schwerwiegender als die der stärksten Starkniederschlagsereignisse.

Durch das Verschwinden eines kleinen Gletschers in den North Cascade (USA) wurde der Abfluß des Einzugsgebiets im August auf 1/3 reduziert. In den nächsten 30 Jahren werden bis zu 30% der Gletscher in den North Cascade verschwunden sein. Dies hat große Bedeutung für die lokale Industrie, die ihren Energiekonsum durch Wasserkraft deckt.

Weitere Vorträge behandelten etwa die Zunahme von Sommergewitter von 25% bei einer Verdopplung der Treibhausgase und das erhöhte Risiko durch Waldbrände, da gleichzeitig die Sommertrockenheit steigt (C. Price).

Der Tourismus auf den pazifischen Inseln ist durch eine erhöhte Frequenz von Wirbelstürmen und eine Zunahme der UV Strahlung bei abnehmenden stratosphärischen Ozon bedroht (B. Miller) Die UV-Strahlung ist bekanntlich auf der Südhalbkugel aber auch in Gebirgen höher. Entwicklungsländer werden durch Dürre mehr betroffen als etwa die USA, die sogar durch die Klimaerwärmung unter Umständen wieder mehr Agrarprodukte exportieren könnten (P. E. Waggoner).

Zahlreiche Küstengebiete in den USA sind durch Wirbelstürme und fortschreitende Küstenerosion bedroht. Schutzprogramme kosten zwischen 30 und 90 Milliarden US\$. (A. Kareem).

Andere Autoren wie J.H. Ausubel (1991) stellen die Frage, ob denn die Klimaerwärmung wirklich relevant ist, da eine Reihe von Technologien die Abhängigkeit vom Klima reduziert hat. Der Treibhauseffekt könnte sogar zum Motor für neue Entwicklungen werden.

Eine Reihe von Technologien wie Autos, Kühlschränke, Klimaanlage haben die Abhängigkeit vom Klima reduziert. Der Mensch kann heute jede klimatische Zone der Erde bewohnen. Die Benutzung von Fossil- oder Kernenergie ist klimaunabhängig, während Holz-, Wind-, Wasser- oder Sonnenenergie klimaabhängig sind. Das geläufige Zeitmaß für die Klimaveränderung beträgt etwa 40 bis 50 Jahre. Die Technologien verändern sich aber wesentlich schneller. Die durchschnittliche Erneuerungszeit für Industrieanlagen in Japan beträgt 13 Jahre. Kultivare der wichtigsten landwirtschaftlichen Kulturpflanzen können innerhalb von 7 bis 9 Jahren gezüchtet werden. In den gemäßigten Zonen Europas, vor allem in den Berggebieten mußte man sich vor dem unwirtlichen Klima der Wintermonate schützen. Die hiedurch erlernten Anpassungstechniken bewirkten, daß die Bevölkerungsdichte in Europa wesentlich größer als in Afrika oder Lateinamerika mit günstigem Klima war. Um anpassungsfähig bleiben zu können, müssen drei Hauptvoraussetzungen erfüllt sein: a) ein innovatives Streben, b) entsprechende Wirtschaftskraft und c) die administrative Kompetenz die Errungenschaften schnell umzusetzen.

An der Universität Wageningen wurde 1989 ein Symposium über landschaftsökologische Einflüsse durch Klimaveränderung veranstaltet. Eine Verdopplung der bisher schon emittierten Treibhausgase soll eine Erwärmung zwischen 3° und 5,5° C bewirken. Gemessen an den Trends der derzeitigen Emissionen kann der Verdopplungspunkt bereits in der ersten Hälfte des nächsten Jahrhundert erreicht werden.

Zwischen vier Kategorien der Einwirkung der Klimaveränderung wird unterschieden: a) die direkten Einflüsse in allen Landschaftssegmenten, b) die Folgewirkungen im Ökosystem, die durch die direkten Einflüsse ausgelöst werden, c) Auswirkungen auf die Wohlfahrtsfunktion der Ökosysteme und d) Auswirkungen auf die sozioökonomischen Tätigkeiten des Menschen.

4. Informationen über den Bezirk Hermagor

Kurzbeschreibung des Bezirkes Hermagor

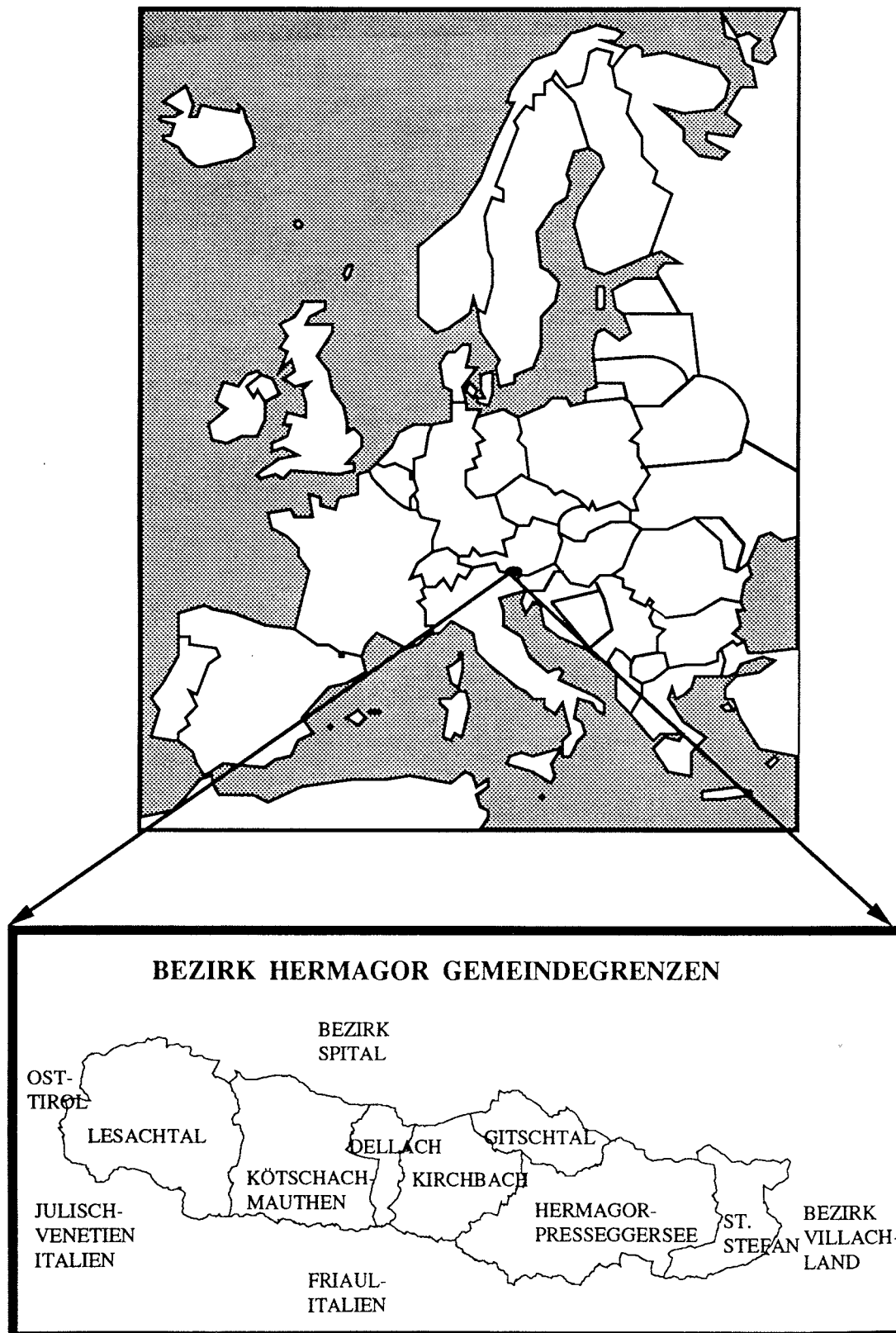
Der Bezirk Hermagor hat mit 807 km² ca. 1% Anteil an der österreichischen Fläche und mit 20.000 Einwohnern ca. 0,25% Anteil an der österreichischen Bevölkerung. Der Bezirk ist in sieben Gemeinden unterteilt. Während der Osten relativ nahe zum Zentralraum Villach liegt ist der Westen schwerer zugänglich und strukturell benachteiligt. Dies erklärt teilweise eine unterschiedliche Wirtschaftsentwicklung innerhalb der Gemeinden.

Die Schwankungen innerhalb der Bevölkerungsdichte sind gering und in den letzten 40 Jahren gab es kaum Änderungen. Tendenziell erkennt man einen leichten Bevölkerungsrückgang in den Gemeinden Gitschtal, Lesachtal und St. Stefan, eine ausbalancierte Bevölkerungszahl in Kirchbach und Kötschach-Mauthen, sowie ein leichtes Wachstum in Dellach und Hermagor-Preseggersee

Der Bezirk hat seinen tiefsten Punkt in der Gemeinde St. Stefan (480 m, Gailfluß vor Austritt nach Nötsch), den höchsten in der Gemeinde Lesachtal (2780 m, Gipfel der Hohen Warte). Die überwiegende Zahl der Bevölkerung lebt im Osten (Hermagor-Preseggersee, Gitschtal und St.Stefan zusammengefaßt) zwischen 600 und 800 Meter Seehöhe und im Westen (Lesachtal, Kötschach, Dellach und Kirchbach zusammengefaßt) zwischen 800 und 1000 Meter Seehöhe.

Das Klima ist ozeanisch geprägt. Die Baumgrenze liegt in einer Höhe von 1850 m. Die Gail entwässert den gesamten Bezirk in West-Ost Richtung. Geologisch ist der Bezirk vorwiegend aus Kalkstein aufgebaut.

Fig. 4.1 Lage Hermagor in Europa



Allgemeines zur lokalen Wirtschaft von Hermagor

Der Bezirk Hermagor ist ein peripherer Bezirk von Österreich und wurde in der Vergangenheit in Fachpublikationen als entwicklungsschwaches, förderungswürdiges Gebiet bezeichnet. Das durchschnittliche Einkommen in der Gemeinde Hermagor beträgt 80% des durchschnittlichen Einkommens von Österreich. Gemessen am Anteil der Bevölkerung (0,25%) wird das Bruttobezirksprodukt auf ca. drei Milliarden ÖS geschätzt (1991).

Etwa 40% des Bruttobezirksproduktes wird durch den Tourismus erwirtschaftet³. Die Nächtigungszahl im Tourismus betrug 1991 rund 1,6 Millionen. Die Wertschöpfung lag ca. bei 750 ÖS pro Übernachtung. Im übrigen Bundesgebiet werden im Sommer pro Tourist und Übernachtung 770 ÖS und im Winter 1080 ÖS ausgegeben. Die geringere Wertschöpfung für den Bezirk Hermagor ergibt sich durch den hohen Anteil an Privatbetten oder Urlaub am Bauernhof, wo die Ausgaben mit 460 ÖS wesentlich niedriger sind. In den letzten Jahren verzeichneten aber gerade ländliche Gebiete einen Aufschwung im Tourismusaufkommen.

Der Wintertourismus entwickelte sich durch den Ausbau des Naßfeldes stark und hat einen Anteil von 32 %. Die Ausgaben der Wintertouristen sind aber ungefähr gleich hoch wie jene der Sommertouristen. Innerhalb des Bezirkes Hermagor nimmt die Gemeinde Hermagor-Presseggersee eine Sonderstellung ein. 70% des Tourismusaufkommens des Bezirkes fällt auf diese Gemeinde, die auch die 13. wichtigste Sommerfremdenverkehrsgemeinde und 24. wichtigste Winterfremdenverkehrsgemeinde von Österreich ist. 80% der Winternächtigungen des gesamten Bezirkes finden in dieser Gemeinde statt. Der Anteil an Wintertourismus beträgt hier 40%. Im Appendix zu diesem Bericht ist die Tourismusentwicklung in Zahlen, nach Winter- und Sommersaison und Gemeinden aufgeschlüsselt, wiedergegeben.

Die Touristen kommen zu ca. 2/3 aus Deutschland und der Bezirk Hermagor ist somit auch besonders von der Konjunktur im nördlichen Nachbarstaat abhängig.

Die Wertschöpfung wird zum größten Teil im Sektorservice und Handel erzielt aber auch in der Landwirtschaft durch den gesteigerten Absatz lokaler Agrarprodukte und der Bettenvermietung. Im österreichischen Durchschnitt werden 58% der Reiseverkehrausgaben im Gastgewerbe für Unterkunft und Verpflegung ausgegeben, 11% werden für Kultur und Unterhaltung, 10% zur Konsumation weiterer Getränke und Nahrungsmittel und 9% für individuellen und öffentlichen Verkehr ausgegeben.

³ In Österreich beträgt der direkte Anteil der Reiseverkehrseinnahmen 8,4% am Bruttonationalprodukt (1991). Dies entspricht etwa 4% des Welttourismus. Relativ ist Österreich mit 21.000 ÖS pro Kopfeinnahmen an erster Stelle der Industrieländer. Gemessen an den Ausgaben der Touristen ist die Bedeutung des Tourismus noch höher.

Allgemeine Umweltgefährdung im Bezirk Hermagor

Der Bezirk Hermagor gehört zu den durchschnittlich katastrophengefährdeten Bezirken Österreichs. Einige der auffälligsten Umweltmerkmale sind:

1. Der Waldanteil ist mit über 47% sehr hoch und hiedurch ist ein natürlicher Katastrophenschutz gegeben. Der Schädigungszustand des Waldes ist geringer als im österreichischen Durchschnitt.
2. Die periphere Lage ist ein Vorteil in Hinblick auf lokale und regionale Luftverschmutzung. Lediglich im Osten ist die Nähe zum Industrieort Arnoldstein durch Schäden an der Vegetation bemerkbar.
3. Die Wasserqualität hat sich im Laufe der letzten Jahre verschlechtert, da die geplante Kläranlage noch nicht fertiggestellt ist.
4. Der Ausbau von teilweise schlecht angelegten Güter- und Forstwegen sowie von Skipisten fördert Bodenerosion.
5. Der Ausbau des Naßfeldes zum Wintersportzentrum stand im starken Konflikt mit dem Natur- und Landschaftsschutz. Beispielsweise wurden fünf der sieben Habitate der *Wulfenia carinthiaca*, einer einzigartigen Pflanze am Gartnerkofel zerstört oder stark reduziert. Bäche wurden verrohrt oder in Stauseen gesammelt um die Kunstschneeanlagen zu speisen. Gerüste von Skianlagen und Leitungen oder Wildbach- und Lawinenverbauungen aus Beton und überbreite Parkplätze beeinträchtigen das Landschaftsbild.
6. Der Ausbau von Siedlungsgebieten und Straßen bedeutet auch eine größere Wahrscheinlichkeit des Eintreffens von Katastrophen und Schadensfällen. Beispielsweise ist die neue Naßfeldbundesstraße mehrfach abgerutscht und die veranschlagten Baukosten des Straßenausbaus haben sich vervielfacht.
7. Die sauren Wiesen am Talboden wurden größtenteils drainagiert um Landwirtschaftsboden zu gewinnen. Hiedurch wurden zahlreiche seltene Pflanzen und Tierarten stark reduziert. Andererseits verwaldet altes wenig ertragreiches Agrarland am Talboden und reduziert die Vielfältigkeit der Landschaft.
8. Almen und entlegene Berg- und Schutzwälder werden nur mehr unter großen Anstrengungen bewirtschaftet. Viele Höfe sind in den letzten Jahren aufgegeben worden und die Erhaltung der traditionellen Kulturlandschaft ist eines der größten Probleme.
9. Der Wildbestand ist sehr hoch. Hiedurch kommt es vermehrt zu Schältschäden und Sämlingsfraß.

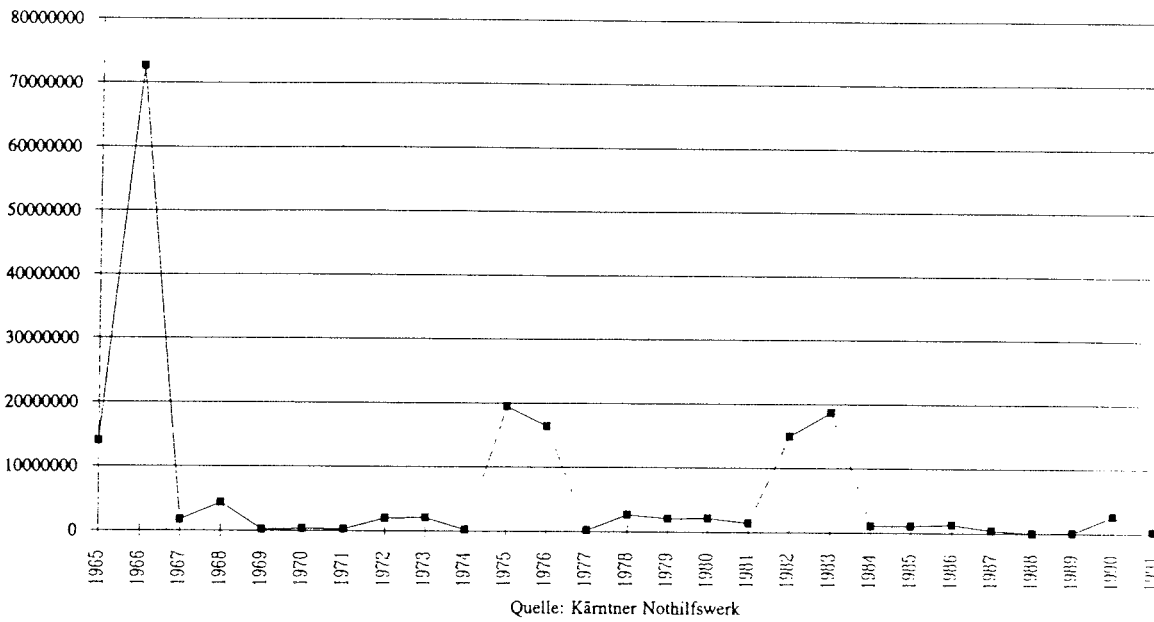
Katastrophenschäden im Bezirk Hermagor

Vom Kärntner Nothilfswerk wird seit 1965 eine Katastrophenstatistik des Bezirkes Hermagor erstellt, seit 1973 sind die Daten auch auf Gemeindebasis erhältlich. Der größte Schaden in einem einzigen Jahr wurde 1966 mit rund 72 Millionen ÖS verzeichnet (inflationbereinigt entspricht dies etwa einen Betrag von einer Viertel Milliarde ÖS). Ein ähnlicher Schaden trat in der Folge nie mehr auf, auch aufgrund der Tatsache, daß ein hoher Betrag in Schutzbauten investiert wurde. Die Investitionen der Wildbach- und Lawinenverbauung wurden uns zur Verfügung gestellt.

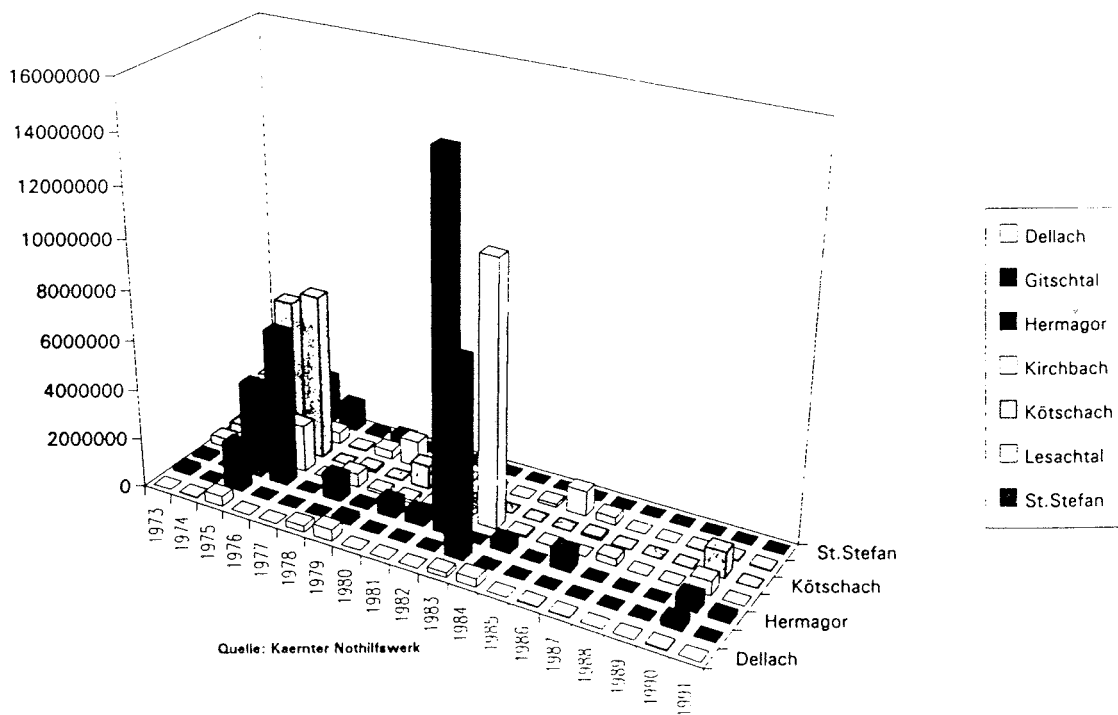
In Zukunft wird ein Vielfaches von den bisherigen Finanzmitteln aufzuwenden sein, um ein gleichbleibendes Maß an Sicherheit zu gewährleisten. Zusätzliche Aufwendungen von nicht auszuschließenden jährlich 100 Millionen ÖS (entspricht den Kosten für ca. 10 bis 17 ha Wildbachverbauung oder 5.000 ÖS pro Einwohner) oder rund 3,5% des Bezirkseinkommens für die zu einem großen Teil überschuldeten Tourismusbetriebe des Bezirkes Hermagors können zu einer großen Belastung werden.

Fig. 4.2 Katastrophenschäden im Bezirk Hermagor 1965-1991

Ausgaben infolge von Katastrophenschäden im Bezirk Hermagor in ÖS



Ausgaben bei Katastrophen nach Gemeinden in OeS



II METHODIK

5. Modellierung von Entwicklungseinflüssen

Konzeption des Modells Hermagor

Am Beispiel des Bezirkes Hermagor und seiner Gemeinden soll veranschaulicht werden wie interne und externe Entwicklungsfaktoren miteinander zu einem System vernetzt werden.

Es wird zwischen Ursachen - Faktoren, die eine Änderung bewirken - und Wirkung - Faktoren, die verändert werden - unterschieden. Die Ursachen der Veränderung liegen sowohl in der inneren als auch in der äußeren Entwicklung von Hermagor, die Wirkung betrifft nur die inneren Faktoren, die man lokal entscheidend beeinflussen kann. Äußere Faktoren können nicht direkt beeinflußt werden.

Das endogene "Modell Hermagor", welches die Entwicklung im Bezirk beschreibt, muß erst fertig entwickelt werden, bevor eine Zusammenschau der gewählten Faktoren möglich ist. Als Beispiel externer Entwicklungsfaktoren wird die globale Klimaveränderung herausgegriffen.

Folgende Zusammenhänge werden angenommen:

A) Ursachen und Wirkungskreislauf der inneren (endogenen) Entwicklung

- Wirtschaftsentwicklung bestimmt die Ratio der "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren".
- Die Ratio von "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" induziert Landnutzungsänderungen
- Änderungen in der Landnutzung verursachen ein anderes Abflußverhalten von Niederschlag:
 - Wald puffert eventuelle Katastrophen natürlich.
 - Dämme und Wildbachverbauungen verhindern eventuelle Katastrophen künstlich.
 - Erosion steigert eventuelle Katastrophen.
 - Siedlungs- und Straßenbauten steigern Erosion.
- Katastrophen und Maßnahmen zur Verhinderung bremsen die Wirtschaftsentwicklung

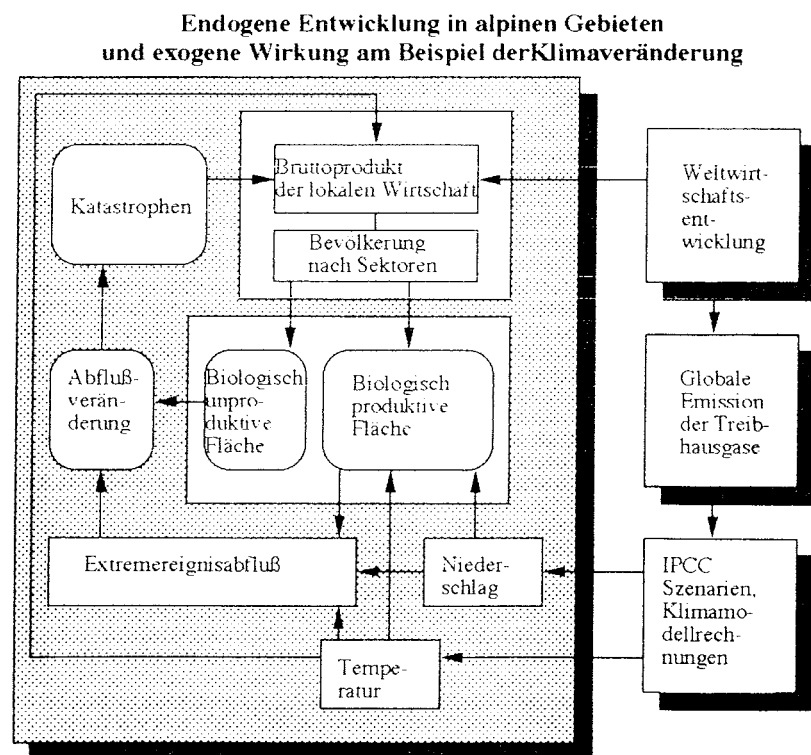
B) Ursachen und innerer Wirkungskreislauf der exogenen Entwicklung

- Äußere Wirtschaftslage bestimmt auch lokale Wirtschaftslage.
- Äußere Wirtschaftslage verursacht Emissionen.
- Emissionen bewirken globale Klimaveränderung und andere Umweltprobleme

- Klimaveränderung wirkt auf Temperatur und Niederschlag
 - Wintersport und lokale Wirtschaft wird durch Erwärmung reduziert.
 - Extrema werden gesteigert: mehr Tage mit viel Niederschlag und mehr Tage mit Trockenheit
 - Streß wird auf das Boden-Vegetationssystem ausgeübt: verschiedene Arten der Landnutzung sind unterschiedlich betroffen.
- Die Katastrophenfrequenz ändert sich.

Die endogene Entwicklung soll - zumindest für die kommenden Jahrzehnte - prognostiziert werden. Es sollen die Möglichkeiten einer akuten inneren Bedrohung festgestellt werden (z. B. schwere Rezession). Es kann aufgezeigt werden, wie die kurzfristige Entwicklung verlaufen muß um aufrechterhaltbar zu sein. Unter Annahme einer kurzfristig aufrechterhaltbaren Entwicklung können dann externe Szenarienvorgaben getestet werden.

Fig. 5.1 Konzeption des Modells Hermagor



Katastrophenfrequenz und Katastrophenwirkung

Die endogene Entwicklung im Bezirk Hermagor und exogen verursachte Veränderungen (globale Klimaerwärmung) können die Katastrophenfrequenz stark erhöhen. In beiden Fällen wird das Boden-Vegetationssystem in Mitleidenschaft gezogen.

Hochwässer, Wildbachschäden und Hangrutschungen entstehen in Zusammenhang mit Unwettern, extremen Niederschlag und extremen Abfluß. Durch eine Beeinträchtigung im Boden-Vegetationssystem wird bei extremer Belastung weniger Wasser gespeichert.

Ein Zusammenfallen von drei Hauptursachen kann eine drastische Erhöhung der Katastrophenfrequenz bewirken:

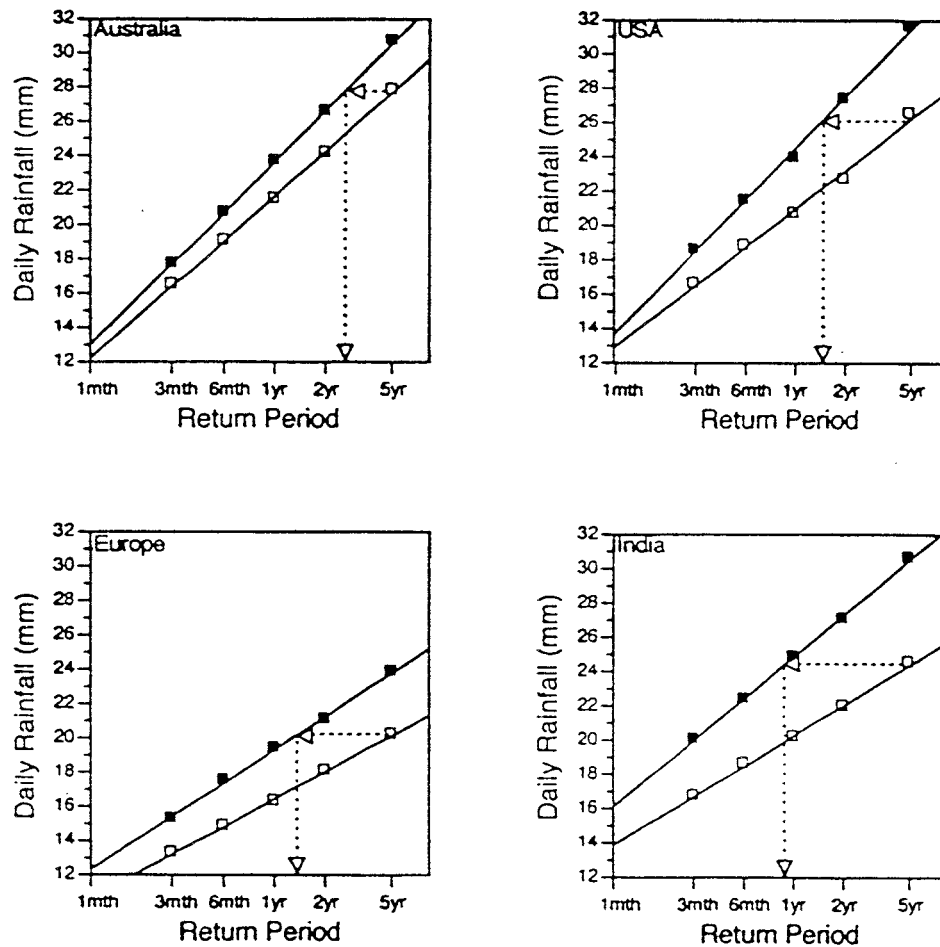
- a) die Zunahme von Extremniederschlagsereignissen;
- b) eine verminderte Wasserspeicherfähigkeit der Landschaft;
- c) erhöhter Extremabfluß, der mehr Geschiebefracht transportieren kann.

Dies bedeutet sowohl eine erhöhte Katastrophenfrequenz als auch eine gesteigerte Wirkung (Annualität) des Katastrophenereignis.

a) Zunahme von Extremniederschlagsereignissen

Untersuchungen der australischen Climate Impact Group (H.P.Gordon, P.H.Whetton 1992) prognostizieren bei einem doppelten CO₂ Gehalt eine Zunahme der Starkniederschlagsereignisse (bezogen auf den Tagesdurchschnitt aller Meßstationen einer Region) für Europa um das Dreifache. (Vergleiche auch Kapitel 14 und 15).

Fig. 5.2 Erhöhung der Extremniederschlagsereignisse



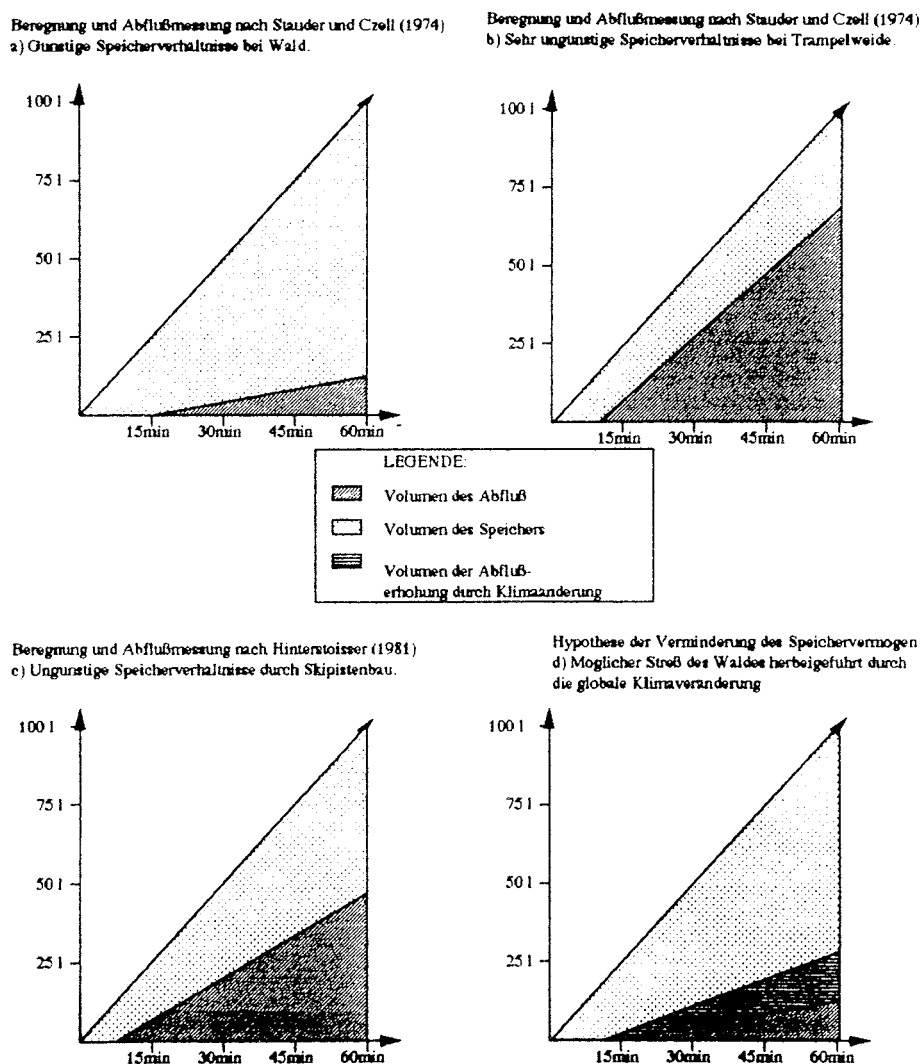
Es wurde die erhöhte Frequenz (return period) von zwei Extremereignissen errechnet, die ohne Klimaveränderung in einem Fünfjahresabstand auftreten soll (weiße Quadrate). Die schwarzen Quadrate stehen für eine Verdoppelung des CO₂ Gehalt der Atmosphäre. Europa ist mit einer Verdreifachung stärker als die USA oder Australien betroffen, aber weniger stark als Indien, wo sich die Frequenz sogar versechsfacht.

b) Verminderte Wasserspeicherfähigkeit der Landschaft

Anhand von Beregnungstest (Stauder, Czell 1974; Hinterstoisser 1981) kann man das Speichervolumen verschiedener Landnutzungssysteme bei Starkregen simulieren. Gesunder Wald (Fig. 5.3.a) hat die beste Speicherwirkung aller Landnutzungsarten. Veränderungen in dieser Landnutzung z.B. der Skipisten- oder Forststraßenbau (Fig. 5.3.c) erhöhen den Abfluß. Stark frequentierte Trampelweiden (Fig. 5.3.b) haben ähnlich der versiegelten Fläche einen sehr geringen Speicher. Die in den Fig. 5.3.b und Fig. 5.3.c aufgezeigte starke Beeinflussung des Wasserpuffers betrifft in der Regel nur kleinere Flächen.

Die Klimaveränderung kann für die mehrjährige Vegetation, vorallem den Wald (Fig. 5.3.d), durch erhöhten Umweltstreß ein Nachlassen der Speicherwirkung verursachen.

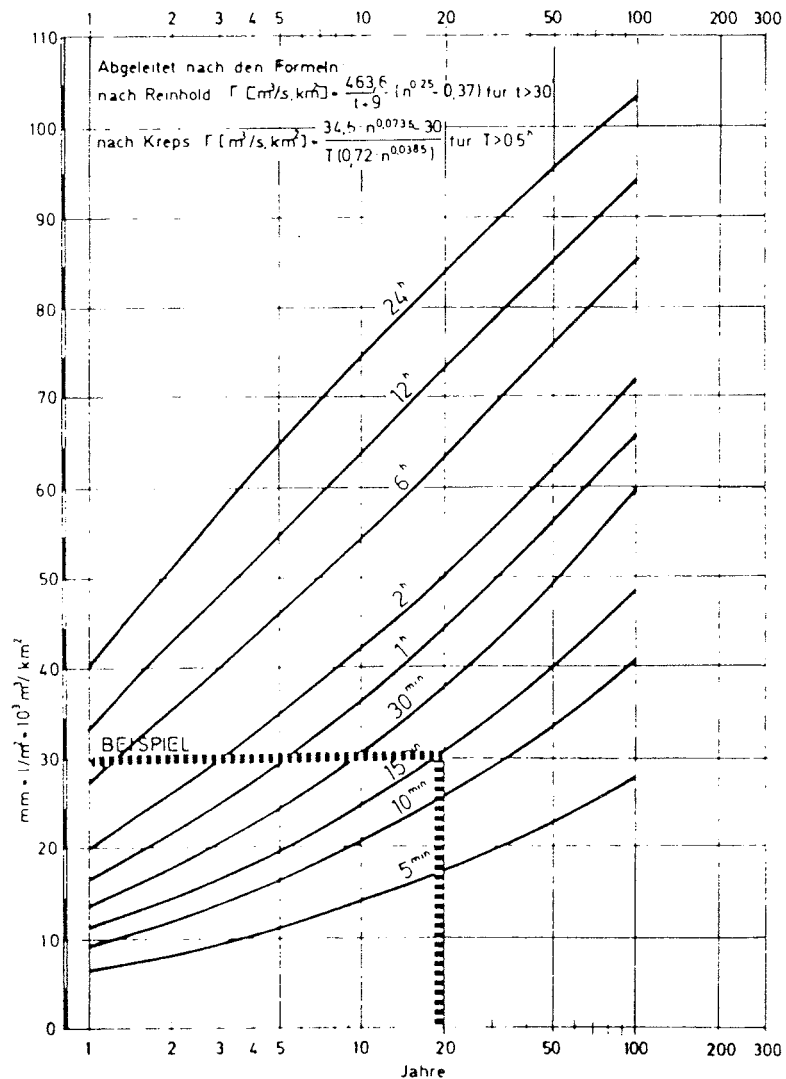
Fig. 5.3 Schema der Abflußsteigerung durch Landnutzungs- und Klimaänderung



c) Extremabfluß mit mehr Geschiebe und überproportionalem Schaden

Nimmt man den empirisch herausgefundener Zusammenhang zwischen Niederschlag und Abfluß (Krebs, Reinhold nach Ofner 1974), so entsteht in Folge einer aus Umwelteinflüssen herbeigeführten Abflußerhöhung um 20% aus einem 5 jährigen Hochwasser ein 15 jähriges oder aus einem 20 jährigen ein 70 jähriges Hochwasser (Fig. 5.4).

Fig. 5.4 Steigerung der Annualität eines Extremereignisses durch Abflußerhöhung



In Kombination ergeben die Extremniederschlagserhöhung im Zuge der Klimaveränderung (ca. in 80 Jahren) und eine Abflußsteigerung um nur 20%, die sowohl endogene als auch exogene Ursachen haben kann, eine Verzehnfachung des bisher üblichen Schadens. Weitergehende Schutzmaßnahmen müssen daher rechtzeitig durchgeführt werden.

6. Aufbau des Modells Hermagor

Lokale, partielle Modelle werden aufgrund der vorhandenen Datenbasis vom Bezirk Hermagor konstruiert. Anschließend sollen sie zu einem Gesamtmodell Hermagor verbunden werden.

Folgende Teilmodelle existieren:

- a) Modell Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren
- b) Modell Landnutzung (in Ausarbeitung)
- c) Modell Hydrologie

Im Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" sind Personen, im Modell "Landnutzung" ist die Fläche und im Modell "Hydrologie" ist das Wasservolumen die Bezugsgröße.

Die Ratio im Modell "Landnutzung" verändert sich aufgrund der Änderungen im Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren".

Das Modell "Landnutzung" steht mit dem Modell Hydrologie durch den Wasserspeicher der von den einzelnen Landnutzungsarten gebildet wird in Verbindung.

Modell Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren

Die Daten für das Modell der Bevölkerung abhängig nach Wirtschaftssektoren wurden nach Zeit (Jahre: 1951, 1961, 1971, 1981, 1991) und Raum (Gemeindegrenzen nach 1973, sieben Gemeinden) getrennt erfaßt um Unterschiede im Entwicklungsmuster der Gemeinden erkennen zu können. Erschwerend erwies sich der Umstand, daß 1951 die Anzahl der Gemeinden 24 war, 1961 waren es 22, 1971 zählte man 19 Gemeinden und erst 1973 wurden die heutigen Gemeindegrenzen fixiert. Hiedurch war es notwendig alle Daten auf die heutigen Gemeindegrenzen umzurechnen.

Datengrundlage für dieses Modell waren die Ergebnisse der Volkszählungen von 1951, 1961, 1971 und 1981. Die Publikation der Volkszählung 1991 nach Wirtschaftssektoren sollen ab Herbst 1993 zur Verfügung stehen (Informationsbüro des stat. Zentralamtes). Diese Werte können, sobald wir über sie verfügen, einen ersten Test für die Prognosegüte des Modells geben.

Dreiweg ANOVA-Rechnung

Es wurde ein Modell mittels einer Dreiweg ANOVA Analyse (Analysis of Variance) konstruiert. Es erklärt die Abhängigkeit der Wirtschaftssektoren durch Raum (Gemeinden) und Zeit (Jahrzehnte), sowie des gemeinsamen Einflusses.

Das Dreiweg ANOVA Modell hat folgende Gleichung:

$$Y_{ijk} = a + b_i + c_j + d_k + e_{ij} + f_{ik} + g_{jk} + \text{Zufallsfaktor}$$

wobei:

Y_{ijk} die Anzahl der Personen im i-ten Wirtschaftssektor in der j-ten Zeitperiode und der k-ten Gemeinde ist.

a ein globaler Einfluß ist.

b_i der Einfluß des i-ten Wirtschaftssektor ist.

c_j der Einfluß der j-ten Zeitperiode ist.

d_k der Einfluß der k-ten Gemeinde ist.

e_{ij} der Einfluß der Interaktion von Wirtschaftssektor und Zeitperiode ist.

f_{ik} der Einfluß der Interaktion von Wirtschaftssektor und Gemeinde ist.

g_{jk} der Einfluß der Interaktion von Zeitperiode und Gemeinde ist.

Regressionsmodell

Mittels der ANOVA Berechnungen war es möglich Faktoren die keinen Einfluß haben auszuschneiden. Die ANOVA Analyse deren Resultate im Ergebnisteil zu finden sind leitet dazu an das in der Folge beschriebene Regressionsmodell zu konstruieren. Der gemeinsame Einfluß von Zeit und Wirtschaftssektor, der in der ANOVA Analyse als e_{ij}

dargestellt ist und der auch der einzige Faktor ist durch den die Zeit die Daten beeinflusst, wird durch eine quadratische Funktion erklärt mit verschiedenen Parametern für die einzelnen Wirtschaftssektoren. Die Summe der Wirtschaftssektoren ergibt die Gesamtbevölkerung.

$$Y_{ijk} = (a_i * j^2 + b_i * j + c_i + d_{ik}) * Z_{jk} \quad i = 1, \dots, 4 \quad \text{bzw.}$$

$$Y_{5jk} = [1 - \sum_{i=1-4} (a_i * j^2 + b_i * j + c_i + d_{ik})] * Z_{jk}$$

wobei:

Y_{ijk} die Anzahl der Personen im i-ten Wirtschaftssektor in der j-ten Zeitperiode und der k-ten Gemeinde ist.

a_i, b_i, c_i, d_{ik} Parameter für einzelne Wirtschaftssektoren in der jeweiligen Gemeinde

j^2, j Schätzwerte des Einfluß des Jahres

Z_{jk} die Einwohner zur Zeit j in der Gemeinde k sind.

Die vorläufigen Ergebnisse der Modellrechnung und ihrer Prognosen sowie ein Vergleich mit den tatsächlich beobachteten Werten befinden sich im Appendix (4).

Modell Landnutzung

Das Modell Landnutzung ist in der Ausarbeitungsphase. Die Daten sind noch nicht vollständig erhoben. Soweit die Datensätze vorhanden sind, wurden die Daten mittels des Box und Whiskers Verfahren und durch "two way median polish tables" geprüft.

Die Daten der Landnutzung wurden nach Zeit (Jahre: 1951, 1961, 1971, 1981, 1991) und Raum (Gemeindegrenzen nach 1973, sieben Gemeinden) getrennt erfaßt und decken sich zeitlich und räumlich mit jenen des Modells "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren".

1) Dreiweg ANOVA und Regressionsmodell

Ähnlich dem Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" kann der gleiche Ansatz mittels ANOVA und Regressionsmodellierung für sechs Gruppen von Landnutzungsarten erstellt werden: Landwirtschaftlich genutzte Fläche, Wald, Alpinland, Gewässer, Gebäude und "Sonstige" als Sammelgruppe (Straßen, Ödland, Wildbach- und Lawinenverbauung, Dämme). Ergänzende Daten wurden von den Fachabteilungen zur Verfügung gestellt: Daten der Wildbach- und Lawinenverbauung Villach, des Landesstraßenbauamtes in Villach, der Gailbauleitung in Hermagor, der Gemeindeämter (Häuser, Straßen).

2) Landnutzung abgeleitet vom Modell Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren

Es wurde auch die Idee entwickelt die Landnutzungsarten durch die Wirtschaftssektorenentwicklung zu bestimmen. Die Ratio der Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren ergibt einen bestimmten Flächenbedarf an unproduktiven Landnutzungsarten (Gebäude; Straßen, Schutzbauten), bzw. bestimmt die Fläche an produktiven Landnutzungsarten (Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Alpinland). Folgender Modellvorschlag muß aber erst getestet werden und soll aufgrund von Testergebnissen modifiziert werden:

$$y_{ij}(t) = y_{ij}(t-1) \frac{\sum_{i=1}^I d^{(1)}_{ij}(t)}{\sum_{i=1}^I d^{(1)}_{ij}(t-1)} \frac{T_j(t) - \sum_{i=1}^I d^{(1)}_{ij}(t)}{T_j(t-1) - \sum_{i=1}^I d^{(1)}_{ij}(t-1)} c^{(1)}_{ij}$$

$$z_{kj}(t) = z_{kj}(t-1) \frac{T_j(t) - \sum_{k=1}^K d^{(1)}_{kj}(t)}{T_j(t-1) - \sum_{k=1}^K d^{(1)}_{kj}(t-1)} c^{(2)}_{kj}$$

$$\sum_{i=1}^I y_{ij}(t) + \sum_{k=1}^K z_{kj}(t) = A_j \quad \forall t.$$

$i=1,2,\dots,I; j=1,2,\dots,J; k=1,2,\dots,K.$

Wobei die Variablen folgende Bedeutung haben:

I....Anzahl von verschiedenen produktiven Landnutzungsgruppen (Landwirtschaft, Wald, Alpen)

J....Anzahl von Gemeinden (Dellach,.....,St.Stefan)

K....Anzahl von verschiedenen unproduktiven Landnutzungsgruppen (Gebäude, Straßen, Schutzbauten).

t....Zeit.

$y_{ij}(t)$Fläche der i-ten Landnutzungsgruppe in der j-ten Gemeinde zur Zeit t.

$z_{kj}(t)$Fläche der k-ten Landnutzungsgruppe in der j-ten Gemeinde zur Zeit t.

$d^{(1)}_{ij}(t)$Anzahl der Personen, die in den produktiven Wirtschaftssektoren (Land- und Forstwirtschaft) zur Zeit t beschäftigt sind und deren Angehörige.

$T_j(t)$Anzahl der Personen, die in allen Wirtschaftssektoren beschäftigt sind und deren Angehörige.

A_jGesamte Fläche in der j-ten Gemeinde

$c^{(1)}_{ij}$unbekannter Multiplikationsfaktor der Intensivierung für die i-te produktive Landnutzungsgruppen in der j-ten Gemeinde.

$c^{(2)}_{kj}$unbekannter Multiplikationsfaktor der Intensivierung für die k-te unproduktive Landnutzungsgruppen in der j-ten Gemeinde.

Die Landnutzungsarten Straßen (inkl. Forstraßen und Skipisten), Gebäude und Schutzbauten sind im Vergleich zu den produktiven Landnutzungsgruppen Wald, Landwirtschaft und Alpinland quantitativ wenig, qualitativ aber stark für die Landschaft mit ihrer Bodenstruktur und der daraus resultierenden Speicherkraft ausschlaggebend. Der Boden vereinfachend als Fläche betrachtet hat in Abhängigkeit von der Jahreszeit (Temperatur) eine gewisse Speicherkapazität für Niederschlagswasser, die im Normalfall auch bei stark beeinträchtigten Flächen, nicht überschritten wird. Eine potentielle Gefährdung durch eine veränderte Landnutzung besteht aber im Falle von Hermagor durch Extremniederschläge, die in regelmäßigen Abständen wiederkehren (z.B. 1965, 1966 und 1983).

Der Beweis dieser grundsächlichen Annahme durch statistische Methoden erscheint zum gegenwärtigen Zeitpunkt aufgrund der vorläufigen Ergebnisse im hydrologischem Modell schwierig zu erbringen, da die uns zur Verfügung stehenden Daten aggregierte Daten sind, die keine kleinräumigen Detailinformationen ausweisen. Zusätzliche Informationen zum jeweiligen Katastrophenzeitpunkt müssen im weiteren Projektverlauf noch eingeholt bzw. auffindig gemacht werden.

Modell Hydrologie

Das Modell von (Extrem-) Niederschlag und (Extrem-) Abfluß wurde zeitlich nach Tagen und räumlich nach dem Einzugsgebieten der Pegelstationen erfaßt.

Tageswerte von sechs Niederschlagsstationen im Untersuchungsgebiet sind von 1971 bis 1990 vorliegend, die dazugehörigen Werte von vier Pegelstationen liegen für den Zeitraum 1951 bis 1987 vor. Die Datenreihen sind im Zeitraum 1951 bis 1970 nur für die Tagesmittelwerte der Abflußstationen vorhanden, im Zeitraum 1971 bis 1985 sind sowohl von Tagesniederschlägen als auch Tagesabflußmessungen alle Werte vorhanden, 1986 und 1987 sind teilweise die Tagesabflußwerte vorhanden, und von 1988 bis 1990 sind nur Werte von den Tagesniederschlägen vorhanden. Es besteht aber die Möglichkeit die jeweiligen Lücken in der Datensituation mit einigem Aufwand - zumindest für Extremniederschlagsperioden - zu ergänzen. Die im Talboden gelegenen sechs Niederschlagsstationen werden durch fünf Totalisatorstationen im hochalpinem Raum, die nur Daten von Monatssummenniederschlägen geben, sowie durch zwei Stationen der Zentralanstalt für Metereologie und Geodynamik ergänzt. Die vier Pegelmeßstationen an der Gail werden durch drei weitere von Gailzubringern komplettiert. Das hydrologische Modell vergleicht Tagesniederschlagsereignisse mit Tagesabflußereignissen. Es wird angestrebt folgende Fragen zu beantworten :

- Wie sind Abflußspitzen mit Niederschlagsspitzen korreliert ?

Diese Frage wird im Appendix unter Punkt 6 beantwortet.

- Welche jahreszeitlichen Zyklen gibt es ?

Diese Frage wird durch die Spektraldichtefunktion erklärt.

- Sind Niederschläge flächendeckend oder Einzelereignisse ?

Dies wird anhand der Korrelationsanalyse verschiedener Niederschlagsstationen geklärt (Punkt 6 im Appendix).

- Wie lange ist die zeitliche Verzögerung zwischen Niederschlags- und Abflußspitze ?

Dies wird durch die Kreuzkorrelationsmethode zwischen Niederschlags- und Abflußstationen festgestellt.(Punkt 6 im Appendix).

- Wie sehr beeinflußt die Schneedecke das Abflußverhalten ?

Diese Frage wird durch das Regressionsmodell beantwortet, bzw. soll durch das verbesserte Regressionsmodell ausführlicher behandelt werden. (siehe unter Kapitel 13)

- Hat sich die Häufigkeit extremer Niederschlags- und Abflußereignisse verändert?

Diese Frage konnte aufgrund der relativ kurzen Zeitreihe von 14 Jahren nicht zufriedenstellend beantwortet werden. Selbst eine 40 jährige Zeitreihe kann hiebei nur eine begrenzte Aussage geben.(Siehe unter Kapitel 14).

Das derzeitige Modell erklärt den Abfluß durch den Niederschlag (unterteilt in Regen und Schnee) und hat folgende Gleichung:

$$\begin{aligned}
 X(t) = & X(t-1) + \{a \cdot \text{Regen}(t) + b \cdot \text{Regen}(t-1) + \dots + e \cdot \text{Regen}(t-5)\} \cdot X(t-1) + \\
 & + \{f \cdot I[\text{Regen}(t)=0] + g \cdot I[\text{Regen}(t)=0] + \dots + j \cdot I[\text{Regen}(t)=0]\} \cdot X(t-1) + \\
 & + k \cdot \text{Schneedecke} \cdot \exp(-x \cdot (t - t_{\max})) \cdot X(t-1) \cdot I[t \geq t_{\max}] + \\
 & + l \cdot \text{Totalregen} \cdot \exp(-x \cdot (t - t_{\max})) \cdot X(t-1) \cdot I[t \geq t_{\max}], \quad t < t_{\min}, \quad t > t_{\max}
 \end{aligned}$$

Wobei:

$X(t)$ der Abflußwert des Tages ist

$X(t-1)$ der Abflußwert des vorhergehenden Tages ist

t_{\min} jener Tag ist, bei dem der Abfluß durch die Schneedecke konstant niedrig bleibt (die Schneedecke beginnt bereits früher).

t_{\max} jener Tag ist, bei dem der Abfluß durch die Schneedecke konstant zunimmt (die Schneedecke beginnt abzutauen).

a, b, c, d, e Effekte vom Niederschlag in Form von Regen sind in nachfolgenden Zeitmomenten (Tageswerte für Regen);

f, g, h, i, j erklären das Verhalten vom Abfluß in Perioden ohne Regen (Trockenzeiten);

k erklärt den Einfluß der gesamten Schneemenge, die zum Zeitpunkt vorliegt. Die Wirkung wird vom Zeitmoment t_{\max} abgeleitet und ist durch eine Exponentialfunktion mit dem Parameter x gewichtet.

l erklärt den Einfluß der Wassermenge, die zum Zeitpunkt der Schneedecke vorhanden ist. Die Wirkung wird vom Zeitmoment t_{\max} abgeleitet und ist durch eine Exponentialfunktion mit dem Parameter x gewichtet.

I drückt aus, daß Parameter nur unter bestimmten Bedingungen gültig sind und entweder 0 oder 1 werden - daß die Summe von Regen der letzten Tage 0 ist (f, g, h, i, j , Trockenzeit), oder daß der Niederschlag nicht abflußrelevant ist (k, l , Zeit einer kontinuierlichen Schneedecke)

Es ist geplant in einem Folgeprojekt ein verbessertes Vorhersagemodell unter Einbeziehung der Temperaturdaten zu erstellen.

Bedeutung von Starkregen und Extremereignissen

Die Zeitintervalle des hydrographischen Modells sind Tagesdaten von Niederschlag und mittlerem Tagesabfluß in Volumen pro Sekunde, die in der derzeit vorliegenden Form zwar Anhaltspunkte aber keine Auskunft über Katastrophen geben.

Die katastrophale Wirkung von Niederschlag entsteht nicht nur durch die Niederschlagsmenge alleine, sondern weiters durch die vorausgegangene Wetterlage (Trocken-, Frostperioden), Form des Niederschlages (Regen, Schnee), seine Intensität und seine räumliche Verteilung, die in Kombination zu extremen Abflußereignissen und extremen Schaden führen können. Zur Zeit der Schneeschmelze können rasche Temperaturveränderungen die Abflußmenge überproportional ansteigen lassen.

7. Auswirkungen der Klimaveränderung

Die Verdoppelung von CO₂-Gehalt Äquivalenten der Atmosphäre wird für die nächsten 50 bis 80 Jahre erwartet. Hierdurch soll eine Erwärmung zwischen 1,5°C und 4,5°C entstehen. Der Temperaturanstieg und die Niederschlagsveränderung läßt schwerwiegende Veränderungen in jedem Teilmodell des "Modell Hermagor" annehmen. Es wurde Kontakt zu zahlreichen Stellen aufgenommen, die Klimamodelle entwickelt haben oder entwickeln. Sie wurden unserem Projekt teilweise schon zur Verfügung gestellt.

Prognosen der Klimaveränderung basieren auf Szenarienannahmen, die in der Folge auch von uns übernommen werden. Idee ist hierbei, daß auch lokale Entscheidungsträger in Hermagor die selben Informationen zur Verfügung haben wie die nationalen Experten und Politiker, die im International Panel of Climatic Change (IPCC) mitwirken. Durch das lokale Modell Hermagor sollen sie befähigt werden diese Informationen auch in ihrem Wirkungsbereich anzuwenden und für richtig empfundene Maßnahmen umzusetzen.

Die Auswirkungen der Klimaveränderung zeigen sich in allen drei Teilmodellen:

Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren"

- Die Erwärmung kann sich vor allem für die Haupteinnahmequelle Wintertourismus dramatisch auswirken. Während hochgelegene Regionen mitunter sogar Vorteile aus der Entwicklung haben können, verlieren tiefergelegene Regionen diese Einnahmequelle. Die Beschäftigung im Sektorservice geht zurück.
- Durch ein Nachlassen der natürlichen Schutzfunktion der alpinen Vegetation entsteht verstärkt Bedarf nach technischen Schutzbauten (Dämme, Wildwasserverbauungen). Hierdurch werden kurzfristig sogar Impulse gegeben und der Beschäftigtenstand erhöht. Weiters ist es möglich, daß in Hochlagen aufgrund der Schneesicherheit vorübergehend ein Baudruck entsteht.

Modell Landnutzung

- Die mehrjährige Vegetation, der Wald und die alpine Vegetation, die sich einer raschen klimatischen Veränderung nicht schnell genug anpassen können, leiden zusehends unter Streß. Im Gegensatz zu den Zwischeneiszeiten, wo sich die Waldgrenze nach oben schob, kann speziell der Schutzwald seine Funktionen nicht mehr erfüllen.

Die Speicherkapazität des Bodens im Falle von Starkregenereignissen wird geringer. Intensivierte Schutzwaldpflege kann die Widerstandskraft und Funktionalität wieder steigern.

- Als Folge von prognostizierten vermehrten Starkregenereignissen selbst und durch das erhöhte Schadensausmaß von einem einzelnen Extremniederschlag aufgrund der verminderten Funktionalität der Vegetation steigt die Erosionsfläche durch die Klimaerwärmung sprunghaft an.

Modell Hydrologie

- Die Klimaerwärmung bewirkt ein verändertes Abflußverhalten. Bei einem sehr raschen Abschmelzen der Schneedecke im Frühjahr, oder bei ergiebigen Schneefall auf gefrorenen Boden und anschließendem Tauwetter (ähnlich wie es im Dez. 91 in mehreren europäischen Staaten großflächig vorgekommen ist) kann es leichter und nicht direkt vom Niederschlag abhängig zu Überflutungen kommen.

- Die Frequenz von Starkregenereignissen soll zunehmen. Hierbei gibt es aber regional große Unterschiede. Die Modellrechnungen vom australischen CSIRO zeigt, daß sich die Frequenz von Starkregen bei einer CO₂ Verdopplung der Erde verdreifacht.

8. Weitere Projektziele

Folgende Punkte sollen Gegenstand eines Folgeprojektes sein. Sie sind die Fortführung der noch offenen Punkte von diesem Projekt:

Verbindung der drei Simulationsmodelle zum Gesamtmodell Hermagor

Die drei zuvor entwickelten Teilmodelle sollen miteinander verbunden werden um zu prüfen ob und in welchem Ausmaß folgende Annahmen richtig sind:

”Änderungen in der Wirtschaftsstruktur führen zu einer Änderung in der sozioökonomischen Erwerbsstruktur, dies führt zu einer veränderten Landnutzung, die eine Änderung des Speichers für Niederschlagswasser nach sich zieht und hiedurch auch zu einem verändertem Abflußverhalten führt. Ein verändertes Abflußverhalten im Zuge von Starkregen oder Schneeschmelze verändert das Ausmaß von Katastrophenerignissen, die bei Zunahme entweder mehr Schutzbauten erfordern, oder mehr Fläche destabilisieren. Dies hat wiederum entscheidenden Einfluß auf die Wirtschaftssektoren. Bei günstiger Konjunktur werden Schutzeinrichtungen gebaut, bei schlechter Konjunktur wird der Anteil an destabilisierter Landschaft immer größer und somit auch das Risiko einer gewaltigeren Katastrophe”.

Das Modell der ”Landnutzung” nimmt eine zentrale Position ein. Es ist sowohl mit dem Modell ”Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren”, deren Ratio das Verhältnis der Landnutzungsarten untereinander bestimmt, als auch mit dem Modell ”Hydrologie” über den von den Landnutzungsklassen gebildeten Wasserspeicher verbunden. Katastrophen und ihr Schaden beeinträchtigen in erster Linie die Landschaft.

1) Verknüpfung der Modelle ”Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren” und ”Landnutzung”

Grundidee der Verknüpfung zwischen dem Modell ”Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren” und ”Landnutzung” ist das Vorhandensein einer starken

gegenseitigen Abhängigkeit. Die traditionelle Landnutzung ermöglichte erst die Entwicklung der aktuellen Wirtschaftssektoren, die wiederum die moderne Landnutzung bestimmen.

Es besteht die Möglichkeit das Landnutzungsmodell als Funktion der Wirtschaftssektoren darzustellen, da angenommen wird, daß die Veränderung der Landnutzung während der letzten vierzig Jahre wesentlich stärker von der Entwicklung in den Wirtschaftssektoren abhängig war und weniger von Naturkatastrophen. Auch gewaltigste Katastrophen wie jene des Jahres 1966 führten zu keinen bleibenden Umweltschäden, da genügend finanzielle Ressourcen vorhanden waren, diese Schäden zu beheben.

Folgende Fragen scheinen für die Verknüpfung relevant:

- Wie könnte sich eine wirtschaftliche Krise (Arbeitslosigkeit, Bauernsterben) auf die Landnutzung auswirken ?
- Wie können sich Schäden in der Landschaft (Beeinträchtigungen der Landnutzung) auf die Wirtschaft auswirken?

2) Verknüpfung der Modelle "Landnutzung" und "Hydrologie"

Grundidee der Verknüpfung zwischen dem Modell "Landnutzung" und "Hydrologie" ist, daß der Puffer zur Speicherung des Niederschlagswasser anthropogen über die Landnutzung beeinflusst ist. Veränderungen in der Landnutzung verändern auch das Speichervermögen, da jede Landnutzungs-kategorie ein spezifisches Speichervermögen besitzt und mehr oder weniger Wasser abfließen läßt.

Im Landnutzungsmodell wird die Speicherkapazität der Fläche von einzelnen Landnutzungsarten aufgrund vorhandener Ergebnisse von Berechnungstests (bzw. des Volumens von künstlichen Speichern) geschätzt. Änderungen in der Landnutzung verändern daher auch die Speicherkapazität.

Die Speicherkapazität wird auch bei stark beeinträchtigten Flächen in der Regel nicht überschritten. Im Falle von regelmäßig wiederkehrenden Starkregenereignissen, ist dies jedoch nicht mehr der Fall und bereits beeinträchtigte Flächen werden stärker betroffen. Ein Problem bereitet das Abschätzen von Extremereignissen aufgrund von Tagesniederschlagsdaten. Mitunter dauern Extremniederschläge nur wenige Minuten und können aufgrund von Tagesdaten nicht mehr nachgewiesen werden. (Die Niederschlagsstation Kötschach-Mauthern erfaßt seit einigen Jahren auch 15 Minutenwerte. Die Daten hierfür müssen von der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik gekauft werden).

Als Konsequenz auf Starkregen steigt der Anteil der destabilisierten Fläche an. Derzeit noch ungelöste Probleme bedeuten die Abhängigkeit des Speichers von der Temperatur

und von jahreszeitlichen Schwankungen, sowie das Abschätzen der jeweiligen saisonalen Speicherkapazität. Sofern diese Fragen geklärt werden können, soll im Projektfortgang untersucht werden, inwieweit die Ergebnisse des hydrographischen Modells aufgrund einer dynamischen Landnutzungsentwicklung erklärt werden können. Weiters soll untersucht werden wie Extremregen bzw. Extremabflußereignisse auf die Landnutzungsentwicklung einwirken. Prinzipiell soll hierbei ausgedrückt werden, daß eine empirisch herausgefundene Anzahl von Starkregen (siehe Ergebnisbericht) bzw. von Katastrophen in einem Zehnjahreszeitraum für eine langfristige Wirkung toleriert werden kann. Durch eine Zunahme der Erosionsflächen in den produktiven Landnutzungsklassen wird der Schaden durch Katastrophen größer. Durch Wildbach- und Lawinenverbauung sowie durch Dämme wird das Ausmaß von Katastrophenereignissen verringert.

3) Verknüpfung des Modells "Hydrologie" mit "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" (über Katastrophen und Wirtschaftsentwicklung)

Die Schäden durch Katastrophen oder die Kosten der Katastrophenvorbeugung verhindern eine stärkere lokale Wirtschaftsentwicklung. Maßnahmen der Katastrophenbegrenzung durch einen stärkeren Pflegeaufwand durch Landwirte sollen technischen Baumaßnahmen gegenübergestellt werden. Im einen Fall werden Landwirte unterstützt, im anderen die Bauwirtschaft.

Verbindung mit Szenarien der Klimaveränderung

4) Kopplung des Modells Hermagor mit Szenarien von Klimamodellen

Ergänzend zur kausalen Beschreibung der Wirkung der Klimaveränderung in dieser Arbeit soll die Veränderung aufgrund der Klimaveränderung errechnet werden.

Da der Prognosehorizont für die Klimaerwärmung langfristig ist, wird davon ausgegangen, daß bis dahin keine spektakulären kurz- und mittelfristigen Änderungen passieren. Diese könnten schon wesentlich früher und unerwartet zu ähnlich dramatischen Konsequenzen - wie dies durch die globale Klimaveränderung erwartet wird - führen (z. B. Nachlassen der Wirkung des hochalpinen Schutzwaldes durch Bodenversauerung, Pfliegerückstände, Wildverbiß und anschließendem Parasitenbefall),

III ERGEBNISBERICHT

Ergebnisbericht

Im folgendem Teil sind die bisherigen Ergebnisse aus den Teilbereichen "Bevölkerung und Wirtschaft", "Landnutzung" und "Hydrologie" wiedergegeben.

Die Ergebnisse sind vorläufig, da in jedem Teil Verbesserungen beabsichtigt sind, die die derzeitigen Resultate verändern könnten.

Die Ergebnisse sind

- a) thematisch in Klassen von "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" und "Landnutzung" unterteilt, bzw. sind die Niederschlags- und Abflußstationen im Modell "Hydrologie" gegenübergestellt
- b) räumlich differenziert nach Gemeinden (Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren, Landnutzung) und Einzugsgebieten von Pegelmeßstationen (Hydrologie) und
- c) zeitlich differenziert nach 10 Jahresschritten (Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren, Landnutzung) bzw. durch Tagesmittelwerte (Hydrologie) dargestellt. Als zeitlicher Startpunkt wurde das Jahr 1951 gewählt (Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren, Landnutzung) bzw. die Jahre 1973 bis 1986, da über diesen Zeitraum sowohl Niederschlags- als auch Abflußdaten vorhanden waren.

Soferne die Gemeinden in den Schaubildern numerisch dargestellt sind bedeutet Dellach (1), Gitschtal (2), Hermagor-Preseggersee (3), Kirchbach (4), Kötschach-Mauthen (5), Lesachtal (6) und St. Stefan (7).

9. Analyse "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" 1951-1981

Im folgendem Abschnitt wird die bisherige Entwicklung der Bevölkerung nach Gemeinden und Jahren getrennt für die einzelnen Erwerbszweige dargestellt. Einzelne Sektoren sind zu größeren Wirtschaftsgruppen zusammengefaßt. So ist beispielsweise die Bauindustrie Bestandteil der Gruppe Industrie. Sommer- und Wintertourismus Bestandteil der Gruppe Service. Arbeitslosigkeit ist Bestandteil der Gruppe "Andere". Die Summe der fünf Sektoren deckt sich nicht mit dem Ergebnis der Gesamtbevölkerung, da auch die nicht erwerbstätige Bevölkerung den Erwerbssektoren zugeordnet wird und Änderungen in der Geburten und Sterbestatistik zum Stichtag nur teilweise berichtigt sind.

Teilweise gehören einzelne Bevölkerungsgruppen zwei oder mehreren Gruppen an. In diesem Fall wird nur ihr Haupteinkommen zur Gruppeneinteilung herangezogen. Nebenerwerbsbauern können daher sowohl in der Gruppe Industrie als auch in den übrigen Gruppen Handel, Service, Andere vorkommen. Teilweise ermöglichen diese Erwerbssektoren erst das Fortbestehen der Land- und Forstwirtschaft, da hiedurch erst das Kapital für Investitionen in die Landwirtschaft zur Verfügung steht. Diese Abhängigkeiten werden durch die ANOVA Analyse verdeutlicht.

Die Reduzierung auf fünf Hauptgruppen ist eine Vereinfachung. Das Modell eignet sich nicht um Prognosen für einzelne Wirtschaftszweige zu erstellen, wohl aber soll es einen Gesamtüberblick der lokalen Wirtschaftssituation in den sieben Gemeinden gewährleisten: das Problemumfeld wird eingegrenzt, der Bedarf an Detailuntersuchungen wird aufgezeigt.

Für den Bezirk charakteristisch ist die große Bedeutung der Land- und Forstwirtschaft, die aber in den letzten Jahrzehnten stark abgenommen hat. Der Tourismus (in "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" unter Service als stärkste Gruppe) verzeichnete eine entgegenlaufende Entwicklung zur Landwirtschaft mit starker Steigerung. Während Sommertourismus seit längerem existiert gibt es Wintertourismus erst seit rund zwei Jahrzehnten.

Landwirtschaft und Tourismus sind besonders aufeinander angewiesen. Die Kulturlandschaft ermöglicht erst eine breite Vermarktung der lokalen Natur für den Tourismus (Wandern bzw. Skilanglauf), der wiederum ein zusätzliches Einkommen für die Landwirte bedeutet, sei es durch die Bettenvermietung oder durch den Verkauf lokaler Produkte.

Tourismus stimuliert weiters auch die Bauindustrie. Im Zuge des Massentourismus steigt der Bedarf und die Qualität von Straßen und Häusern. Der Handel und das nichttouristische Service werden durch die Tourismusedwicklung begünstigt.

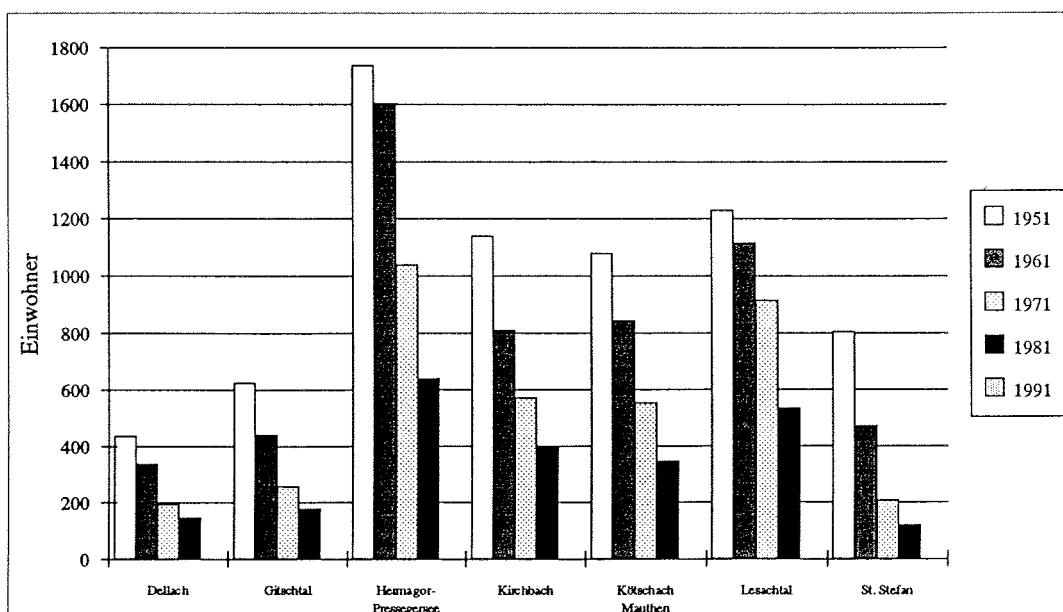
Entwicklung der Bevölkerung in der Land- und Forstwirtschaft

1951 war die Land- und Forstwirtschaft noch der wichtigste Einkommenszweig für die Mehrzahl der Gemeinden. Lediglich die städtischen Gemeinden Hermagor und Kötschach, sowie die Gemeinde Dellach hatten mehr Bevölkerung, die von der Industrie abhängig war. Die Anzahl der in der Land- und Forstwirtschaft Beschäftigten nahm in allen Gemeinden kontinuierlich ab. 1981 war nur mehr ca. ein Drittel der 1951 in der Land- und Forstwirtschaft tätigen Bevölkerung vom Primärerwerbszweig abhängig. Die Anzahl der Betriebe nahm aber weniger deutlich ab (siehe auch Appendix: Ergänzung landwirtschaftliche Betriebe), da die Nebenerwerbsbauern mit ihren Betrieben noch immer in der Betriebsstatistik aufscheinen, jedoch nicht mehr zu der von der Landwirtschaft abhängigen Bevölkerung zählen.

Die landwirtschaftliche Nutzfläche pro Betrieb ist in den sieben Gemeinden des Bezirks unterschiedlich. 1991 hatte der Durchschnittsbetrieb im Gitschtal 7,87 ha, in St. Stefan 8 ha, in Dellach 9,93 ha, in Hermagor 11,87 ha, in Kirchbach 13,77 ha, in Kötschach- Mauthen 18,1 ha und im Lesachtal 29,2 ha. Die vom Zentralraum entfernten Gemeinden haben die größte Fläche pro Betrieb. Gleichzeitig haben diese Gemeinden aber den mit 59% geringsten Anteil an Betrieben, die über ein nichtlandwirtschaftliches Nebeneinkommen verfügen. Die Gemeinde Gitschtal hat mit 86% den höchsten Satz.

Zudem haben die entlegenen Bergbauernbetriebe im Bezirk insgesamt weniger Möglichkeiten auf ein Nebeneinkommen. Während im Tal noch 71,37% der Betriebe ein nichtlandwirtschaftliches Nebeneinkommen besitzen, nimmt der Anteil mit der ungünstigeren Lage ab und in der extremsten Bergbauernzone ist dieser Anteil nur mehr 48,7%.

Fig. 9.1 Haupteinkommen in der Land- und Forstwirtschaft 1951-1981

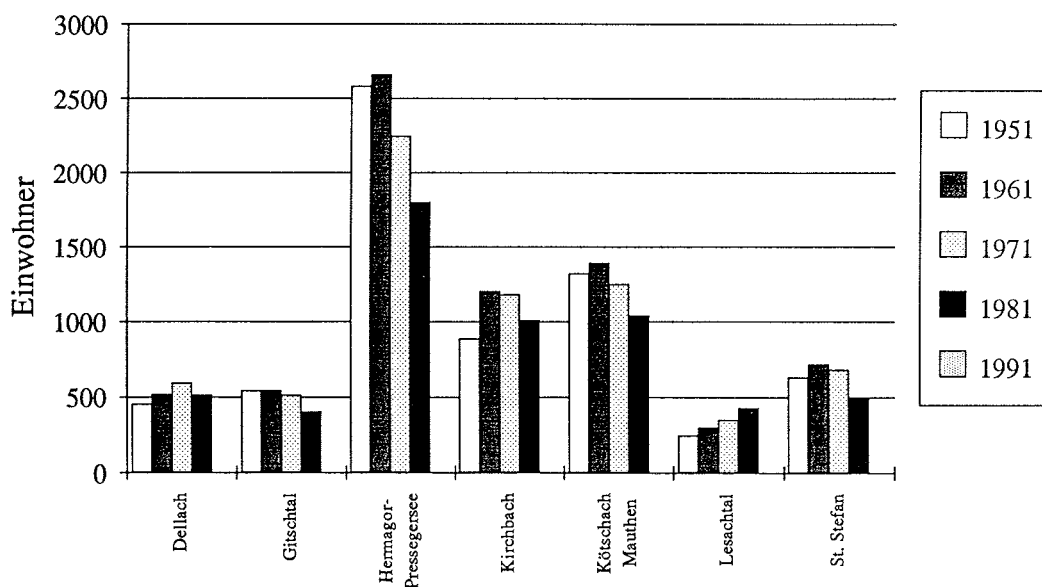


Entwicklung der Bevölkerung in der Industrie

Die Industrie des Bezirkes Hermagor hatte in allen sieben Gemeinden vorerst einen steigenden Verlauf. Das Maximum war in den jeweiligen Gemeinden entweder 1961 oder 1971 erreicht. 1961 war die Industrie in den meisten Gemeinden der Haupterwerb. Ausnahme von dieser Regel war das Lesachtal, wo Landwirtschaft noch immer um ein Vielfaches bedeutender war. Im Jahr 1971 verstärkte sich teilweise noch die Dominanz der Industrie, in der Gemeinde Lesachtal hatte sie aber auch weiterhin nur einen Bruchteil der Bedeutung der Landwirtschaft.

Nach 1971 nahm der Anteil der in der Industrie beschäftigten Bevölkerung wieder ab (Schirmfunktion). 1981 war die Industrie aber noch immer der bedeutendste Erwerbszweig für die Bevölkerung. Lediglich in der Gemeinde Lesachtal war die Landwirtschaft noch immer bedeutender und in St. Stefan überholten "Andere" die Industrie als Haupterwerb der Bevölkerung.

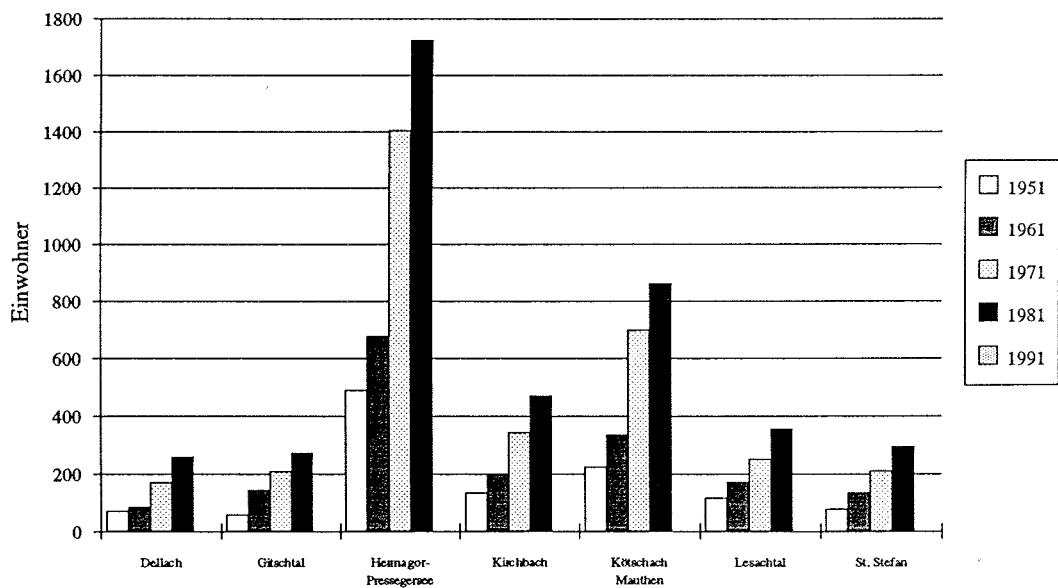
Fig. 9.2 Haupteinkommen in der Industrie 1951-1981



Entwicklung der Bevölkerung im Service

1951 war der Bereich Service der geringst bedeutendste für sechs Gemeinden. Im Lesachtal war er zweitgeringste Einkommenszweig. 1961 war die Situation ähnlich, im Gitschtal wurde Service wichtiger als Handel. 1971 war der Sektorservice in den städtischen Gemeinden an der dritt- und in den fünf nichtstädtischen Gemeinden an der viertwichtigsten Stelle. 1981 war der Sektorservice bereits der zweit- (Hermagor-Preseggersee) dritt- (Dellach, Gitschtal, Kirchbach, Kötschach-Mauthen) und viertwichtigste (Lesachtal, St. Stefan) Erwerbszweig. Die Tendenz im Sektorservice ist weiterhin steigend. Tourismus als wichtigster Bestandteil des Sektorservices ist nicht gesondert ausgewiesen. Im Vergleich zu den Fremdenverkehrszentren in Westösterreich ist vor allem der Wintertourismus ein junger Erwerbszweig im Bezirk Hermagor. Es wird zusätzlich noch ein relatives Wachstum des Tourismus innerhalb des Sektorservices angenommen.

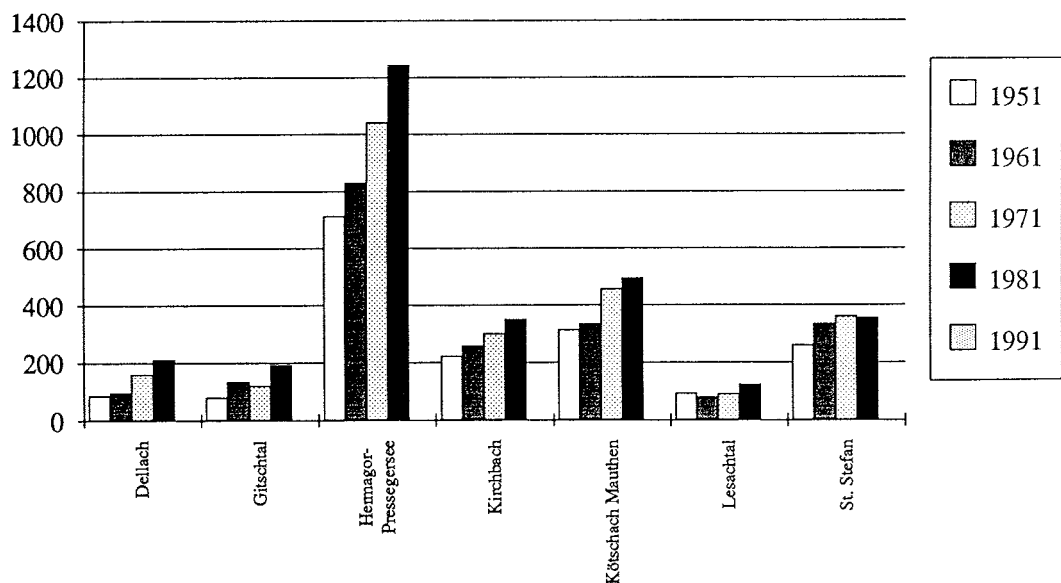
Fig. 9.3 Haupteinkommen in Service 1951-1981



Entwicklung der Bevölkerung in Handel und Transport

Handel und Transport nimmt aufgrund der peripheren Lage des Bezirkess Hermagor eine geringere Bedeutung ein. Die relative Bedeutung ist aber von 1951 bis 1981 laufend gestiegen. 1951 war Handel und Transport der viertwichtigste Erwerbszweig in allen Gemeinden außer der Gemeinde Lesachtal, wo er an fünfter Stelle rangierte. 1961 rangierte der Sektor gleich mit Ausnahme der Gemeinde Gitschtal, wo er an die fünfte Stelle zurückfiel. 1971 war er in fünf Gemeinden der wenigst wichtigste Erwerbszweig, in Hermagor der viertwichtigste und in St. Stefan der dritt wichtigste. 1981 war er in St. Stefan der dritt wichtigste Erwerbszweig, in Hermagor, Kötschach-Mauthen, Gitschtal und Dellach der viertwichtigste und in Kirchbach und im Lesachtal der wenigst wichtigste Erwerbszweig. Die relativ bedeutendere Position in der Gemeinde St. Stefan kann durch die Nähe zum Raum Villach begründet werden.

Fig. 9.4 Haupteinkommen in Handel und Transport 1951-1981



Entwicklung der Bevölkerung in anderen Erwerbsektoren

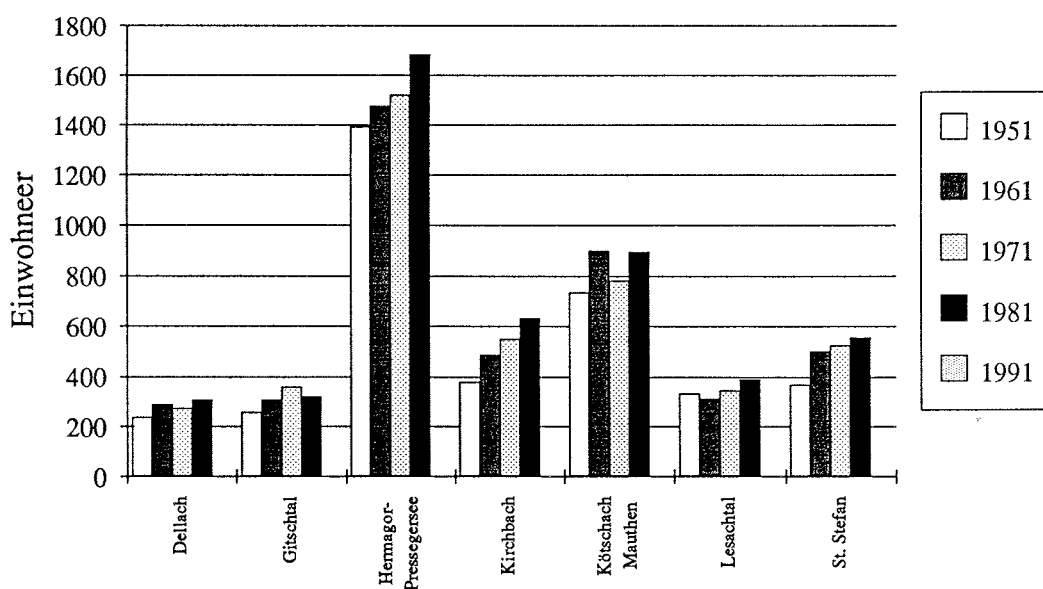
Alle nicht in den vorher genannten Sektoren erfaßte Erwerbsmöglichkeiten sind zu der Sammelgruppe "Andere" zusammengefaßt. Um in Einzelbereichen zu detaillierten Ergebnissen zu kommen muß man die Gruppe daher in ihre Bestandteile zerlegen, die weniger homogen als jene der anderen Erwerbsektoren sind. So ist in dieser Gruppe auch die Arbeitslosigkeit enthalten.

1951 war die Sammelgruppe die drittichtigste Erwerbsmöglichkeit für alle sieben Gemeinden. 1961 war sie das zweitichtigste Einkommen für die Gemeinden Kötschach-Mauthen, Lesachtal und St.Stefan, für die übrigen Gemeinden das drittichtigste Einkommen.

1971 waren Andere die zweitichtigste Einkommensmöglichkeit für fünf Gemeinden und die drittichtigste Einkommensmöglichkeit für Kirchbach und Lesachtal.

1981 waren Andere der wichtigste Verdienst in der Gemeinde St. Stefan, am zweitichtigsten in den Gemeinden Dellach, Gitschtal, Kirchbach, Kötschach-Mauthen und am drittichtigsten in Hermagor-Pressesee und Lesachtal.

Fig. 9.5 Haupteinkommen in "Andere" 1951-1981



Resumee der allgemeinen Analyse

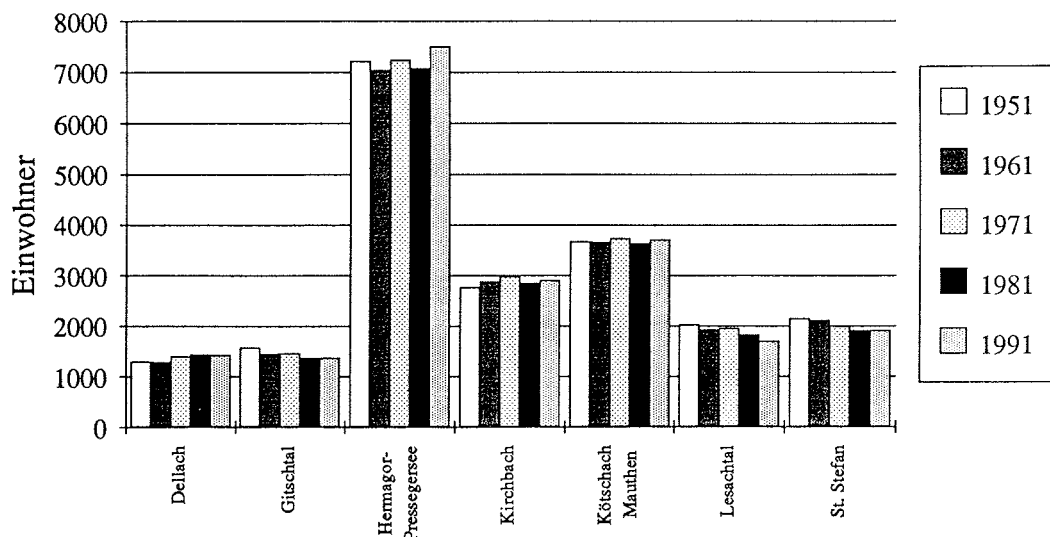
Bevölkerungsentwicklung

Der Bezirk Hermagor hatte eine stabile Bevölkerungsentwicklung. 1991 lebten 0,8% weniger Menschen im Bezirk als 1951, wobei die Entwicklung innerhalb der einzelnen Gemeinden sehr unterschiedlich war.

Die Gemeinde Dellach verzeichnete ein Bevölkerungswachstum von 10,4% zwischen 1951 und 1991. Die Gemeinde Gitschtal verlor im selben Zeitraum 12,5% der Bevölkerung. Die Gemeinde Hermagor-Presseggersee verzeichnete ein Plus von 3,9%, Kirchbach ein Plus von 5%, Kötschach-Mauthen ein Plus von 0,8%, die Gemeinde Lesachtal ein Minus von 15,7% und St.Stefan verlor 11,1% seiner Bevölkerung. Während der Bevölkerungsrückgang im Lesachtal aufgrund seiner Entlegenheit und dem Mangel an Pendlerarbeitsplätzen begründet erscheint, wundert aber der starke Bevölkerungsrückgang der Gemeinde St.Stefan, die verkehrsmäßig günstig liegt.

Andererseits ist es interessant, daß die Gemeinde Dellach, die sich erfolgreich gegen die Gemeindezusammenlegung von 1973 wehrte, das größte Pluswachstum aufweist, obgleich sie verkehrsmäßig schlechter als St.Stefan erreichbar ist. In Hermagor war die Entwicklung nicht so gleichmäßig wie das leichte Bevölkerungswachstum annehmen läßt, da 1981 weniger Einwohner als 1951 gezählt wurden und das letzte Jahrzehnt allein ein Plus von 6% brachte.

Fig. 9.6 Bevölkerung des Bezirkes Hermagor nach Gemeinden 1951-1991



Land- und Forstwirtschaft

Der Anteil der von der Land- und Forstwirtschaft abhängigen Personen im Bezirk Hermagor betrug 1951 noch 34%, im Jahr 1961 noch 28%, im Jahr 1971 nur mehr 18% und 1981 nur noch 10%. Der Anteil der Bevölkerung mit einem direkten (Nebenerwerbsbauern) oder indirektem (verpachtete Kulturfläche) zur Landwirtschaft ist aber wesentlich höher. Oft ist es gerade der Neben- und Zuerwerb, der die traditionelle bäuerliche Kulturlandschaft in der gewohnten Gestalt aufrechterhält. Die Landwirte haben ihre traditionelle Hauptrolle als Nahrungsmittelproduzenten im Bezirk verloren. Ihre Funktion als Kulturlanderhalter und Serviceerbringer für andere Erwerbszweige ist heute wichtiger. Die Gruppe Service müßte streng genommen größer und die vom Agrarweig abhängige Bevölkerung ist defacto noch kleiner. Bei einem weiteren Rückgang in der Land- und Forstwirtschaft muß mit hohen zusätzlichen Kosten für die anderen Erwerbszweige gerechnet werden.

In der Gemeinde Dellach nahm der Anteil der von der Land- und Forstwirtschaft abhängigen Bevölkerung stärker als im Bezirksdurchschnitt ab, nämlich von 34% im Jahr 1951 auf 10% im Jahr 1981. Gitschtal hatte 1951 eine Agrarquote von 40%, 1981 waren es noch 13%. Hermagor hatte 1951 einen Anteil von 25%, nach 30 Jahren waren es noch 9%. Der Anteil der Agrarbevölkerung fiel in Kirchbach von 41% auf 14%, in Kötschach-Mauthen von 29% auf 9%, in Lesachtal von 61% auf 29% - der 2,5 fache Wert des Bezirkesschnittes - und in St.Stefan von 38% auf 7%.

Industrie

Hauptbestandteile des industriellen Erwerbssektor sind die Holzverarbeitende Industrie (ca. 50% Waldanteil im Bezirk) und die Bauindustrie. Nach einer relativ bedeutendsten Periode um 1971 nahm die Bedeutung des industriellen Sektors ab.

Im Jahr 1951 waren 32% der Bevölkerung vom Industriesektor abhängig, im Jahr 1961 waren es 36%, im Jahr 1971 waren es 33% und 1981 waren es 28%.

Die Gemeinde Dellach hatte gemessen am Bezirksdurchschnitt einen überproportionalen Anteil (35%, 39%, 43%, 36%), Gitschtal lag im Bezirksdurchschnitt (35%, 35%, 35%, 29%), Hermagor-Presseggersee etwa im Schnitt (37%, 37%, 31%, 25%), Kirchbach war überdurchschnittlich von der Industrie abhängig (32%, 41%, 40%, 35%). Kötschach liegt leicht über den Bezirksdurchschnitt (36%, 37%, 33%, 29%). Lesachtal rangiert weit unter dem industriellen Bezirksdurchschnitt (12%, 15%, 18%, 23%), da sich kein wichtiger Industriesektor entwickelt hat, aber der Abstand zu den anderen Gemeinden verkleinerte sich. St.Stefan (30%, 33%, 34%, 27%) hat etwa den Bezirksdurchschnittswert.

Service

Der Anteil der Bevölkerung im Erwerbszweig Service nahm ständig zu. Der durchschnittliche Wert im Bezirk lag 1951 bei 6%, ein Jahrzehnt später bei 8%, zwei Jahrzehnte später bei 16% und war 1981 auf 21% geklettert. Grund für das Anwachsen im Servicebereich ist vor allem der Tourismus.

Dellach rangiert im Servicebereich leicht unter dem Schnitt des Bezirkes und der Anteil stieg innerhalb von 30 Jahren von 6% auf 18%. In der Gemeinde Gitschtal stieg der Serviceanteil von 4% auf 20%. In Hermagor stieg der Anteil von 7% auf 24%, in Kirchbach von 5% auf 16%, in Kötschach-Mauthen von 6% auf 24%, in Lesachtal von 6% auf 19% und in St. Stefan von 4% auf 16%.

Handel und Transport

Der Anteil der von diesem Erwerbszweig abhängigen Bevölkerung lag im Bezirk bei 9% im Jahr 1951 und stieg im zehnjährigen Rhythmus auf 10%, dann 12% und 1981 auf 15%.

Während der 30-Jahr-Spanne von 1951 bis 1981 kletterte der Wert in Dellach von 7% auf 15%, in Gitschtal von 5% auf 14%, in Hermagor-Presseggersee von 10% auf 18%, in Kirchbach von 8% auf 12%, in Kötschach-Mauthen von 9% auf 14%, in Lesachtal von 5% auf 7% (anno 1961 waren es nur 4%) und in St. Stefan von 12% auf 20%.

Andere

Der Bezirksdurchschnitt für andere lag 1951 bei 18%, im Jahr 1961 bei 20%, im Jahr 1971 bei 21% und 1981 bei 24%.

In Dellach waren die Werte für 1951 bis 1981 bei 19%, 22%, 20% und 21%. In Gitschtal waren 17%, 20%, 25% und 23% in Andere beschäftigt. In Hermagor-Presseggersee lag der Wert bei 20%, 20%, 21% und 24%. In Kirchbach war der Wert ständig steigend von 14% auf 22%. Für Kötschach-Mauthen ergeben sich Werte zwischen 20% und 25%, für das Lesachtal Werte zwischen 16% und 21% und für St. Stefan Werte, die von 17% auf 31% steigen.

10. Prognosen des Modells "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren"

Die Modellrechnung ergibt eine gute Deckung der vom Modell errechneten Werte und der beobachteten Werte. Als Beispiel hierfür dienen die Schaubilder der errechneten und der beobachteten Werte aus dem Sektorservice (siehe 2.3).

Dies läßt den Schluß zu, daß auch die prognostizierten Werte für 1991 und 2001 brauchbare Resultate liefern. Da Negativwerte für 2001 errechnet wurden, kann eine entscheidende Verbesserung durch das Berücksichtigen der beobachteten Werte von 1991 erreicht werden (ca. ab Oktober 1993 verfügbar laut Auskunft ÖStZB). Aufgrund der geringen Anzahl von Ausgangswerten zeigen die Interpolationen nur Trends und weniger realistische Werte, da Negativwerte (Landwirtschaft) vorkommen können. Ein komplizierterer Modellansatz (logistisches Modell) könnte eine weitere Verbesserung der Prognosegüte bedeuten.

Die Schaubilder, die nach der Gemeindebeschreibung wiedergegeben sind beschreiben die Entwicklung in allen Wirtschaftssectoren in jeweils einer Gemeinde.

Werte und Prognosen für die Wirtschaftssektoren der Gemeinde Dellach

Bis 1981 entsprechen die Modellwerte ziemlich gut den tatsächlich erhobenen Werten (Siehe auch 3.8).

Für 1991 wird ein Wert von rund 50 Personen prognostiziert die von der Land- und Forstwirtschaft leben. 2001 soll kein Einwohner der Gemeinde Dellach sein Haupteinkommen aus der Land- und Forstwirtschaft bestreiten.

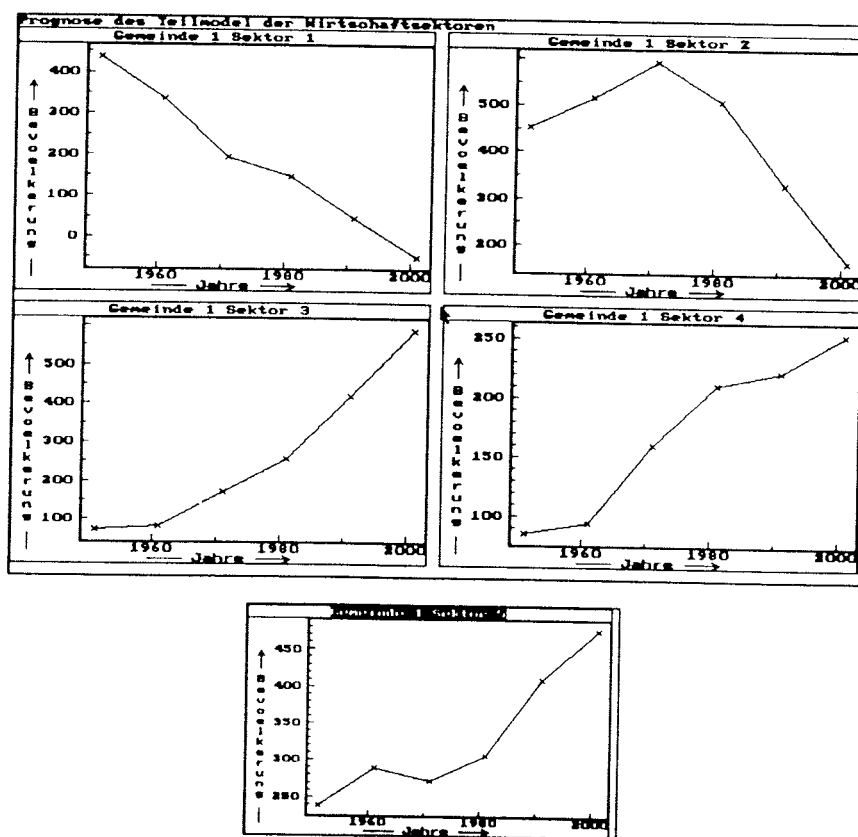
Knapp 300 Einwohner sollen 1991 ihr Haupteinkommen in der Industrie haben. Im Jahr 2001 sollen nur mehr 170 Personen in der Industrie hauptbeschäftigt sein.

Service und vorallem Tourismus sollen weiter steigen. Die Vorhersage für 1991 sind etwa 370 Personen die vom Service abhängen, im Jahr 2001 sollen es sogar knapp 600 Personen sein.

Der Handel steigt leicht an und 1991 sollen 220 Personen im Handel beschäftigt sein, 2001 ca. 250 Menschen.

Die Gruppe "Andere" entwickelt sich gleich dem Service rasch steigend. Während 1981 weniger als 300 Menschen zu dieser Sammelgruppe gehörten, sind es 1991 über 400 Personen und 2001 ca. 480 Personen. Steigende Arbeitslosigkeit würde sich in dieser Personengruppe auswirken.

Fig. 10.1 Prognosen einzelner Wirtschaftszweige der Modellrechnung für Dellach



Werte und Prognosen für die Wirtschaftssektoren der Gemeinde Gitschtal

Weniger als 50 Personen sollen 1991 in der Land- und Forstwirtschaft ihr Einkommen finden, ab 2001 soll niemand mehr vom Primärerwerbszweig hauptabhängig sein.

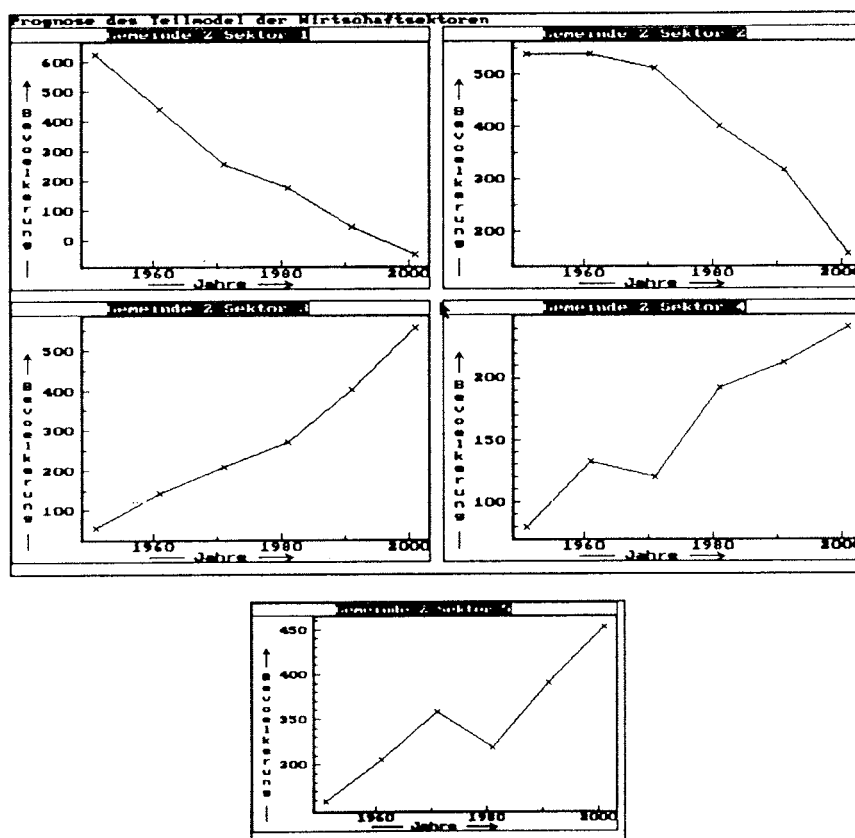
Die Anzahl der Industrie beschäftigten Personen sinkt 1991 auf ca. 310 Einwohner, 2001 auf ca. 160 abhängige Personen.

Der Sektorservice steigt 1991 auf etwa 400 Abhängige, 2001 auf ca. 550 Personen.

Die Zahl der vom Handel abhängigen Personen steigt 1991 auf 200 und 2001 auf 230.

Personen die vom Sektor "Andere" abhängen, steigen 1991 auf 380, und 2001 auf 450.

Fig. 10.2. Prognosen einzelner Wirtschaftszweige der Modellrechnung für Gitschtal



Werte und Prognosen für die Wirtschaftssektoren der Gemeinde Hermagor-Presseggersee

Bereits für 1991 wird für Personen, die von der Land- und Forstwirtschaft leben ein Wert gegen 0 errechnet. Der Wert für 2001 ist mit -500 Personen rein hypothetisch, bedeutet aber, daß bei einer gleichbleibenden Bevölkerungszahl, die Prognosen für die anderen Erwerbszweige für 2001 leicht überhöht sind, da das Modell eine konstante Bevölkerungsentwicklung annimmt.

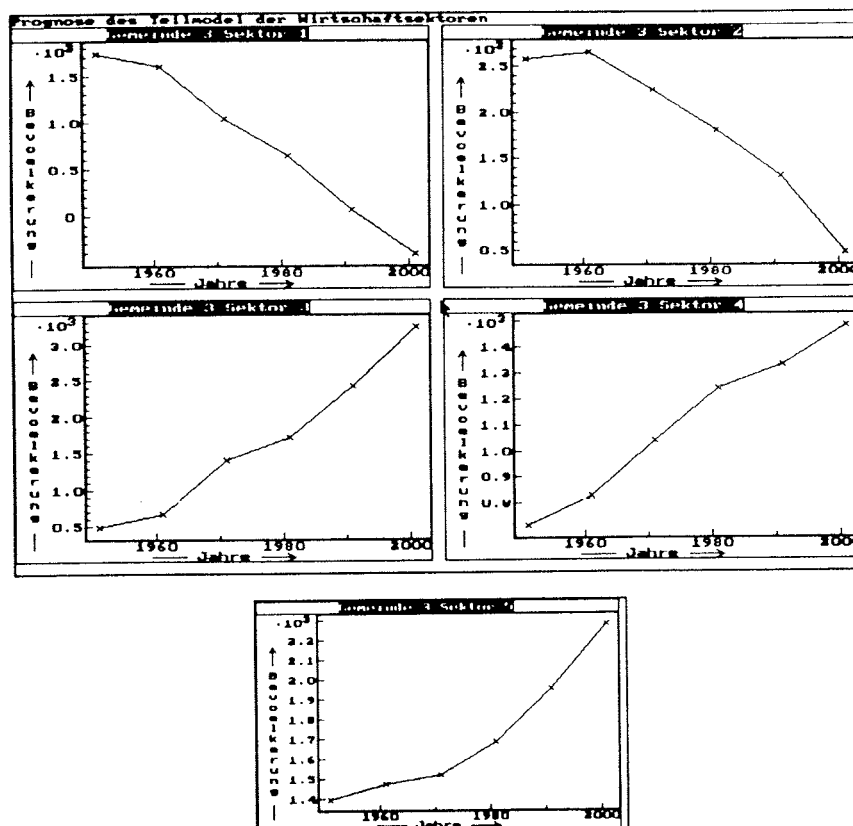
Rund 1300 Personen sind 1991 vom industriellen Sektor abhängig, im Jahr 2001 sind es nur mehr rund 500.

Rund 2300 Menschen sind 1991 vom Servicesektor abhängig, 3200 sollen es im Jahr 2001 sein. Dies bedeutet für Hermagor eine Verdopplung der Abhängigen vom Servicesektor nach nur 20 Jahren.

Rund 1300 Personen werden 1991, und 1500 im Jahr 2001 von Handel und Verkehr leben.

Etwas 1900 Personen werden in "Andere" 1991 beschäftigt sein. Diese Zahl wird 2001 auf 2300 ansteigen.

Fig. 10.3 Prognosen einzelner Wirtschaftszweige für Hermagor-Presseggersee



Werte und Prognosen für die Wirtschaftssektoren der Gemeinde Kirchbach

Im Gegensatz zu den drei vorherigen Gemeinden ist die Abnahme der Zahl von Personen, die von der Land- und Forstwirtschaft abhängig sind, weniger stark gesunken. 1991 sollen noch mehr als 200 Personen im Primärerwerbszweig abhängig sein, 2001 noch rund 30.

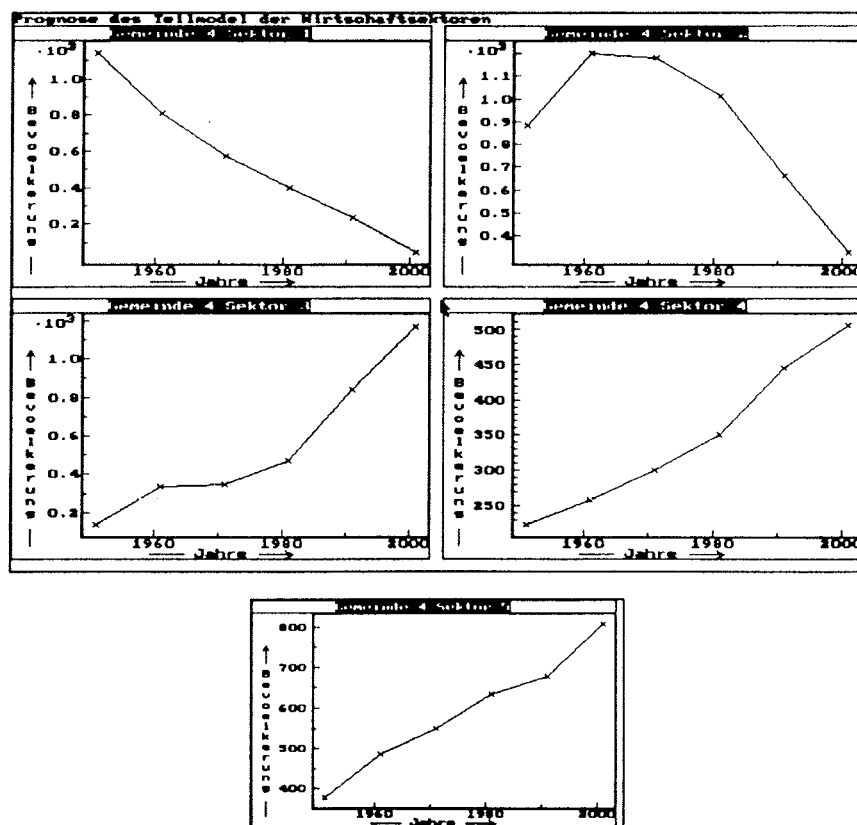
Die Anzahl der von der Industrie abhängigen Personen nimmt rasch ab. Waren es im Jahr 1981 noch 900, sind es 1991 nur mehr 600 und 2001 nur mehr weniger als 350 Personen.

Dem Trend in der Industrie entgegengesetzt erfolgt die Steigerung im Servicebereich von knapp 450 im Jahr 1981 auf ca. 800 im Jahr 1991 und weiter auf knapp 1200 im Jahr 2001.

Vom Handel und Verkehr abhängige Personen steigen in schwächerem Ausmaß auf ca. 440 und weiter auf 500 Personen im Jahr 2001.

Die Zahl jener Menschen, die von "Andere" abhängig sind, steigt 1991 auf 670 und 2001 auf 800 an.

Fig. 10.4. Prognosen einzelner Wirtschaftszweige der Modellrechnung für Kirchbach



Werte und Prognosen für die Wirtschaftssektoren der Gemeinde Kötschach-Mauthen

Im Jahr 1991 sind noch ca. 100 Menschen abhängig von ihrem Erwerb in der Land- und Forstwirtschaft. 2001 ist ein hypothetischer Negativwert erreicht.

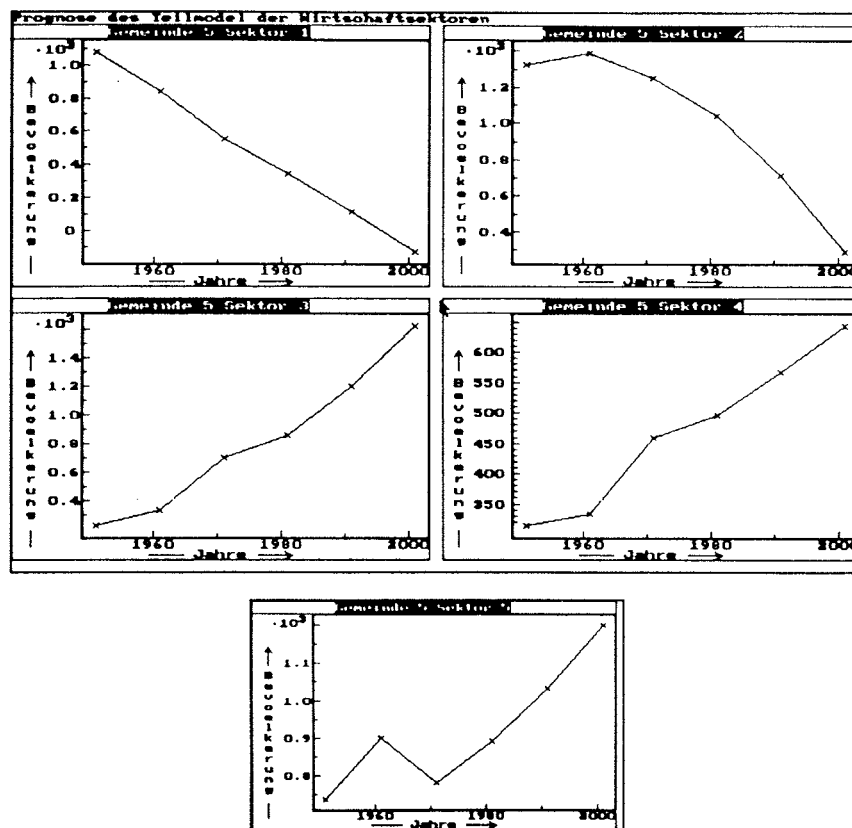
Die Abhängigkeit von der Industrie sinkt in einem ähnlichem Ausmaß wie jene in der Landwirtschaft nur zeitverschoben von über 1000 (1981) auf ca. 700 (1991) und weiter auf weniger als 300 (2001).

Im Jahr 1991 soll die Zahl der vom Service abhängigen Personen 1200 betragen, 2001 rund 1600.

Handel steigt 1991 auf 550 und 2001 auf rund 650 abhängige Personen.

Von Andere abhängige Personen nehmen auf 1000 (1991) und weiter auf 1200 (2001) Einwohner zu.

Fig. 10.5 Prognosen einzelner Wirtschaftszweige der Modellrechnung für Kötschach-Mauthen



Werte und Prognosen für die Wirtschaftssektoren der Gemeinde Lesachtal

Überraschender Weise prognostiziert das Modell für 1991 eine Zunahme der Bevölkerungsschicht die von Land und Forstwirtschaft abhängig ist. 1991 soll die Zahl von 520 (1981) auf ca. 580 ansteigen und hernach (2001) wieder auf weniger wie 500 Beschäftigte fallen.

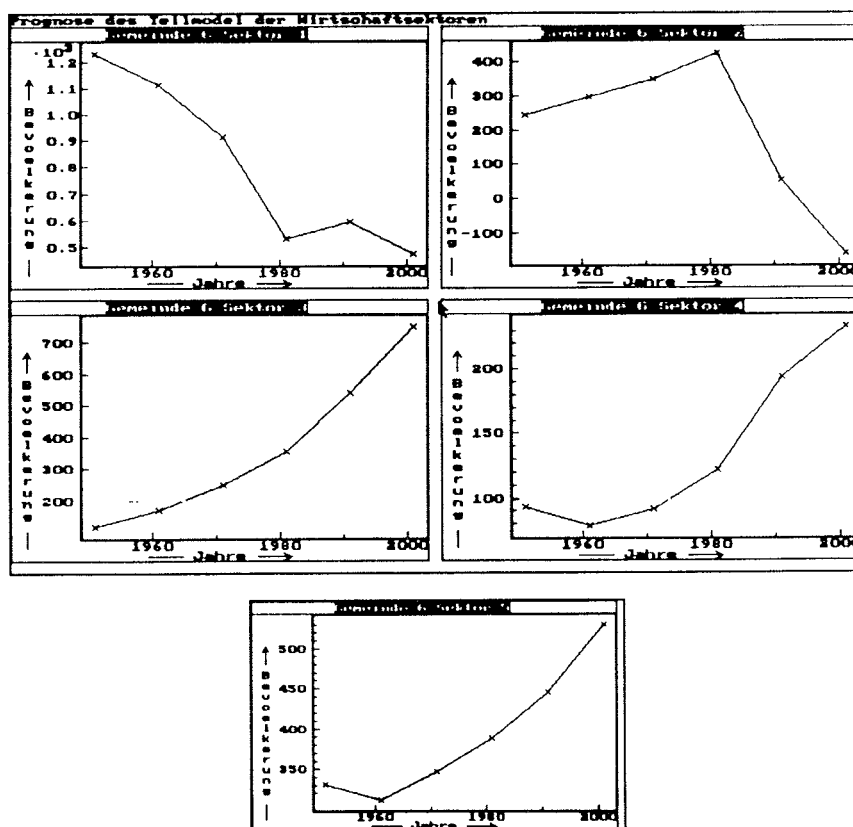
Interessant ist die Entwicklung in der Industrie, die 1981 ihren Höchststand von Abhängigen mit über 400 erreicht hat, 1991 auf knapp 50 Personen zurückgeht, und 2001 auf hypothetische -150 zurückgeht. Dies bedeutet, daß die prognostizierten Werte für die Abhängigkeit von anderen Erwerbsarten überhöht sind.

Der Zahl der vom Sektorservice abhängig Personen steigt von 1981 zu 1991 von etwas mehr als 300 auf 500 Personen, und soll 2001 knapp 750 Personen betragen. Die Gemeinde Lesachtal ist die einzige Gemeinde im Bezirk Hermagor wo die Bevölkerung 1991 noch zu einem größeren Teil von Landwirtschaft als von Service abhängig sein soll.

Der Handel entwickelt sich steigend auf ca. 190 Personen im Jahr 1991 und 230 Personen im Jahr 2001.

Die Zahl der Personen die von "Andere" abhängig ist beträgt 1991 rund 420 (370 im Jahr 1981) und steigt 2001 auf ca. 520.

Fig. 10.6 Prognosen einzelner Wirtschaftszweige der Modellrechnung für Lesachtal



Werte und Prognosen für die Wirtschaftssektoren der Gemeinde St. Stefan

Im Jahr 1991 sollen weniger als 80 Personen vom Einkommen in der Land- und Forstwirtschaft abhängig sein. Im Jahr 2001 soll die Zahl hypothetisch knapp negativ sein.

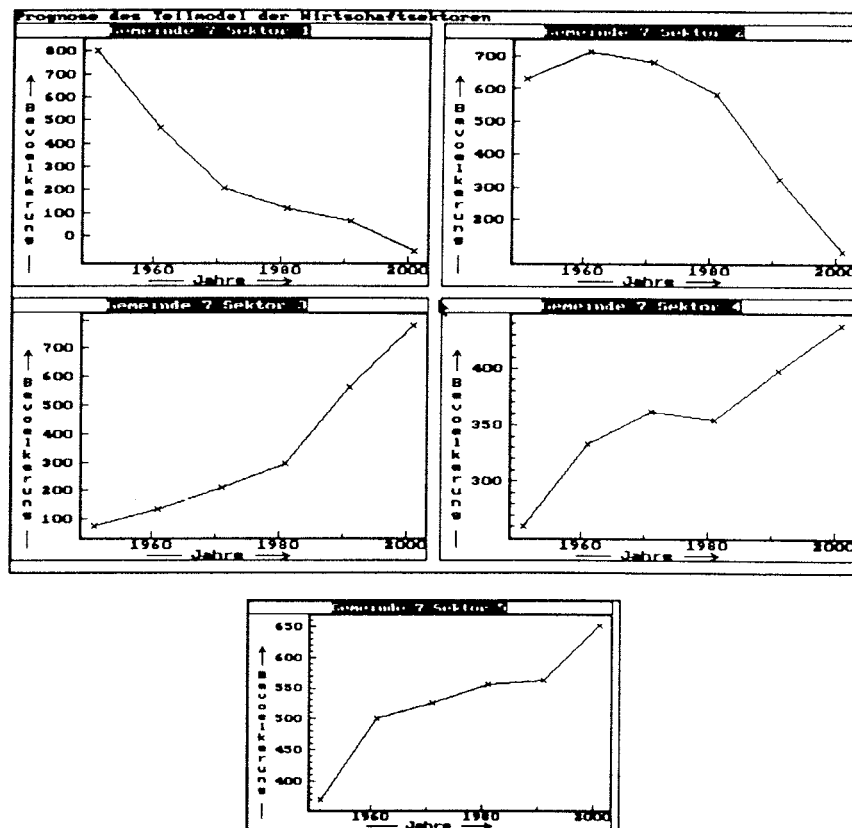
Ähnlich stark abnehmend ist die Abhängigkeit der Bevölkerung von einem industriellem Einkommen. Waren es 1981 noch knapp 600 Personen, so sind es 1991 nur mehr rund 350 und 2001 weniger als 100 Personen, die von der Industrie abhängig sind.

Die Zahl jener Personen, die vom Servicesektor abhängig ist, sollte sich von 250 (1981) auf 500 (1991) Personen verdoppelt haben und 2001 sollen sogar 800 Personen von diesem Erwerb abhängig sein.

Der Handel steigt auf ca. 390 Abhängige im Jahr 1991 und weiter auf 430 im Jahr 2001.

Die Entwicklung in "Andere" ist von 1981 auf 1991 kaum zunehmend (550 abhängige Personen) und steigt im Jahr 2001 auf 650 abhängige Personen an.

Fig. 10.7. Prognosen einzelner Wirtschaftszweige der Modellrechnung für St. Stefan



Schlußfolgerungen aus den Modellvorhersagen

Land- und Forstwirtschaft

LW wird zunehmend unbedeutend für den Einzelnen; dadurch ist keine Identifikation mit dem Primärerwerb mehr gegeben. Serviceleistungen der Land- und Forstwirte, für die bisher nicht bezahlt werden mußte, müssen in Zukunft bezahlt werden, sofern die Gesellschaft nicht erhebliche bis existenzbedrohende Umweltrisiken in Kauf nehmen will. Durch die Verlagerung von Beschäftigten in der Land- und Forstwirtschaft hin zum Sektorservice erklärt sich teilweise das starke Ansteigen der vom Service abhängigen Personen.

Industrie

Industrie folgt dem Trend in der Landwirtschaft leicht abgeschwächt und zeitverschoben. Im Gegensatz zum primären Sektor hat Industrie keine so überragende Stellung im Bezirk selbst gehabt (Vorherrschen von Holz- und Bauindustrie), sondern vor allem auch außerhalb des Bezirks Hermagor (Pendler). Ein Teil der verlorenen industriellen Arbeitsplätze wird vom Sektorservice oder Handel vereinnahmt, ein anderer Teil, der von Arbeitslosigkeit betroffen wird, bewirkt ein Ansteigen in der Gruppe "Andere".

Die Bauindustrie könnte aber in Zukunft einen im Modell nicht berücksichtigten und erwünschten Aufschwung erfahren, da durch den Bedarf von zusätzlichen Wildbach- und Lawinenverbauungen sowie einer Aufstockung von Dämmen am Talboden im Zuge von Umweltveränderungen mehr Bauarbeiten notwendig werden.

Service

Service boomt, wobei Skepsis angebracht ist, ob es sich hierbei um eine bedeutende eigenständige Entwicklung des Servicebereichs, etwa des Tourismus, handelt, der ohnehin schon sehr stark entwickelt ist, oder ob dieser Boom in verstärktem Ausmaß eine Umschichtung von Dienstleistungen ist, die zuvor nicht notwendig waren (z.B. Umweltsanierung; Schutzvorhaben) oder von anderen Erwerbssektoren (Land- und Forstwirtschaft) nebenbei mit erfüllt wurden. Als Beispiel sei hier die Landschaftssicherung gebracht, die in Zukunft wesentlich mehr Bevölkerung als bisher beschäftigen muß um das gleiche Maß an Umweltsicherheit wie bisher zu garantieren. Als Problem hierbei erweist sich der rasche Rückgang der von der Land- und Forstwirtschaft abhängigen Bevölkerung, der dem Bedarf an zusätzlicher Landschaftssicherung diametral entgegengesetzt ist.

Handel und Verkehr

Handel und Verkehr steigen mit Serviceentwicklung und sind aufgrund des Tourismus (1,5 Millionen Nächtigungen im Bezirk Hermagor) größer als es die Bevölkerung vermuten läßt. Die Anzahl der Beschäftigten in Handel und Verkehr hängt aber auch von den anderen

Erwerbssektoren ab, die rückläufig sind. Hiedurch erklärt sich die moderatere Steigung im Sektor Handel und Verkehr.

Andere

Andere steigen ähnlich stark wie Service; auf Grund der Heterogenität in dieser Sammelgruppe sind Detailaussagen schwierig. Es muß aber angenommen werden, daß sich speziell die Arbeitslosenrate erhöht und ein bedeutenderer Teil der Bevölkerung im Bezirk Hermagor von Arbeitslosigkeit betroffen sein wird.

Widersprüche und Einschränkungen zu den Modellvorhersagen

"Conventional Wisdom" Entwicklung

- Das Modell geht von einer im wesentlichen gleichbleibenden Entwicklung aus. Die Entwicklung, die im Bezirk Hermagor im Laufe der letzten 40 Jahre gemacht wurde, bleibt ähnlich wie bisher. Die Folgen von Krieg oder gewaltige Naturkatastrophen sind ausgeschlossen. Die wirtschaftliche Konjunktur verläuft in einer gewohnten auch in den letzten 40 Jahren üblichen Sequenz.
- Änderungen von wesentlichen äußeren Umweltbedingungen werden als nicht möglich betrachtet. Hierzu zählen die Vielzahl von chemisch-physisch-biologischen Gefahren, die durch die Klimaveränderung, das Ozonloch, durch den sauren Regen, durch Schwermetallvergiftungen und andere mehr entstehen. Die erwarteten Auswirkungen sind Waldsterben, erhöhter Anfälligkeit für Krankheiten und Schädlingsbefall, Trockenheit mit Waldbränden, Unwetter mit Überflutungskatastrophen und Hangrutschungen und andere mehr.
- Der Sozialstaat Österreich und auch das Land Kärnten, so die Annahme, sind auch in Zukunft willig und fähig, Unterstützung für Arbeitslose und Bauern zu bezahlen.

Keine Feed-back Reaktionen.

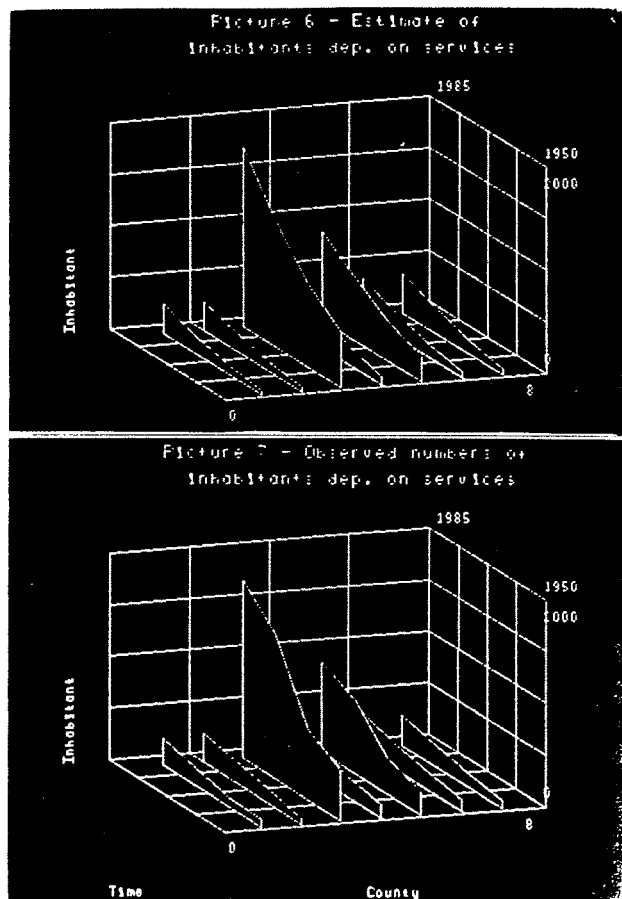
- Ein Rückgang der Beschäftigten im Sektor Land- und Forstwirtschaft oder in der Industrie bleibt nicht neutral für den Sektorservice. Als Beispiel können hierbei Touristenbefragungen zum Landschaftsbild dienen, die einer variierten Kulturlandschaft den höchsten Wert beimessen. Ein weitreichendes Aufforsten von marginalen Landwirtschaftsböden (z.B. Gemeinde Gitschtal, siehe Ergebnisse Landnutzung), welches aus arbeitstechnischen Gründen verständlich ist, bzw. an manchen Stellen der Landschaftssicherung dient, wird dem Tourismus nicht dienlich sein und muß vielmehr zu einer Stagnation von Service (Tourismus) im betroffenen Gebiet führen (Vgl. auch Literatur zur Landschaftsbildbewertung z. B. Kiemstedt, Larcher, Tranquillini).

- Andere Gefahren durch den Rückgang der Land- und Forstwirtschaft beruhen auf der vernachlässigten Pflege vorallem von hochalpinen Schutzwäldern, die regelmäßig durchforstet und gepflegt werden müssen um einen entsprechenden Schutz gegen Naturkatastrophen zu bewerkstelligen. Es muß daher der Servicebereich (Tourismus) diese Aufgabenbereich übernehmen oder es muß mit empfindlichen Einbußen gerechnet werden, die wiederum auf die im Service Beschäftigten Auswirkungen haben.
- Ein Boom der Bauindustrie, um bei Vorhandensein der nötigen Finanzmittel notwendig gewordene Schutzbauten zu finanzieren, ist nicht berücksichtigt. Er könnte aber die allgemeinen Trends bezüglich der Industrieentwicklung im Modell nicht ändern sondern nur verzögern.
- Die Verschuldung von vorallem Tourismusbetrieben geht in das Modell nicht ein. Wenige schlechte Wintersaisons im Tourismus könnten fatale Folgen auf die Beschäftigungssituation im Servicesektor haben.

Modellgenauigkeit

Das Modell ergibt eine gute Deckung der beobachteten und errechneten Werte.

Fig. 10.8 Gegenüberstellung beobachtete Werte und Modellrechnung für "Service"



11. Allgemeine Analyse "Landnutzung" 1951-1991

Vergleicht man die längere, jahrhundertelange, Entwicklung der Landnutzung in den Alpen (z. B. die Ergebnisse von Messerli und Pfister über die Region Grindelwald, oder auch "Das Kärntner Lesachtal-Werden und Wandlungen einer bergbäuerlichen Kultur- und Wirtschaftslandschaft"), so gelangt man zum Schluß, daß die letzten 40 Jahre mehr Veränderungen gebracht haben als Jahrhunderte zuvor, wenngleich es über diesen Zeitpunkt keine statistischen Aufzeichnungen gibt.

Andere Probleme wie jene der des Verödens von bäuerlicher Kulturlandschaft sind alte Probleme, über die etwa vom Lesachtal seit dem 14. Jahrhundert berichtet wird.

Die möglichen Auswirkungen einer Sozialbrache - Vernachlässigung der Schutzwaldpflege, Verstrauchung von Almen, Zunahme der Erosion und in der Folge eine gesteigerte Katastrophenfrequenz - sind aber heute wesentlich größer als in früheren Zeiten, wo Katastrophen, die das Siedlungsgebiet verschonten, kaum beachtet wurden. Heute kann die Vermurung einer Straße zu schwerwiegenden wirtschaftlichen Verlusten führen und mehrere Ereignisse in Sequenz können den Fremdenverkehr als Haupteinnahmequelle existentiell bedrohen.

Im folgendem Abschnitt wird die bisherige Entwicklung der Landnutzung nach Gemeinden und Jahren getrennt für die einzelnen Erwerbszweige dargestellt. Einzelne, verwandte Landnutzungsgruppen sind in größeren Sammelgruppen aggregiert. So sind unterschiedliche landwirtschaftliche Nutzungen wie Gartenbau und Weideland in einer einzigen Gruppe vereint. Das gleiche gilt für Wald mit unterschiedlichen Waldtypen, Alpinland, welches Almflächen und wenig produktiven hochalpinen Schutzwald umfaßt, oder Gewässer, die Bäche, Flüsse, Seen und Moore umfassen. Das Bauland ist relativ homogen und umfaßt die bebaute Fläche. "Sonstige" (Flächen) ist ähnlich "Andere" im Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" eine Sammelgruppe, die Straßen und sonstige Verkehrswege umfaßt. Den größten Anteil an dieser Gruppe bildet das Ödland.

Die Schutzbauten sind in dieser Flächenstatistik nicht klar erkennbar. Sie wirken sich vor allem auf die Fläche der Gewässer aus, aber betreffen auch die Gruppen Alpinland (Lawinenschutzverbauungen), Bauland (Schutzwälle bei Siedlungen und Häusern) und Sonstige (Galerien bei Verkehrswegen, die durch Steinschlag und Lawinen gefährdet sind). Dämme und Stauräume vergrößern die Fläche von Gewässern, während die Trockenlegung von Mooren, sogenannte Meliorationen um eine landwirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen, die Fläche von "Gewässer" reduziert und die Flächenbilanz in entgegengesetzter Richtung beeinflußt.

Aufgrund der Tatsache, daß nur ein kleiner Prozentsatz der Fläche eine statistisch erfaßbare Änderung erfährt, ist eine Interpretation der vorgefundenen Trends schwieriger als in "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" und nicht leicht an den Schaubildern abzulesen.

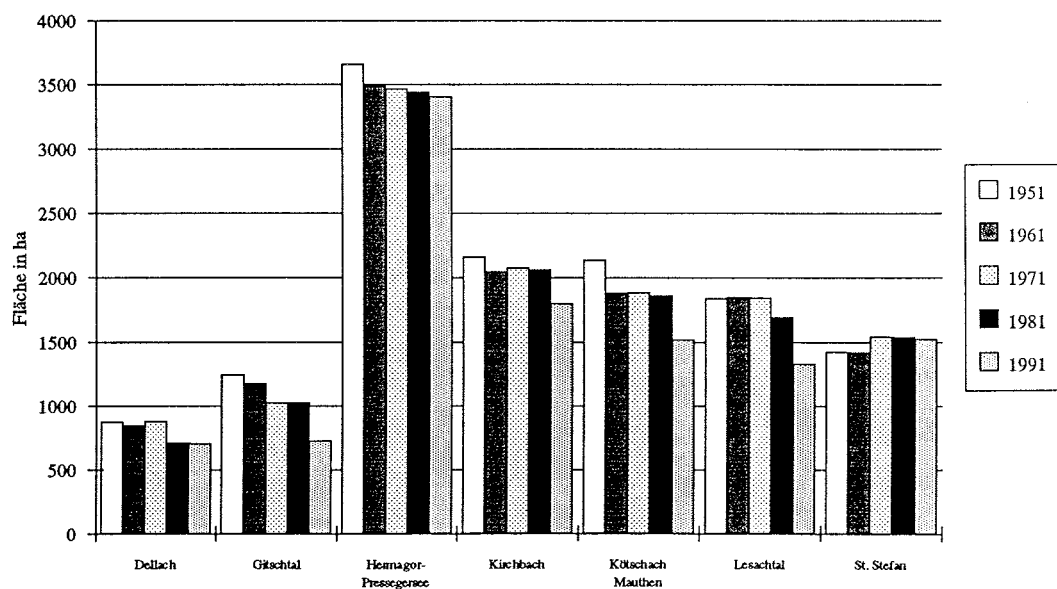
Im folgenden ist die Analyse der Entwicklung der Landnutzung (=Bodennutzung) für die sieben Gemeinden des Bezirk Hermagor wiedergegeben. Da die Daten auf Basis von 33 Katastralgemeinden erfaßt wurden (siehe Datenanhang) ist eine spätere, detailliertere Analyse möglich. Die Daten wurden vom Vermessungsamt Villach (Dipl.Ing. Kubec) erhoben und die in statistischen Erhebungen gewonnenen Flächendaten, wurden nur teilweise durch einen Feldvergleich auf den letzten Stand gebracht (im besten Fall 1992, im schlechtesten 1960). Es können daher Unterschiede zu den Erhebungen von den relevanten Fachabteilungen der Bezirkshauptmannschaft Hermagor (Landwirtschaftabteilung, Forstabteilung), der Gailbauleitung (Flußverbaute und meliorisierte Fläche) oder der Gemeindeämter (Baubehörde) nicht ausgeschlossen werden. Diese Stellen wurden von uns um ergänzende detailliertere Angaben zur Flächenaufteilung ersucht. Aufgrund der unterschiedlichen Erhebungsart war eine Beruecksichtigung dieser Daten zum jetzigem Zeitpunkt nicht möglich.

Entwicklung der Agrarfläche (landwirtschaftlich genutzten Fläche)

In allen Gemeinden nahm die landwirtschaftlich genutzte Fläche ab und erreichte mit Ausnahme der Gemeinde St. Stefan, 1991 ihren Tiefstpunkt. Der Anteil der Agrarfläche betrug 1951 knapp 17% und 1991 knapp 14%. Die Agrarfläche war die drittgrößte Gruppe.

Besonders in St. Stefan wurde Agrarland durch das Entwässern von Mooren und sauren Wiesen in den 60iger Jahren hinzu gewonnen und die Agrarfläche war 1991 um 7% höher. Besonders stark war der Rückgang der landwirtschaftlich genutzten Fläche in der Gemeinde Gitschtal mit 42%. Aber auch Kötschach-Mauthen und Lesachtal verloren 29% bzw. 28% ihres Agrarlandes in den letzten 40 Jahren. Dellach und Kirchbach verloren 19% bzw. 17% ihrer Agrarfläche. Relativ gering war der Verlust in der Gemeinde Hermagor-Pressseggersee mit 7%. Die Prozentzahlen geben aber nur den Saldo der Flächenbilanz wieder. So hatten einzelne Agrarlandzweige, wie der quantitativ vernachlässigbare Gartenbau eine entgegengesetzte Entwicklung zum Agrarland und stieg stark, während der Ackerbau zugunsten der Grünlandwirtschaft zurückging.

Fig. 11.1 Entwicklung des Agrarlandes 1951-1991



Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild

- Bezüglich der Vielfalt des Landschaftsbildes und der Artenvielfalt muß festgestellt werden, daß eine quantitative Flächenbilanz nur sehr bedingt Aussagen zuläßt. So konnte im Laufe der letzten 40 Jahre sowohl Gewinn als auch Verlust an Agrarlandfläche eine Verarmung der biologischen Vielfalt und des besonders im Zuge des Tourismus relevant gewordenen landschaftlichen Reizes bedeuten. Selbst eine Verschiebung innerhalb der einzelnen Agrarnutzungen bleibt nicht neutral. Beispielhaft seien hierbei 1) Aufforstungen marginaler Landwirtschaftsböden, wobei nicht mehr als fünf Baumarten - vor allem die Fichte - verwendet wurden, 2) die Melioration von Mooren und sauren Wiesen, oder 3) die zum Teil verlorengegangene vielfältige Bodennutzung mit angepaßten Kulturpflanzen genannt. Eine detailliertere Untersuchung innerhalb der Gruppe Agrarland wird deshalb auch für besonders wichtig gehalten.
- Die Agrarfläche kann sich im Gegensatz zur Waldfläche rasch ändern. Bei der Ackerfläche handelt es sich im überwiegendem Fall um einjährige Pflanzen. Maiskulturen sind speziell erosionsgefährdet an hügeligem Gelände. Im Falle einer Klimaveränderung sind Agrarflächen wesentlich flexibler als Wald.
- Bei alpinen Weiden besteht die Gefahr, daß sie bei Vernachlässigung verstrauchen. Wenn Almen nicht mehr bestoßen (Nutzung durch Vieh in den Sommermonaten) werden, bedeutet dies, daß das Gras lang wachsen kann und sich im Herbst umlegt. Es kann sich in Schnee festfrieren und wenn es zu Schneeverfrachtungen (z.B. Schneebrett, Lawine) kommt wird das Gras mitsamt der Wurzel mitgerissen und reißt Erosionsflächen in das Weideland. Werden die Erosionsflächen nicht eingebremst, kann sich zunehmend eine entsprechend große Instabilität aufbauen. Hangrutschungen und Muren werden begünstigt.

Entwicklung der Waldfläche

Zur Waldfläche zählt nur der forstwirtschaftlich produktive Wald (inkl. produktiver Schutzwald), während der nicht produktive Wald entweder zu Alpin- oder Ödland gezählt wird.

Die Waldfläche nahm in allen Gemeinden des Bezirkes Hermagor mit Ausnahme der Gemeinde Hermagor-Presseggersee zu.

Im Großen und Ganzen besteht im Bezirk Hermagor aber kein Rodungsdruck.

Die Schaubilder geben - wie zuvor bei der Landnutzung - nur die positive oder negative Bilanz der gesamten Waldgruppe wieder, ohne die Möglichkeit zu bieten einzelne Entwicklungen innerhalb der Gruppe zu studieren.

Alle Gemeinden außer Hermagor-Presseggersee verzeichneten einen ständige Zugang zur Waldfläche. In Dellach war die Waldentwicklung konstant steigend und in 40 Jahren wurde die Waldfläche um 11% vergrößert. Doppelt so hoch (22%) war der Zugang in Gitschtal, in den letzten 10 Jahren alleine wurden 400 ha mehr verzeichnet, wobei aber angenommen wird, daß hierbei auch die nicht registrierten Zugänge der vorhergegangenen 10 Jahresperiode nachverzeichnet wurden. In Hermagor nahm der Waldanteil um 5% durch eine Umwidmung ab. In dieser Gemeinde wurde ab 1981 wenig produktiver Wald zum Ödland in der Gruppe "Sonstige" hinzugezählt. Weiters wurden für die Erschließung des Wintersportgebietes Naßfeld und des zusätzlich entstandenen Siedlungsgebiet eine nicht unwesentliche Menge Wald geschlägert.

In Kirchbach stieg die Waldfläche um 9% innerhalb der letzten 40 Jahre an, in Kötschach Mauthen und im Lesachtal um beachtliche 13%. In St. Stefan wurde ein Zugang um 8% gemeldet, die gleiche Zahl gilt auch für die Gesamtheit des Bezirkes Hermagor. Rechnet man die Verschiebung in der Gemeinde Hermagor-Presseggersee mit ein, so dürfte der reale Zugang etwa 10% sein.

Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild

Der Waldanteil im Bezirk Hermagor ist von 44% im Jahr 1951 auf 48% im Jahr 1991 gestiegen. Ein Zugang an Waldfläche bedeutet mehr Stabilität und Sicherheit gegenüber natürlichen Katastrophen. Bäume stabilisieren den Boden besser als eine niedrigere Vegetation. Wald puffert Starkregen besser als andere Bodennutzungsformen ab und verhindert das Entstehen von Wildwassern. Wald stellt einen wirksamen Lawinenschutz dar und verhindert eine großflächige Erosion. Wald filtert Schadstoffe und verhindert so die Verschmutzung von Trinkwasser.

Es kann daher zurecht vermutet werden, daß die auf die Landschaftsicherheit negativ wirkenden Entwicklungen in anderen Landnutzungsgruppen durch die stetig steigende Waldfläche kompensiert wurden.

Andererseits sind aber auch Bedenken bezüglich eventueller Beeinträchtigung der Waldfläche angebracht:

Lokale Probleme der Waldentwicklung

- Eine geänderte Bewirtschaftungsform des Waldes lies ein dichtes Netz von Forststraßen entstehen. Sofern die Straßen schlecht gebaut werden, können von ihnen instabile Zonen ausgehen, die Erosion und Hangrutschung begünstigen.
- Monotone Aufforstung von nur wenigen, gleichaltrigen Baumarten; vorallem die Fichte (*Picea abies*) wurde zu rund zwei Drittel für Neuaufforstungen verwendet. Dies macht einen Wirtschaftswald anfällig gegen Parasitenbefall. Mittlerweile ist man zwar von dieser Aufforstungsmethode wieder abgekommen, doch die getätigten Aufforstungen werden noch länger ihre Wirkung zeigen.
- Überalterung des Schutzwaldes; der Schutzwald ist zur Zeit noch voll funktionstüchtig, aber in etwa 20 Jahren werden Schwierigkeiten mit der Verjüngung erwartet, da Jungwald besonders wildverbißgefährdet ist und der Wildbestand im Bezirk hoch ist.
- Aufforsten von niederen Lagen; vorallem landwirtschaftlicher Grenzertragsboden wird aufgeforstet. Vorallem sind hiebei landschaftlich reizvolle Gebiete betroffen, die aufgrund des beträchtlichen Aufwandes durch Handarbeit nicht mehr landwirtschaftlich genutzt werden.
- Durchforstungsrückstände; entlegene Wälder, die kaum Ertrag und Einkommen bringen werden nicht mehr oder nicht ausreichend genutzt. In früherer Zeit waren sie eine lokale Brennstoffquelle, deren Wert heute durch die billige Fossilenergie zurückgegangen ist. Hiedurch entsteht ein Wald mit vielen schwächeren Bäumen, die sich gegenseitig in ihrem Wachstum behindern.
- Wildschäden; mit steigendem Wohlstand der Bevölkerung wurde auch die Jagd populärer und im Zuge der Jagdwirtschaft stieg der Wildbestand. Der überhöhte Wildbestand verletzt durch das jährliche Schälen (Geweihabwurf) die Baumrinde und in der Folge haben Parasiten leichteren Zugang. Junge Bäume werden soweit zurückgefressen, daß sie nie über die Freßgröße hinauswachsen.
- Monotonisierung der Landschaft; ein Anstieg der Waldfläche und das Zuwachsen von Freiflächen - der Verlust von landschaftlicher Strukturiertheit - kann einen erheblichen Reizverlust am Landschaftserlebnis darstellen. Die Artenvielfalt wird eingeschränkt. Speziell für den Sommertourismus könnte dies negative Konsequenzen haben.

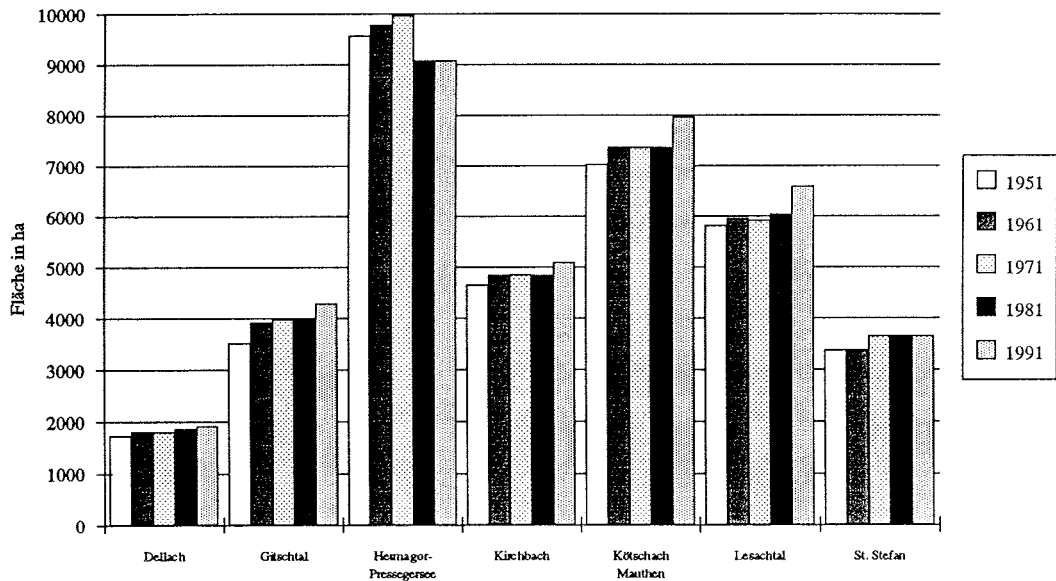
International verursachte Probleme der lokalen Waldentwicklung:

- Waldsterben durch Versauerung, Ozonbelastung und Klimaveränderung; ein wesentlicher prozentueller Teil der österreichischen Wälder weist mehr oder weniger Schäden auf. Der Schaden wird mehreren großräumigen Phänomenen zugeschrieben: dem sauren Regen, erhöhten Konzentrationen von troposphärischem Ozon bzw.

verringerten Konzentrationen von stratosphärischem Ozon und der hierdurch bedingten höheren UV-Strahlung oder auch die Kontamination durch toxische Substanzen und auch die globale Klimaveränderung kann Waldsterben stark beschleunigen.

- Sturmschäden: schlecht gepflegte, von Parasiten befallene, oder durch sauren Regen beeinträchtigte Wälder sind anfälliger für Sturmschäden.

Fig. 11.2 Entwicklung der Waldfläche 1951-1991



Entwicklung der Alpinfläche

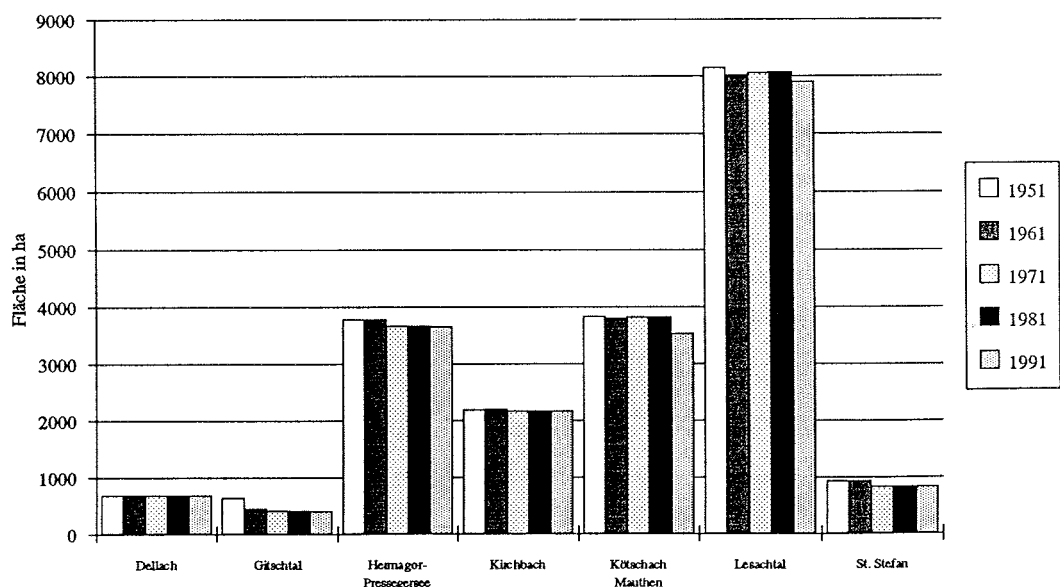
Alpinland umfaßt hochgelegene Almen und nicht produktiven Schutzwald. Der Anteil am Alpinland betrug 1951 25% der Fläche des Bezirkes Hermagor. 1991 waren es nur mehr knapp 24%.

Der Anteil blieb in der Gemeinde Dellach von 1951 bis 1991 gleich, sank in der Gemeinde Gitschtal auf 62% der Fläche ab, da Almen aufgeforstet wurden. In Hermagor nahm die Alpinfläche um 3% ab, in Kirchbach nahm sie um 1% ab. In Kötschach blieb die Fläche bis 1981 konstant und nahm bis 1991 um 8% ab, was auf die Aufforstung von Almen schließen läßt. In Lesachtal nahm die Alpinfläche um 3% ab und in St. Stefan um 11%, wobei von 1971 bis 1991 keine Veränderung verzeichnet wurde. Die sprunghafte Abnahme des Alpinlandes läßt entweder Korrekturen anlässlich eines Feldvergleiches oder eine sonstige Berichtigung vermuten.

Analog zum Agrarland werden extensiv genutzte Almen für die Rinderhaltung aufgeforstet bzw. verstrauchen durch Sozialbrache. Es ist schwierig geworden Senner, die die Rinder betreuen, zu finden, wenngleich von der Landesregierung Förderungen ausbezahlt werden, um die Almen in ihrer gewohnten Nutzung zu erhalten.

Quantitativ wenig aber qualitativ bedeutend ist das Ausweiten des Siedlungsgebietes auf Alpinland.

Fig. 11.3 Entwicklung der Alpinfläche 1951-1991



Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild

Die Alpinflächen haben zahlreiche Änderungen erfahren. Die bisherige landwirtschaftliche Nutzung ist nur schwer aufrecht zu erhalten, und kann nur teilweise durch spezielle Bergbauernförderungen vor einer allzu raschen Veränderung bewahrt werden. Während vor 40 Jahren ausschließlich die Nutzung im Primärerwerb gelegen ist, liegt heute das Haupteinkommen im Tourismus. Die Bauern verwalten aber die alpine Landschaft nach wie vor nach land- und forstwirtschaftlicher Betriebskriterien. Hiedurch sind in Zukunft aus touristischer Sicht Fehlentwicklungen nicht auszuschließen. Aber der Tourismus selbst hat die größte Verantwortung für Eingriffe in Landschaftsbild und Naturhaushalt.

Zum größten Teil vom Tourismus verursacht

- Bauliche Eingriffe im Alpinland können schlimme Folgen für darunterliegende Gebiete bei Extremereignissen bedeuten. Die Folgen einer Unwetterkatastrophe wie sie bei der Gailüberflutung 1966 vorkam, wären heute noch schlimmer. Wildwasser können früher entstehen.
- Urbane Entwicklung auf Alpinland kann am Beispiel der touristischen Entwicklung des Naßfeldes als "Sonnenalpe-Naßfeld" veranschaulicht werden. Sie begann 1968 mit dem Bau des ersten Liftes und wurde in den 70iger und 80iger Jahren erheblich intensiviert. Die Folge waren zahlreiche Eingriffe in das Landschaftsgefüge und in den Naturhaushalt. Es entstanden mehrere neue Siedlungsgebiete, die bis zum heutigen Tag noch keine Kläranlage haben. Die Straße zum Naßfeld wurde zu klein und mußte ausgebaut werden. Mehrmals kam es zu Hangabrutschungen. Die Baukosten betragen ein Vielfaches der veranschlagten Summe. Eine Beschneiungsanlage wurde gebaut um Schneesicherheit auch zu den wichtigen Saisonrandzeiten (Weihnachten, Ostern) zu gewährleisten. Hiefür wurde ein See aufgestaut.
- Skipisten stellen ähnlich wie Forststraßen eine starke Beeinträchtigung in den alpinen Naturhaushalt dar. Am Naßfeld wurden Pisten mit bis zu 100m Durchmesser gebaut. Hiefür wurde der sensible, dünne Humusboden beseitigt, dessen Bildung rund 1000 Jahre pro cm Dicke benötigt. Gleichfalls schwer beeinträchtigt wurden fünf der sieben Habitate der "Wulfenis carinthiaca" einer einzigartigen Blume, die nur im Raum des Naßfeldes "Gartnerkofel" vorkommt.
- Lawinenschutzbauten sind im Zuge der Besiedlung lawinengefährdeter Hänge entstanden. Speziell Konstruktionen aus Stahl entfremden die alpine Landschaft von ihrem originärem Zustand.
- Trampelpfade von Sommertouristen erhöhen die Erosionsfläche. Im allgemeinen ist der Sommermassentourismus aber umweltverträglicher als der Wintermassentourismus. Wintertourismus bringt aber mehr Einnahmen pro Übernachtung.

- Rekultivierungsprobleme entstehen besonders in hochalpinen Gebieten; Wiederbegrünungen nach Landschaftseingriffen sind oft vergebens und die Kontrolle über die Erosionsflächen muß intensiver als in tieferliegenden Lagen durchgeführt werden.

Nicht tourismusverursachte Probleme der alpinen Landschaft

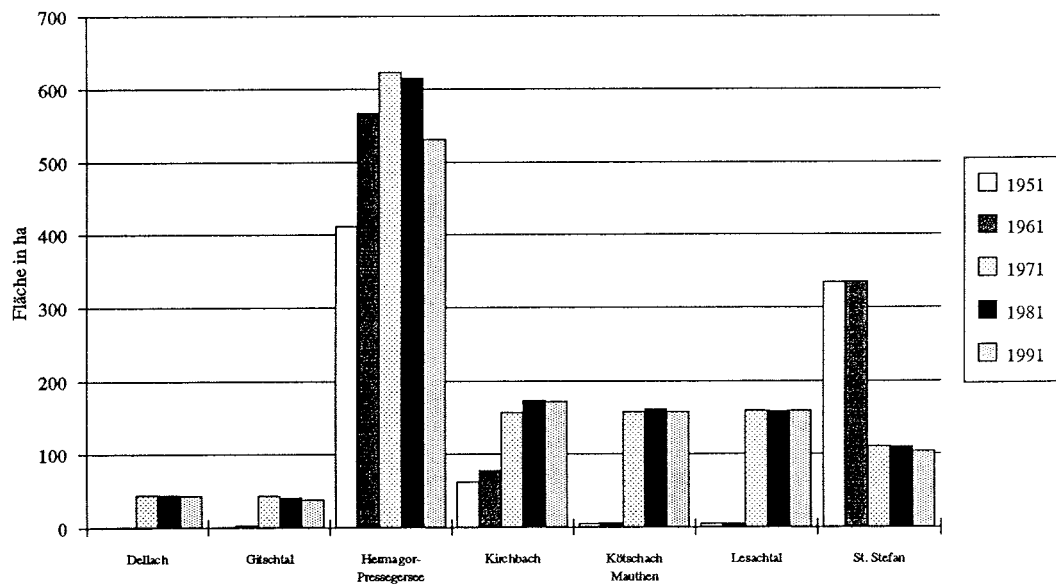
- Anwachsen instabiler äußerer Verhältnisse; die selben Faktoren die Waldsterben verursachen, saurer Regen, Ozonbelastung in der Troposphäre, Ozonabbau in der Stratosphäre, Belastung durch andere Luftschadstoffe, sowie die Folgen einer Klimaveränderung. Die Vegetation und die Bodenschicht des Alpinlandes sind weniger "robust" als jene in tieferen Lagen. Kontaminationen von verfrachteten Luftschadstoffen könnten sich hier zuerst auswirken.

Entwicklung der Gewässerfläche

Die Entwicklung der Gewässerfläche erscheint erst ab 1971 einheitlich. Vermutlich wurde zu diesem Zeitpunkt die Gruppe der Gewässer größer gefaßt, da sich andernfalls der sprunghafte Anstieg nicht erklären läßt. Die Gruppe Gewässer umfaßt Seen, Flüsse, Bäche und Moore. Insgesamt gehören ca. 1,5% des Gebietes des Bezirkes Hermagors dieser Flächenkategorie an. Von 1971 bis 1991 entwickelten sich Dellach, Gitschtal, Kötschach-Mauthen, Lesachtal und St. Stefan konstant, bzw. leicht fallend. In Hermagor war ein Rückgang der Gewässerfläche zu verzeichnen. In Kirchbach ein leichter Anstieg.

Vor allem Moore und Aulandschaften am Talboden wurden entwässert um eine landwirtschaftliche Nutzung zu ermöglichen. Andererseits wurden Stauräume für Gailhochwässer und Wildbachregulierungen mit zusätzlich Flächenbedarf gebaut. Da eine genaue Analyse im bisherigen Rahmen nicht durchgeführt werden konnte, wird eine detaillierte Untersuchung im Bereich Gewässer als notwendig erachtet um sich aufhebende Entwicklungen transparent zu machen.

Fig. 11.4 Entwicklung der Gewässerfläche 1951-1991



Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild

- Meliorationen, die Entwässerung der Aulandschaft der Gail bzw. die Trockenlegung von sauren Wiesen, wurden im Laufe der letzten Jahrzehnte im großen Maß durchgeführt. Derzeit werden keine Meliorationen mehr durchgeführt, da einerseits kein Bedarf mehr an zusätzlicher landwirtschaftlicher Fläche besteht, andererseits Konflikte mit dem Naturschutz gegeben waren, da die Naßflächen (Feuchtlebensräume) eine artenreiche Natur- und Pflanzenwelt besitzen, die durch die "Melioration (=Verbesserung)" zerstört wird.
- Flußbettbegradigungen am Gailfluß brachten die Gail in einen anderen, geraden Verlauf. Nur noch wenige der Altarme sind heute noch vorhanden. Die Vielfalt der Flußlandschaft wurde hierdurch stark reduziert und eine Verarmung der biologischen Vielfalt durch die Zerstörung der natürlichen Habitate war eine Konsequenz.
- Stauräume bemessen für ein, in der Vergangenheit übliches, 100 jähriges Hochwasser sind gebaut worden. Sie dürfen nicht bebaut werden. Laut unserer Arbeitshypothese wird sich aber die Frequenz der Hochwasserereignisse stark steigern und weitere Gebiete als die ausgewiesenen Stauräume werden überflutungsgefährdet.
- Wildbachverbauungen sind notwendig um die Gefahr speziell für neu entstandene Siedlungen und Verkehrswege zu reduzieren. Sie stellen aber eine wesentliche Störung im Landschaftsbild dar und können wenn sie schlecht durchgeführt werden eine zusätzliche Bedrohung beinhalten.
- Kanalisation um Abwässer zu entsorgen war bisher nicht vorhanden. Sie wird derzeit im Bezirk Hermagor gebaut.

Entwicklung des Baulandes

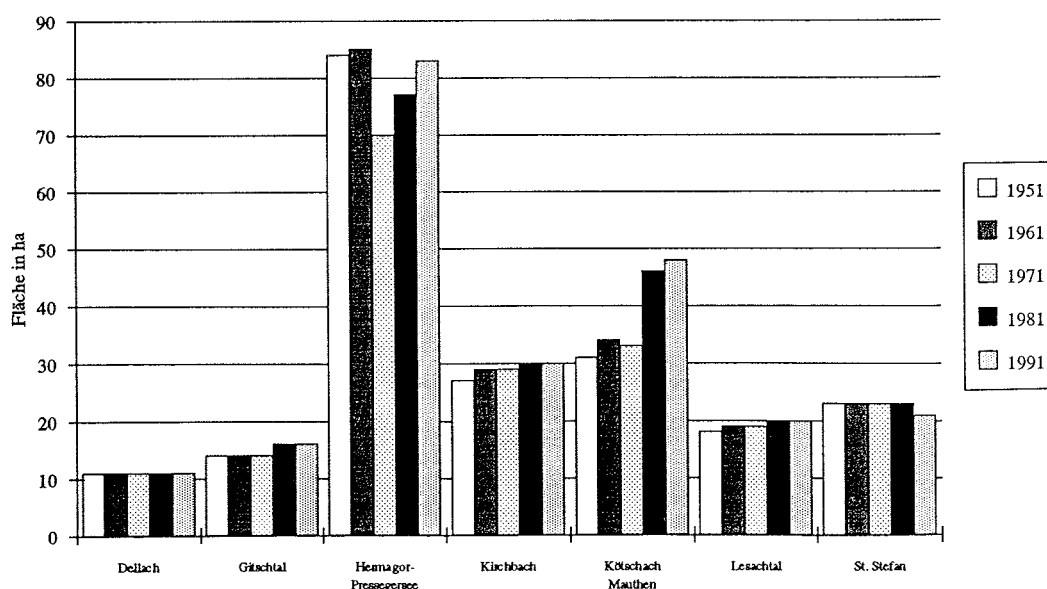
Der Anteil des Baulandes ist relativ gering und beträgt 0,28% im ganzen Bezirk. Dies bedeutet nur eine minimale Änderung im Vergleich zum Jahr 1951 wo 0,26% der Gesamtfläche als Bauland gewidmet war. Da aber die Zunahme der Häuser aufgrund der Erhebungen bei den Gemeindeämtern bekannt ist, muß vor allzu starker Bewertung der Baulandstatistik gewarnt werden. Die Ausarbeitung der Gebäudedaten ist im Anschluß an dieses Kapitel aufzufinden. Um Auskunft über die Daten zu erhalten wurde das Verfahren nach Box und Whisker gewählt.

Es wird daher angenommen, daß das Bauland bereits in den 50iger Jahren gewidmet war, jedoch erst wesentlich später wirklich verbaut wurde ohne wesentlich mehr Bauland zu widmen.

Die Gemeinde Dellach hatte die ganze Zeit hindurch 11 ha Bauland gewidmet, in der Gemeinde Gitschtal stieg die Baulandwidmung zwischen 1951 und 1991 von 14 auf 16 ha.

In Hermagor fiel die Baulandwidmung von 84 auf 83 ha, wobei der Tiefststand 1971 mit 70 ha erreicht war und dann wieder auf 77 und 83 ha stieg. Mit einer Rückwidmung erklärbar wäre der Sprung in Hermagor von 85 ha 1961 auf 70 ha in 1971. In Kirchbach stieg das gewidmete Bauland von 27 auf 30 ha. In Kötschach-Mauthen von 31 auf 48 ha. Der sprunghafte Anstieg um 13ha von 1971 auf 1981 in Kötschach-Mauthen ist auf die Niederlassung einer italienischen Industriefirma zurückzuführen. Im Lesachtal stieg das Bauland von 18 auf 20 ha, während es in St. Stefan von 23 auf 21 zurückging.

Fig. 11.5 Entwicklung der Baulandfläche 1951-1991



Auswirkungen auf die natürliche Umwelt und das Landschaftsbild

- Die relativ gute Siedlungsstruktur im Bezirk Hermagor ist ein Vorteil für den Bezirk. Die Zersiedelung konnte verglichen mit westösterreichischen Gebieten weitgehend hintangehalten werden. Die Bauten sind der peripheren ländlichen Umgebung größtenteils gut angepaßt. Ausnahme bildet die Naßfeldsiedlung mit ihren Hotelkomplexen, die vor 25 Jahren noch nicht existierte.
- Zweitwohnungen sind zwar im Bezirk vorhanden, doch sind sie ein geringeres Problem. Durch einen EG-Beitritt könnte sich diese Situation grundlegend ändern.
- Der Bezirk Hermagor war lange Zeit abgeschlossen. Dies verhinderte eine allzu rasche, großflächige Siedlungsentwicklung oder Industrialisierung, abgesehen von der lokalen Holzverarbeitung. Dies bedeutete aber auch die Bewahrung der Region für die heutige touristische Nutzung.

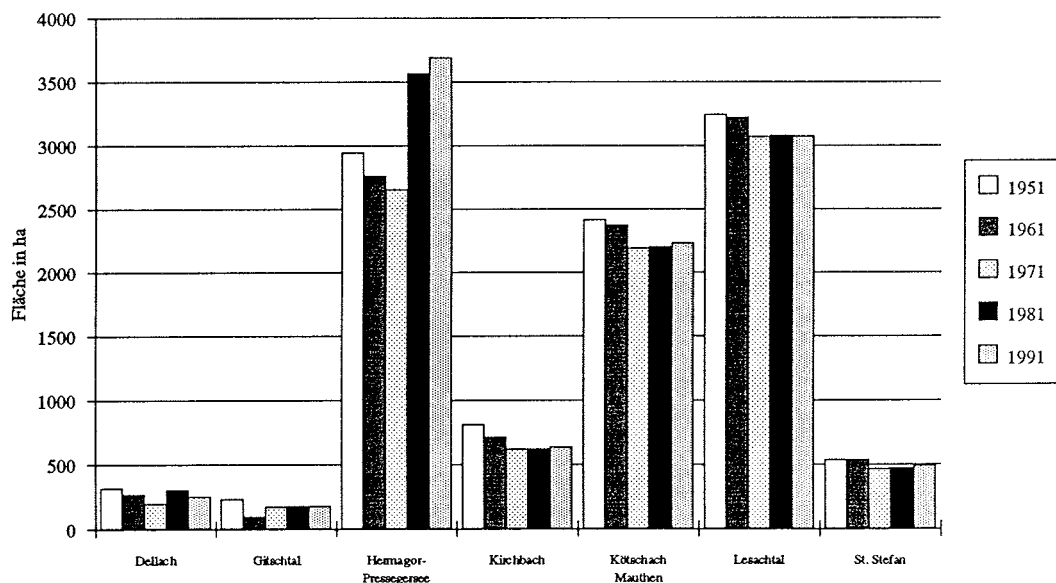
Entwicklung der "sonstigen Flächen" (Sonstige)

"Sonstige" ist eine Sammelgruppe, die Straßen, Ödland, Skipisten, Bahngleise und andere mehr im einzelnen nicht aufgezählte Landnutzungsarten umfaßt. Ödland hat in der Gruppe den größten Anteil.

Die Entwicklung im Straßenbau kann aus dieser Analyse nicht nachvollzogen werden und es wurden im Projektverlauf andere Nachforschungen bei den Gemeindeämtern und der Landesstraßenbauverwaltung in Villach angestellt. Vom Österreichischen Institut für Raumordnung (Dr. V. Fleischhacker) wurden die Zahlen über die Pistenentwicklung im Bezirk Hermagor bereitgestellt. Im Rahmen dieses Zwischenberichts war aber der Zeitrahmen zu knapp um die Ergänzungsuntersuchungen in einer presentablen Form aufarbeiten zu können.

Deshalb hat die Analyse von "Sonstige" vorerst nur einen begrenzten Wert. Knapp 8% der Gesamtfläche fallen in diese Kategorie.

Fig. 11.6 Entwicklung der "sonstigen Flächen" 1951-1991



Vergleich der Entwicklung der Landnutzung in verschiedenen Gemeinden

Wald ist die größte Flächengruppe in allen Gemeinden mit Ausnahme von Lesachtal, wo Alpinland mehr Fläche als Wald einnimmt.

In Dellach, Gitschtal und St. Stefan nimmt Landwirtschaft die zweitgrößte Fläche in Anspruch. In Lesachtal ist es die Waldfläche und in den übrigen Gemeinden Hermagor-Presseggersee, Kirchbach und Kötschach-Mauthen ist Alpinland die zweitgrößte Gruppe.

Die dritte Flächenposition nimmt Agrarland in Kirchbach, Alpinland in Dellach, Gitschtal sowie St. Stefan, und "Sonstige" in Hermagor-Presseggersee, Kötschach-Mauthen und Lesachtal ein.

An vierter Stelle der Flächengrößenreihung liegt Agrarland in Hermagor-Presseggersee, Kötschach-Mauthen und Lesachtal, und "Sonstige" in Dellach, Gitschtal, Kirchbach und St. Stefan.

Den flächenmäßig viel kleineren fünften Rang nimmt in allen Gemeinden die Gruppe der Gewässer ein.

Die kleinste Flächengruppe wird überall von Bauland eingenommen.

Am augenscheinlichsten ist der Rückgang der Landwirtschaftsfläche im Bezirk Hermagor von 16,53% Flächenanteil im Jahr 1951 auf 13,65% Flächenanteil im Jahr 1991, gefolgt vom Anstieg der Waldfläche von 44,22% auf 47,8%. Der Alpinlandanteil sank von 24,98% auf 23,71%. Die Gewässer nahmen 1951 1,01% ein, 1991 war ihr Anteil 1,49%. Bauland war 0,26% im Jahr 1951 und 0,28% im Jahr 1991.

Innerhalb der einzelnen Gemeinden gibt es erhebliche Unterschiede (1991):

St. Stefan hat mit 22,09% den größten Anteil an der Agrarfläche, obwohl die wenigsten Einwohner von der Land- und Forstwirtschaft leben, Lesachtal hat mit 6,96% den geringsten relativen Anteil an der Agrarfläche, obwohl gerade im Lesachtal der primäre Sektor noch immer die größte Bedeutung hat.

Gitschtal hat mit 76,04% oder rund drei Viertel den größten Waldanteil, Lesachtal mit 34,54% oder einem Drittel den geringsten Anteil, obwohl wie schon zuvor erwähnt Lesachtal die meisten Beschäftigten im Primärsektor hat.

Lesachtal hat mit 41,42% den größten Alpinlandanteil, während Gitschtal mit 6,99% den geringsten Anteil hat.

Hermagor hat, aufgrund des Presseggersees mit 2,6% den größten Anteil an der Wasserfläche. Gitschtal mit 0,67% den geringsten Anteil.

Hermagor hat mit 0,41% Bauland mehr als viermal den relativen Flächenanteil als Lesachtal 0,1%.

Die Gruppe der sonstigen Flächen ist in Dellach mit 26,63% am größten, in Kirchbach mit 6,68% am geringsten.

Die Flächenanalyse zeigt auf, daß erhebliche Unterschiede zwischen den einzelnen Gemeinden vorzufinden sind. Die Landschaft des Lesachtals und jene des Gitschtales sind sehr verschieden und weichen relativ stark vom Bezirksdurchschnitt ab.

Modellvorschläge für "Landnutzung"

Es werden von uns zwei Möglichkeiten der Modellierung in Betracht gezogen, die Auskunft über die künftige Flächenentwicklung im Bezirk Hermagor geben sollen.

Vorschlag 1 ist es die selbe Methodik mit drei Weg ANOVA Analyse und Regressionsmodell durchzuführen und unabhängig vom Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" Prognosen der Flächennutzung zu bekommen.

Vorschlag 2 ist ein in der Methodik beschriebener Ansatz der die vergangene und zukünftige Flächennutzung in Abhängigkeit von der "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren" berechnet.

Idealerweise und mit entsprechend erhöhtem Zeitaufwand könnten beide Modelle konstruiert werden um die Abweichungen der Modellvorhersagen besser überprüfen zu können.

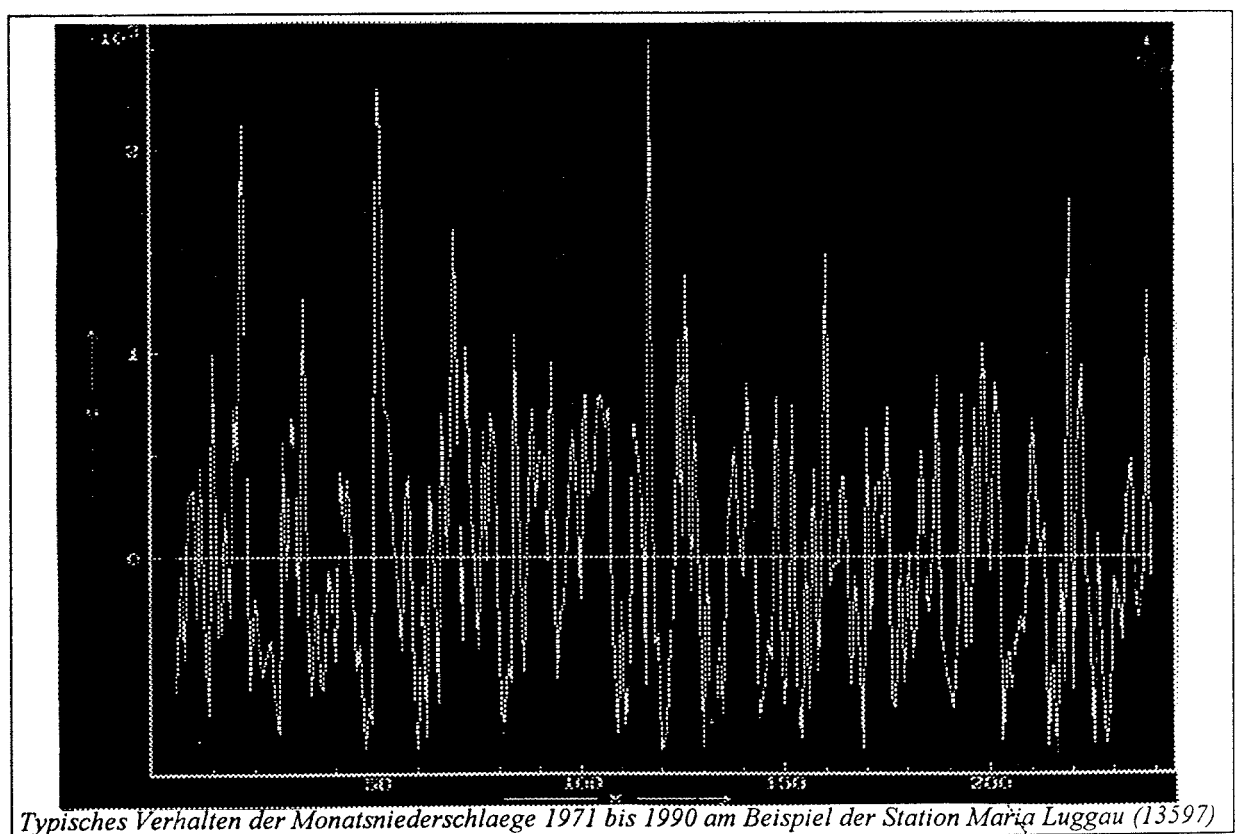
Die Prognosen beruhen auf den gewählten Modellvorschlägen.

12. Ergebnisse der Analyse der hydrologischen Daten

Die hydrologischen Daten unterscheiden sich räumlich und zeitlich von den beiden zuvor behandelten Bereichen "Bevölkerung" nach Wirtschaftssektoren und "Landnutzung".

Bei den hydrologischen Messungen handelt es sich um Punktmessungen, die Tageswerte liefern. Insgesamt liefern die sechs Niederschlags- und sieben Abflußstationen etwa 100.000 Daten über das hydrologische Verhalten, um zwei Zehnerpotenzen mehr als dies beim Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" und "Landnutzung" der Fall ist. Die Extremereignisse können durch ihre auftretenden Häufigkeiten beurteilt werden.

Fig. 12.1 Typisches Verhalten der Monatsniederschläge



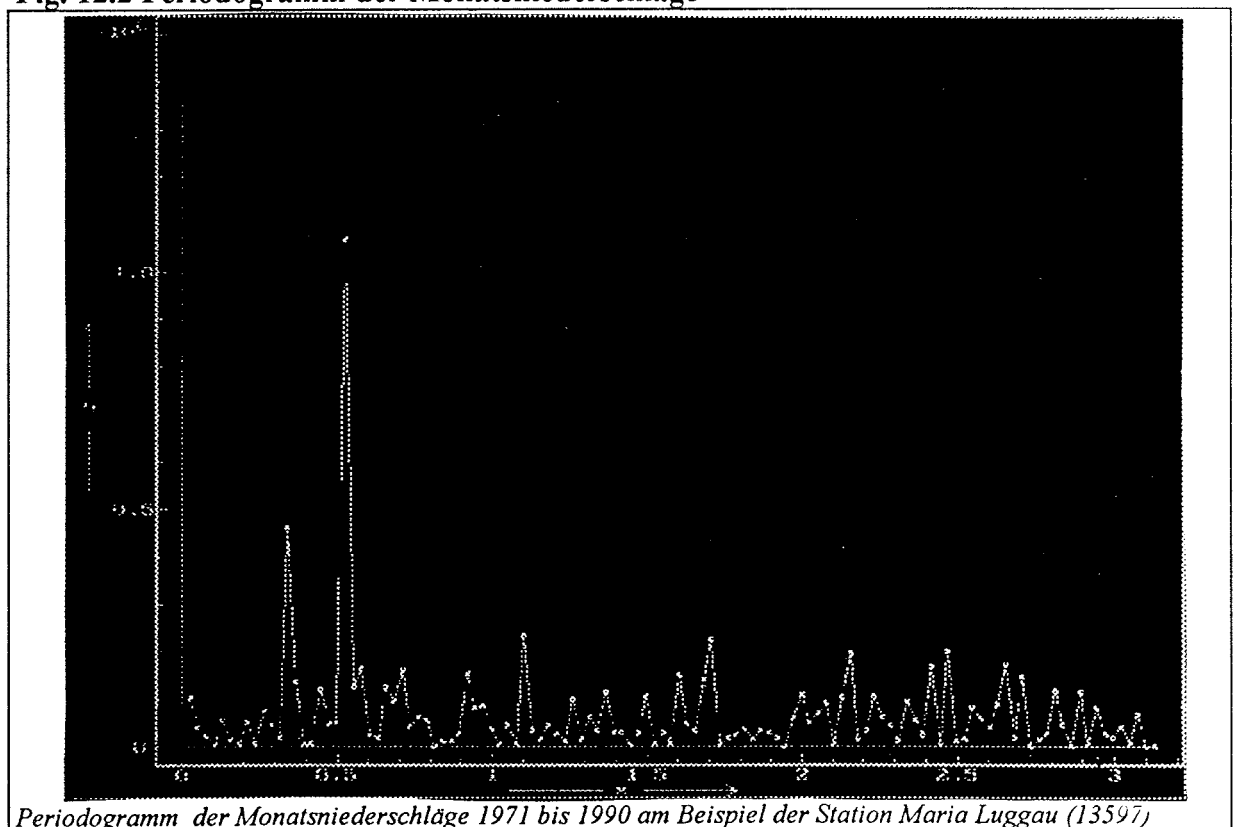
Ergebnisse der Datenanalyse der Niederschlagsstationen

Niederschlagsdaten wurden von sechs Stationen gesammelt. In Klammer ist die Registriernummer des hydrographischen Zentralbüros, die Koordinaten der Station sowie die Seehöhe angegeben.

Die Stationen waren Maria Luggau (13597; L: 12-44-10, B: 46-42-21, 1170m), Kornat (13621; L: 12-53-17, B: 46-41-15, 1025m), Reisach (13654; L: 13-09-05, B: 46-39-02; 646m), Waidegg (13670; L: 13-14-14, B: 46-48-03; 635m), Weißbriach (13704; L: 13-15-26, B: 46-41-18; Seehöhe 800m) und Förolach (13720; Koordinaten L: 13-26-43, B: 46-37-49; Seehöhe 565m). Alle Stationen befinden sich nahe dem Talboden.

In der ersten Untersuchung wurden die Monatsniederschläge von 1971 bis 1990 analysiert um Grundinformationen über die Zeitreihen zu erhalten. Da alle sechs Stationen ein ähnliches Niederschlagsmuster haben ist nur die Kurve der Station Maria Luggau wiedergegeben. Das zeitlich stationäre Verhalten ist am Schaubild der Monatsniederschläge und am Periodogramm ersichtlich.

Fig. 12.2 Periodogramm der Monatsniederschläge



Der größte Wert des Periodogramms entspricht der Periode. Da das Verhalten des Niederschlags zeitlich stationär ist und keine signifikanten ungewöhnlichen Ereignisse eintreten, kann ausgesagt werden, daß noch keine Reaktionen einer möglicherweise vor sich gehenden Klimaveränderung bemerkbar sind.

Ergebnisse der Datenanalyse der Abflußstationen

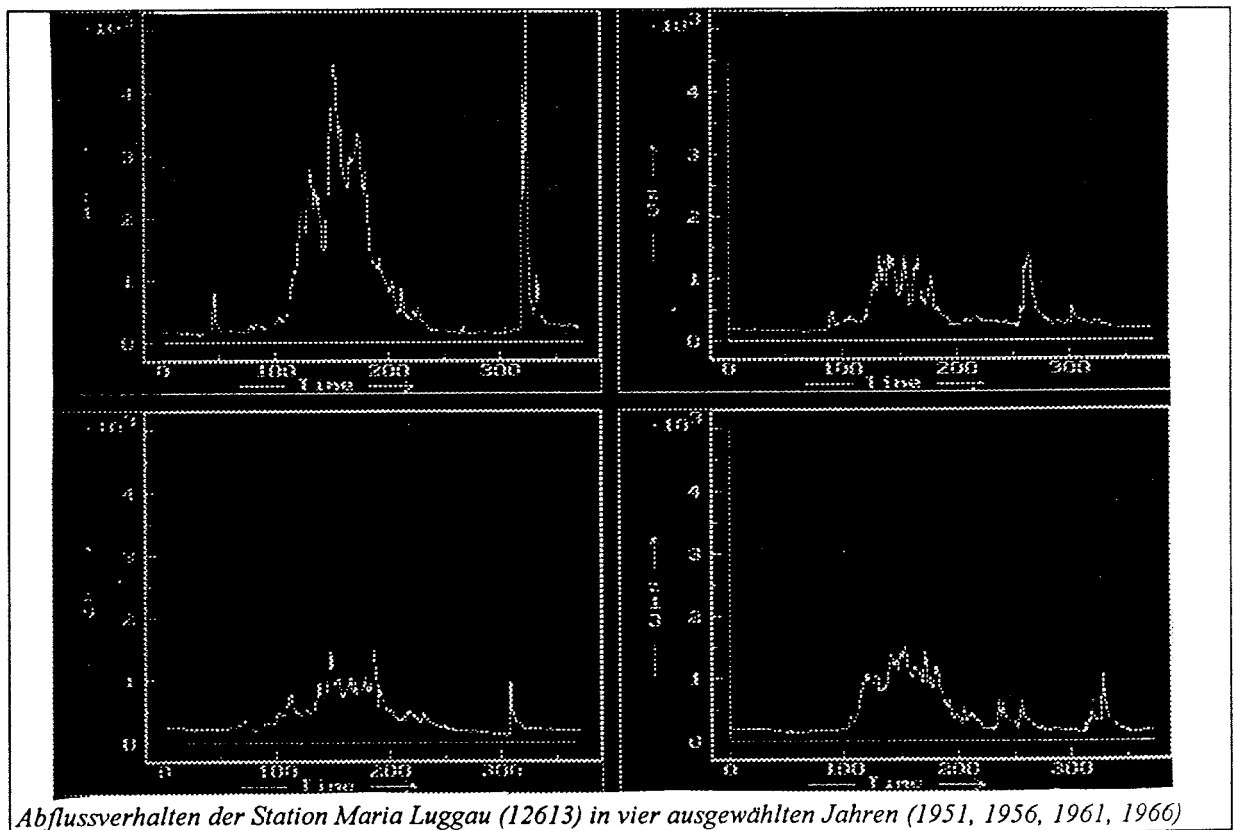
Der Abfluß wurde bei folgenden Stationen gemessen. In der Klammer befindet sich die Nummer des hydrographischen Zentralbüros:

Maria Luggau (12613), Mauthen (12647), Rattendorf (12670) und Nötsch (12753) befinden sich direkt an der Gail. Oselitzen (12688), Gösseringen-Neudorf (12704) und Garnitzenbach (12738) sind Stationen von Gailzubringern knapp vor ihrer Mündung in die Gail.

Die Station Nötsch liegt bereits außerhalb des Bezirkes Hermagor, wurde aber mitberücksichtigt, da der gesamte Abfluß vom Bezirk Hermagor hierhin fließt.

Die täglichen Abflußwerte wurden 1951 bis 1987 gemessen. Das typische Abflußverhalten ist im Schaubild der Station Maria Luggau ersichtlich, wobei die Jahre 1951, 1956, 1961 und 1966 herangezogen werden.

Fig 12. 3 Typisches Abflußverhalten einer Station



Es fällt an diesem Schaubild auf, daß der Abfluß von 1966 nicht unmittelbar auf die katastrophalen Folgen des Hochwassers von Okt./Nov. 1966 schließen läßt. Es müssen aber noch weitere Schaubilder angefertigt werden.

Abhängigkeit der Niederschlag und Abflußstationen

Es stellt sich die Frage, ob eine Veränderung in den Korrelationen zwischen Niederschlag und Abfluß ablesbar ist. Daher untersuchten wir die gegenseitige Beeinflussung der Stationen. Der Tagesniederschlag wurde getrennt nach Regen und Schnee herangezogen und mit dem Abfluß korreliert. Die folgende Tabelle zeigt die Abhängigkeit der Stationen zueinander. In der ersten Spalte befinden sich die Niederschlagsstationen und in der ersten Zeile die Abflußstationen. Die Pfeile erklären die Fließrichtung, die Kreuze zeigen welche Niederschlagsstation sich im Einzugsgebiet (Wasserscheide) welcher Abflußstation befinden.

Tabelle 12.1: Zusammenhang der Niederschlags- und Pegelmessstationen

	12613 - Maria Luggau >	12647 Mauthen >	12670 Rattendorf >	-> 12688/ Oselitzen	-> 12704/ Gösseringb ach	-> 12738/ Garnitzen	12753 Nötsch
13597 Maria Luggau	+						
13621 Kornat		+					
Mauthen	seit ca.	5 Jahren					
13654 Reisach			+				
13670 Waidegg				+			
13704 Weiß- briach					+		
13720 Föro- lach							+

Überlegungen zu Wasserspeichervermögen und Pufferkapazität

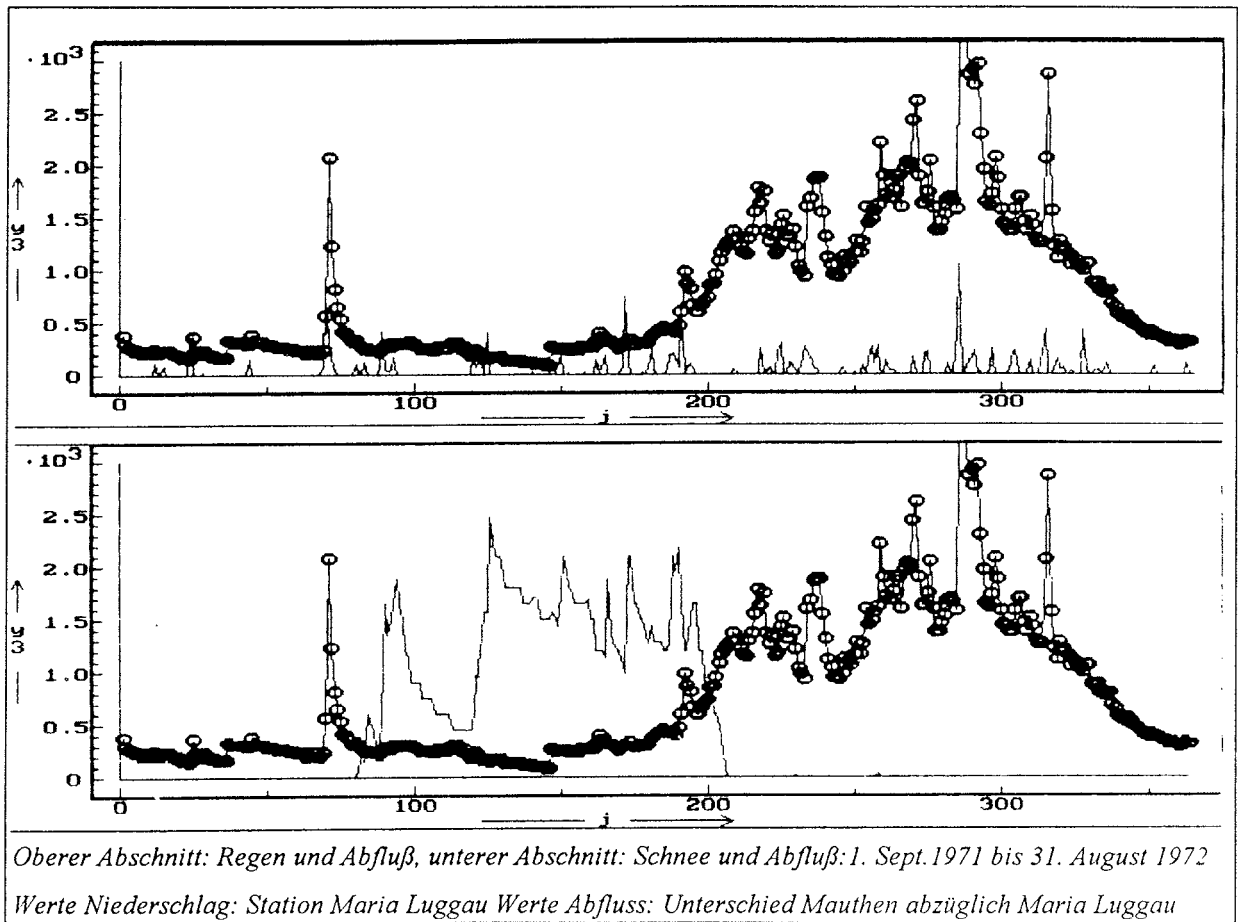
Eine Hauptidee der Modellerstellung war den Wasserpuffer der Region zu schätzen und die entscheidenden Parameter herauszufinden. Ist erst einmal bekannt wie sich diese Parameter im Laufe der Zeit verändern so kann eine Prognose des künftigen Verhaltens erstellt werden.

Die zeitliche Entwicklung dieser Parameter kann mit den Veränderungen der Landnutzung korreliert werden. Hiedurch kann der Einfluß von Schutzdämmen, Siedlungsbauten oder auch Aufforstung abgeschätzt werden.

Die Differenz zwischen zwei hintereinanderliegenden Abflußstationen wurde mit der dazugehörigen Niederschlagsstation korreliert. Hierdurch können lokale Situationen vom Schaubild abgelesen werden.

Die Linien mit Kreisen erklären die Differenz des Abfluß gemessen an den Pegelstationen von Mauthen und Maria Luggau. Die Daten erstrecken sich vom 1. September 1971 bis 31. August 1972 gemäß dem in Österreich üblichen Standard zur Erhebung von Schneedaten. Schnee ist das wichtigste Kriterium zur Erklärung der jährlichen Amplitude des Abflusses. Die dunklere Linie steht für den Niederschlag, der im oberen Bild Regen und im unteren Bild Schnee ist. Die Meßskalen am rechten Rand wurden angepaßt um beide Zeitreihen im Blickfeld zu haben. Während der Schneeperiode gibt es kaum Veränderungen im Abfluß, unabhängig vom Niederschlag. Bei Nichtvorhandensein einer Schneedecke folgt fast unmittelbar auf die Niederschlagsspitze die Abflußspitze (ein bis zwei Tage Verspätung; siehe auch Ergebnisse Korrelation und Kreuzkorrelation im Appendix (6)).

Fig. 12.4 Werte von Niederschlag und Abfluß



13. Aufbau des hydrologischen Modells

Die vorangegangenen Informationen zur hydrologischen Situation vom Bezirk Hermagor sind der Ausgangspunkt für den Modellansatz.

Die Basisparameter des Modells sollen erklären:

- wie Abflußspitzen von den Niederschlagsspitzen abhängen.
- wie lange die zeitliche Verzögerung von Niederschlag und Abflußspitze dauert.
- wie die Schneedecke das Abflußverhalten bestimmt.

Gelingt es diese Parameter zu schätzen, kann das hydrologische Verhalten der gesamten Region simuliert werden. Das Verstehen der Effekte von Schutzbauten wird hiedurch möglich. Nimmt man die Vorhersagen der geänderten Niederschlagsverteilung im Zuge der Klimaveränderung (Gordon et. al. 1992) können wir die Wirkung auf die lokalen Abflüsse simulieren. Die Prognosen für die lokalen Abflußereignisse geben Auskunft über ein mögliches Katastrophenausmaß (Vergleiche auch Seite 19 die Grafik von Wundt und Krebs der Berechnungen über die Zunahme der Wirkung von Starkniederschlägen durch Abflußerhöhung). Hiedurch wird es möglich durch gezielte Aktionen rechtzeitig auf eine zukünftige Gefährdung zu reagieren.

Als erster Schritt im hydrologischem Modell wird die Schneedecke geschätzt. Wir nehmen hiebei nicht direkt den ersten und letzten Tag der Schneedecke, die ja nach Meereshöhe der Niederschlagsstation variiert, sondern jenen Tag t_{\min} bei dem der Abfluß konstant niedrig bleibt, als Startpunkt und jenen Punkt t_{\max} als Endpunkt, ab dem der Abfluß durch die Schneedecke konstant zunimmt. Mathematisch formuliert ist $t_{\min} = \min\{t > t_0, X(t) - X(t-1) > 0\}$ wobei t_0 der erste Schneetag der Niederschlagsstation ist. Ähnlich ist der letzte Tag des Schneedeckeneinflusses $t_{\max} = \max\{t < t_1, X(t) - X(t-1) < 0\}$ mathematisch formuliert, wobei t_1 der letzte Tag der Schneedecke der Niederschlagsstation ist. Während der Periode (t_0, t_1) wird der Abfluß als Durchschnitt aller Abflußwerte dieser Periode angenommen, da er beinahe konstant ist.

Als zweiter Schritt wurde versucht geeignete Modellformeln aufzustellen. Während der schneefreien Zeit wird Niederschlag in der Form von Regen dazu verwendet lokale Spitzen der Abflußwerte zu erklären, wobei auch die regenfreien Trockenzeiten berücksichtigt werden. Im Winter wird die Schneedecke und der Niederschlag als Regen dazu verwendet. Die Amplitude des durchschnittlichen Tagesabfluß von einem Jahr wird so erklärt. Zudem kommt die Schätzung der Verzögerung von Niederschlag und korrespondierendem Abfluß.

Folgende Modellformel wurde aufgestellt:

$$\begin{aligned}
 X(t) = & X(t-1) + \{a \cdot \text{Regen}(t) + b \cdot \text{Regen}(t-1) + \dots + e \cdot \text{Regen}(t-5)\} \cdot X(t-1) + \\
 & + \{f \cdot I[\text{Regen}(t)=0] + g \cdot I[\text{Regen}(t)=0] + \dots + j \cdot I[\text{Regen}(t)=0]\} \cdot X(t-1) \} + \\
 & + k \cdot \text{Schneedecke} \cdot \exp(-x \cdot (t-t_{\max})) \cdot X(t-1) \cdot I[t \geq t_{\max}] + \\
 & + l \cdot \text{Totalregen} \cdot \exp(-x \cdot (t-t_{\max})) \cdot X(t-1) \cdot I[t \geq t_{\max}], \quad t < t_{\min}, \quad t > t_{\max}
 \end{aligned}$$

Wobei:

$X(t)$ der Abflußwert des Tages ist

$X(t-1)$ der Abflußwert des vorhergehenden Tages ist

t_{\min} jener Tag ist, bei dem der Abfluß durch die Schneedecke konstant niedrig bleibt (die Schneedecke beginnt bereits früher).

t_{\max} jener Tag ist, bei dem der Abfluß durch die Schneedecke konstant zunimmt (die Schneedecke beginnt abzutauen).

a, b, c, d, e Effekte vom Niederschlag in Form von Regen sind in nachfolgenden Zeitmomenten (Tageswerte für Regen);

f, g, h, i, j erklären das Verhalten vom Abfluß in Perioden ohne Regen (Trockenzeiten);

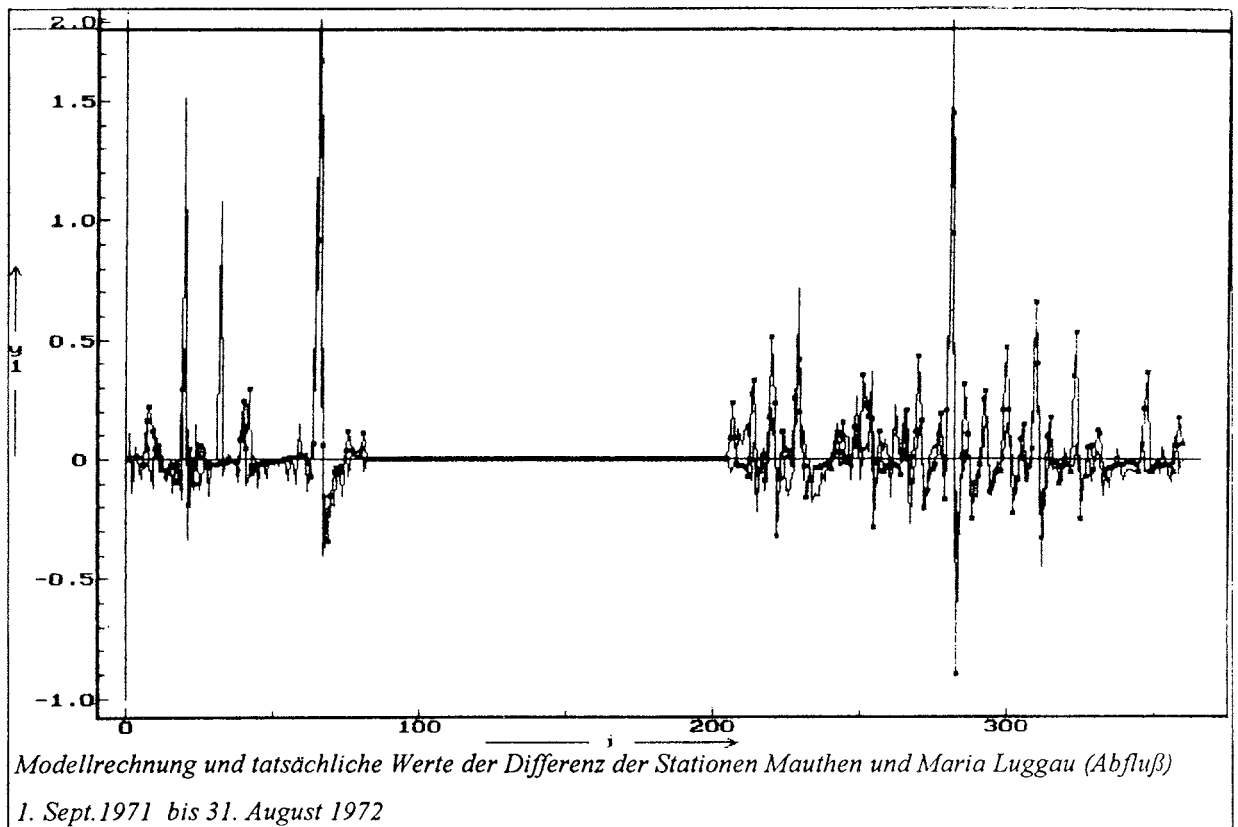
k erklärt den Einfluß der gesamten Schneemenge, die zum Zeitpunkt vorliegt. Die Wirkung wird vom Zeitmoment t_{\max} abgeleitet und ist durch eine Exponentialfunktion mit dem Parameter x gewichtet.

l erklärt den Einfluß der Wassermenge, die zum Zeitpunkt der Schneedecke vorhanden ist. Die Wirkung wird vom Zeitmoment t_{\max} abgeleitet und ist durch eine Exponentialfunktion mit dem Parameter x gewichtet.

I drückt aus, daß Parameter nur unter bestimmten Bedingungen gültig sind und entweder 0 oder 1 werden - daß die Summe von Regen der letzten Tage 0 ist (f, g, h, i, j , Trockenzeit), oder daß der Niederschlag nicht abflußrelevant ist (k, l , Zeit einer kontinuierlichen Schneedecke)

Die Formel läßt erkennen, daß relative Abflußsteigerungen angenommen werden. Regen am Vortag, bedeutet einen größeren Einfluß des Niederschlages (oder der Evapotranspiration) an diesem Tag. Dies kann als Konsequenz des Wasserpuffer angenommen werden. Wenn viel Wasser im Fluß ist, so ist vermutlich auch viel Wasser im natürlichen Wasserpuffer (Boden) und erneuter Regen am folgenden Tag bringt eine noch größere Wirkung. Andererseits bedeutet weniger Abfluß, daß der natürliche Wasserpuffer größer ist und der Abfluß weniger stark durch Regen betroffen wird. Um die Parameter zu schätzen wird die "least square" Methode (geringste Quadratzahlen der Residuen) angewandt. Den Vergleich zwischen den errechneten und den tatsächlichen Werten bietet das nächste Schaubild.

Fig. 13.1 Gegenüberstellung der beobachteten Werte und der Modellwerte



Die normale Linie sind die relativen Zuwächse von $(X(t)-X(t-1))/X(t-1)$. Die andere, weitere Linie ist die Anpassung. (Der s^2 Wert war 0,02.) Während des Winters bemerken wir ein konstantes Verhalten. Wenngleich die Anpassung für relative Werte gut erscheint, so kann das Modell doch nicht für absolute Werte verwendet werden, die nur in Relation mit dem unmittelbar vorangegangenen Wert stimmen. Die selben Eigenschaften der Modellanpassung können für verschiedene Jahre und Stationen festgestellt werden.

Der Residuen Test zeigt allerdings, daß das Modell auch einige ungünstige Merkmale hat. Speziell während der trockenen Perioden paßt es nicht wie es sollte. Eine Erklärung hierfür wäre, daß die Trockenperioden nur durch Konstante erklärt sind ohne zusätzlichen Informationen über das Wetter. Auf der anderen Seite sind die Regenperioden gut erklärt, da es eine Information über Regen gibt. Die Information über die Temperaturwerte, die durch einen multiplikativen Faktor dargestellt werden könnten, würde vermutlich die Prognosequalität steigern. So würde eine höhere Temperatur einen stärkeren Einfluß eines Trockentages bedeuten als dies derzeit der Fall ist. Dies ist zur Zeit noch eine Hypothese, die in Zukunft empirisch nachgewiesen werden muß.

Weitere geplante Forschung am hydrologischen Modell

Die bessere Erklärung der hydrologischen Situation, speziell der trockenen Perioden könnte ein ausreichendes Modell zur Beschreibung der hydrologischen Situation von Hermagor ergeben. Zudem könnte die Methodik, sofern sie als erfolgreich betrachtet wird, auch zur Erklärung der Situation von anderen Gebieten herangezogen werden.

Sobald das Modell korrekt ist kann eine detaillierte statistische Analyse der verschiedenen Modellparameter erfolgen. Dazu zählen:

- Eine detaillierte Analyse des zeitlichen Verzuges von Niederschlag- und Abflußspitzen.
- Aufgrund dieser Analyse zu überprüfen inwieweit die Anzahl der Modellparameter reduziert werden kann.
- Mit Hilfe von F-Tests die Parameter in verschiedenen Jahren zu vergleichen (sofern die Annahme der Zufallsverteilung zutrifft).
- Die Wirkung von Wildbach- und Lawinenverbauungen bzw. von Dämmen u.a.m. auf die Modellparameter überprüfen.
- Die Auswirkungen der globalen Klimaveränderung auf die einzelnen Modellparameter zu untersuchen.
- Das Verhalten des hydrologischen Modells bei Eintreffen verschiedener Klimaszenarien zu simulieren, z.B. wieviel Schutzbauten werden notwendig sein um den Schaden der globalen Klimaveränderung abzuwenden, sofern es einen gibt.

14. Ergebnisse der hydrologischen Extremereignisauswertung

Die Ergebnisse sind für sechs Niederschlagsstationen und sieben Abflußstationen ausgewertet. Während für die Niederschlagsstationen mit 30mm, 40mm und 50 mm fixe Vorgaben von Tagesniederschlagsereignissen, bzw. Tagessummenereignissen gegeben wurden, sind die Volumenwerte der einzelnen Pegelmeßstationen der jeweiligen Station angepaßt. Es sind nur 14 Jahre ausgewertet, nämlich jener Zeitraum über den sowohl Niederschlags- als auch Abflußwerte verfügbar sind. Aufgrund der Korrelationen innerhalb dieser 14 Jahre könnten Aussagen über die jeweils entsprechenden Stationen von Niederschlag 1951-1971 und Abfluß 1987-1990 gemacht werden.

Starkregenereignisse

Im folgendem Abschnitt werden die Starkregenereignisse beschrieben und anschließend graphisch präsentiert. Einschränkend muß zur Meßstationenauswertung gesagt werden, daß üblicherweise längere Perioden, im besten Fall mehr als 100 Jahre zurückgehend ausgewertet werden, während diese Auswertung die Daten von 14 Jahren beinhaltet.

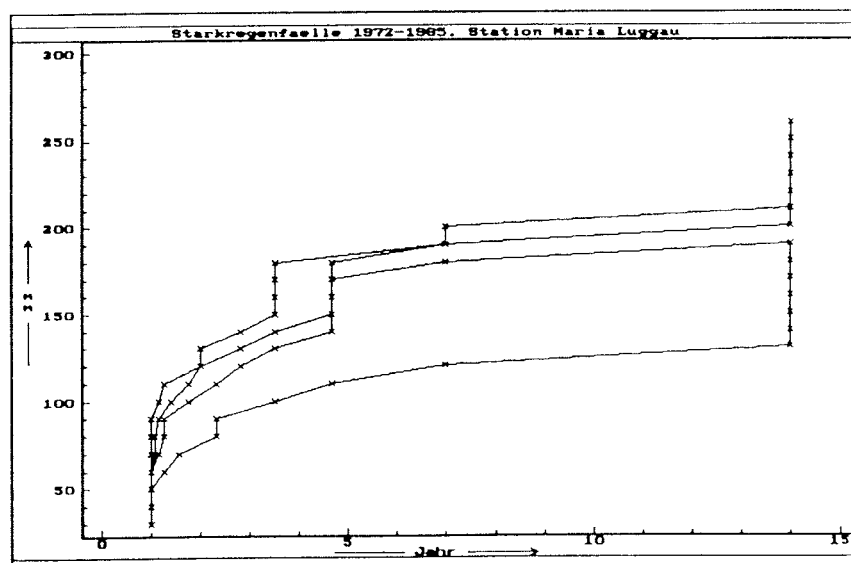
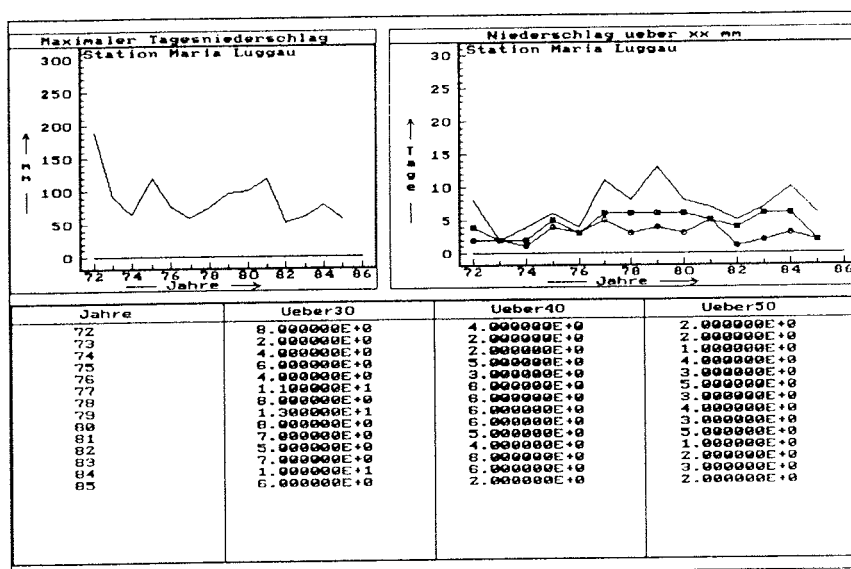
Die beiden kleinen Grafiken geben die maximalen Tagesniederschläge bzw. die Häufigkeit des Auftretens bestimmter Ereignisse wieder. Die separate große Grafik der Niederschlagsstationen gibt die Jährlichkeit des Auftretens für extreme (bzw. starke) Tages-, Zweitages-, Dreitages- und Viertagesniederschläge wieder.

Die Werte links der Grafik wurden in jedem Jahr erreicht. Der niederste ist jener des Tagesniederschlages, der höchste ist jener des Viertagesniederschlages. Die Werte rechts der Grafik geben die höchsten Werte innerhalb dieser Extremniederschläge an.

Station Maria Luggau

Zwischen 1972 und 1985 war der höchste maximale Tagesniederschlag 190mm (1972) und der geringste 50mm (1982). 1979 wurde an 13 Tagen ein Wert von 50mm Niederschlag gemessen. Die Jahre 1977 bis 1980 sowie 1983 und 1984 hatten jeweils sechs Tage mit Werten über 40mm Tagesniederschlag. 1977 und 1981 wurden fünf Tage mit Niederschlag höher als 50mm registriert. Der maximale Viertagesniederschlag liegt bei 260mm (Relativ geringer Unterschied zum max. Tagesniederschlag von 190mm)

Fig. 14.1 Auswertung der Starkniederschläge der Station Maria Luggau



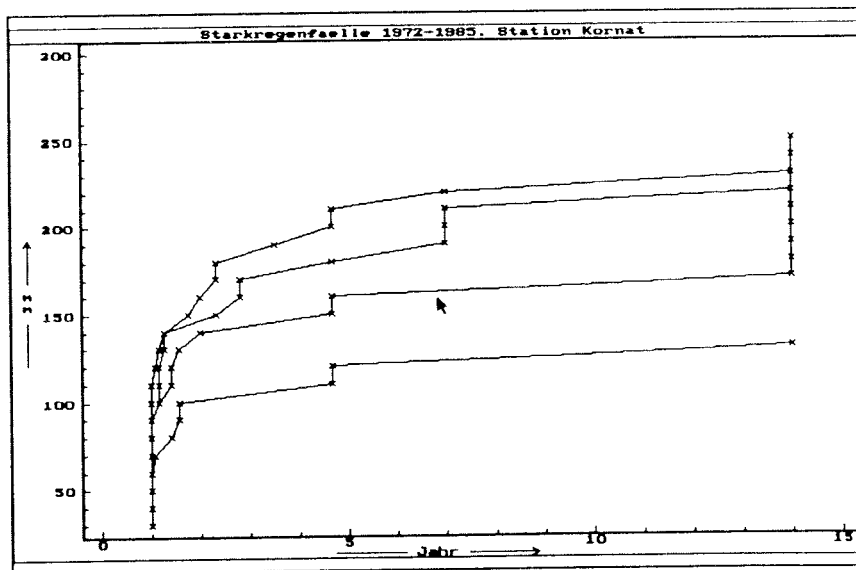
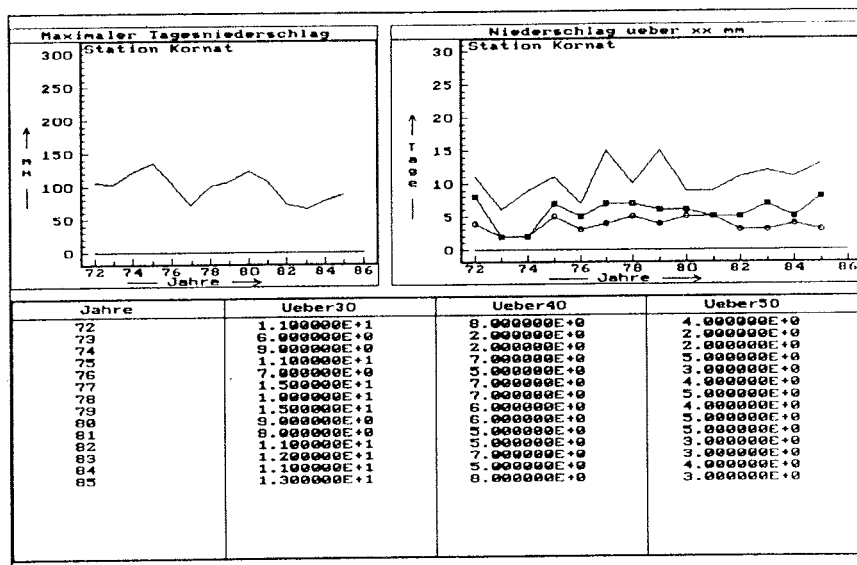
Station Kornat

Von 1972 bis 1985 lag das maximale Jahrestagesmaximum in Kornat bei 140mm Niederschlag im Jahr 1975. Das minimalste Jahrestagesmaximum lag 1983 bei 60mm.

1977 und 1979 wurden 15 Tagesniederschlagsereignisse mit mehr als 30mm Niederschlag gemessen. Acht Ereignisse über 40mm wurden 1972 und 1985 registriert. In den Jahren 1975, 1978, 1980 und 1981 wurde jeweils fünf mal der Wert von 50mm überschritten.

Der maximale Viertagesniederschlag liegt bei 250mm.

Fig. 14.2 Auswertung der Starkniederschläge der Station Kornat



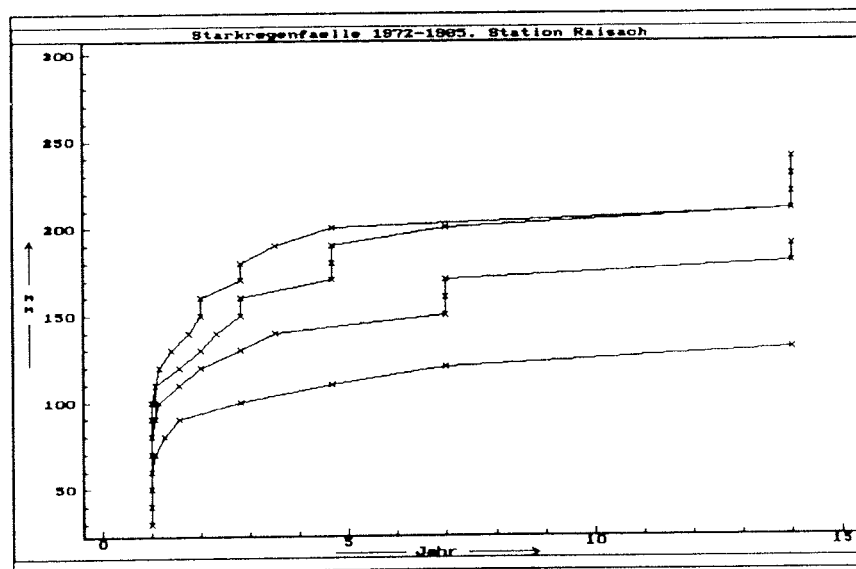
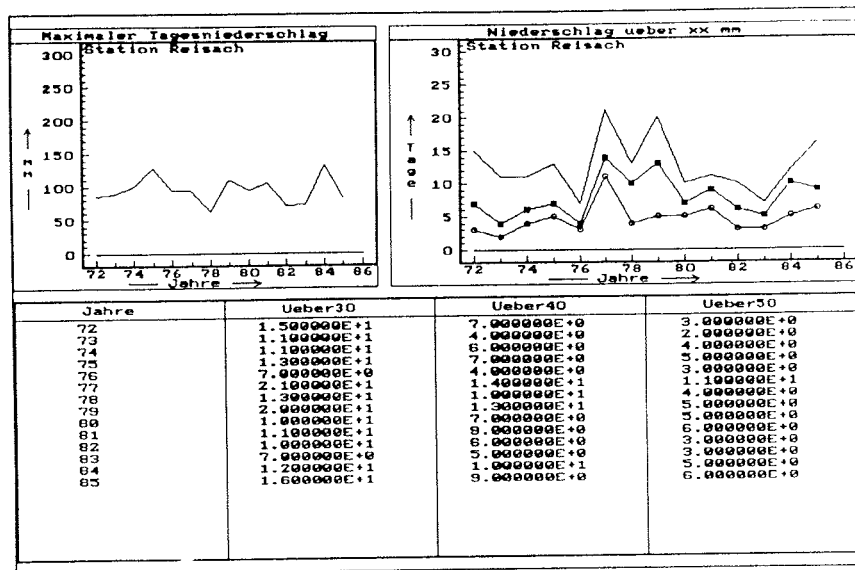
Station Reisach

Der maximale Tageswert zwischen 1972 und 1985 wurde mit 135mm im Jahr 1975 erreicht.
Der geringste maximale Tageswert in dieser Periode betrug 60mm im Jahr 1978.

1977 wurde ein Tagesniederschlag von 30mm 21 übertroffen, 14 mal übertraf er gleichzeitig 40mm und 11 mal auch 50mm Tagesniederschlag.

Der maximale Viertagesniederschlag beträgt 240mm.

Fig. 14.3 Auswertung der Starkniederschläge der Station Reisach



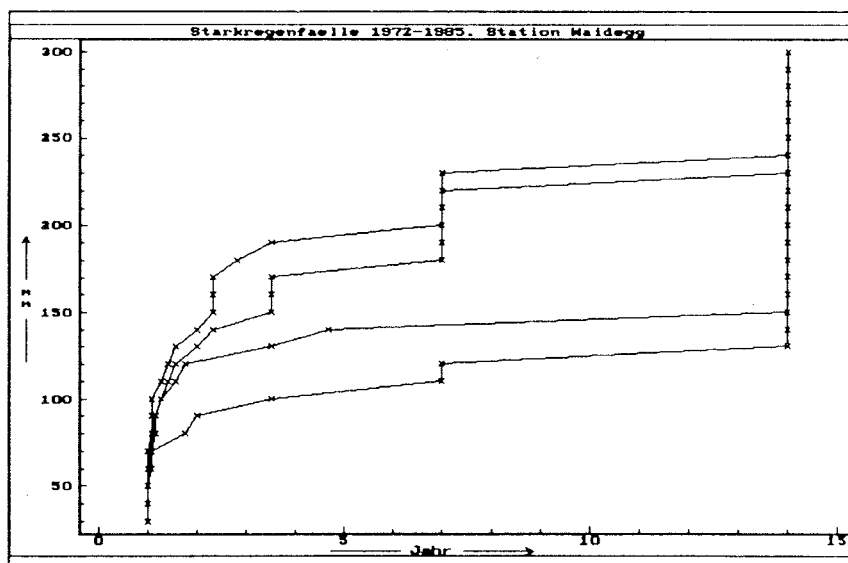
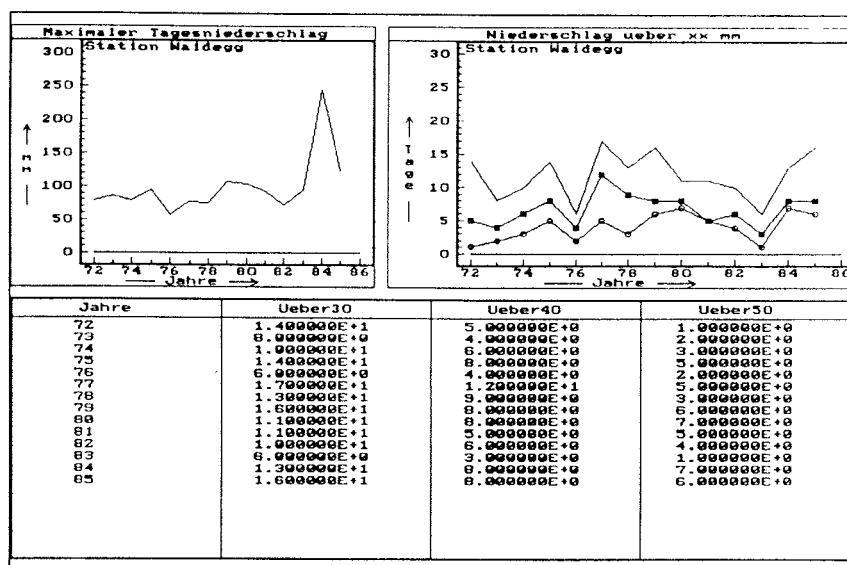
Station Waidegg

Der maximale Tageswert wurde 1984 mit 250mm erhalten. Der geringste maximale Tageswert eines Jahres, 1976 mit knapp über 50mm.

1977 wurde 17 mal 30mm Tagesniederschlag übertroffen, 12 mal war die Regenmenge im selben Jahr über 40mm, und 5 mal über 50mm, eine Häufigkeit die auch 1975 und 1981 erreicht wurde.

Der maximale Viertagesniederschlag liegt bei 300mm.

Fig. 14.4 Auswertung der Starkniederschläge der Station Waidegg



Station Weißbriach

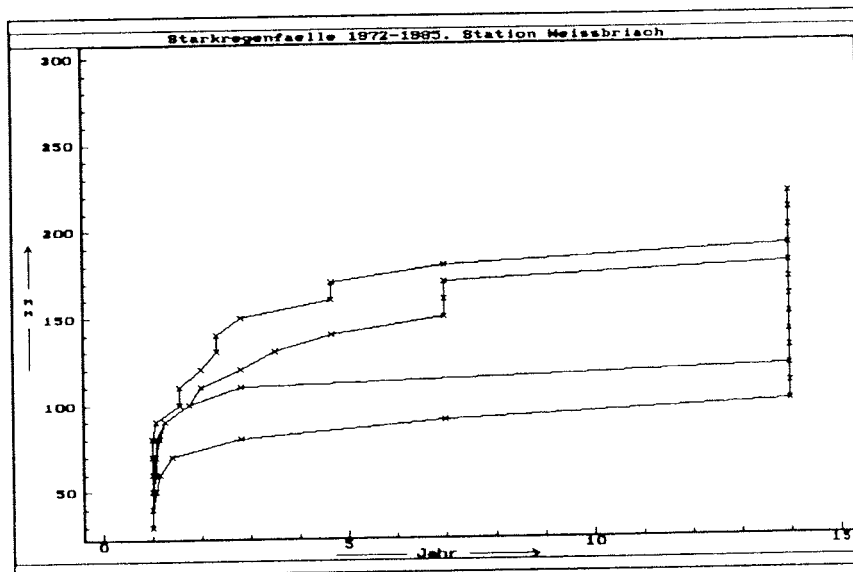
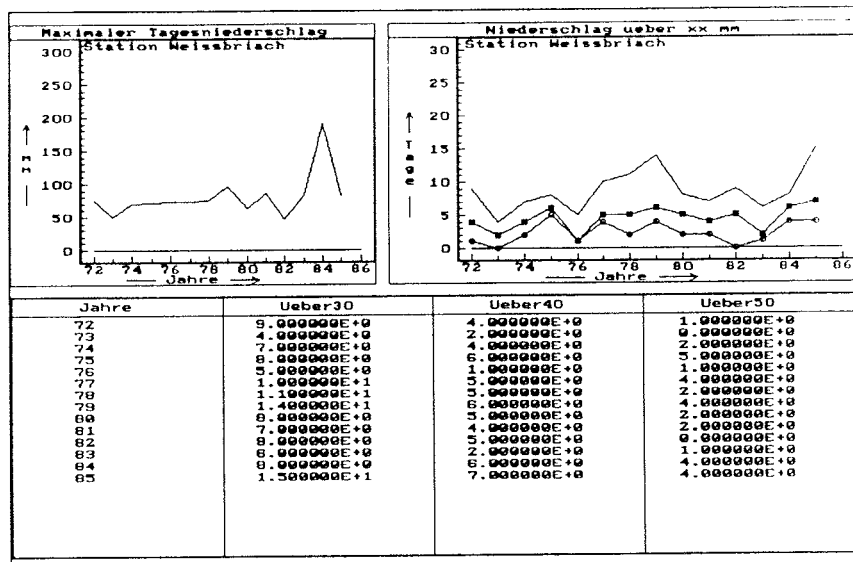
Der maximale Tagesniederschlag wurde 1984 mit über 190 mm registriert, das geringste Jahresmaximum 1973 mit über 40 mm.

1985 wurde ein 30mm Tagesniederschlag 15 mal überschritten, sieben mal wurden auch mehr als 40mm erreicht und vier mal über 50mm.

1975 wurde 50mm Niederschlag fünf mal überschritten.

Der maximale Viertagesniederschlag liegt bei 220mm.

Fig. 14.5 Auswertung der Starkniederschläge der Station Weißbriach



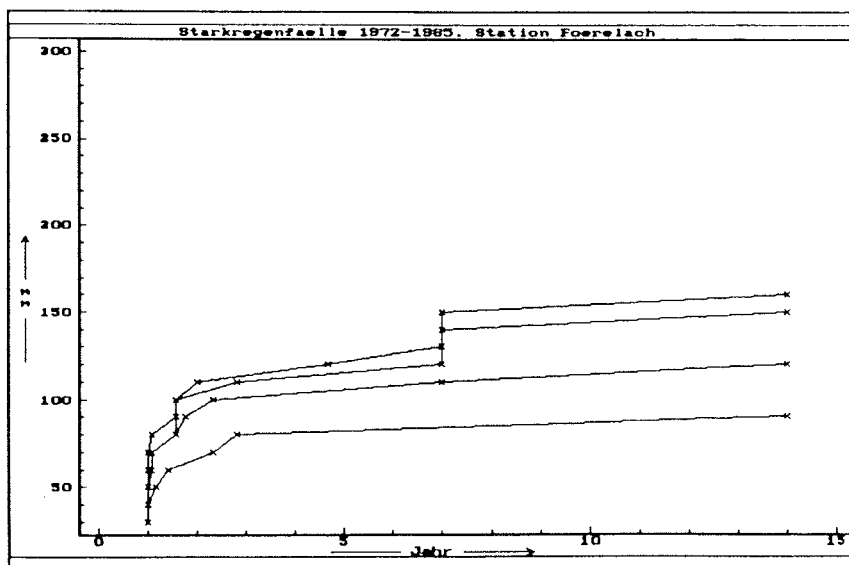
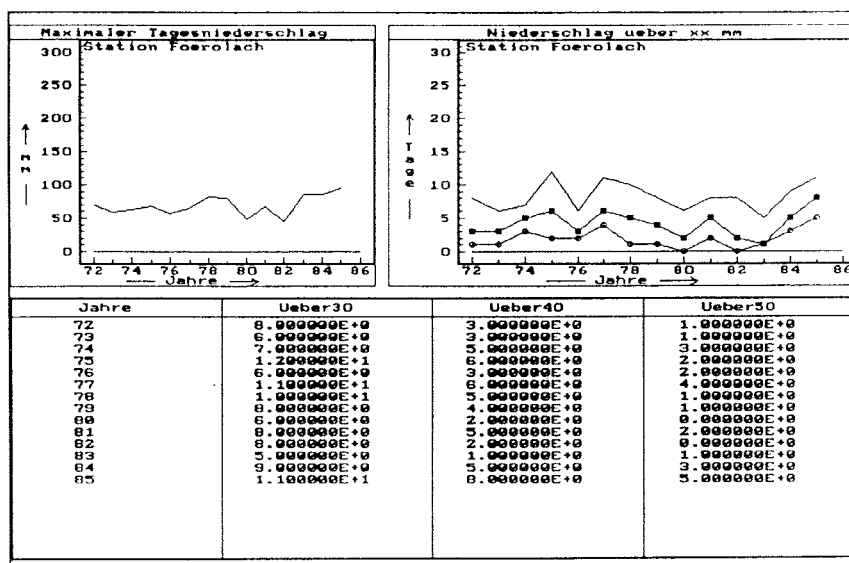
Station Förolach

Der maximale Tagesniederschlag wurde 1985 mit 100 erreicht, das kleinste Jahrestagesmaximum 1982 mit 40mm.

In den Jahren 1975, 1977 und 1985 wurden jeweils elf Tage mit 30mm überschritten. Acht Tage waren 1985 ergiebiger als 40mm und fünf Tage brachten mehr als 50mm Niederschlag in diesem Jahr.

Der maximale Viertagesniederschlag liegt bei 160mm.

Fig. 14.6 Auswertung der Starkniederschläge der Station Förolach



Starkabflußereignisse

Maria Luggau ist die westlichste Gailstation. Die Gail ist der Hauptfluß des Bezirkes Hermagor, der ihn in West-Ost Richtung durchfließt. Flußabwärts liegen die Stationen Mauthen, Rattendorf und Nötsch knapp ausserhalb vom Bezirk Hermagor.

Die Stationen Oselitzen, Hermagor (Gösseringbach) und Garnitzen liegen an Gailzubringern.

Station Maria Luggau

Der maximale durchschnittliche Tagesabfluß der Station im Zeitraum 1972-1985 betrug im Jahr 1972 eine Schüttung von 5500 l/sek, der geringste maximale durchschnittliche Tagesabfluß im Jahr 1982 betrug weniger als 1000 l/sek.

Station Mauthen

Der maximale durchschnittliche Tagesabfluß der Station im Zeitraum 1972-1985 wurde 1981 mit 13500 l/sek erreicht. Der geringste maximale Jahreswert für den Tagesdurchschnitt betrug 3000 l/sek im Jahr 1976.

Station Rattendorf

Der maximale durchschnittliche Tagesabfluß der Station im Zeitraum 1972-1985 wurde 1972 mit 24000 l/sek erreicht, der geringste maximale Tagesabflußdurchschnittswert wurde mit rund 4000 l/sek Schüttung im Jahr 1976 registriert.

Station Nötsch

Der maximale durchschnittliche Tagesabfluß der Station im Zeitraum 1972-1985 betrug 40000l/sek im Jahr 1972. Dieser Wert wurde auch annähernd im Jahr 1981 erreicht. Die geringsten maximalen durchschnittlichen Tagesabflußwerte wurden 1976 mit ca. 7000l/sek und 1982 mit ca. 8000l/sek registriert.

Station Oselitzen

Der maximale durchschnittliche Tagesabfluß dieser Station, gemessen knapp vor der Mündung des Oselitzenbaches in die Gail betrug im Zeitraum 1972-1985 betrug 1984 ca. 26000l/sek, der geringste maximale Tagesdurchschnittswert im Jahr 1983 betrug 7000l/sek.

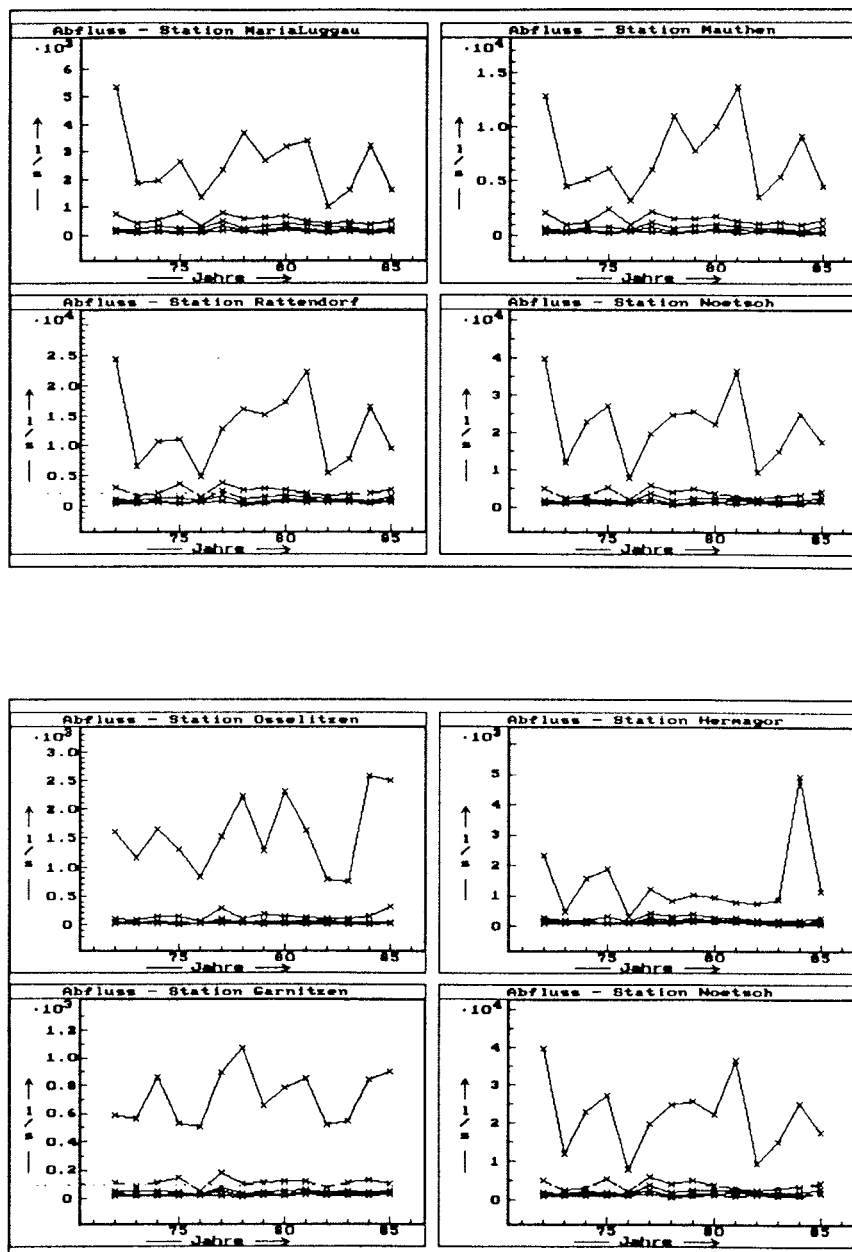
Station Hermagor (Gösseringbach)

Der maximale durchschnittliche Tagesabfluß dieser Station im Zeitraum 1972-1985 betrug im Jahr 1984 ca. 5000 l/sek, und war mehr doppelt so hoch wie der

Station Garnitzen

Der maximale durchschnittliche Tagesabfluß dieser Station im Zeitraum 1972-1985 betrug im Jahr 1978 ca. 1100l/sek, die geringsten maximale Tagesdurchschnittswert in den Jahren 1975, 1976, 1982 und 1983 betragen etwa 500 l/sek. Die jährlichen Schwankungen der maximalen Jahresabflußereignisse sind relativ klein, etwa ein Fünftel der zuvor genannten Station Gösseringbach in Hermagor.

Fig. 14.7 Auswertung der Starkabflußereignisse der beschriebenen Stationen



15. Mögliche Folgen der Klimaveränderung

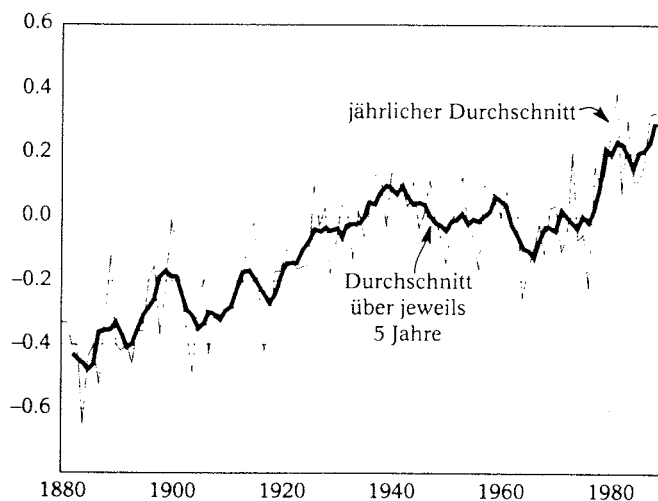
Es wird angenommen (IPCC 1991), daß die Jahresdurchschnittstemperatur um 1,5°C bis 4,5°C aufgrund einer Verdoppelung des CO₂ Gehalts (bzw. Äquivalente des CO₂ Gehalts) der Erde ansteigen wird. Zudem verändert sich das Niederschlagsverhalten. Diese Situation kann bereits in 50 Jahren erreicht sein.

Gemessen am Durchschnitt der Temperatur 1951-1980 ist das Klima seit 1880 bereits um 0,8° C gestiegen. Der Großteil der Klimatologen ist sich weltweit einig, daß eine Klimaveränderung vor sich geht (Döös 1991). Unsicher ist aber das Ausmaß dieser Änderungen und in welchem Zeitraum diese stattfinden.

Einschränkend vertreten heimische Klimaexperten (Böhm 1991), die über mehr als 200 jährige Meßdaten verfügen, daß um 1880 eine Kälteperiode vorherrschte und die in Fig. 15.1 gezeigte Steigerung auch in einer natürlichen Variation des langfristigen Klimas vorkommen kann.

Fig. 15.1 Der Anstieg der globalen Durchschnittstemperatur seit 1880

*Temperaturdifferenz in °C
zum Durchschnitt 1951-1980*



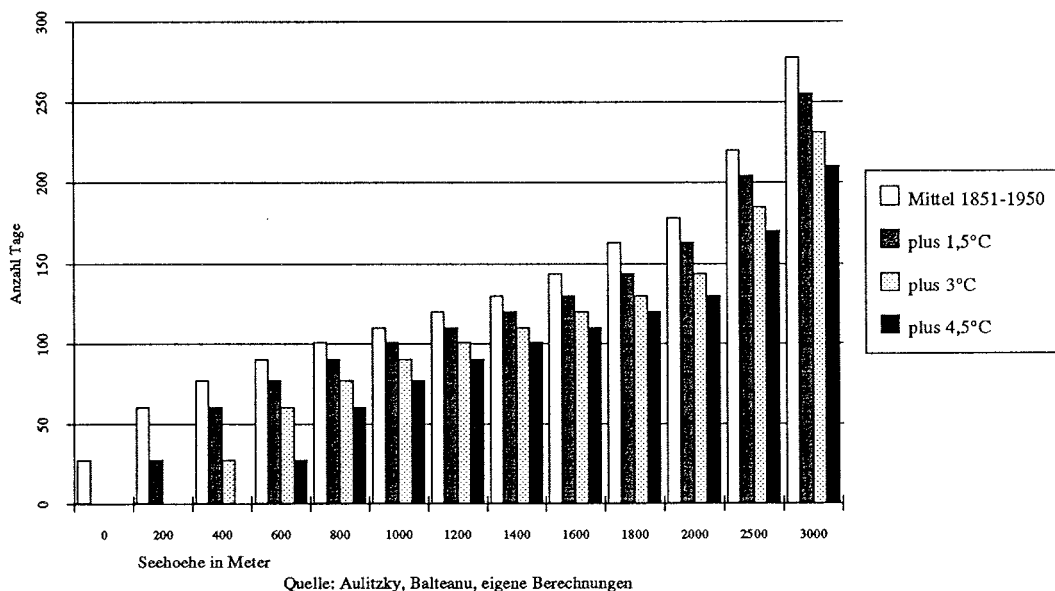
Quelle: Meadows et al. (1992) nach T.A. Boden

Klimaerwärmung in verschiedenen Höhenstufen

Die Temperatur nimmt mit der Höhe ab, wobei pro 1°C Temperaturabnahme 130 bis 170 Meter gerechnet werden (IPCC 1991). In Anlehnung an die Berechnung nach Balteanu von der erwarteten Vegetationsverschiebung durch die Klimaerwärmung und an die von Aulitzky gesammelten Analysen im Ostalpenraum war es möglich das Schaubild Fig. 15.2 zu erstellen.

Vereinfachend wurde für jedes IPCC Szenario eine gleichmäßige Steigerung um 200 Meter für 1,5°C Erwärmung angenommen.

Fig. 15.2 Tage mit Tagesmittel unter 0°C in Ostalpen (1851-1950) und IPCC Szenarien



Die Anzahl der Tage unter 0°C ist nicht gleichbedeutend der Dauer der Schneedecke. Diese ist zeitlich nach hinten verschoben.

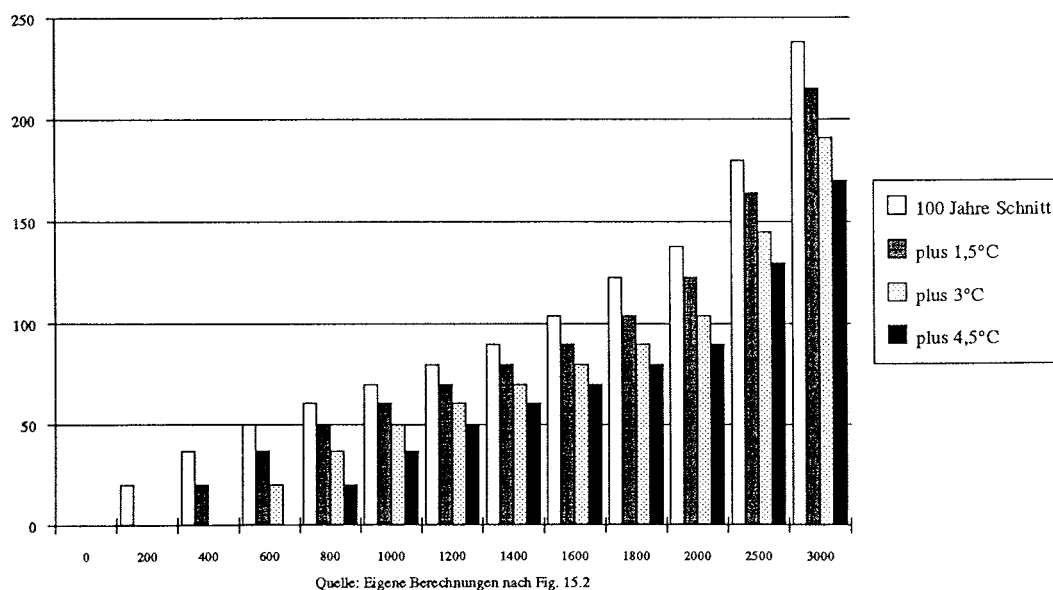
Mögliche Folgen der Klimaveränderung für Hermagor

Die Klimaveränderung wirkt sich in allen drei Teilmodellen des Modells Hermagor aus. Die hier angestellten Überlegungen sind noch keine simulierten Modellresultate, sondern vorläufige Schlüsse die aus den gesammelten Informationen gezogen wurden. Durch die Abnahme der Tage unter 0°C Tagesmittel verkürzt sich die Mächtigkeit und Dauer der Schneedecke. Dies hat unmittelbare Auswirkungen auf die lokale Wirtschaft und die Hydrologie und mit einiger Verzögerung Auswirkungen auf die Landnutzung. Im einzelnen sollen die möglichen Wirkungen auf alle drei Teilbereiche skizziert werden.

Auswirkungen auf die lokale Wirtschaft

Hauptsächlich wird der Wintersport von der Erwärmung betroffen. Die Eignung für den Wintersport ist nicht gleich der Tage mit einem Mittel unter 0°C , sondern liegt unter dieser Anzahl. Es muß eine genügend mächtige Schneedecke vorhanden sein. Speziell die tieferliegenden Wintersportregionen werden hievon betroffen. Die Weihnachtsaison kann hier für viele Gebiete verloren gehen.

Fig. 15.3 Abnahme der Möglichkeiten für den Wintersport



In Fig. 15.3 wurde die Periode für den Aufbau einer wintersporttauglichen Schneedecke und den Verlusten durch vorzeitiges Abschmelzen mit 40 Tagen angenommen. Mindestens 20 cm Schneedecke oder über 100 mm Niederschlag gemessen als Wasser sind erforderlich. Schneekanonen können einige der 40 Verlusttage retten. Ein häufiges Wechseln von kalten und warmen Perioden kann die Reduktion noch weiter vergrößern. Bedenkt man daß ca. 20% des Bruttoregionalproduktes vom Wintersport eingenommen wird und daß die überwiegende Zahl der Beherbergungsbetriebe am Talboden gelegen ist muß man mit gewaltigen Einbußen bezogen auf eine Erwärmung um 3°C rechnen. In 600 m Höhe sinken die Einnahmen um 60%, in 1000 m Höhe um 30% und in 1400 m um 20%. Lediglich die hochgelegenen Orte werden relativ verschont. Insgesamt geht dieses Szenario von 25% Rückgang im Wintertourismus durch die Klimaveränderung aus, ein Verlust der erst andernorts kompensiert werden muß. Besonders bedenklich erscheint auch, daß viele Tourismusbetriebe hohe Investitionen mit Fremdkapital getätigt haben und bereits geringere Einbußen das Out bedeuten können. Der Anreiz zu weiteren Investitionen wird gedrückt und könnte sich zusätzlich negativ auswirken. Andererseits werden wesentlich mehr Investitionen zur Stabilisierung der bis heute gewohnten Umweltverhältnisse notwendig sein. Sofern die Mittel für den zusätzlichen Sicherheitsbedarf aufzutreiben sind, kann eine gute Landschaftspflege eine Option hierfür sein, technische Konstruktionen zur Katastrophenverhinderung und Schadensbegrenzung eine andere. Erstere würde vorallem die Landwirte fördern, letztere die Bauindustrie³. Eine lang andauernde wirtschaftliche Rezession würde Investitionen verhindern und eine beschleunigte Umweltverschlechterung hervorrufen, die in der Folge das Schadausmaß beträchtlich steigern kann.

⁴ Die gewaltigen Investitionen der Niederländer zum Dammbau gegen den Anstieg des Meeresspiegel sind sicher nicht nur eine Maßnahme gegen die Folgen der Klimaerwärmung, sondern haben auch beschäftigungspolitische Aspekte.

Ähnlich gibt die Wildbachverbauung auch wirtschaftliche Impulse in alpinen Gebieten. Dies läßt sich auch an dem Vergleich der Kosten von Katastrophenschaden und Katastrophenverhinderung ablesen.

Auswirkungen auf die Landnutzung

Würde sich die Klimaerwärmung in einem langen Zeitraum von mehreren hundert oder tausend Jahren vollziehen hätte sie nichts Erschreckendes, denn in diesem Zeitraum kann sich die Vegetation anpassen. Schockartig wirkt die Geschwindigkeit der prognostizierten Klimaveränderung. Es wurde nachgewiesen (Körner 1992), daß autochtone alpine Pflanzen den erhöhten CO₂ Gehalt nicht in eine gesteigerte Assimilationsleistung umsetzen können. Sensibler auf Temperatur- und Niederschlagveränderung reagierende Pflanzen, sterben auf traditionellen Standorten aus (Nilsson 1991). Andere leiden unter Umweltstreß. Die Vitalität sinkt und die Ausübung von bisher gewohnten Funktionen wird eingeschränkt.

Die verschiedenen biologisch aktiven Landnutzungsarten reagieren unterschiedlich stark auf die Veränderung. Zusätzliche Faktoren die das Abflußverhalten beeinflussen sind Hangneigung und Ausgangsgestein. Während landwirtschaftlich genutzte ein- und zweijährige Pflanzen relativ einfach den neuen Bedingungen angepaßt werden könnten, ist die überwiegende Fläche des Bezirkes Hermagor mit mehrjährigen Pflanzen bestockt, die durch die Klimaveränderung in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Gruppe Wald gehört zu den am sensibelsten reagierenden Landnutzungsarten und macht fast die Hälfte der Fläche des Bezirkes Hermagor aus. Wald speichert mehr Wasser als die übrigen Landnutzungsarten. Alpinland, welches knapp ein Viertel der Fläche von Hermagor bedeckt, reagiert ähnlich dem Wald, nur ist seine Vegetation und sein Speichervermögen weniger mächtig.

Die Funktionseinschränkung ist nicht unmittelbar sichtbar. Erst ein extremes Ereignis zeigt Wirkung. Niederschlag, der ansonsten im Boden gespeichert wird, tritt vorzeitig als Abfluß aus und verstärkt Niederschläge, die zu katastrophalen Folgen führen können. Bei trockenem Wetter wird der Boden schneller ausgetrocknet. Erosion wird hierdurch begünstigt.

Auswirkungen auf die Hydrologie

Mehrere zum größeren Teil ungünstige Faktoren wirken in Kombination. Die Anzahl der Tage mit sowohl Starkregen als auch Trockenheit steigt. Dies geschieht unabhängig vom Jahresniederschlag, der sich je nach Region um bis zu 20% nach oben und nach unten verändern kann. Gleichzeitig nimmt das natürliche Speichervermögen des Boden-Vegetationssystems ab. Der Abfluß von gleichem Niederschlag steigt, sofern das Verhältnis der Landnutzungsarten zueinander konstant bleibt. Es kommt früher zur Schneeschmelze, die Sommer werden trockener. Dies hat auch Einfluß auf die Wasserwirtschaft.

Kombinierte Katastrophenwirkung in den drei Teilbereichen

Die unter 5.4 gezeigte Figur der Resultate des australischen CSIRO Modells sagen eine Verdreifachung der Extremniederschläge für Hermagor voraus. Nimmt man eine relativ geringe Abflußerhöhung durch eine verminderte Vitalität der Vegetation von 20% an⁵, so verdreifacht sich die Annualität eines extremen Abflußereignisses. In Kombination ergibt dies eine Verzehnfachung der heute üblichen Katastrophenschäden. Unter der gegenwärtigen Erwerbsstruktur würden die Gesamteinnahmen des Bruttolokalproduktes um 5% sinken und es würde real weniger Geld zur Katastrophenbekämpfung zur Verfügung stehen als dies heute der Fall ist.

⁵ Genauere Berechnungen aufgrund des Landnutzungsmodell sollen präzisere Szenarienvorgaben ergeben.

Mögliche lokale Reaktionen auf die globale Klimaveränderung

Es stellt sich abschließend die Frage, ob und wie man angemessen reagieren soll. Die Klimaveränderung ist ein langfristiges Problem, welches erst in vier bis fünf Jahrzehnten voll wirksam wird. Viele kurzfristigere Probleme stellen vielleicht eine größere Gefahr dar und finden weit weniger Beachtung. Etwa die vorhandene oder drohende Marginalisierung und Verwahrlosung von Kulturland, welche zu großflächigen Erosionen führen kann, aber weit weniger spektakulär empfunden wird. Die oben geschilderten Konsequenzen mit erhöhtem Schad- und Katastrophenausmaß könnten auch ohne Klimaveränderung eintreten. Die Klimaveränderung kann aber alle Umweltprobleme noch wesentlich schneller eintreten lassen. Nur wie schnell dies tatsächlich geschieht, und ob die Klimaveränderung das Problem ersten Ranges sein soll, bleibt offen.

Eine großräumige Wirtschaftskrise, während mehrerer Jahre in Folge, kann mehr Instabilität in einem Zeitraum von 40 bis 50 Jahren bringen und die Umweltfolgen der Klimaveränderung übertreffen.

Schutzbauten gegen die Folgen der Klimaveränderung wirken nicht gegen diese selbst, sondern nur an deren Symptomen. Die Anpassungen an den raschen Klimawechsel geben nur eine Verschnaufpause, aber beinhalten keine Lösung. Österreich hat mit ca. 0,2% Anteil an der Produktion von Treibhausgasen und Hermagor mit weniger als 0,002% quantitativ auch wenig zur Lösung des globalen Problems beizutragen. Nur bedenkt man allein die jährlichen Einnahmeverluste von 3,5% des lokalen Bezirkproduktes oder rund 100 Millionen ÖS für Hermagor und die Tatsache, daß die Reduktion von 20% der Treibhausgase nichts kosten muß⁶ (Meadows 1992), und daß Einsparungen außerhalb Österreichs wesentlich günstiger kommen⁷ (IIASA, 1991), erkennt man, daß selbst ein (entwicklungsschwacher) Bezirk von Österreich in der Lage wäre, einen substantiellen Beitrag zur Lösung des Treibhauseffekts zu leisten, wenn zielführende Initiativen zur Einsparung auserhalb Österreichs gefördert würden.

⁶ 20% der Treibhausgase können ohne Kosten eingespart werden. Ein Beispiel ist die Sparglühbirne, die zwar in der Anschaffung teuer ist, aber bedeutend länger hält

⁷ In ineffizienten Systemen, etwa dem russischen Transportsektor, kann um einen Bruchteil der Kosten der selbe Einsparungseffekt wie in Österreich erzielt werden.

16. Schlußfolgerungen zur aufrechterhaltbaren Entwicklung

In diesem Kapitel werden die bisher erhaltenen Ergebnisse in Hinsicht auf eine aufrechterhaltbare Entwicklung (sustainable development) evaluiert. Die Schlüsse sind vorläufig und geben ein erstes, aber kein endgültiges Bild der Studie. Verschiedene, im Kapitel 8 beschriebene Teilvorhaben sollen in einem Folgeprojekt bearbeitet werden und die derzeitige Vorstellung einer aufrechterhaltbaren Entwicklung komplettieren. Die Möglichkeiten einer aufrechterhaltbaren Entwicklung werden nach thematischen Teilbereichen und in Bezug auf ihre zeitliche Wirkung getrennt betrachtet.

Folgerungen zur aufrechterhaltbaren Entwicklung nach thematischen Bereichen

Modell Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren

Betrachtet man die Prognosen der Bevölkerungsentwicklung nach Wirtschaftssektoren, so wachsen die Gruppen des tertiären Sektors (Service, Handel, Andere) während der Primär- (Land- und Forstwirtschaft) und Sekundärsektor stark rückläufig sind.

Sollte die Bevölkerung gleich groß wie bisher bleiben, muß in Zukunft mehr Einkommen erwirtschaftet werden um neue Service- und Handelsarbeitsplätze finanzieren zu können.

Die auf Tourismus angewiesene Wirtschaft muß weiter wachsen. Dies kann durch Erhöhung der Übernachtungszahl oder durch eine Erhöhung des Preises geschehen. Beide Optionen sind im Bezirk Hermagor denkbar, da die Tourismuskapazität nur zu Spitzenzeiten ausgelastet ist und die Ausgaben der Touristen unter dem österreichischen Durchschnitt sind. Die Bedingung hierfür ist aber, daß das Wirtschaftswachstum gleichmäßig auf die Bevölkerung verteilt ist.

Realistischer Weise kann man eine Wirtschaftskrise nicht ausschließen. Eine lokale Krise im Arbeitsangebot zu ansonsten guter Konjunktur würde Abwanderung bedeuten. Eine großräumige Wirtschaftskrise würde aber Abwanderung verhindern, da es andernorts keine echten Alternativen gibt. Der Rückgang der Land- und Forstwirtschaft würde gebremst werden. Wenngleich dann der Anteil der in der Land- und Forstwirtschaft beschäftigten Bevölkerung wieder steigt, so sinkt die Intensität der Bewirtschaftung, sofern keine Investitionen in den Maschinenpark mehr getätigt werden können. Probleme durch Kulturlandschäden, Verödung und Erosion steigen. Eine Wirtschaftskrise induziert so eine Umweltkrise.

Folgende einschränkende Punkte sind zu beachten:

- Die Prognose berücksichtigt keine mögliche äußere Veränderung.
- Der Prognosehorizont liegt bei 20 Jahren.
- Es waren relativ wenig Ausgangsdaten vorhanden; dies läßt Unsicherheiten zu.
- Negativwerte kommen bei den Prognoseergebnissen vor; hiedurch sind die restlichen Prognosewerte zu hoch.
- Gruppen sind aggregiert zusammengefaßt. Interpretationen wird relativ viel Spielraum gelassen.
- Aufgrund der relativen Stabilität während der letzten 120 Jahre in der Bevölkerungsentwicklung wurde eine gleichbleibende Bevölkerungszahl angenommen.

Analyse der Landnutzung

Neben dem Zuwachs an Siedlungs- und Verkehrsflächen fällt der großflächige Zuwachs an Waldfläche auf. Am turbulentesten waren die Veränderungen in der Fläche der Gewässer, verursacht durch die Trockenlegung von Sumpf- und Auland der Gail und deren Begradigung. Die Tendenzen in der Landnutzung deuten auf eine Verarmung der Landschaft und der biologischen Vielfalt hin, nicht jedoch auf ein erhöhtes Katastrophenrisiko.

Bedenklich erscheint vorallem, daß die Tendenzen gegen die langfristigen wirtschaftlichen Interessen des Tourismus laufen. Das "Produkt Kulturlandschaft" verliert an Wert. Touristen könnten sich zunehmend zurückziehen. Der vorallem durch die Klimaveränderung notwendig erscheinende Bedarf an technischen Schutzkonstruktionen wirkt sich - in der heute üblichen Form - unvorteilhaft auf das Landschaftsbild aus. Ingenieurbiologischen Maßnahmen sollte daher der Vorrang gegeben werden. Die Pflege der Kulturlandschaft muß gewährleistet sein, da sich ansonsten binnen kurzer Zeit instabile Zonen entwickeln, die Kosten durch Schäden verursachen.

Folgende Einschränkungen müssen gemacht werden:

- Das entsprechende im Methodikteil vorgestellte Prognosemodell muß erst fertiggestellt werden.
- Die gewonnenen Anhaltspunkte müssen durch Prognoseresultate bestätigt werden.

Schlußfolgerungen zur Analyse der Hydrologie

Anhand der bisherigen Untersuchungen über Niederschlags- und Abflußverhalten sind keine Veränderungen im 40zig jährigem Zeitraum nachweisbar. Man könnte daher schließen, daß im Bereich der Hydrologie keine Änderungen vor sich gehen. Es können sich aber mehrere Phänomene aufheben oder verstärken. Die Aufforstung kann bewirken, daß die Katastrophenhäufigkeit sinkt, während die Zunahme von Siedlungsbauten, Straßen und Tourismusinfrastruktur ungünstig auf die Katastrophenhäufigkeit einwirken. Die möglichen Szenarien einer raschen Veränderung der hydrographischen Situation sind allerdings durch zahlreiche Faktoren, vorallem im Zuge der globalen Klimaveränderung, vorstellbar.

Folgende Einschränkungen sind hierbei zu nennen:

- Die exakte Auswertung erstreckt sich nur über 14 Jahre.
- Das Modell deckt die komplexen Zusammenhänge noch nicht zufriedenstellend.
- Das Modell deckt sich räumlich nicht mit den Gemeindegrenzen.

Schlußfolgerungen zu den möglichen Folgen der Klimaerwärmung

Nicht alle Wirtschaftssektoren oder Gebiete werden in wirtschaftlicher oder ökologischer Hinsicht von der Klimaveränderung gleich betroffen. Die Klimaveränderung bedroht Arbeitsplätze im Wintertourismus (Service), könnte andererseits die Bauwirtschaft durch Großaufträge in der Wildbach- und Lawinverbauung fördern. Überschuldete Betriebe könnten rasch in Konkurs gehen, da Einkünfte geringer werden. Oder höhergelegene Orte hätten weniger Konkurrenz, mehr Zulauf von Touristen, höhere Gewinne und erneut einen Erschließungsdruck zum Ausbau höherer Regionen, wodurch ein Teil der Verluste egalisiert werden könnte.

Das Boden/Vegetationssystem muß sich einer raschen Veränderung anpassen. Dies bedeutet Streß, mit dem die Arten unterschiedlich fertig werden. Die Artenvielfalt geht zurück. Funktionen der Landschafts- und Umweltsicherung können von der Vegetation nicht mehr ausreichend erfüllt werden. Häufigkeit und Ausmaß von Naturkatastrophen steigt. In ohnehin durch andere Eingriffe belasteten Gebieten kommt es zu einem überproportionalen weiteren Anwachsen der Bedrohung (vgl. Schaubild Fig. 5.1).

Die Häufigkeit von Starkregen nimmt zu. Der Schaden steigt überproportional zur Frequenz von Starkregen. Die Kosten werden immer höher um das gleiche Maß an Sicherheit zu gewährleisten. Es muß mehr Einkommen erwirtschaftet werden um der Bedrohung begegnen zu können.

Einschränkende Punkte sind:

- Die Prognosen der Klimamodelle haben keine zeitlich exakten Vorgaben.
- Bei einer Rasterauflösung von Klimamodellen von bestenfalls 50x50 km² kann auf lokale Gegebenheiten keine Rücksicht genommen werden.

Folgerungen zur aufrechterhaltbaren Entwicklung nach der zeitlichen Wirkung

Zunehmend werden Umwelt- und Wirtschaftsprobleme überregional, da die räumliche Ausdehnung einzelner Umweltprobleme voranschreiten wird. Punktuelle Eingriffe verbinden sich zu größeren Flächen. Lokale und regionale Umweltbeeinträchtigungen werden zu internationalen Umweltproblemen, die eine wesentlich stärkere Gegensteuerung als dies heute noch üblich ist, verlangen.

Die zukünftige Umwelt- und Wirtschaftssituation des Bezirk Hermagor muß nach Wahl des zeitlichen Horizonts differenziert betrachtet werden. Man kann zu unterschiedlichen Perspektiven des zeitlichen Problembewußtseins gelangen. Eine kurzfristig aufrechterhaltbare Entwicklung kann unter Umständen langfristig nicht aufrechterhaltbar sein. Während dieses Faktum weitgehend bekannt ist, kann aber auch eine zu starke Ausrichtung auf eine langfristige Entwicklung ein teurer Luxus sein, wenn Ursachen und Wirkung falsch gewichtet werden. Maßnahmen müssen daher in Anbetracht ihrer räumlichen und zeitlichen Wirkung sehr genau geprüft und aufeinander abgestimmt werden. Entscheidend ist die Identifizierung von Schlüsselproblemen, die dann mit oberster Priorität behandelt werden um die Gesamtheit der möglichen Risiken zu reduzieren.

Derzeit verbleibt den lokalen Verantwortlichen des Bezirk Hermagors noch genug Spielraum eine aktive Rolle in der Begegnung mit zukünftigen Risiken einzunehmen. Dies verlangt aber das Verständnis und die Informiertheit aller Bewohner des Bezirks, die die notwendigen Maßnahmen mitzutragen haben.

Kurzfristige Perspektiven einer aufrechterhaltbaren Entwicklung

- Kurzfristig, innerhalb der nächsten 20 Jahre, werden, selbst bei einer weniger günstigen Planung, keine schwerwiegenden Umweltkatastrophen erwartet. Bedrohlicher sind Wirtschaftskrisen, die ihrerseits eine Umweltkrise auslösen können. Ein Einbruch im Tourismus etwa kann das Bauernsterben beschleunigen. Hierdurch entsteht die Gefahr, daß Landschaftspflege und Landschaftssicherung vernachlässigt wird. Erosionsflächen können sprunghaft ansteigen und Gebiete großflächig destabilisieren. Hangrutschungen und Vermurungen stören den erneuten Anstieg des Tourismus. Das Weiterbestehen einer relativ gesunden Wirtschaftslage erscheint daher auch als eine Grundvoraussetzung für eine "aufrechterhaltbare Entwicklung".

Mittelfristige Perspektiven einer aufrechterhaltbaren Entwicklung

Mittelfristig, innerhalb der nächsten 20 bis 50 Jahre, können durch eine entsprechend vorausschauende Planung, schlimme Umweltkatastrophen lokal verhindert werden. Voraussetzung hierfür ist aber eine entsprechende Wirtschaftskraft, die Schutz- und Sicherungsmaßnahmen finanzieren kann. Je schlechter der Umweltzustand in anderen Teilen Europas und der Welt ist, desto mehr Anstrengungen müssen lokal unternommen werden um die ungünstigen Wirkungen auf den Bezirk Hermagor aktiv zu kompensieren. Man muß vom derzeit passiven Umweltschutz z.B. die Unterschützstellung einzelner Gebiete oder Verbote umweltschädigender Aktivitäten abweichen, da diese Maßnahmen die Umweltverschlechterung nicht aufhalten, sondern nur verzögern.

Die Folgen der globalen Klimaveränderung werden vor allem im wirtschaftlichen Bereich durch einen Rückgang der Wintertouristen spürbar. Reduktionen im Bezirkseinkommen von einigen % Punkten sind bereits nach zwei bis drei Jahrzehnten möglich. Dies würde vor allem wirtschaftsschwache, tieferliegende Fremdenverkehrsbetriebe in den Ruin bringen.

Langfristige Perspektiven einer aufrechterhaltbaren Entwicklung

Langfristig, innerhalb der nächsten 50 bis 80 Jahre, werden die Folgen der globalen Klimaveränderung wirksam. Unsere Studie nimmt eine Verzehnfachung der möglichen Katastrophenschäden in Bezug auf 1991 an. Dies bedeutet, daß ein immer höherer Betrag in die Umweltsicherung investiert werden muß um katastrophale Folgen von Wildbächen und Überflutungen in einer zunehmend beeinträchtigten Umwelt zu vermeiden. Gleichzeitig schrumpft die heutige Haupteinnahmequelle des Wintertourismus. Langfristig müssen daher andere Wirtschaftszweige aufgebaut werden.

Weise erscheint eine ehestmögliche Partizipation der Verantwortlichen des Bezirk Hermagors an zielführenden Maßnahmen zur Reduktion internationaler Umweltrisiken, die zwar aus heutiger Sicht kostspielig erscheinen, jedoch durch das Ausmaß künftiger Ausgaben leicht gerechtfertigt werden können.

Informationsquellen und Literatur

- Abegg, B., H. Elsasser, R. Frösch** (1992). Climate change and tourism: impact on transport companies. Konferenz ProClim: Mountain environments in changing climates, Davos,
- Aulitzky, H. e. a.** (1985). Grundlagen der Wildbach und Lawinenverbauung. Wien,
- Aulitzky, H.** (1987). Bioklimatologie II. Universität für Bodenkultur, Wien.
- Aushubel J.** (1991). Does climate really matter? In "Nature", Vol. 350
- Bailly, A. S.** (1992). Environment perception, climate change and tourism. Conference ProClim Mountain Environments in Changing Climates, Davos, Switzerland.
- Bak, P. and K. Chen** (1991). "Self-organized criticality." Scientific American : 46-53.
- Becker, A.** (1992). Übersicht zur Datenerhebung zum Bezirk Hermagor (Handschrift). Institut für Landschaftsplanung, Univ. f. Bodenkultur, Wien
- Beer, O.** (1992). Ergänzende Resultate und Kommentare zu den hydrologischen Daten des Bezirk Hermagors vom hydrographischen Dienst. Computerausdruck, Mitschrift von Interview.
- Beniston, M.** (1992). Climate scenarios for mountain regions: problems related to scaling and interdisciplinarity. Conference ProClim: Mountain Environments in Changing Climates, Davos, Switzerland,
- Berz, G. A.** (1992). Global warming and the insurance industry. Conference: The world at risk: natural hazards and climate change, Cambridge Massachusetts,
- BMFLF**, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. (1986). Wildbäche in Österreich.
- BMFLF**, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. (1987). Gefährdung und Schutz des Waldes.
- BMFLF**, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. (1991). Bericht über die Lage der österreichischen Landwirtschaft 1990. BMFLF,
- BMFLF**, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft. (1991). Agrarpolitik in Zahlen. Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft.
- Bossel, H.** (1985). Umweltdynamik. 30 Programme für kybernetische Umwelterfahrung. München,
- Böhm, R.** (1992). Lufttemperaturschwankungen in Österreich seit 1992. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- Breiling, M., I. Hetzendorf, E. Mattanovich, H. Schaffer, H. Strasser** (1985). Landschaftspflegeplan Naßfeld. Institut für Landschaftsgestaltung, Universität für Bodenkultur.
- Breiling, M.** (1987). Die Fremdenverkehrsplanung in der norwegischen Berglandschaft, Diplomarbeit, Institut für Landschaftsgestaltung, Universität für Bodenkultur.

- Breiling, M.** (1990). The impact of mass tourism and the change of landscape in the Carnian Alps region. Conference: Tourism and the landscape management, Porto.
- Breiling, M.** (1991). Some remarks concerning sustainable development and landscape change in Alpine regions. Proceedings in landscape synthesis research, Bratislava
- Breiling, M.** (1991). Options of sustainable development in Alpine regions - status report; non published document.
- Breiling, M.** (1992). Climate change and increased risk to the Austrian Alpine landscape. Conference: The world at risk: natural hazards and climate change, Cambridge Massachusetts.
- Breiling, M. and P. Charamza** (1992). Localizing the threats due to changing climates - an interdisciplinary approach based on a local model of Hermagor district in the Eastern Alps. Conference: Mountain Environments in Changing Climates, Davos,
- Breiling, M.** (1992). Österreichs Tourismus der Zukunft - absehbare Umweltprobleme und deren mögliche Kosten. Umwelt-Tourismus-Verkehr, Velden.
- Breiling, M.** (1992). Climate change and increased risk to the Austrian Alpine landscape. Conference: The world at risk: natural hazards and climate change, Cambridge Massachusetts,
- Bruckmüller, P.** (1987). Agrargeschichte - Lehrbehelf, Univ. für Bodenkultur, Wien
- Brunner, Lexer, et al.** (1989). Informationen über die Gemeinde Lesachtal.
- Burgstaller** , Forstabteilung des Landes Kärnten (1989). Umweltbelastung und Waldzustand im Bezirk Hermagor. Mitschrift Interview.
- Burton, I.** (1992). Why climate matters. Conference: The world at risk - natural hazards and climatic change, Cambridge Massachusetts,
- Cernusca, A.** (1989). Ökologische Forschung im Nationalpark "Hohe Tauern". Albert Wirth Symposium Gamsgrube. Heiligenblut, Österreichischer Alpenverein.
- Charamza, P.** (1992). The model Hermagor - preliminary report on data.
- CIPRA, Internationale Alpenschutzkommission** (1987). Grenzen der touristischen Entwicklung im Alpenraum - drei Diskussionsbeiträge.
- CIPRA, Internationale Alpenschutzkommission** (1990). Der Treibhauseffekt und seine möglichen Auswirkungen auf die Alpen. CIPRA-Info. 2.
- CIPRA, Internationale Alpenschutzkommission** (1992). Erhaltung und Wert der traditionellen bäuerlichen Kulturlandschaft. CIPRA Info. 4.
- Clark, W. C. and R. E. Munn** (1986). Sustainable development of biosphere. Cambridge, Massachusetts.
- Dayer, R., H. Honsowitz, H. Kaupa, L. Maurer, E. Vitek** (1990). Alpenschutz-Konzept. Naturfreunde Österreich.
- Döös, B.** (1991). Environmental issues requiring international action. International Institute of Applied Systems Analysis.

- Embacher, H.** (1992). Urlaub am Bauernhof - das natürliche Angebot des österreichischen Tourismus. Bundesverband Urlaub am Bauernhof in Österreich.
- Escanade, J. P.** (1988). "Der Geist des Rene Dubos oder die Gefahr eines fragmentarischen Ansatzes in der Ökologie." EurUm 4: 36/40.
- Föhn, P. M. B.** (1989). Climatic change, snowcover and avalanches. Alpine Area Workshop, Lunteren, The Netherlands,
- Franz, H. and C. S. Holling** (1974). The Obergurgl Model. A microcosm of economic growth in relation to limited ecological resources. Alpine Areas Workshop, Laxenburg, Austria, IIASA, International Institute of Applied System Analysis.
- Galloway R.W.** (1987) "The potential impact of climatic changes on Australien skifields". Natural Environment p.428-437.
- Genser, G.** (1984). Tourismus und Landwirtschaft-Auswirkungen auf die Entwicklung des ländlichen Raumes. Bodenkultur Wien.
- Genser x.** (1989). Der Fremdenverkehr in der Karnischen Region. Mitschrift.
- Glatz, H. and G. Scheer** (1981). Eigenständige Regionalentwicklung. Ein Weg für strukturell benachteiligte Gebiete in Österreich. Bundeskanzleramt, Sektion IV/Abt.6, Raumplanung.
- Gordon, H. B., P. H. Whetton ,A.B. Pittock , A.M. Fowler, M.R. Hazlock CSIRO** (1992). "Simulated changes in rainfall intensity due to the enhanced greenhouse effect: implications for extreme rainfall events." Climate Dynamics 7(133): 1-20.
- Goritschnigg,** Straßenverwaltung, Amt der Kärntner Landesregierung (1989). Informationen und Bildmaterial zum Landes- und Bundesstraßenbau im Bezirk Hermagor. Mitschrift Interview.
- Grassl, H.** (1992). The Alps under pressure by local, regional and global changes. Conference: Mountain Environments in Changing Climates, Davos, Switzerland
- Greif, F.** (1980). Raumstruktur-Inventar für das österreichische Bundesgebiet. Agrarwissenschaftliches Institut des Bundesministeriums für Land- und Forstwirtschaft
- Greif, F.** (1987). Wintersporteinrichtungen und ihre Auswirkungen auf die Land- und Forstwirtschaft. Bundesanstalt für agrarwissenschaftliche Forschung, Wien.
- Greif, F. and E. Kasparovski** (1987). Bodenschutz und Berglandwirtschaft in Österreich. Österreichische Bundesanstalt für Agrarwirtschaft, Österreichisches Umweltbundesamt.
- Herbst, C.** (1989). Schutzwasserbauten, Meliorationen und Siedlungswasserbau im Bezirk Hermagor. Mitschrift.
- Hanousek J., P. Charamza** (1992) "Modern Statistical Methods"
- Hanousek J., P. Charamza, M. Mal, K. Zvra** (1993) "FamStat - Integreted Statistical Programming System"
- Hinterstoisser** (1981). Waldbauliche Auswirkungen der Standard und Trasskiabfahrt auf der Schmittenhöhe (Zell am See). Diplomarbeit, Universität für Bodenkultur, Wien.

- Holawe, F. and G. Skoda** (1991). "Richtlinien zur Niederschlagsauswertung in Österreich." *Mitteilungsblatt des Hydrographischen Dienstes in Österreich* 64: 84-103.
- Holling, C. S.** (1990). *Integrating science for sustainable development. Sustainable development, science and policy.* Oslo,
- Holtmeier, F. K.** (1992). *How does the timberline respond to changing climates. Conference: Mountain Environments in Changing Climates, Davos, Switzerland.*
- Hübl, H.** (1992). *Kommentar zum hydrographischen Modell von Hermagor. Gesprächsnotizen.*
- Jäger, J. and R. G. Barry** (1990). *Climate. The earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere.* Cambridge, Massachusetts.
- Kareem, A.** (1992). *Adaptability of the construction industry to predicted stresses of climatic change. Conference: The world at risk: natural hazards and climate change, Cambridge Massachusetts,*
- Kerschbaumer, N.** (1992). *Übersicht zur Datenerhebung zum Bezirk Hermagor (Handschrift). Institut für Landschaftsplanung, Univ. f. Bodenkultur, Wien*
- Kemmerling W., et al.** (1982), *Praxis der Landschaftsbildbewertung, TU Wien*
- Körner, C., G. Wieser, et al.** (1989). *Der Wasserhaushalt waldfreier Gebiete in den österreichischen Alpen zwischen 600 und 2.600m Höhe. Struktur und Funktion der Graslandökosysteme im Nationalpark Hohe Tauern. Innsbruck.*
- Körner, C.** (1992). *Impact of atmospheric changes on high altitude vegetation. Conference ProClim: Mountain environments in changing climates, Davos, Switzerland.*
- Kuhn, M., F. Obleitner, H.P. Nachtnebel, G. Reichl** (1992). *Hydrologie. Anthropogene Klimaänderungen. Wien,*
- Lang, W.** (1988). *"Ökologisches Krisenmanagement. Die internationale Dimension." Umweltynamik*
- Lesiak,** Landwirtschaftsabteilung Amt d. L. Kärnten (1989). *Abwanderung und Landschaftsvielfalt. Mitschrift Interview.*
- Lichtenegger,** Landwirtschaftsabteilung Amt d. L. Kärnten (1989). *Der Zustand der Almen im Bezirk Hermagor. Mitschrift Interview.*
- Meadows, D. H., D. L. Meadows, Randers J., Behrens,** (1973). *The limits to growth. MIT, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge.*
- Meadows, D. H., D.L. Meadows, et al.** (1992). *Die neuen Grenzen des Wachstums. Stuttgart,*
- MECCA, Morogoro Environmental Charter Consulting Agency** (1991). *Global environmental problems: possible impacts for the Austrian environment and economy. Environment and Development. Wien,*
- Meeus, J. H. A., M. P. Wijermans, et al.** (1990). *"Agricultural landscapes in Europe and their transformation." Landscape- and Urban Planning 18: 289-352.*

- Miller, B.** (1992). Potential impacts of stratospheric ozone depletion on tropical tourism. Conference: The world at risk: natural hazards and climate change, Cambridge Massachusetts,
- Munn, R. E.** (1987). Environmental prospects for the next century. International Institute of Applied Systems Analysis.
- Müller, H.** (1987). "Tourismus in Berggemeinden - ein vernetztes System." Dokumente und Informationen zur Schweizer Orts-, Regional- und Landesplanung Jan.87: 44-51.
- Neter, J., W. Wassereman, et al.** (1985). Applied linear statistical models.
- Neumann, D.** (1987). Das Kärntner Lesachtal: Werden und Wandlungen einer bergbäuerlichen Kultur- und Wirtschaftslandschaft. Klagenfurt,
- Neuwirth, Amt der Kärntner Landesregierung, Gemeinderevision** (1989). Funktionen der Gemeinderevision im Bezirk Hermagor. Mitschrift Interview.
- Nijkamp, P. and F. Soeteman** (1988). Dynamics in land use patterns: socio-economic and environmental aspects of the second agricultural land use revolution. IIASA, International Institute of Applied Systems Analysis.
- Nilsson, S. and D. Pitt** (1991). "Mountain world in danger: climate change in the forests and mountains of Europe." London
- O'Conner, J. E. and Costa J.E.** (1992). Geological hazards in glacial basins accompanying 19th and 20th century global warming. Conference: The world at risk - natural hazards and climatic change, Cambridge Massachusetts.
- ÖAV, Österreichischer Alpenverein** (1990). Symposium "Alpen in Not". Zusammenfassung der Ergebnisse. Alpenverein Mitteilungen.
- Ofner G.,** (1981). Veränderungen der Abflußverhältnisse durch den Pistenbau. Grundlagen der Wildbach und Lawinenverbauung. Universität für Bodenkultur Wien,
- Ofner G.,** (1987). Praxisorientierte Erstellung von Ganglinien als Grundlage für Retentionsmaßnahmen. In Wildbach und Lawinenverbau, Heft 106, Wien 1987.
- are
- ÖKL, Österreichisches Kuratorium für Landtechnik** (1985). Grenzen der Bodennutzung.
- ÖROK, Österreichische Raumordnungskonferenz** (1985). "Internationale und nationale Trends im Tourismus - Rahmenbedingungen für die Fremdenverkehrsentwicklung."
- ÖROK, Österreichische Raumordnungskonferenz.** (1987). Entwicklungsmöglichkeiten des Fremdenverkehrs in Problemgebieten.
- ÖROK, Österreichische Raumordnungskonferenz.** (1988). Raumordnung und umfassender Bodenschutz.
- Österreichische Akademie der Wissenschaften** (1992). Anthropogene Klimaänderungen. Österreichische Akademie der Wissenschaften, Kommission für die Reinhaltung der Luft.

- Österreich-Werbung** (1990). Tourismus als Wirtschaftsfaktor im Jahr 1989. Österreich Werbung Marktforschung.
- Parsons, P. A.** (1989). "Conservation and global warming: a problem in adaptation to biological stress." *Ambio* 18(6): 322-325.
- Pearce, D.W., K.Turner** (1990). *Economics of natural resources and the environment*. "Sustainable economic growth and development, p. 23-25.
- Pfister, C. and P. Messerli** (1990). *Switzerland. The earth as transformed by human action: global and regional changes in the biosphere*. Cambridge, Massachusetts,
- Pflügl und Stangl** (1989). Informationen über die Gemeinde Kötschach-Mauthen. Mitschrift Interview.
- Pielke, R. A.** (1992). Landuse changes and regional climate effects in mountain regions. *Mountain Environments in Changing Climates*, Davos, Switzerland,
- Pramberger, F. and G. Fuchs** (1989). "Digitaler Datenbestand des hydrographischen Dienstes in Österreich." *Geowissenschaftliche Mitteilungen* 33: 121-127.
- Price, C.** (1992). *Lightning of forest fires in changing climates. The world at risk: natural hazards and climate change*, Cambridge Massachusetts,
- Raffer, K.** (1978). Entwicklungsmöglichkeiten von Berggebieten an Staatsgrenzen dargestellt am Kärntner Gail- und Lesachtal. Klagenfurt
- Rauscher and Koller** (1989). Informationen über die Gemeinde Hermagor. Mitschrift Interview.
- Regittnig G. H.,** (1989). Situation eines Landwirtes aus dem Bezirk Hermagor. Mitschrift Interview.
- Reynolds, R. C. and Thompson F.B.** (1988). *Forests, climate and hydrology: regional impacts*. Tokyo,
- Rind, D., R. Goldberg, Ruedy R.** (1989). "Change in climate variability in the 21st century." *Climatic Change* 14: 5-37.
- RIVM, National Dutch Institute for Public Health** (1989). *Concern for tomorrow*. Bilthoven, The Netherlands,
- Sandgruber, R.** (1982). Produktions- und Produktionsfortschritte der niederösterreichischen Landwirtschaft im 18. und frühem 19. Jahrhundert. Die Auswirkungen der thesesianisch-josephinischen Reformen auf die Landwirtschaft. Wien
- Seidel, K., R. Baumann, et al.** (1992). Evaluation of the effect of a changed climate on snow cover and run off. *Mountain Environments in Changing Climates*, Davos, Switzerland,
- Smith, K. R.** (1990). "Risk transition and global warming." *Journal of energy engineering* 116(3): 178-188.
- Stauder, S.** (1974) "Der Einfluß der bodennahen und hochstämmigen Vegetation auf den Wasserabfluß, dargestellt an Versuchen in der subalpinen Stufe Tirols" in 100 Jahre Studienrichtung Forstwirtschaft, Univ. f. Bodenkultur, Wien

- Stigliani W.M.**(1988). Changes in valued "capacities" of soils and sediments as indicators of nonlinear and time delayed environmental effects. IIASA, International Institute of Applied Systems Analysis.
- Stigliani, W. M., F. M. Brouwer, R.E.Munn, R.W.Shaw, M.Antonovsky** (1989). "Future environments for Europe: some implications of alternative development paths."
- Szamosvari** Österreichische Arbeitsgemeinschaft für Regionalentwicklung (1989). Entwicklungsinitiative Lesachtal. Mitschrift Interview.
- Theys, J.** (1988). "Umwelt und Ressourcen im 21. Jahrhundert." EurUm 1(8): 2-10.
- Thompson, M. and M. Warburton** (1984). Knowing where to hit it: a conceptual framework for the sustainable development of the Hymalayas. IIASA, International Institute of Applied Systems Analysis.
- Tukey, W.** (1977). Exploratory data analysis.
- Verderber, Binter, Bachmann, Gaughhofer, Miessl, Grader, Rauter, Kometter, Schabus, Brugger, Reiter;** (1989). Informationen der Bezirkshauptmannschaft Hermagor über den Bezirk Hermagor durch die verantwortlichen Beamten (Recht, Bau, Gewerbe, Forst, Landwirtschaft, Fremdenpolizei, Soziales, Kraftfahrzeugabteilung). Mitschrift von Interviews.
- Verderber, et al.** (1992). "Recherchen nach Bezirksdaten von A.Becker und N. Kerschbaumer (Feb.1992-Nov.1992)."
- Waggoner, P. E.** (1992). Adapting to agricultural hazards created by climatic change. The world at risk: natural hazards and climate change, Cambridge Massachusetts,
- Wall, G.** (1988). Implications for climatic change for tourism and recreation in Ontario. Environment Canada.
- Walters, C.** (1986). Adoptive management of renewable resources.
- Windbichler,** Österreichische Arbeitsgemeinschaft f. Regionalentwicklung (1989). Die Landwirtschaft vom Lesachtal. Mitschrift Interview.
- WMO, World Metereological Organization and UNEP United Nations Environment Program** (1990). Climate change: the IPCC impacts assessment. Chapter: Agriculture and forestry; potential impacts on agriculture and land use. Chapter: Seasonal snow cover, ice and permafrost. Canberra, Australia
- WMO, World Metereological Organization and UNEP United Nations Environment Program** (1990). Policymakers summary of the scientific assessment of climate change. Intergovernmental Panel on Climate Change
- Wood, E. F., D. P. Lettenmaier, et al.** (1992). An approach to assessing the sensitivity of extreme floods to regional climatic change. The world at risk: natural hazards and climate change, Cambridge Massachusetts
- World-Bank** (1992). Development and the environment. Chapter 8: International environmental concerns. The World Bank.

IV APPENDIX

1) Datenerhebung

Basisdaten zur Bevölkerung und Landnutzung wurden vom statistischen Zentralbüro zur Verfügung gestellt und wurden durch Daten der BH Hermagor, der Gemeinden Dellach, Gitschtal, Hermagor-Pressesee, Kirchbach, Kötschach-Mauthern, Lesachtal und St. Stefan ergänzt. Erschwerend erwies sich die Veränderung der Gemeinden von 24 (1953) auf 22 (1960) bzw. 19 (1970). Ab 1973 gibt es im Bezirk sieben Gemeinden. Einzelne Gemeinden wurden an mehrere Nachfolgegemeinden aufgeteilt.

Die Daten von Niederschlag und Abfluß wurden vom HZB zur Verfügung gestellt, die Temperaturdaten von der Zentralanstalt für Metereologie und Geodynamik.

Durch ein einfaches Transformationsprogramm wurden die Daten auf die heutigen Gemeindegrenzen bezogen bzw. wurden diese Daten von den Gemeindeämtern gemäß den heutigen Grenzen weitergegeben.

Die Datenbank des Österreichischen statistischen Zentralbüros ISIS kann seit Oktober 1992 benutzt werden. Aufgrund der Einarbeitungsphase konnte von der Benutzung aber kein Gebrauch gemacht werden.

Im einzelnen wurden erhoben:

- demographisch&wirtschaftliche Daten
- Bodennutzungsdaten
- hydrologische Daten
- Klimadaten

Demographisch&wirtschaftliche Daten

Bevölkerung

die Ergebnisse der Volkszählungen 1951, 1961, 1971, 1981 und, soweit sie bereits ausgewertet waren, die Ergebnisse von 1991. Des weiteren eine Übersicht über die Volkszählungen 1869, 1880, 1890, 1900, 1910, 1923, 1934.

Landwirtschaft

Ergebnisse der landwirtschaftlichen Betriebszählungen von 1960, 1970, 1980, 1990; Ergebnisse der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte, 1962, 1972, 1982, 1988; allgemeine Viehzählung 1950, 1960, 1970, 1979, 1989;

Fremdenverkehr

Anzahl der Nächtigungen im Sommer, Winter, Betriebe, Übernachtungskategorien, 1953, 1960, 1970, 1973-1991;

Beschäftigte in anderen Erwerbszweigen

Hiefür wurden die Ergebnisse der Volkszählung herangezogen.

Katastrophendaten

Vom Kärntner Nothilfswerk wurden sowohl Schadensfälle als auch Schadenssummen für den Zeitraum von 1965 bis 1991 bekanntgegeben. Die weiter zurückliegenden Daten mußten über Bezirksgendamariechroniken (Hr. Patterer) in langwieriger Kleinarbeit erst ausfindig gemacht werden.

Schutzmaßnahmen

Daten wurden hier über die Wildbach- und Lawinenverbauung (Österreichische Bundesforste) zugänglich gemacht. Der inflationsbereinigte Finanzbedarf für die Schutzmaßnahmen liegt seit den 50iger Jahren vor.

Landnutzungsdaten

Landnutzungsdaten des Vermessungsamt Villach

Landnutzung der Jahre 1951, 1961, 1971, 1981, 1991 wurde beim Vermessungsamt Villach erhoben. Zudem befinden sich die Daten von 1981 und 1991 auch in der ISIS Datenbank.

Die Gartenfläche wurde zur Landwirtschaftsfläche hinzugezählt. Sonstige Flächen wurden um die Differenz zur Katasterfläche auf Saldo Kataster vergrößert.

Landwirtschaft

Ergebnisse der landwirtschaftlichen Betriebszählung existieren von 1960, 1970, 1980, 1990. Jene der landwirtschaftlichen Maschinen und Geräte sind von 1962, 1972, 1982 und 1988 vorhanden. Des weiteren die Ergebnisse der Viehzählung von 1950, 1960, 1970, 1979 und 1989.

Forstwirtschaft

Forstinventur bis 1960, 1961-1970, 1981-1985; die Ergebnisse sind nicht nach Gemeinden getrennt worden, sondern nach Alter, bzw Höhenlagen innerhalb des Bezirks. Die detaillierten Daten konnten nur in aggregierter Form zur Modellerstellung einfließen.

Straßenbauten

Die Länge von Bundes und Landesstraßen (6,5 bis 5,5 m Breite), der Gemeindestraßen (plus sonstige zweispurige Straßen unter 5,5 m Breite). Hinzu kommen noch Forststraßen, die im Rahmen der Forstinventur erhoben wurden.

Wohnbauten

Die Anzahl der Gebäude und deren Zuwachs ist erhoben worden.

Skilifte

Zahlen wurden der Eisenbahnstatistik des Bundesministeriums f. Verkehr entnommen. Des Weiteren wurden von V. Fleischhacker vom Österreichischem Institut für Raumordnung Daten über Aufstiegskapazität vom Bezirk Hermagor zur Verfügung gestellt.

Luftbildaufnahmen

Es wurde der Versuch unternommen mit Ergebnissen der Luftbilddauswertung des Bundesministeriums für Landesverteidigung zu arbeiten. Dieser Versuch wäre sehr aufwendig gewesen. Daher wurde von dieser Idee Abstand genommen.

Hydrologische Daten

Niederschlag und Abfluß

Die Daten über die hydrologischen Zusammenhänge im Bezirk Hermagor wurden vom HZB im Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft zur Verfügung gestellt.

Niederschlagsdaten von zwölf Stellen sind seit der Aufnahme der Messungen teilweise über 100 Jahre zurückliegend vorhanden. Digitalisiert liegen die sieben Talstationen seit den 70er Jahren auf (mit Ausnahme der Station Laas). Fünf Totalisatoren sind in Gebirgen postiert. Es existieren Tages- und Monatsmittel, sowie Auskünfte über Regen oder Schneeniederschläge.

Bedauerlicher Weise wurden keine Extremniederschläge, welche im Zusammenhang mit der Klimaveränderung von großem Interesse sind, im Gebiet selbst gemessen. Aufgrund

einer neueren Untersuchung (Holawe, Skoda 1991) sind aber andere Niederschlagsstationen in den Ostalpen ausgewertet worden, die analoge Schlüsse für die Stationen im Bezirk Hermagor zulassen.

Abflußdaten der sieben Pegelstationen, wovon vier an der Gail selbst und drei knapp vor der Gailmündung liegen, sind ebenfalls weit zurückreichend vorhanden. Die Abflußwerte am Talboden geben aber keine Extremwerte in Höhenlagen wieder. So müssen trotz eines Wildbachereignisses in einem relativ begrenzten Gebiet, die Abflußwerte der Gail nicht dramatisch sein.

Die Tages- und Monatsmittel der fünf Gailstationen liegen von 1951 bis 1987 digitalisiert vor.

Starkregenauswertung

Die Station Mauthern wurde vor ca. fünf Jahren von der Zentralanstalt für Metereologie und Geodynamik in Betrieb genommen und soll unter anderem auch Starkregen auswerten. Aufgrund des knappen Budgetrahmens mußte von der Datenbeschaffung Abstand genommen werden. Die Daten sollen aber im Folgeprojekt erhoben werden.

Temperaturdaten

Tagesmittelwerte

Daten der Station Kornat wurden von der Zentralanstalt für Metereologie und Geodynamik gekauft. Hiedurch konnte nicht der Umfang an möglichen Daten erhalten werden.

Die Daten sind auch in Jahrbüchern aufgeschrieben und einsehbar.

Tagesamplituden von Hermagor

Aufgrund von 15 min Messungen kann die Variabilität von Tagesdaten erforscht werden.

Globale Temperaturwerte, Monats-, Jahresmittel

Wurden mit dem Imagemodell miterhalten.

Anmerkung: Aufgrund der Menge der gesammelten Daten sind unter 3) bis 6) nur die wirklich verwendeten aufgelistet. Auf Anfrage sind auch die anderen hier beschriebenen Daten verfügbar.

2) Mathematische und statistische Methoden

Im Bericht verwendete Verfahren

i) ANOVA Modellierung - Varianzanalyse

Die Varianzanalyse ist eine klassische mathematische Analyse, die verwendet werden kann, sofern bestimmte Annahmen - wie jene einer Normalverteilung, gleichen Varianz der Daten aller Faktoren - erfüllt sind (Neter et.al. 1985).

Die Varianzanalyse und die ANOVA (**A**nalysis of **V**ariance) Modellierung erlauben, den Einfluß verschiedener Faktoren auf die Daten zu ergründen. Entsprechend der Anzahl von Faktoren gibt es eine ein Weg ANOVA, zwei Weg ANOVA, zwei Weg ANOVA mit Interaktion (=Abhängigkeit der Faktoren untereinander) etc..

Das klassische ANOVA Resultat informiert ob ein Faktor oder die Abhängigkeit zweier Faktoren voneinander für die Daten relevant ist. Es ist daher möglich den Unterschied zwischen Gruppen von Daten korrekt zu untersuchen (im Falle unseres Modells Gemeinden, Zeit, Wirtschaftssektoren)

ii) Regressionsmodell & Regressionsanalyse

Regressionsmodell und Regressionsanalyse sind die klassische Methode, um das Verhältnis zwischen einer abhängigen und mehrerer sogenannter unabhängiger Variablen herauszufinden (Neter et. al. 1985). Das Verhältnis der abhängigen Variablen zu den anderen Variablen wird durch eine lineare Funktion (lineare Regression) mit einigen unbekanntem Parametern beschrieben. Die Schätzung erfolgt durch jene Funktion, wo die Summe der Fläche aller Residualwerte am geringsten ist. Unter den Bedingungen einer Normalverteilung (Gaussche Verteilung) können statistische Tests von den Werten der Modellparameter unternommen werden. Von diesen Tests wird die Information abgeleitet, daß einige der unbekanntem Parameter als 0 betrachtet werden können und somit für das Modell irrelevant sind.

Mit Hilfe des Regressionsmodells könne Vorhersagen oder Extrapolationen von Zuständen getätigt werden, über die keine Messungen vorhanden sind. Die Konfidenzintervalle der Extrapolationen können bestimmt werden und es kann gesagt werden mit welcher Wahrscheinlichkeit sich der Wert auch wirklich an einer bestimmten Stelle befindet. In unserem Fall wurde die Regressionsmodellierung gewählt um Trends für das Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" vorherzusagen und um beim hydrologischen Modell den Abfluß aufgrund des Niederschlages zu prognostizieren.

iii) Rückwärtseliminationsverfahren beim Regressionsmodell

Um das Regressionsmodell in der endgültigen Form zu erhalten wurde die Methode der Rückwärtselimination (backward elimination) gewählt (Neter et. al. 1985).

Nicht signifikante Parameter werden nacheinander einzeln eliminiert, bis zuletzt nur mehr signifikante Modellparameter übrigbleiben.

iv) Spektralanalyse (Periodogramm) und Fisher Test

Die Spektralanalyse Methode ist eine Möglichkeit Zeitreihen zu studieren, d.h. zeitabhängige Daten (Hannan 1960; Kendall 1976). Die Spektralanalyse nimmt an, daß Zeitreihen eine Mischung von periodischen Funktionen sind (sin und cos Kurven) mit unterschiedlichen Perioden. Die Gewichtung von verschiedenen Perioden erfolgt durch die Spektraldichtefunktion. Die Dichtefunktion kann durch ein Periodogramm geschätzt werden. Im Normalfall wird sie durch ein angepaßtes Periodogramm dargestellt. Die Werte der Periodogramme können direkt für statistische Fisher Tests verwendet werden. Der Fisher Test kann benützt werden um festzustellen, ob die Werte der Zeitreihe unabhängige Beobachtungen sind. Eine wichtige Annahme der Spektralanalyse ist, daß die Daten zeitlich stationär sind.

In unserem Fall wurde die Spektralanalyse beim hydrologischem Modell verwendet um den Einfluß von Monaten und Jahreszeiten auf das Abflußverhalten des Niederschlags zu schätzen.

v) Korrelation- und Kreuzkorrelationsanalyse

Die Korrelationsfunktion (Hannan 1960; Kendall 1976) ist die Funktion der Korrelationen zwischen den Variablen innerhalb einer Zeitreihe. Wenn angenommen werden kann, daß die Zeitreihe stationär ist, d.h. die Korrelation zwischen den Daten nur vom Unterschied zwischen den Zeitpunkten der Erhebung abhängen aber nicht von den Zeitpunkten selbst, dann wird die Korrelation zwischen den Variablen zur Zeit t und $t+s$ als Wert der Korrelationsfunktion am Punkt s genommen.

Die Kreuzkorrelationsfunktion zweier Zeitreihen am Punkt s ist die Korrelation zwischen den Werten der einen Zeitreihe zum Zeitpunkt t und einer anderen Zeitreihe zum Zeitpunkt $t+s$. Es kann so auf einfache Weise herausgefunden werden, welche zeitliche Verschiebung zwischen den beiden Zeitreihen die maximale Korrelation bringt.

In unserem Fall wurde die Korrelationsanalyse zum Vergleich der Pegelmeßstationen verwendet. Die Kreuzkorrelationsmethode wurde verwendet um die Werte der Niederschlagsstationen mit jenen der Pegelmeßstationen zu korrelieren, bzw. um bei verschiedenen Pegelmeßstationen zu prüfen, ob die einfache Korrelationsanalyse oder die Kreuzkorrelationsanalyse Gültigkeit haben.

vi) Deskriptive Statistik

Um relevante Ereignisse aus Zeitreihen herauszufiltern, wurde die deskriptive (beschreibende) Statistik verwendet. Die Information ist ähnlich jener, die man durch ein Histogramm erhält.

In unserem Fall wurde die deskriptive Statistik zur Untersuchung der Zeitreihen von Niederschlags- und Pegelmeßstationen nach Maximalereignissen und Überschreitung von Schwellenwerten verwendet.

Ergänzende nur im Appendix verwendete Methoden

vii) Methode "Box and Whiskers"

"Box and Whiskers" ist eine moderne Methode (entwickelt in den 70iger Jahren) der "erforschenden Datenanalyse" (exploratory data analysis) (Tukey 1977) um versteckte Informationen in Datensätzen erkennen zu können. Die Information ist hierbei ähnlich jener eines Histogramms. Zudem wird Information über weit vom Durchschnitt entfernte Werte (outliers) erteilt. Gleichzeitig wird eine Basisinformation über den Datensatz erhalten. Daher können bei Modellen die Residualwerte von Regressions- und Zeitreihenanalysen auf abnorme Werte überprüft werden. In unserem Fall wurde die Methode nach "Box and Whisker" für die ergänzenden Faktoren zum Modell "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" und die bisher zur Verfügung stehenden Daten der Landnutzung verwendet.

viii) Methode "Two Way Median Polish Table"

"Two way median polish table" ist eine weitere Methode sogenannter erforschender Datenanalyse (exploratory data analysis) (Tukey 1977). Sie wird verwendet um den Einfluß zweier verschiedener Faktoren auf die Datenanalyse zu ergründen. Typisch hierfür waren die Beispiele der Landnutzung (siehe Ergebnisbericht) wo der Einfluß des Jahres (51, 61, 71, 81, 91) und der Gemeinde (Dellach, ..., St.Stefan) untersucht wurde. Die Ergebnisse können als vorläufige Resultate eines ANOVA Modells aufgefaßt werden.

Die ungefähre Schätzung des Einflusses beider Faktoren sind die Resultate der "two way median polish" Analyse. Die Residuen können ebenfalls von der Tabelle abgelesen werden. Eine weitere Analyse der Residuen kann durchgeführt werden, um die Abhängigkeit der beiden Faktoren zu studieren. Eine Abhängigkeit besteht, wenn die Werte eines Faktors die Entwicklung des anderen bestimmen.

3) Daten für "Bevölkerung nach Wirtschaftssectoren"

-140 aufbereitete Daten bilden die Ausgangsbasis für das Modell Bevölkerung nach. Im folgenden sind diese Daten wiedergegeben.

- Zusätzlich befinden sich in diesem Kapitel die Daten des Fremdenverkehrs der Gemeinden von Hermagor.

Gesamtbevölkerung der Volkszählung gemäß heutiger Gemeindegrenzen											
	1951	1961	1971	1981	1991		1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	1284	1283	1388	1430	1418		85	94	160	211	
Gitschtal	1562	1434	1456	1361	1366		80	132	120	192	
Hermagor-Pres	7219	7036	7238	7079	7502		713	828	1041	1243	
Kirchbach	2763	2878	2975	2858	2903		223	258	301	350	
Kötschach Ma	3673	3663	3740	3632	3704		314	334	458	496	
Lesachtal	2014	1915	1950	1823	1698		93	78	91	122	
St. Stefan	2141	2112	1992	1909	1904		260	333	362	354	
Bezirk	20656	20321	20739	20092	20495		1768	2057	2533	2968	
Anteil der hauptsächlich von der Land- und Forstwirtschaft abhängigen Bevöli											
	1951	1961	1971	1981	1991		1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	436	335	193	147			238	289	272	306	
Gitschtal	625	439	257	178			259	305	358	319	
Hermagor-Pres	1736	1604	1039	639			1394	1475	1522	1682	
Kirchbach	1140	809	571	395			379	486	549	633	
Kötschach Ma	1079	842	552	344			736	899	780	892	
Lesachtal	1230	1115	915	532			331	311	346	388	
St. Stefan	803	468	207	120			369	500	525	556	
Bezirk	7049	5612	3734	2355			3706	4265	4352	4776	
Anteil der hauptsächlich von der Industrie abhängigen Bevölkerung											
	1951	1961	1971	1981	1991		1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	453	516	593	509			436	453	72	85	238
Gitschtal	540	540	512	401			625	540	58	80	259
Hermagor-Pres	2583	2661	2245	1802			1736	2583	490	713	1394
Kirchbach	886	1201	1180	1012			1140	886	133	223	379
Kötschach Ma	1321	1389	1251	1040			1079	1321	223	314	736
Lesachtal	245	296	348	426			1230	245	115	93	331
St. Stefan	632	716	683	485			803	632	77	260	369
Bezirk	6660	7319	6812	5675			7049	6660	1168	1768	3706
Anteil der hauptsächlich vom Service abhängigen Bevölkerung											
	1951	1961	1971	1981	1991		LW + FW	Industrie	Service	Handel&Trans	Andere
Dellach	72	84	170	257			335	335	516	84	289
Gitschtal	58	142	207	271			439	439	540	142	305
Hermagor-Pres	490	675	1403	1724			1604	2661	675	828	1475
Kirchbach	133	199	344	468			809	1201	199	258	486
Kötschach Ma	223	333	699	860			842	1389	333	334	899
Lesachtal	115	170	250	355			1115	296	170	78	311
St. Stefan	77	133	211	294			468	716	133	333	500
Bezirk	1168	1736	3284	4229			5612	7319	1736	2057	4265

RELATIVVERÄNDERUNGEN NACH GEMEINDEN		Summe übereinstimmig z. B. durch andere Erhe		LW + FW	
(7 wenn Wert der Volkszählung nicht mit entsprechender Summe übereinstimmt z. B. durch andere Erhe)					
Dellach	1284	7 1283	1388	1430	1418
Volkszählung					
LW + FW	1951	1961	1971	1981	1991
Industrie	436	335	193	147	
Service	453	516	593	509	
Handel&Trans	72	84	170	257	
Anderere	85	94	160	211	
Total	238	289	272	306	
	1284	1318	1388	1430	
LW + FW	34%	25%	14%	10%	
Industrie	35%	39%	43%	36%	
Service	6%	6%	12%	18%	
Handel&Trans	7%	7%	12%	15%	
Anderere	19%	22%	20%	21%	
Total	100%	100%	100%	100%	
Gitschtal	1562	7 1434	7 1456	1361	1366
Volkszählung					
LW + FW	1951	1961	1971	1981	1991
Industrie	625	439	257	178	
Service	540	540	512	401	
Handel&Trans	58	142	207	271	
Anderere	80	132	120	192	
Total	259	305	358	319	
	1562	1558	1454	1361	
LW + FW	40%	28%	18%	13%	
Industrie	35%	35%	35%	29%	
Service	4%	9%	14%	20%	
Handel&Trans	5%	8%	8%	14%	
Anderere	17%	20%	25%	23%	
Total	100%	100%	100%	100%	
Herrnager-Pressesgersee	7219	7036	7238	7079	7502
Volkszählung					
LW + FW	1951	1961	1971	1981	1991
Industrie	1736	1604	1039	639	
Service	2583	2661	2245	1802	
Handel&Trans	490	675	1403	1724	
Anderere	713	828	1041	1243	
Total	1394	1475	1522	1682	
	6916	7243	7250	7090	
LW + FW	25%	22%	22%	15%	
Industrie	37%	37%	37%	33%	
Service	7%	9%	9%	19%	
Handel&Trans	10%	11%	9%	12%	
Anderere	20%	20%	24%	21%	
Total	100%	100%	100%	100%	
Kötschach-Msuthen	3673	7 3663	3673	3740	3704
Volkszählung					
LW + FW	1951	1961	1971	1981	1991
Industrie	1079	842	552	344	
Service	1321	1389	1251	1040	
Handel&Trans	223	333	699	860	
Anderere	314	334	458	496	
Total	736	899	780	892	
	3673	3797	3740	3632	
LW + FW	29%	22%	15%	9%	
Industrie	36%	37%	33%	29%	
Service	6%	9%	19%	24%	
Handel&Trans	9%	9%	12%	14%	
Anderere	20%	24%	21%	25%	
Total	100%	100%	100%	100%	
Lesachtal	2014	1915	1950	1823	1698
Volkszählung					
LW + FW	1951	1961	1971	1981	1991
Industrie					
Service					
Handel&Trans					
Anderere					
Total					

LW + FW	1230	1115	915	532
Industrie	245	296	348	426
Service	115	170	250	355
Handel&Trans	93	78	91	122
Andere	331	311	346	388
Total	2014	1970	1950	1823
LW + FW	61%	57%	47%	29%
Industrie	12%	15%	18%	23%
Service	6%	9%	13%	19%
Handel&Trans	5%	4%	5%	7%
Andere	16%	16%	18%	21%
Total	100%	100%	100%	100%
St. Stefan				
Volkszählung	2141	? 2112	? 1992	? 1909
				1904
LW + FW	1951	1961	1971	1981
Industrie	803	468	207	120
Service	632	716	683	485
Handel&Trans	77	133	211	294
Andere	260	333	362	354
Total	2141	2150	1988	1809
LW + FW	38%	22%	10%	7%
Industrie	30%	33%	34%	27%
Service	4%	6%	11%	16%
Handel&Trans	12%	15%	18%	20%
Andere	17%	23%	26%	31%
Total	100%	100%	100%	100%
Bezirk Hermagor				
Volkszählung	? 20656	? 20321	? 20739	? 20092
				20495
LW + FW	1951	1961	1971	1981
Industrie	7049	5612	3734	2355
Service	6660	7319	6812	5675
Handel + Trans	1168	1736	3284	4229
Andere	1768	2057	2533	2968
Bezirk	3706	4265	4352	4776
	20351	20989	20715	20003
LW + FW	35%	27%	18%	12%
Industrie	33%	35%	33%	28%
Service	6%	8%	16%	21%
Handel + Trans	9%	10%	12%	15%
Andere	18%	20%	21%	24%
Bezirk	100%	100%	100%	100%

Year	Community	Winter	Summer	Total	% of winter	% of summer
1970 (69/70)	Dellach					
	Hermagor/Presseggersee					
	Kirchbach					
	Kötschach Mauthen					
	St. Stefan					
	Gitschtal					
	Lesachtal					
	Total					
	Bimbaum	338	23462	23800	1%	99%
	Dellach	174	23358	23532	1%	99%
	Egg	172	61314	61486	0%	100%
	Görtschach	64	35752	35816	0%	100%
	Guggenberg	3072	138463	141535	2%	98%
	Herm. Stadt	638	20967	21605	3%	97%
	Kirchbach	11272	174228	185500	6%	94%
	Kötschach-M	1671	40725	42396	4%	96%
	Liesing in Le	0	12707	12707	0%	100%
Luggau	25070	47398	72468	35%	65%	
Mitschig	1761	53506	55267	3%	97%	
Rattendorf	645	22755	23400	3%	97%	
Reisach	510	5871	6381	8%	92%	
St. Jakob im	0	16005	16005	0%	100%	
St. Lorenzen	1112	26486	27598	2%	96%	
St. Lorenzen	176	35268	35444	0%	100%	
St. Stefan	58	10218	10276	1%	99%	
Tröpolach	8350	109223	117573	7%	93%	
Waidegg P.	838	30600	31438	3%	97%	
Weißbriach			0		#DIV/0!	
Würmlach	55921	888306	944227	6%	94%	
Total						

Year	Community	Winter	Summer	Total	% of winter	% of summer	% of district	% dist. winter	% dist. summ
1980 (79/80)	Dellach	5475	42144	47619	11%	89%	3%	3%	3%
	Hermagor/Pr	112335	593330	705665	16%	84%	48%	60%	46%
	Kirchbach	6137	84035	90172	7%	93%	6%	3%	7%
	Kötschach M	29415	228717	258132	11%	89%	18%	16%	18%
	St. Stefan	1251	64128	65379	2%	98%	4%	1%	5%
	Gitschtal	18610	148714	167324	11%	89%	11%	10%	12%
	Lesachtal	15404	115162	130566	12%	88%	9%	8%	9%
	Total			0		#DIV/0!	#DIV/0!		
Total	188627	1276230	1464857	13%	87%	100%	100%	100%	

Year	Community	Winter	Summer	Total	% of winter	% of summer	% of district	% dist. winter	% dist. summ
1985 (84/85)	Dellach	5476	34316	39792	14%	86%	3%	2%	4%
	Hermagor/Pr	213147	489707	702854	30%	70%	56%	76%	51%
	Kirchbach	7154	60779	67933	11%	89%	5%	3%	6%
	Kötschach M	25774	144528	170302	15%	85%	14%	9%	15%
	St. Stefan	3955	44489	48444	8%	92%	4%	1%	5%
	Gitschtal	14428	100896	115324	13%	87%	9%	5%	10%
	Lesachtal	11867	93046	104913	11%	89%	8%	4%	10%
Total	281801	967761	1249562	23%	77%	100%	100%	100%	

Year	Community	Winter	Summer	Total	% of winter	% of summer	% of district	% dist. winter	% dist. summ
1987 (86/87)	Dellach	7070	30604	37674	19%	81%	3%	2%	3%
	Hermagor/Pr	328835	557237	886072	37%	63%	62%	80%	54%
	Kirchbach	9638	59851	69489	14%	86%	5%	2%	6%
	Kötschach M	37717	133393	171110	22%	78%	12%	9%	13%
	St. Stefan	3132	42094	45226	7%	93%	3%	1%	4%
	Gitschtal	15030	104396	119426	13%	87%	8%	4%	10%
	Lesachtal	11894	96692	108586	11%	89%	8%	3%	9%
	Total	413316	1024267	1437583	29%	71%	100%	100%	100%
Year	Community	Winter	Summer	Total	% of winter	% of summer	% of district	% dist. winter	% dist. summ
1989 (88/89)	Dellach	7461	37403	44864	17%	83%	3%	2%	3%
	Hermagor/Pr	268667	656372	925039	29%	71%	62%	77%	57%
	Kirchbach	12129	63607	75736	16%	84%	5%	3%	6%
	Kötschach M	24561	139230	163791	15%	85%	11%	7%	12%
	St. Stefan	2698	45230	47928	6%	94%	3%	1%	4%
	Gitschtal	20489	109304	129793	16%	84%	9%	6%	9%
	Lesachtal	13380	100227	113607	12%	88%	8%	4%	9%
	Total	349385	1151373	1500758	23%	77%	100%	100%	100%
Year	Community	Winter	Summer	Total	% of winter	% of summer	% of district	% dist. winter	% dist. summ
1990 (89/90)	Dellach	8924	34405	43329	21%	79%	3%	2%	3%
	Hermagor/Pr	307517	622419	929936	33%	67%	64%	80%	58%
	Kirchbach	11865	61735	73600	16%	84%	5%	3%	6%
	Kötschach M	22790	128438	151228	15%	85%	10%	6%	12%
	St. Stefan	3962	42326	46288	9%	91%	3%	1%	4%
	Gitschtal	18379	91230	109609	17%	83%	8%	5%	8%
	Lesachtal	12116	94739	106855	11%	89%	7%	3%	9%
	Total	385553	1075292	1460845	26%	74%	100%	100%	100%
Year	Community	Winter	Summer	Total	% of winter	% of summer	% of district	% dist. winter	% dist. summ
1991 (90/91)	Dellach	8644	37039	45683	19%	81%	3%	2%	3%
	Hermagor/Pr	426396	665218	1091614	39%	61%	65%	81%	58%
	Kirchbach	20385	65015	85400	24%	76%	5%	4%	6%
	Kötschach M	32067	133862	165929	19%	81%	10%	6%	12%
	St. Stefan	5500	41894	47394	12%	88%	3%	1%	4%
	Gitschtal	23186	103747	126933	18%	82%	8%	4%	9%
	Lesachtal	13455	107345	120800	11%	89%	7%	3%	9%
	Total	529633	1154120	1683753	31%	69%	100%	100%	100%

4) Ergebnisse der Modellrechnungen für "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren"

140 aufbereitete Daten bilden die Ausgangsbasis für das Modell Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren. Da die Anzahl der Gemeinden in den untersuchten Jahren unterschiedlich war (24, 22, 19, 7), mußten die Daten auf die heutigen Gemeindegrenzen umgerechnet werden. Weiters mußten die Daten gemäß ihrer Gruppenzugehörigkeit zusammengefaßt werden (Primärsektor, Sekundärsektor und drei Gruppen des tertiären Sektors).

Die gesamte Bevölkerung, also auch nicht erwerbstätige Personen (Hausfrauen, Kinder) sind im Modell berücksichtigt. Sie werden der Beschäftigungskategorie des für sie sorgenden Erhalters zugeordnet, d. h. eine nicht selbständige Bäurin deren Mann hauptsächlich im Service arbeitet, wird zum Servicesektor hinzugerechnet.

Resultate der Dreiweg ANOVA

(Analysis of Variance = Varianzanalyse)

Das Dreiweg ANOVA Modell hat folgende Gleichung:

$$Y_{ijk} = a + b_i + c_j + d_k + e_{ij} + f_{ik} + g_{jk} + \text{Zufallsfaktor}$$

wobei:

Y_{ijk} die Anzahl der Personen im i-ten Wirtschaftssektor in der j-ten Zeitperiode und der k-ten Gemeinde ist.

a ein globaler Einfluß ist.

b_i der Einfluß des i-ten Wirtschaftssektor ist.

c_j der Einfluß der j-ten Zeitperiode ist.

d_k der Einfluß der k-ten Gemeinde ist.

e_{ij} der Einfluß der Interaktion von Wirtschaftssektor und Zeitperiode ist.

f_{ik} der Einfluß der Interaktion von Wirtschaftssektor und Gemeinde ist.

g_{jk} der Einfluß der Interaktion von Zeitperiode und Gemeinde ist.

Folgende drei Weg ANOVA Tabelle wurde für die Werte aus "Bevölkerung nach Wirtschaftssektoren" errechnet:

Varianzanalyse					
Quelle	FG	Quadratsum.	Mitt. QuadS.	F-Ratio	Wahrsch.>F
i (Sektor)	4	6971123	1742781	81.95	0.0000
j (Jahre)	3	13237.11	4412.369	0.21	0.8909
k (Gemeinde)	6	1.9644E07	3274017	153.96	0.0000
ij	12	3038073	253172.8	11.91	0.0000
ik	24	4229053	176210.5	8.29	0.0000
kj	18	30315.98	1684.221	0.08	1.0000
ERROR	72	1531117	21265.51		
TOTAL (Adj)	139	3.5457E07			

Mittels der ANOVA Berechnungen war es möglich Parameter die keinen Einfluß haben auszuschneiden, wobei jeweils nur ein Parameter eliminiert werden darf. In der nächsten Tabelle wurde der Parameter kj (gemeinsamer Einfluß von Gemeinde und Zeit) eliminiert.

$$Y_{ijk} = a + b_i + c_j + d_k + e_{ij} + f_{ik} + \text{Zufallsfaktor}$$

Varianzanalyse					
Quelle	FG	Quadratsum.	Mitt. QuadS.	F-Ratio	Wahrsch.>F
i (Sektor)	4	6971123	1742781	100.45	0.0000
j (Jahre)	3	13237.11	4412.369	0.25	0.8581
k (Gemeinde)	6	1.9644E07	3274017	188.71	0.0000
ij	12	3038073	253172.8	14.59	0.0000
ik	24	4229053	176210.5	10.16	0.0000
ERROR	90	1561433	17349.25		
TOTAL (Adj)	139	3.5457E07			

Im nächsten Schritt wurde der Parameter j (Zeit) als wenigst signifikanter Parameter eliminiert und so die endgültige Form der drei Weg ANOVA zu erhalten. Hiedurch wird es möglich das in der Folge wiedergegebene Regressionsmodell zu konstruieren.

$$Y_{ijk} = a + b_i + d_k + e_{ij} + f_{ik} + \text{Zufallsfaktor}$$

Varianzanalyse					
Quelle	FG	Quadratsum.	Mitt. QuadS.	F-Ratio	Wahrsch.>F
i (Sektor)	4	6971123	1742781	102.93	0.0000
k (Gemeinde)	6	1.9644E07	3274017	193.36	0.0000
ij	12	3038073	253172.8	14.95	0.0000
ik	24	4229053	176210.5	10.41	0.0000
ERROR	93	1574670	16931.93		
TOTAL (Adj)	139	3.5457E07			

Resultate des vollen und reduzierten Regressionsmodells

Es gilt nun die signifikanten Parameter der drei Weg ANOVA in ein geeignetes Regressionsmodell überzuführen. Es erscheint klar, daß die Signifikanz des Parameter k (Gemeinden) durch die unterschiedliche Einwohnerzahl in den Gemeinden herbeigeführt wird. Durch das Benutzen von Relativwerten kann dieser Parameter vermieden werden. Der gemeinsame Einfluß von Zeit und Wirtschaftssektor, der in der ANOVA Analyse als e_{ij} dargestellt ist, ist der auch der einzige Faktor durch den die Zeit die Daten beeinflusst. Dieser Einfluß wird durch eine quadratische Regressionsfunktion mit verschiedenen Parametern für die einzelnen Wirtschaftssektoren in den sieben Gemeinden erklärt. Die Summe aller Wirtschaftssektoren einer Gemeinde ergibt deren Gesamtbevölkerung.

$$Y_{ijk} = (a_i * j^2 + b_i * j + c_i + d_{ik}) * Z_{jk} \quad i = 1, \dots, 4 \quad \text{bzw.}$$

$$Y_{5jk} = [1 - \sum_{i=1, \dots, 4} (a_i * j^2 + b_i * j + c_i + d_{ik})] * Z_{jk}$$

wobei:

Y_{ijk} die Anzahl der Personen im i -ten Wirtschaftssektor in der j -ten Zeitperiode und der k -ten Gemeinde ist.

a_i, b_i, c_i, d_{ik} Parameter für einzelne Wirtschaftssektoren in der jeweiligen Gemeinde

j^2, j Schätzwerte des Einfluß des Jahres

Z_{jk} die Einwohner zur Zeit j in der Gemeinde k sind.

Der Einfluß der Zeit wird durch das Regressionsmodell in eine weitere Raumeinheit transformiert. Im Regressionsmodell werden alle d_{i1} zu 0 für alle i (Wirtschaftssektoren). Daher ist die Bedeutung von d_{ik} auf eine prozentuelle Addition für die k -te Gemeinde und den i -ten Wirtschaftssektor relativ zur Gemeinde Dellach geändert worden. Dies kann aufgrund der signifikanten relativen Gleichheit zwischen den versiedenen d_{ij} getan werden. Dies kann vom detaillierten ANOVA Bericht, der hier um Kürze zu wahren nicht aufscheint, abgelesen werden.

Folgende Tabelle beinhaltet alle Parameter des vollen Regressionsmodell:

RESULTATE VOLLES REGRESSIONS MODELL				
Parameter	Schätzwert	Std. Abw.	t-Wert	Signif.
b1	-0.066201	0.005012	-13.2074	0.0000
b2	-0.009400	0.005012	-1.8752	0.0636
b3	0.048657	0.005012	9.7072	0.0000
b4	0.016054	0.005012	3.2028	0.0018

a1	-0.000571	0.003769	-0.1516	0.8798
a2	-0.016704	0.003769	-4.4321	0.0000
a3	0.008163	0.003769	2.1658	0.0326
a4	0.005426	0.003769	1.4396	0.1530
c1	0.241475	0.026081	9.2585	0.0000
c2	0.416045	0.026081	15.9518	0.0000
c3	0.066918	0.026081	2.5658	0.0117
c4	0.084043	0.026081	3.2223	0.0017
d12	0.044074	0.035055	1.2573	0.2115
d22	-0.049291	0.035055	-1.4061	0.1627
d32	0.011854	0.035055	0.3381	0.7359
d42	-0.013662	0.035055	-0.3897	0.6975
d13	-0.031772	0.026169	-1.2141	0.2275
d23	-0.060735	0.026169	-2.3209	0.0222
d33	0.047597	0.026169	1.8189	0.0718
d43	0.034318	0.026169	1.3114	0.1926
d14	0.046072	0.028409	1.6217	0.1079
d24	-0.013153	0.028409	-0.4630	0.6444
d34	-0.005478	0.028409	-0.1928	0.8475
d44	-0.002716	0.028409	-0.0956	0.9240
d15	-0.017977	0.027388	-0.6564	0.5130
d25	-0.048292	0.027388	-1.7633	0.0808
d35	0.038755	0.027388	1.4150	0.1600
d45	0.007033	0.027388	0.2568	0.7978
d16	0.282509	0.031384	9.0016	0.0000
d26	-0.220222	0.031384	-7.0170	0.0000
d36	0.013021	0.031384	0.4149	0.6791
d46	-0.050502	0.031384	-1.6091	0.1106
d17	-0.013966	0.030822	-0.4531	0.6514
d27	-0.069206	0.030822	-2.2453	0.0269
d37	-0.012923	0.030822	-0.4193	0.6759
d47	0.060629	0.030822	1.9671	0.0518

Das reduzierte Regressionsmodell wurde durch Elimination der wenigst signifikanten Parameter (a_1 , a_4 , d_{12} , d_{22} , d_{32} , d_{42} , d_{45} , d_{24} , d_{34} , d_{44} , d_{15} , d_{36} , d_{17} , d_{37}) errechnet:

RESULTATE REDUZIERTES REGRESSIONS MODELL

Parameter	Schätzwert	Std. Abw.	t-Wert	Signif.
b1	-0.066809	0.003355	-19.9137	0.0000
b2	-0.010898	0.004746	-2.2963	0.0234
b3	0.047013	0.004745	9.9070	0.0000
b4	0.021382	0.003355	6.3725	0.0000
a2	-0.015094	0.003417	-4.4170	0.0000
a3	0.009815	0.003417	2.8723	0.0048
c1	0.232386	0.007322	31.7392	0.0000
c2	0.39969	0.010062	39.7235	0.0000
c3	0.065049	0.008394	7.7499	0.0000
c4	0.091629	0.00692	13.2407	0.0000
d13	-0.023236	0.008615	-2.6971	0.0080
d23	-0.046049	0.010492	-4.3889	0.0000
d33	0.047807	0.008922	5.3581	0.0000
d43	0.032215	0.00826	3.9000	0.0002
d14	0.05031	0.012241	4.1101	0.0001
d25	-0.03511	0.012522	-2.8038	0.0059
d35	0.037461	0.011399	3.2864	0.0013
d16	0.294358	0.018737	15.7101	0.0000
d26	-0.202205	0.019502	-10.3687	0.0089
d46	-0.049341	0.018559	-2.6586	0.0010
d27	-0.060526	0.017878	-3.3855	0.0023
d47	0.052404	0.016802	3.1190	0.0000

Gegenüberstellung der beobachteten und errechneten Werte und deren Residuen

Beobachtete und durch das Modell errechnete Werte sollen Auskunft ueber die Genauigkeit der errechneten Modellwerte geben. Die beiden lezten Schaubilder zeigen den Unterschied zwischen beobachteten Werten und den Modellwerten.

RESULTATE REDUZIERTES REGRESSIONSMODELL							
Daten index	Beobachtung	Modellrechnung	Residuen	Daten index	Beobachtung	Modellrechnung	Residuen
1	436	384.166	-51.834	36	335	298.151	-36.849
2	453	507.815	54.815	37	516	512.803	-3.197
3	72	35.7612	-36.2388	38	84	83.4584	-0.5416
4	85	90.1974	5.1974	39	94	117.56	23.56
5	238	266.06	28.06	40	289	271.03	-17.97
6	625	467.342	-157.658	41	439	333.241	-105.759
7	540	617.763	77.763	42	540	573.156	33.156
8	58	43.5039	-14.4961	43	142	93.2809	-48.7191
9	80	109.726	29.726	44	132	131.396	.604
10	259	323.66	64.66	45	305	302.93	-2.07
11	1736	1992.14	255.9	46	1604	471.57	-133.23
12	2583	2522.65	-60.59	47	2661	2488.22	-173.33
13	490	546.176	55.846	48	675	794.056	118.876
14	713	739.678	25.738	49	828	871.368	42.728
15	1394	1418.35	24.1	50	1475	1410.78	-64.6
16	1140	965.682	-175.068	51	809	13.599	4.399
17	886	1092.75	206	52	1201	1150.31	-51.13
18	133	76.9535	-56.7065	53	199	187.212	-12.598
19	223	194.093	-28.957	54	258	263.708	5.358
20	379	433.52	53.76	55	486	463.17	-23.46
21	1079	1098.94	19.94	56	842	851.228	-9.228
22	1321	1323.69	2.69	57	1389	1335.46	-53.54
23	223	239.892	16.892	58	333	375.495	42.495
24	314	258.018	-55.982	59	334	335.636	1.636
25	736	752.45	16.45	60	899	765.18	-133.82
26	1230	1195.41	-34.59	61	1115	1008.71	-106.29
27	245	389.285	144.285	62	296	378.184	82.184
28	115	56.0928	-58.9072	63	170	124.57	-45.43
29	93	42.1046	-50.8954	64	78	80.9805	2.9805
30	331	331.1	.1	65	311	322.55	11.55
31	803	640.576	-162.424	66	468	490.798	22.798
32	632	717.168	85.168	67	716	716.315	.315
33	77	59.6299	-17.3701	68	133	137.384	4.384
34	260	262.597	2.597	69	333	304.198	-28.802
35	369	461.03	92.03	70	500	463.3	-36.7
71	193	229.82	36.82	106	147	141.237	-5.763
72	593	518.693	-74.307	107	509	454.052	-54.948
73	170	169.166	.834	108	257	283.62	26.62
74	160	156.858	-3.142	109	211	192.18	-18.82
75	272	313.46	41.46	110	306	358.91	52.91
76	257	241.079	-15.921	111	178	134.422	-43.578
77	512	544.105	32.105	112	401	432.144	31.144
78	207	177.454	-29.546	113	271	269.935	-1.065
79	120	164.543	44.543	114	192	182.907	-9.093
80	358	328.82	-29.18	115	319	341.59	22.59
81	1039	1030.26	-9.39	116	639	534.684	-104.316
82	2245	371.53	126.13	117	1802	1921.74	119.74
83	1403	1228.17	-174.99	118	1724	1742.44	18.44
84	1041	1051.14	9.29	119	1243	1179.41	-63.59
85	1522	1556.9	34.76	120	1682	1700.72	18.72
86	571	642.263	70.923	121	395	426.064	31.064
87	1180	1111.75	-68.84	122	1012	907.47	-104.53
88	344	362.586	17.746	123	468	566.844	98.844
89	301	336.206	35.066	124	350	384.092	34.092

90	549	522.19	-27.68	125	633	573.53	-59.47	
91	552	619.256	67.256	126	344	358.723	14.723	
92	1251	1266.32	15.32	127	1040	1025.71	-14.29	
93	699	595.926	-103.074	128	860	856.414	-3.586	
94	458	422.659	-35.341	129	496	488.111	-7.889	
95	780	835.84	55.84	130	892	903.04	11.04	
96	915	896.871	-18.129	131	532	716.667	184.667	
97	348	334.411	-13.589	132	426	210.217	-215.783	
98	250	237.661	-12.339	133	355	361.566	6.566	
99	91	124.155	33.155	134	122	155.047	33.047	
100	346	356.9	10.9	135	388	379.5	-8.5	
101	207	329.828	122.828	136	120	188.547	68.547	
102	683	623.839	-59.161	137	585	490.6	-94.4	
103	211	242.78	31.78	138	294	378.623	84.623	
104	362	329.506	-32.494	139	354	356.594	2.594	
105	525	466.05	-58.95	140	556	494.64	-61.36	

Die null Werte von d_{ik} deuten darauf hin, daß kein Unterschied zwischen dem Verhältnis der Bevölkerung im i -ten Wirtschaftssektor der k -ten Gemeinde und des i -ten Wirtschaftssektor in der Gemeinde Dellach ist. Aus dieser Werte gleichen die Ergebnisse der Gemeinde Gitschtal jenen der Gemeinde Dellach. Positive Werte von d_{ik} bedeuten, daß mehr Einwohner der Gemeinde vom i -ten Wirtschaftssektor abhängen als dies in der Gemeinde Dellach der Fall ist. Negative Werte bedeuten, daß ein geringerer %-Satz von Einwohnern vom i -ten Wirtschaftszweig abhängen als dies in der Gemeinde Dellach der Fall ist. Hiedurch wird klar, was bereits in den Schaubildern zum Ausdruck kommt, daß etwa Hermagor-Presseggersee einen höheren %-Anteil von Beschäftigten im Servicebereich hat und einen geringeren %-Anteil in der Land- und Forstwirtschaft. Die Null-Werte der Parameter a_1 und a_4 deuten darauf hin, daß keine quadratische Abhängigkeit innerhalb der Bevölkerung, die von Land- und Forstwirtschaft abhängt und der Bevölkerung die von Handel abhängt gefunden werden konnte. Andererseits gibt der Parameter b_4 Auskunft über die steigende Tendenz im Handel. Der negative Wert von a_2 bewirkt die Schirmfunktion der Entwicklung der Bevölkerung, die von der Industrie abhängt. Der stark positive Wert von a_3 bewirkt die rasche Steigerung im Servicesektor.

5) Daten Landnutzung

- Die Daten wurden nach Katastralgemeinden erhoben und für die Analyse in Kapitel 11 zu Hauptgruppen zusammengefaßt. An dieser Stelle sind sie in nicht aggregierter Form wiedergegeben.
- Teilweise wurden die Datensätze mittels "Exploratory Data Analysis" Methoden getestet.

Landnutzung 1951-1991 nach Gemeinden des Bezirk Hermagor

1951	Agrarland	Wald	Alpinland	Gewässer	Bauland	Saldo Katas	Kataster
Dellach	876	1732	678	1	11	318	3616
Gitschtal	1249	3515	636	1	14	233	5648
Hermagor-F	3653	9566	3775	411	84	2944	20433
Kirchbach	2160	4657	2184	62	27	810	9900
Kötschach I	2136	7032	3827	5	31	2415	15446
Lesachtal	1841	5814	8137	5	18	3246	19061
St. Stefan	1427	3377	926	334	23	536	6623
Hermagor	13342	35693	20163	819	208	10502	80727
1961	Agrarland	Wald	Alpinland	Gewässer	Bauland	Saldo Katas	Kataster
Dellach	848	1808	678	1	11	270	3616
Gitschtal	1178	3912	449	3	14	92	5648
Hermagor-F	3483	9768	3770	567	85	2760	20433
Kirchbach	2048	4837	2198	77	29	711	9900
Kötschach I	1882	7359	3793	6	34	2372	15446
Lesachtal	1850	5954	8013	5	19	3220	19061
St. Stefan	1420	3381	925	335	23	539	6623
Hermagor	12709	37019	19826	994	215	9964	80727
1971	Agrarland	Wald	Alpinland	Gewässer	Bauland	Saldo Katas	Kataster
Dellach	882	1805	678	44	11	196	3616
Gitschtal	1025	3979	414	43	14	173	5648
Hermagor-F	3463	9960	3663	623	70	2654	20433
Kirchbach	2074	4849	2170	157	29	621	9900
Kötschach I	1885	7360	3818	158	33	2192	15446
Lesachtal	1848	5918	8047	160	19	3069	19061
St. Stefan	1546	3650	824	111	23	469	6623
Hermagor	12723	37521	19614	1296	199	9374	80727
1981	Agrarland	Wald	Alpinland	Gewässer	Bauland	Saldo Katas	Kataster
Dellach	714	1864	678	44	11	305	3616
Gitschtal	1025	3973	414	41	16	179	5648
Hermagor-F	3441	9074	3660	615	77	3566	20433
Kirchbach	2063	4842	2169	174	30	622	9900
Kötschach I	1859	7361	3818	161	46	2201	15446
Lesachtal	1696	6042	8066	159	20	3078	19061
St. Stefan	1490	3653	823	110	23	524	6623
Hermagor	12288	36809	19628	1304	223	10475	80727
1991	Agrarland	Wald	Alpinland	Gewässer	Bauland	Saldo Katas	Kataster
Dellach	710	1922	677	43	11	253	3616
Gitschtal	726	4295	395	38	16	178	5648
Hermagor-F	3404	9076	3651	531	83	3688	20433
Kirchbach	1801	5093	2169	172	30	635	9900
Kötschach I	1521	7960	3529	158	48	2230	15446
Lesachtal	1330	6583	7895	160	20	3073	19061
St. Stefan	1526	3657	823	104	21	492	6623
Hermagor	11018	38586	19139	1206	229	10549	80727

Entwicklung von Landnutzungskategorien nach Gemeinde und Jahr

Agrarland					
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	876	848	882	714	710
Gitschtal	1249	1178	1025	1025	726
Hermagor-Pf	3653	3483	3463	3441	3404
Kirchbach	2160	2048	2074	2063	1801
Kötschach N	2136	1882	1885	1859	1521
Lesachtal	1841	1850	1848	1696	1330
St. Stefan	1427	1420	1546	1539	1526
Hermagor	13342	12709	12723	12337	11018
Wald					
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	1732	1808	1805	1864	1922
Gitschtal	3515	3912	3979	3973	4295
Hermagor-Pf	9566	9768	9960	9074	9076
Kirchbach	4657	4837	4849	4842	5093
Kötschach N	7032	7359	7360	7361	7960
Lesachtal	5814	5954	5918	6042	6583
St. Stefan	3377	3381	3650	3653	3657
Hermagor	35693	37019	37521	36809	38586
Alpinland					
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	678	678	678	678	677
Gitschtal	636	449	414	414	395
Hermagor-Pf	3775	3770	3663	3660	3651
Kirchbach	2184	2198	2170	2169	2169
Kötschach N	3827	3793	3818	3818	3529
Lesachtal	8137	8013	8047	8066	7895
St. Stefan	926	925	824	823	823
Hermagor	20163	19826	19614	19628	19139
Gewässer					
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	1	1	44	44	43
Gitschtal	1	3	43	41	38
Hermagor-Pf	411	567	623	615	531
Kirchbach	62	77	157	174	172
Kötschach N	5	6	158	161	158
Lesachtal	5	5	160	159	160
St. Stefan	334	335	111	110	104
Hermagor	819	994	1296	1304	1206
Bauland					
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	11	11	11	11	11
Gitschtal	14	14	14	16	16
Hermagor-Pf	84	85	70	77	83
Kirchbach	27	29	29	30	30
Kötschach N	31	34	33	46	48
Lesachtal	18	19	19	20	20
St. Stefan	23	23	23	23	21
Hermagor	208	215	199	223	229
Saldo Kataster					
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	318	270	196	305	253
Gitschtal	233	92	173	179	178
Hermagor-Pf	2944	2760	2654	3566	3688
Kirchbach	810	711	621	622	635
Kötschach N	2415	2372	2192	2201	2230
Lesachtal	3246	3220	3069	3078	3073
St. Stefan	536	539	469	475	492
Hermagor	10502	9964	9374	10426	10549

Agrarlandentwicklung (Äcker, Wiesen, Weiden) in ha nach Katastralgemein

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	868	831	864	703	698
Dellach	868	831	864	703	698
St. Lorenzen	647	733	566	566	433
Weissbräich	587	420	435	435	268
Gitschtal	1234	1153	1001	1001	701
Egg	421	503	459	456	456
Görtschach	398	377	344	341	339
Guggenberg	390	305	293	293	291
Hermagor	112	109	73	71	60
Khünburg	26	26	2	2	2
Mitschig	245	209	200	198	193
Möderndorf	416	413	403	399	383
Meschach	375	375	333	333	332
Nompolach	584	556	633	632	632
Rattendorf	276	278	347	345	342
Röpolach	495	489	490	490	485
Sellach	250	250	232	224	222
Hermagor-Pl	3567	3387	3350	3328	3281
Grafendorf	530	499	498	495	405
Kirchbach	707	651	650	649	596
Reisach	583	550	562	556	464
Waidegg	319	322	338	337	310
Kirchbach	2139	2022	2048	2037	1775
Kötschach	869	731	730	712	537
Mauthen	286	230	229	224	184
Strajach	339	323	324	323	277
Murmlach	622	563	560	558	480
Kötschach N	2116	1847	1843	1817	1478
Kornat	291	284	284	283	232
Liesing	433	402	401	400	325
Luggau	566	566	579	429	428
St. Lorenzen	551	598	584	584	342
Lesachtal	1841	1850	1848	1696	1327
Hadersdorf	136	147	127	127	126
Köstendorf	259	244	213	203	195
Matschiedl	153	154	188	186	186
St. Paul	194	191	185	163	163
St. Stefan	328	321	283	257	244
Worderberg	324	327	501	554	549
St. Stefan	1394	1384	1497	1490	1463

Agrarlandentwicklung (Äcker, Wiesen, Weiden) in ha der Gemeinden des B

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	868	831	864	703	698
Gitschtal	1234	1153	1001	1001	701
Hermagor-Pl	3567	3387	3350	3328	3281
Kirchbach	2139	2022	2048	2037	1775
Kötschach N	2116	1847	1843	1817	1478
Lesachtal	1841	1850	1848	1696	1327
St. Stefan	1394	1384	1497	1490	1463
Hermagor	13159	12474	12451	12072	10723
Dellach	100%	96%	100%	81%	80%
Gitschtal	100%	93%	81%	81%	57%
Hermagor-Pl	100%	95%	94%	93%	92%
Kirchbach	100%	95%	96%	95%	83%
Kötschach N	100%	87%	87%	86%	70%
Lesachtal	100%	100%	100%	92%	72%
St. Stefan	100%	99%	107%	107%	105%
Hermagor	100%	95%	95%	92%	81%

Gartenlandentwicklung in ha nach Katastralgemeinden des Bezirk Hermagor

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	8	17	18	11	12
Dellach	8	17	18	11	12
St. Lorenzen	7	9	9	9	9
Weissbrach	8	16	15	15	16
Gitschtal	15	25	24	24	25
Egg	14	16	18	18	18
Görtschach	10	10	10	10	10
Guggenberg	6	1	1	1	1
Hermagor	10	12	18	18	21
Khünburg	0	0	1	1	1
Mitschig	3	6	5	5	6
Möderndorf	1	1	4	4	9
Möschach	16	16	19	19	19
Nampolach	11	11	11	11	11
Rattendorf	3	3	5	6	6
Tröpolach	4	11	11	11	12
Vellach	8	9	9	9	9
Hermagor-P...	86	96	112	113	123
Grafendorf	6	7	7	7	8
Kirchbach	7	7	7	7	7
Reisach	5	6	6	6	5
Waidegg	3	6	6	6	6
Kirchbach	21	26	26	26	26
Kötschach	11	19	19	27	27
Mauthen	4	11	11	9	8
Strajach	0	0	0	0	0
Würmlach	5	5	6	6	8
Kötschach N	20	35	36	42	43
Kornat	0	0	0	0	1
Liesing	0	0	0	0	2
Luggau	0	0	0	0	0
St. Lorenzen	0	0	0	0	0
Lesachtal	0	0	0	0	3
Hadersdorf	8	11	11	11	12
Köstendorf	5	5	5	5	8
Matschiedl	3	3	5	5	6
St. Paul	7	7	11	11	11
St. Stefan	9	9	11	11	20
Vorderberg	1	1	6	6	6
St. Stefan	33	36	49	49	63

Gartenlandentwicklung in ha nach Gemeinden des Bezirk Hermagor

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	8	17	18	11	12
Gitschtal	15	25	24	24	25
Hermagor-P...	86	96	112	113	123
Kirchbach	21	26	26	26	26
Kötschach N	20	35	36	42	43
Lesachtal	0	0	0	0	3
St. Stefan	33	36	49	49	63
Hermagor	183	235	265	265	295
Dellach	100%	213%	225%	138%	150%
Gitschtal	100%	167%	160%	160%	167%
Hermagor-P...	100%	112%	130%	131%	143%
Kirchbach	100%	124%	124%	124%	124%
Kötschach N	100%	175%	180%	210%	215%
Lesachtal	0%	0%	0%	0%	0%
St. Stefan	100%	109%	148%	148%	191%
Hermagor	100%	128%	145%	145%	161%

Waldentwicklung in ha in den Katastralgemeinden des Bezirks Hermagor

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	1732	1808	1805	1864	1922
Dellach	1732	1808	1805	1864	1922
St. Lorenzen	1754	1832	1909	1903	2056
Weissbriach	1761	2080	2070	2070	2239
Gitschtal	3515	3912	3979	3973	4295
Egg	1998	2014	2023	2023	2024
Görtschach	842	867	883		
Guggenberg	707	808	817	816	816
Hermagor	69	68	71	73	76
Khünburg	139	139	140	140	141
Mitschig	256	283	282	282	282
Möderndorf	1036	1035	1042	1050	1053
Möschach	959	959	1035	1035	1036
Nampolach	322	320	349	349	348
Raffendorf	923	923	975	975	975
Tröpolach	1528	1566	1561	1554	1548
Vellach	787	786	782	777	777
Hermagor-Pf	9566	9768	9960	9074	9076
Grafendorf	813	862	861	857	945
Kirchbach	1865	1935	1925	1924	1971
Reisach	1502	1545	1565	1563	1658
Waidegg	477	495	498	498	519
Kirchbach	4657	4837	4849	4842	5093
Kötschach	2311	2500	2546	2545	2721
Mauthen	1567	1563	1521	1520	1737
Strajach	1848	1877	1875	1875	2032
Würlmich	1306	1419	1418	1421	1470
Kötschach N	7032	7359	7360	7361	7960
Kornat	1751	1803	1803	1803	1941
Liesing	1939	1951	1949	1948	2029
Luggau	1084	1084	1082	1206	1205
St. Lorenzen	1040	1116	1084	1085	1408
Lesachtal	5814	5954	5918	6042	6583
Hadersdorf	26	32	32	32	32
Köstendorf	355	355	378	376	377
Matschiedl	721	721	743	740	740
St. Paul	190	188	213	212	212
St. Stefan	600	600	623	629	630
Vorderberg	1485	1485	1661	1664	1666
St. Stefan	3377	3381	3650	3653	3657

Waldentwicklung in ha in den Gemeinden des Bezirks Hermagor 1951-1991

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	1732	1808	1805	1864	1922
Gitschtal	3515	3912	3979	3973	4295
Hermagor-Pf	9566	9768	9960	9074	9076
Kirchbach	4657	4837	4849	4842	5093
Kötschach N	7032	7359	7360	7361	7960
Lesachtal	5814	5954	5918	6042	6583
St. Stefan	3377	3381	3650	3653	3657
Hermagor	35693	37019	37521	36809	38586
Dellach	100%	104%	104%	108%	111%
Gitschtal	100%	111%	113%	113%	122%
Hermagor-Pf	100%	102%	104%	95%	95%
Kirchbach	100%	104%	104%	104%	109%
Kötschach N	100%	105%	105%	105%	113%
Lesachtal	100%	102%	102%	104%	113%
St. Stefan	100%	100%	108%	108%	108%
Hermagor	100%	104%	105%	103%	108%

Alpinlandentwicklung in ha nach Katastralgemeinden 1951-1991

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	678	678	678	678	677
Dellach	678	678	678	678	677
St. Lorenzen	344	311	277	277	258
Weissbriach	292	138	137	137	137
Gitschtal	636	449	414	414	395
Egg	638	638	638	636	634
Görschach	129	129	129	129	129
Guggenberg	54	50	50	50	50
Hermagor	0	1	0	0	0
Khünburg	82	82	0	0	0
Mitschig	0	0	0	0	0
Möderndorf	634	634	635	635	635
Möschach	328	328	294	294	294
Nampolach	0	0	0	0	0
Rattendorf	723	723	725	725	725
Tröpolach	1162	1160	1167	1166	1159
Vellach	25	25	25	25	25
Hermagor-Pl	3775	3770	3663	3660	3651
Grafendorf	578	577	578	578	578
Kirchbach	717	725	725	724	724
Reisach	821	822	793	793	793
Waidegg	68	74	74	74	74
Kirchbach	2184	2198	2170	2169	2169
Kötschach	467	447	439	439	437
Mauthen	1178	1180	1216	1216	1039
Strajach	865	848	847	847	737
Würmlach	1317	1318	1316	1316	1316
Kötschach N	3827	3793	3818	3818	3529
Kornat	2292	2250	2253	2253	2163
Liesing	2396	2418	2423	2423	2422
Luggau	1189	1189	1177	1195	1195
St. Lorenzen	2260	2156	2194	2195	2115
Lesachtal	8137	8013	8047	8066	7895
Hadersdorf	0	0	0	0	0
Köstendorf	0	0	0	0	0
Matschiedl	105	105	45	45	45
St. Paul	0	0	0	0	0
St. Stefan	305	304	304	304	304
Vorderberg	516	516	475	474	474
St. Stefan	926	925	824	823	823

Alpinlandentwicklung in ha der Gemeinden des Bezirk Hermagor 1951-1991

Dellach	678	678	678	678	677
Gitschtal	636	449	414	414	395
Hermagor-Pl	3775	3770	3663	3660	3651
Kirchbach	2184	2198	2170	2169	2169
Kötschach N	3827	3793	3818	3818	3529
Lesachtal	8137	8013	8047	8066	7895
St. Stefan	926	925	824	823	823
Hermagor	20163	19826	19614	19628	19139
Dellach	100%	100%	100%	100%	100%
Gitschtal	100%	71%	65%	65%	62%
Hermagor-Pl	100%	100%	97%	97%	97%
Kirchbach	100%	101%	99%	99%	99%
Kötschach N	100%	99%	100%	100%	92%
Lesachtal	100%	98%	99%	99%	97%
St. Stefan	100%	100%	89%	89%	89%
Hermagor	100%	98%	97%	97%	95%

Gewässer (Flüsse, Bäche, Seen) in ha nach Katastralgemeinden c

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	1	1	44	44	43
Dellach	1	1	44	44	43
St. Lorenzen	0	0	17	17	17
Weissbrach	1	3	26	24	21
Gitschtal	1	3	43	41	38
Egg	71	57	55	55	55
Görtschach	18	195	130	130	128
Guggenberg	0	34	20	20	16
Hermagor	1	0	15	15	15
Khünburg	0	0	0	0	0
Mitschig	1	5	30	21	9
Möderndorf	2	2	31	32	31
Möschach	0	0	8	8	8
Nampolach	151	145	139	139	94
Rattendorf	82	61	66	66	58
Tröpolach	42	1	54	54	41
Vellach	43	67	75	75	76
Hermagor-Pt	411	567	623	615	531
Grafendorf	12	12	24	31	32
Kirchbach	32	32	51	52	56
Reisach	16	23	49	57	50
Waidegg	2	10	33	34	34
Kirchbach	62	77	157	174	172
Kötschach	1	2	31	34	36
Mauthen	0	0	38	38	36
Strajach	4	4	56	56	56
Würmlach	0	0	33	33	30
Kötschach N	5	6	158	161	158
Kornat	5	5	41	41	41
Liesing	0	0	46	46	46
Luggau	0	0	36	35	36
St. Lorenzen	0	0	37	37	37
Lesachtal	5	5	160	159	160
Hadersdorf	0	0	0	0	0
Köstendorf	2	2	18	15	14
Matschiedl	0	0	4	4	4
St. Paul	28	27	12	6	6
St. Stefan	1	1	36	28	28
Vorderberg	303	305	41	57	52
St. Stefan	334	335	111	110	104

Gewässer (Flüsse, Bäche, Seen) in ha nach Gemeinden des Bezirks

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	1	1	44	44	43
Gitschtal	1	3	43	41	38
Hermagor-Pt	411	567	623	615	531
Kirchbach	62	77	157	174	172
Kötschach N	5	6	158	161	158
Lesachtal	5	5	160	159	160
St. Stefan	334	335	111	110	104
Hermagor	819	994	1296	1304	1206
Dellach	100%	100%	4400%	4400%	4300%
Gitschtal	100%	300%	4300%	4100%	3800%
Hermagor-Pt	100%	138%	152%	150%	129%
Kirchbach	100%	124%	253%	281%	277%
Kötschach N	100%	120%	3160%	3220%	3160%
Lesachtal	100%	100%	3200%	3180%	3200%
St. Stefan	100%	100%	33%	33%	31%
Hermagor	100%	121%	158%	159%	147%

Baulandentwicklung nach Katastralgemeinden im Bezirk					
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	11	11	11	11	11
<i>Dellach</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>
St. Lorenzen	6	6	6	7	7
Weissbriach	8	8	8	9	9
<i>Gitschtal</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
Egg	6	7	7	8	8
Görschach	6	7	7	7	7
Guggenberg	5	4	4	4	4
Hermagor	10	11	13	13	13
Khünburg	15	14	0	0	0
Mitschig	4	3	0	5	6
Möderndorf	4	4	4	4	7
Möschach	6	6	6	7	7
Nampolach	10	10	9	9	9
Rattendorf	6	6	6	6	6
Tröpolach	7	7	8	8	10
Vellach	5	6	6	6	6
<i>Hermagor-Pr</i>	<i>84</i>	<i>85</i>	<i>70</i>	<i>77</i>	<i>83</i>
Grafendorf	7	8	8	8	8
Kirchbach	8	9	9	10	10
Reisach	8	8	8	8	8
Waidegg	4	4	4	4	4
<i>Kirchbach</i>	<i>27</i>	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>30</i>	<i>30</i>
Kötschach	13	15	15	21	21
Mauthen	8	8	7	14	14
Sirajach	4	4	4	4	4
Wümlach	6	7	7	7	9
<i>Kötschach M</i>	<i>31</i>	<i>34</i>	<i>33</i>	<i>46</i>	<i>48</i>
Komat	4	4	4	4	4
Liesing	4	5	5	5	5
Luggau	5	5	5	6	6
St. Lorenzen	5	5	5	5	5
<i>Lesachtal</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
Hadersdorf	2	2	2	2	2
Köstendorf	3	3	3	3	3
Matschiedl	3	3	3	3	2
St. Paul	3	3	3	3	3
St. Stefan	6	6	6	6	5
Vorderberg	6	6	6	6	6
<i>St. Stefan</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>21</i>

Baulandentwicklung nach Gemeinden im Bezirk Hermagor					
<i>Dellach</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>	<i>11</i>
<i>Gitschtal</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>14</i>	<i>16</i>	<i>16</i>
<i>Hermagor-Pr</i>	<i>84</i>	<i>85</i>	<i>70</i>	<i>77</i>	<i>83</i>
<i>Kirchbach</i>	<i>27</i>	<i>29</i>	<i>29</i>	<i>30</i>	<i>30</i>
<i>Kötschach M</i>	<i>31</i>	<i>34</i>	<i>33</i>	<i>46</i>	<i>48</i>
<i>Lesachtal</i>	<i>18</i>	<i>19</i>	<i>19</i>	<i>20</i>	<i>20</i>
<i>St. Stefan</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>23</i>	<i>21</i>
Hermagor	208	215	199	223	229
<i>Dellach</i>	100%	100%	100%	100%	100%
<i>Gitschtal</i>	100%	100%	100%	114%	114%
<i>Hermagor-Pr</i>	100%	101%	83%	92%	99%
<i>Kirchbach</i>	100%	107%	107%	111%	111%
<i>Kötschach M</i>	100%	110%	106%	148%	155%
<i>Lesachtal</i>	100%	106%	106%	111%	111%
<i>St. Stefan</i>	100%	100%	100%	100%	91%
Hermagor	100%	103%	96%	107%	110%

Sonstige Flächen (inkl. Straßen) in Katastralgemeinden des Bezirk Hermagor

	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	0	0	252	241	252
Dellach	0	0	252	241	252
St. Lorenzen	0	0	78	79	82
Weissbrach	0	0	93	94	96
Gitschtal	0	0	171	173	178
Egg	0	0	103	105	107
Görtschach	0	0	196	201	205
Guggenberg	0	0	19	19	27
Hermagor	0	0	23	25	32
Khünburg	0	0	15	15	15
Mitschig	0	0	5	31	45
Möderndorf	0	0	503	506	517
Möschach	0	0	66	66	67
Nampolach	0	0	149	151	197
Rattendorf	0	0	215	217	228
Tröpolach	0	0	584	590	615
Vellach	0	0	281	294	296
Hermagor-Pr	0	0	2159	2220	2351
Grafendorf	0	0	241	241	243
Kirchbach	0	0	80	80	84
Reisach	0	0	279	280	283
Waidegg	0	0	17	18	24
Kirchbach	0	0	617	619	634
Kötschach	0	0	75	79	81
Mauthen	0	0	1256	1257	1259
Strajach	0	0	338	339	338
Würmlach	0	0	528	529	551
Kötschach N	0	0	2197	2204	2229
Kornat	0	0	906	907	910
Liesing	0	0	404	406	401
Luggau	0	0	547	554	555
St. Lorenzen	0	0	1210	1209	1207
Lesachtal	0	0	3067	3076	3073
Hadersdorf	0	0	5	5	5
Köstendorf	0	0	70	70	77
Matschiedl	0	0	43	47	47
St. Paul	0	0	13	13	14
St. Stefan	0	0	88	89	94
Vorderberg	0	0	244	247	254
St. Stefan	0	0	463	471	491

Sonstige Flächen (inkl. Straßen) in Gemeinden des Bezirk Hermagor 1951-19

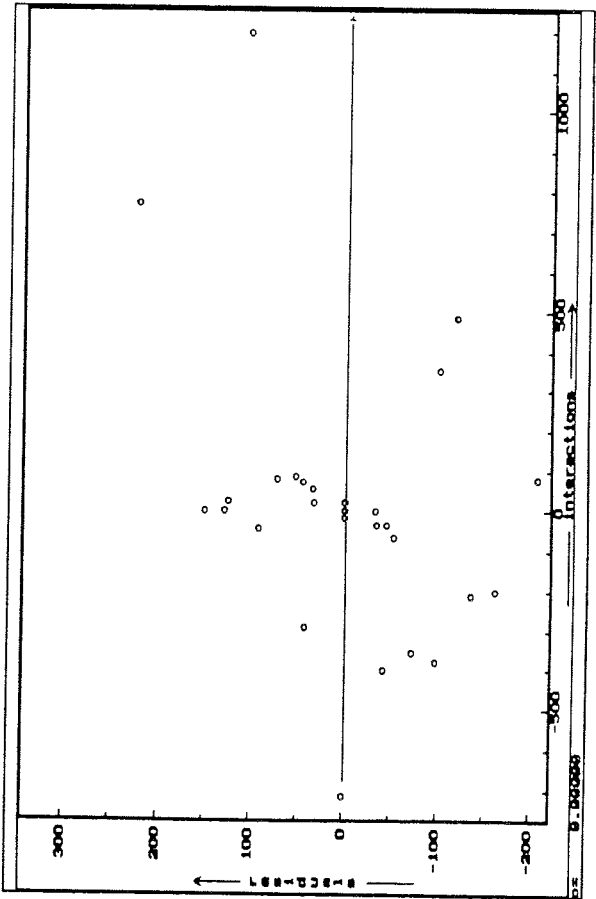
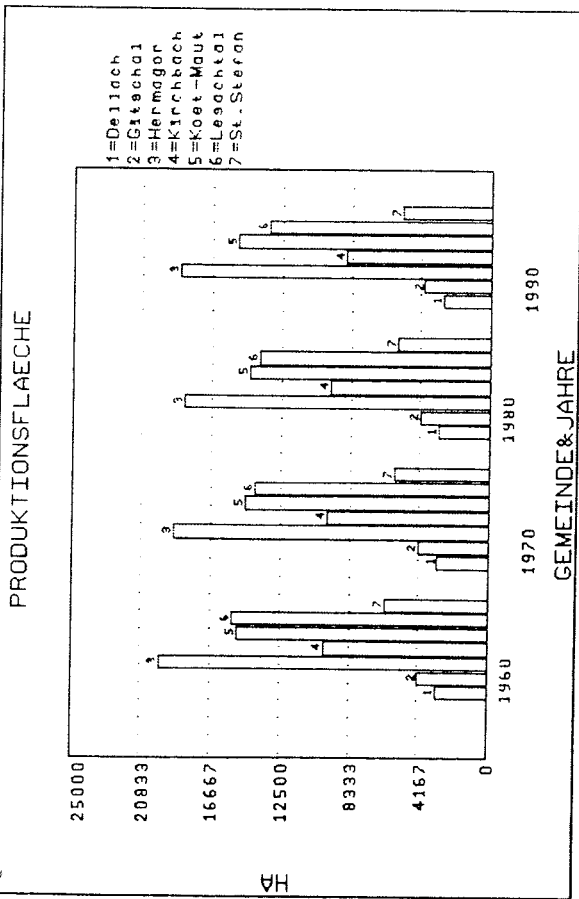
	1951	1961	1971	1981	1991
Dellach	0	0	252	241	252
Gitschtal	0	0	171	173	178
Hermagor-Pr	0	0	2159	2220	2351
Kirchbach	0	0	617	619	634
Kötschach N	0	0	2197	2204	2229
Lesachtal	0	0	3067	3076	3073
St. Stefan	0	0	463	471	491
Hermagor	0	0	8926	9004	9208
Dellach	0%	0%	100%	96%	100%
Gitschtal	0%	0%	100%	101%	104%
Hermagor-Pr	0%	0%	100%	103%	109%
Kirchbach	0%	0%	100%	100%	103%
Kötschach N	0%	0%	100%	100%	101%
Lesachtal	0%	0%	100%	100%	100%
St. Stefan	0%	0%	100%	102%	106%
Hermagor	0%	0%	100%	101%	103%

"Exploratory Data Analysis" Methoden

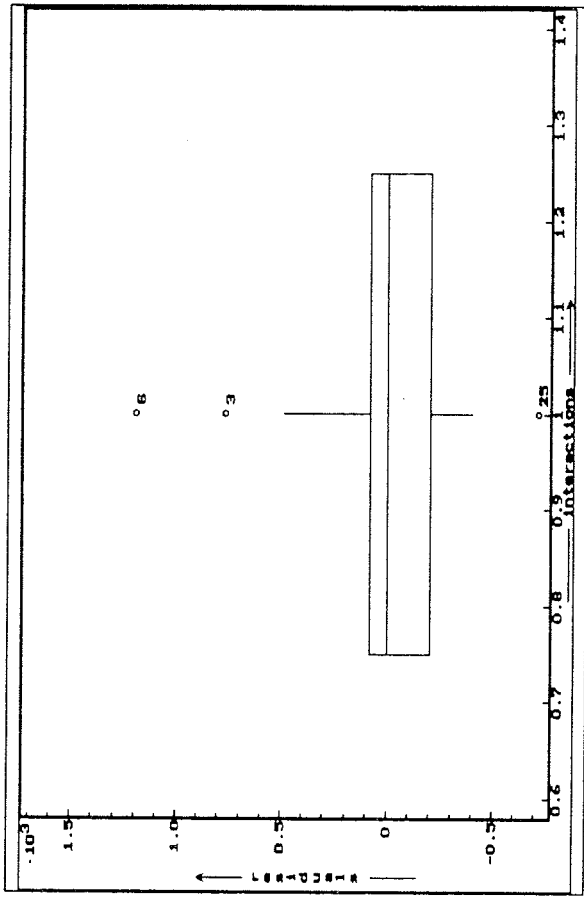
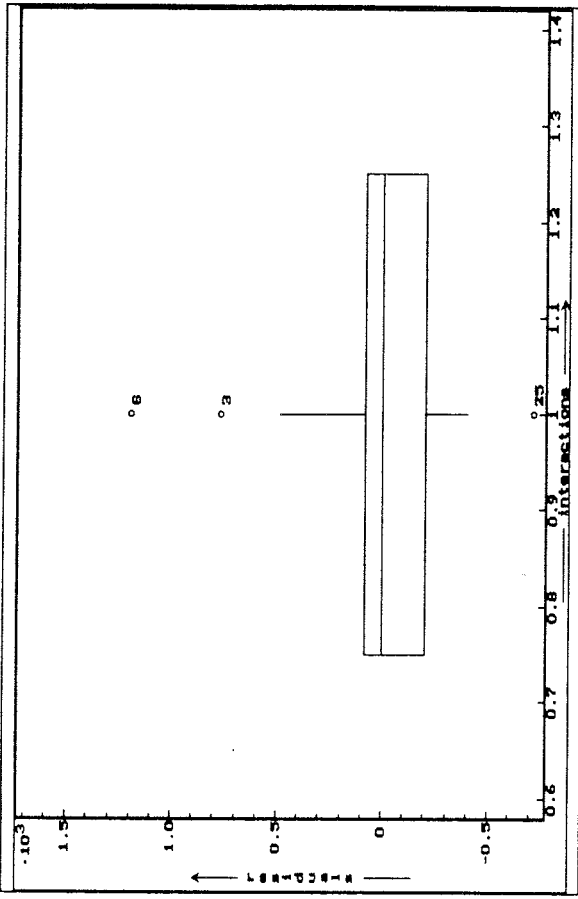
Im folgenden sind die Methoden der sogenannten "erforschenden Datenanalysen" von fünf Detailbereichen der Landnutzung, wiedergegeben. Sie bestehen aus einem Schaubild, einer "best fitted line" der Residuen, zwei Box and Whisker Darstellungen und einem "two median polish table".

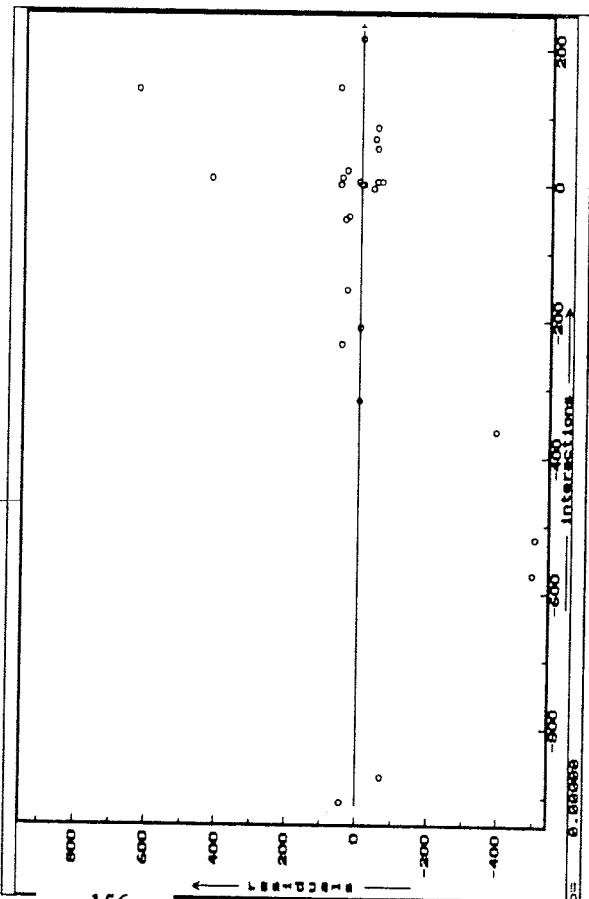
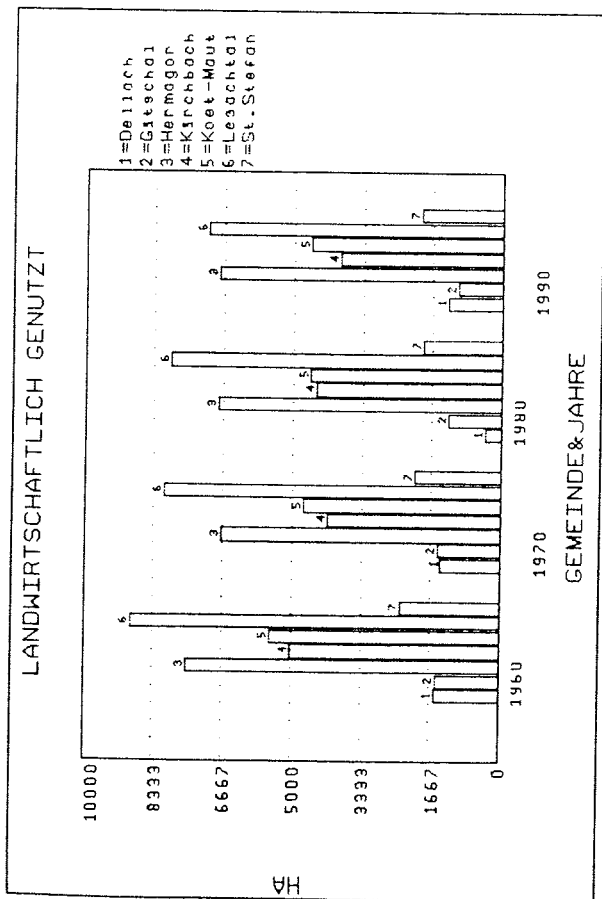
Die Detailbereiche sind:

- i) Produktionsfläche (Agrarland und Wald)
- ii) Landwirtschaftlich genutzte Fläche (Agrarland)
- iii) Forstwirtschaftlich genutzte Fläche (Wald)
- iv) Zweispurige Straßen (Teil von Sonstige)
- v) Gebäude (Teil von Bauland)

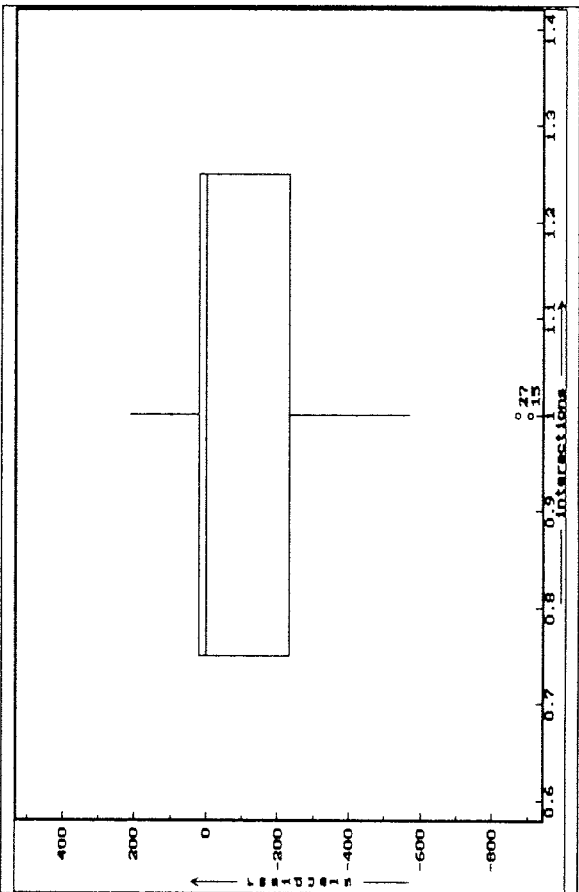
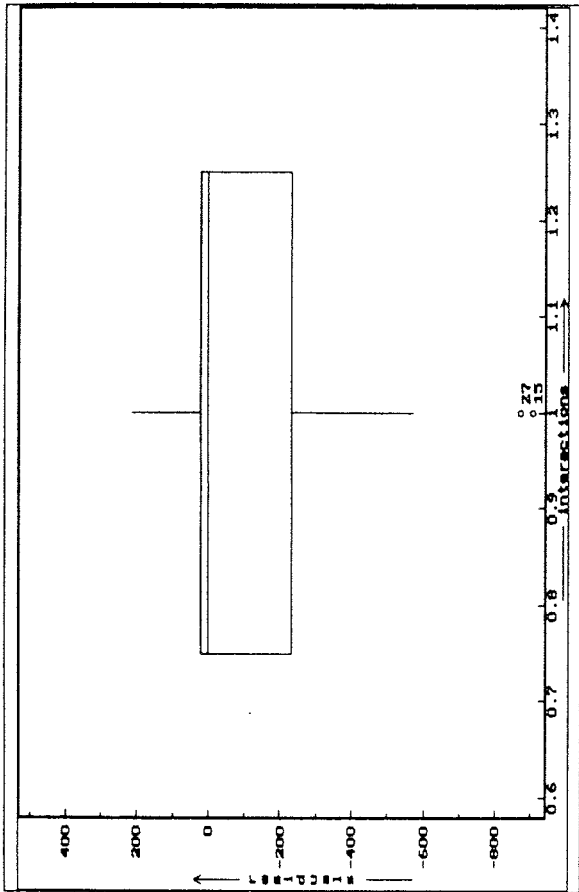


-201	-65	86	0	-6588
-211	-35	73	23	-5495
768	81	-352	81	9079
-19	21	0	-714	0
0	-292	-398	-486	5230
1195	56	-35	-379	4280
353	0	21	-46	-1041
236	77	-77	-218	9623

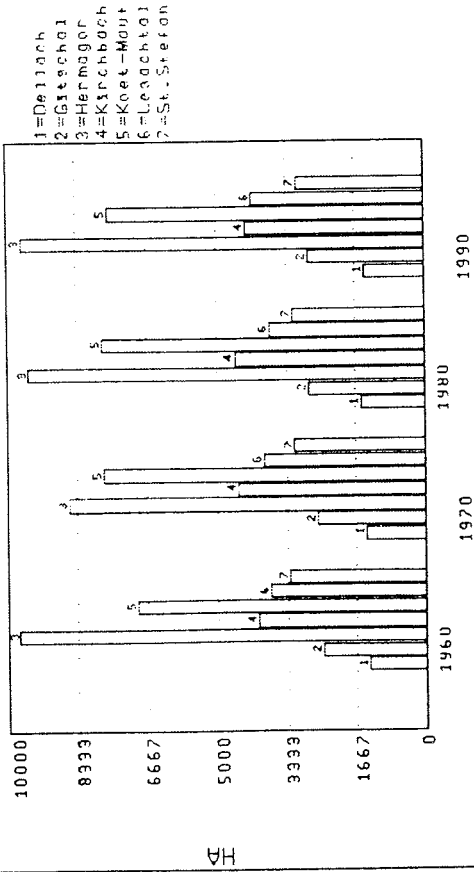




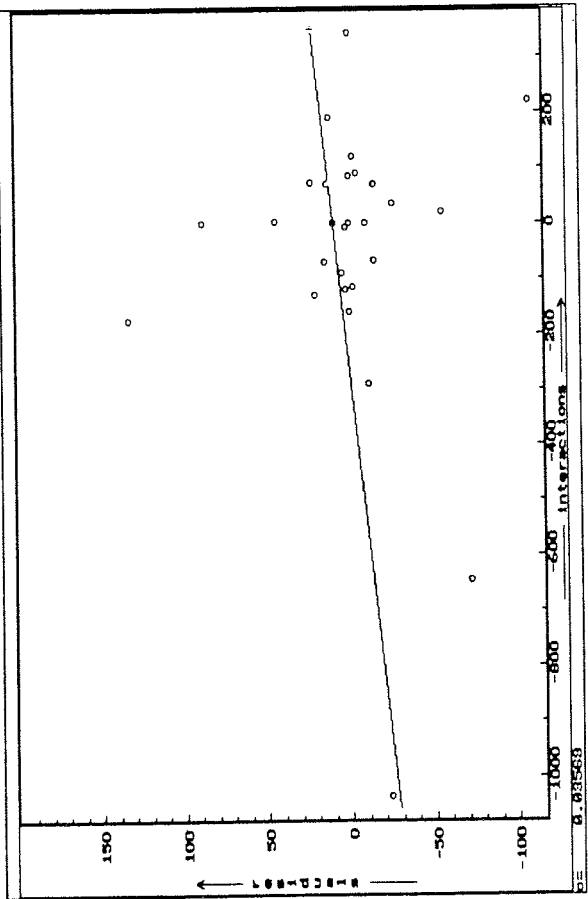
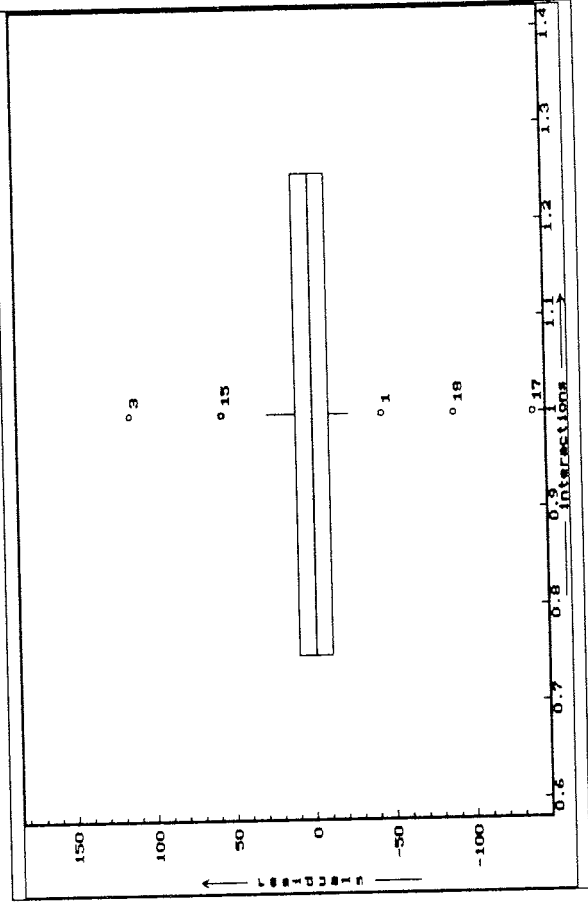
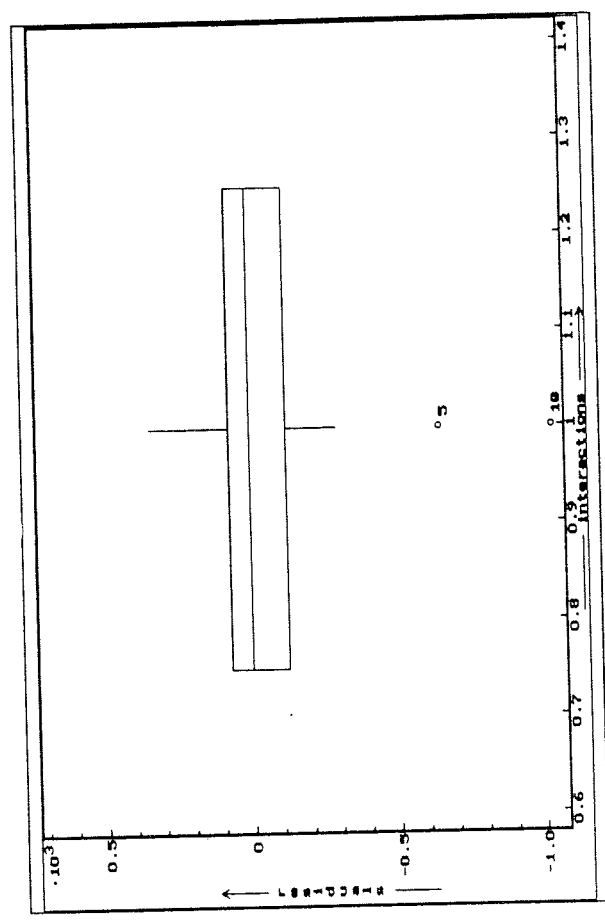
-521	5	-907	10	-2934
-573	53	-50	-234	-2905
8	-155	67	84	2507
0	-210	214	-317	0
143	4	0	0	377
138	0	4	-872	3725
-362	-7	-16	21	-2282
728	68	-68	0	1297



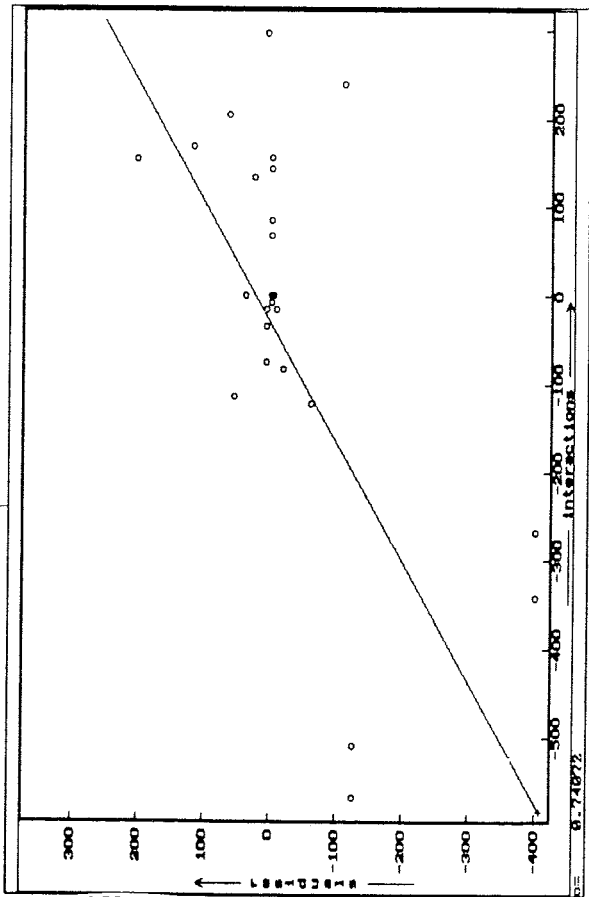
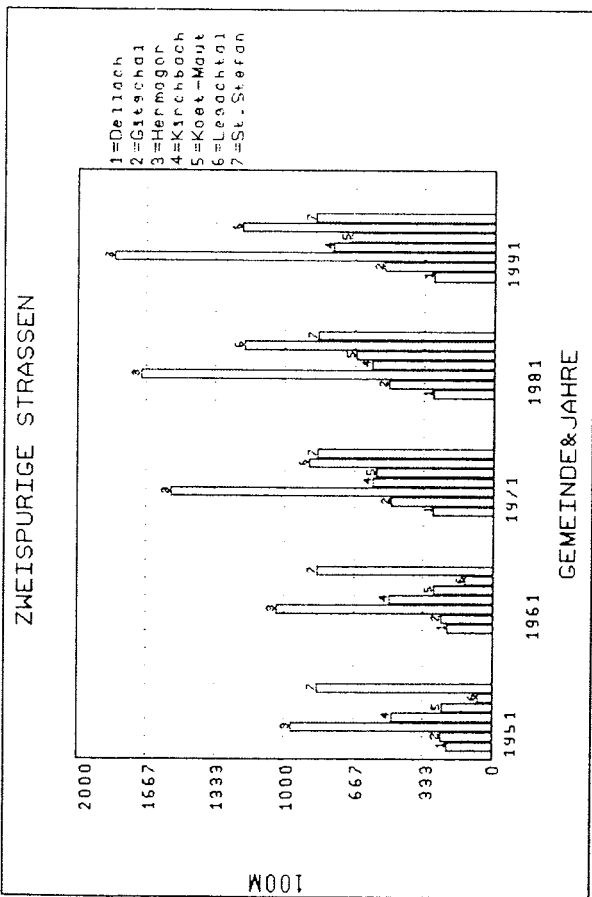
WALD FLAECHE



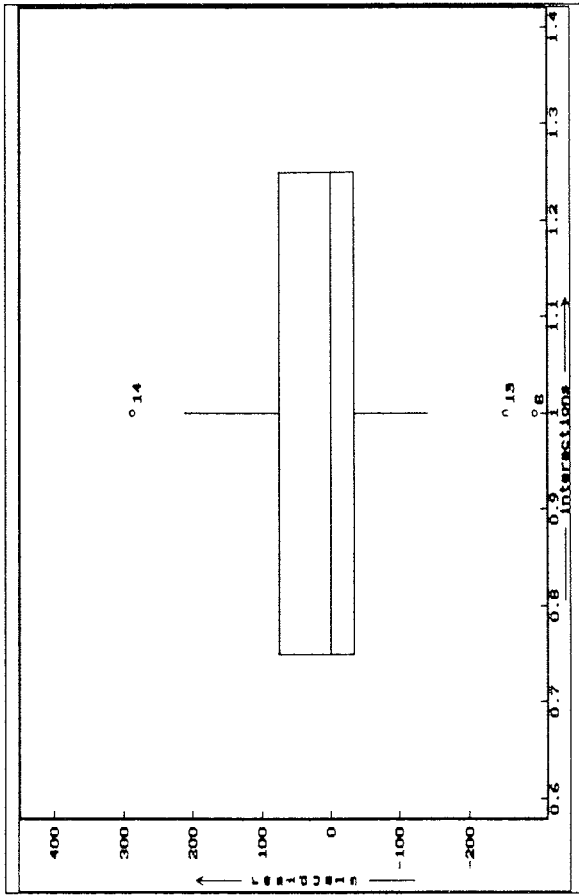
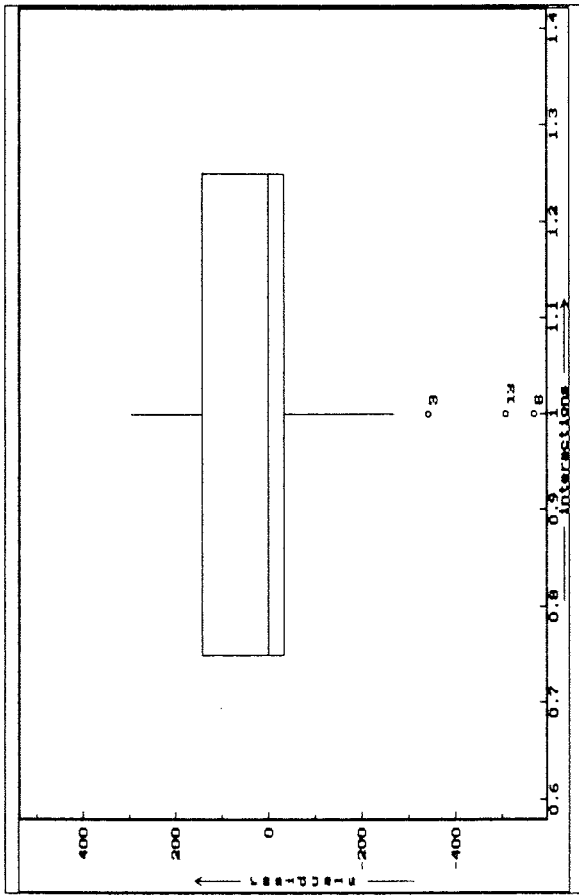
GEMEINDE & JAHRE

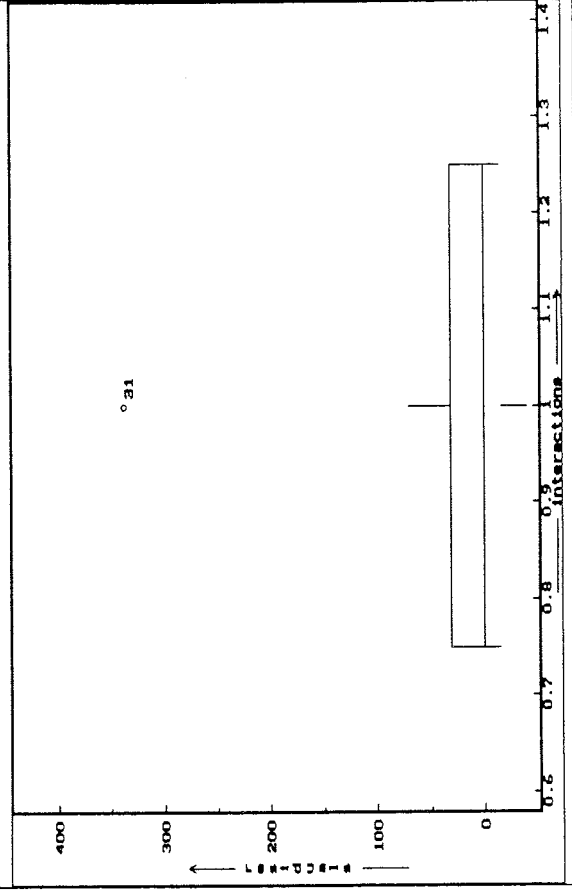
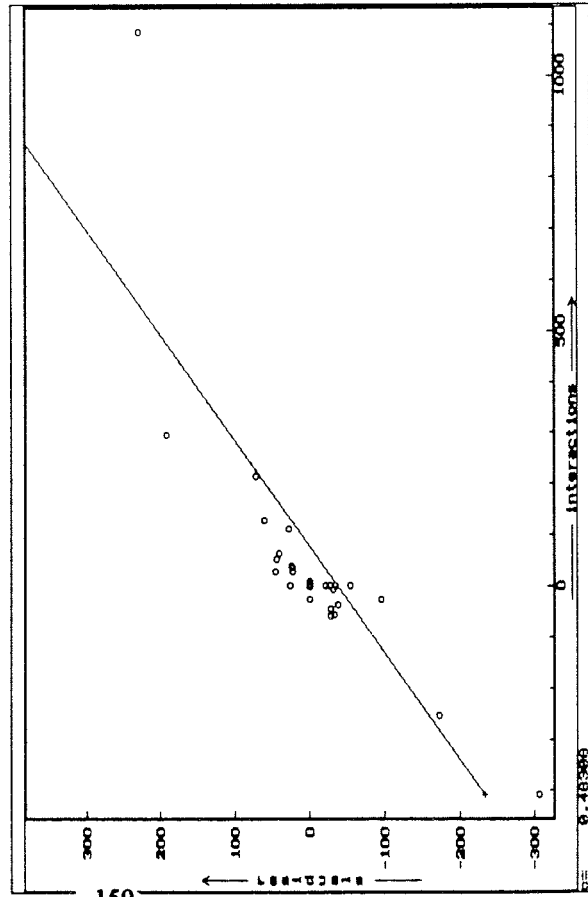
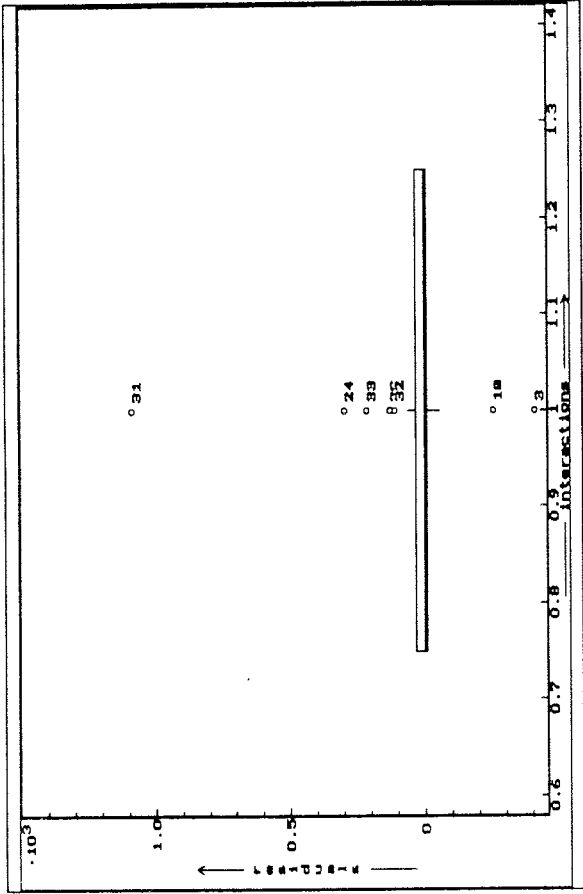
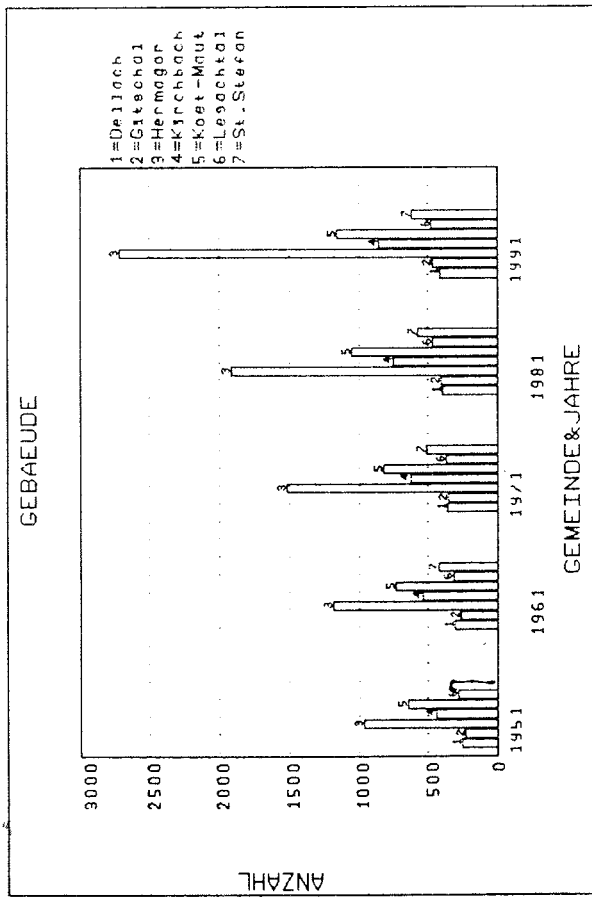


Interaktionen	Wald fläche
3	0
-130	-89
221	-1031
-291	121
-614	70
0	86
191	-7
0	19
31	89
-171	72
71	-121
0	-70
-160	312
-67	-111
-15	89
15	1798
0	-2380
89	-1120
72	5767
590	3837
-70	0
312	0
-111	-617



168	168	0	-15	-122	-288
0	0	0	0	-83	-92
-342	-269	0	134	154	968
113	156	0	-8	68	0
-76	-35	0	84	0	-19
-568	-509	0	296	204	303
239	239	0	-15	-114	265





52	39	0	-59	-56	-186
26	0	0	-46	0	-190
-108	-253	0	297	1087	973
-38	1	0	28	112	83
-26	-1	0	127	214	278
63	34	0	0	-7	-176
?	-37	-30	-66	-41	0
-153	-86	0	96	115	511

6) Korrelation und Kreuzkorrelationsrechnung der hydrologischen Stationen

Um ein besseres räumlich-zeitliches Verständnis zwischen Niederschlags- und Abflußstationen zu bekommen wurde eine Korrelation zwischen:

- a) Niederschlag- und Abflußstationen
- b) zwei Niederschlagsstationen
- c) zwei Abflußstationen durchgeführt

Die erste der vier Reihen steht für den Wert der Korrelation, die nächsten drei Werte stehen für die Kreuzkorrelationen mit einem, zwei oder drei Tagen Verschiebung.

Folgende Korrelationen bestehen zwischen Niederschlag und Abflußstationen:

Places 13597 12613				Places 13621 12647					
Year 1972	0.409	0.373	0.251	0.176	Year 1972	0.273	0.416	0.309	0.188
Year 1973	0.133	0.249	0.147	0.129	Year 1973	0.077	0.251	0.147	0.111
Year 1974	0.185	0.261	0.270	0.297	Year 1974	0.167	0.261	0.254	0.228
Year 1975	0.034	0.035	0.039	0.037	Year 1975	0.022	0.058	0.061	0.058
Year 1976	0.076	0.070	0.065	0.044	Year 1976	0.068	0.083	0.085	0.061
Year 1977	0.101	0.192	0.112	0.079	Year 1977	0.123	0.271	0.132	0.083
Year 1978	0.165	0.279	0.190	0.141	Year 1978	0.132	0.265	0.146	0.098
Year 1979	0.087	0.139	0.102	0.065	Year 1979	0.091	0.207	0.171	0.107
Year 1980	0.123	0.372	0.249	0.264	Year 1980	0.115	0.283	0.206	0.221
Year 1981	0.309	0.651	0.433	0.299	Year 1981	0.298	0.669	0.408	0.229
Year 1982	0.106	0.198	0.152	0.132	Year 1982	0.177	0.294	0.197	0.159
Year 1983	0.204	0.263	0.263	0.200	Year 1983	0.309	0.478	0.392	0.268
Year 1984	0.104	0.225	0.168	0.102	Year 1984	0.119	0.232	0.166	0.111
Year 1985	0.076	0.170	0.137	0.115	Year 1985	0.148	0.253	0.202	0.168

Places 13654 12670				Places 13670 12688					
Year 1972	0.262	0.429	0.318	0.201	Year 1972	0.401	0.475	0.295	0.199
Year 1973	0.083	0.247	0.175	0.122	Year 1973	0.106	0.187	0.083	0.026
Year 1974	0.281	0.311	0.445	0.388	Year 1974	0.462	0.414	0.437	0.304
Year 1975	0.074	0.151	0.127	0.128	Year 1975	0.126	0.221	0.166	0.142
Year 1976	0.103	0.126	0.129	0.096	Year 1976	0.113	0.136	0.098	0.050
Year 1977	0.105	0.326	0.152	0.070	Year 1977	0.243	0.411	0.072	0.008
Year 1978	0.146	0.247	0.170	0.097	Year 1978	0.311	0.360	0.144	0.073
Year 1979	0.156	0.276	0.221	0.134	Year 1979	0.283	0.263	0.144	0.067
Year 1980	0.345	0.412	0.284	0.266	Year 1980	0.486	0.408	0.205	0.195
Year 1981	0.278	0.619	0.404	0.216	Year 1981	0.460	0.654	0.278	0.095
Year 1982	0.189	0.391	0.237	0.169	Year 1982	0.350	0.456	0.217	0.189
Year 1983	0.309	0.494	0.344	0.238	Year 1983	0.430	0.576	0.232	0.125
Year 1984	0.137	0.290	0.120	0.061	Year 1984	0.211	0.645	0.214	0.080
Year 1985	0.148	0.316	0.231	0.173	Year 1985	0.160	0.469	0.316	0.289

Places 13704 12704				Places 13720 12753					
Year 1972	0.121	0.430	0.362	0.263	Year 1972	0.191	0.368	0.264	0.184
Year 1973	0.130	0.302	0.250	0.181	Year 1973	0.052	0.253	0.192	0.135
Year 1974	0.254	0.336	0.471	0.373	Year 1974	0.276	0.407	0.525	0.397
Year 1975	0.105	0.234	0.245	0.236	Year 1975	0.103	0.217	0.197	0.161

Year 1976	0.130	0.192	0.235	0.152	Year 1976	0.146	0.229	0.191	0.123
Year 1977	0.123	0.302	0.111	0.067	Year 1977	0.056	0.320	0.127	0.043
Year 1978	0.163	0.233	0.157	0.122	Year 1978	0.159	0.285	0.192	0.119
Year 1979	0.244	0.403	0.304	0.173	Year 1979	0.178	0.317	0.270	0.151
Year 1980	0.412	0.426	0.233	0.241	Year 1980	0.248	0.354	0.258	0.225
Year 1981	0.175	0.505	0.343	0.197	Year 1981	0.063	0.347	0.200	0.085
Year 1982	0.310	0.437	0.202	0.166	Year 1982	0.198	0.424	0.278	0.196
Year 1983	0.231	0.500	0.248	0.172	Year 1983	0.270	0.538	0.301	0.179
Year 1984	0.140	0.770	0.177	0.082	Year 1984	0.123	0.253	0.105	0.047
Year 1985	0.159	0.410	0.244	0.179	Year 1985	0.152	0.398	0.263	0.175

Folgender Zusammenhang besteht zwischen zwei Niederschlagsstationen:

Places 13597 13621					Places 13597 13654				
Year 1972	0.861	0.131	0.027	0.031	Year 1972	0.763	0.145	0.007	0.031
Year 1973	0.956	0.228	0.048	0.019	Year 1973	0.880	0.217	0.022	-0.003
Year 1974	0.639	0.199	0.152	0.104	Year 1974	0.716	0.237	0.170	0.156
Year 1975	0.844	0.436	0.287	0.029	Year 1975	0.795	0.459	0.329	0.067
Year 1976	0.889	0.262	0.075	0.039	Year 1976	0.899	0.192	0.057	0.041
Year 1977	0.951	0.186	-0.044	0.122	Year 1977	0.867	0.138	-0.057	0.131
Year 1978	0.933	0.252	0.011	0.005	Year 1978	0.852	0.374	-0.001	-0.009
Year 1979	0.943	0.245	0.045	0.062	Year 1979	0.857	0.240	0.019	0.067
Year 1980	0.905	0.322	0.097	0.038	Year 1980	0.755	0.414	0.073	0.111
Year 1981	0.950	0.261	-0.006	-0.024	Year 1981	0.873	0.279	-0.027	-0.036
Year 1982	0.920	0.121	-0.021	0.162	Year 1982	0.802	0.156	-0.001	0.107
Year 1983	0.891	0.278	0.007	-0.018	Year 1983	0.770	0.262	-0.021	-0.025
Year 1984	0.890	0.297	0.055	-0.022	Year 1984	0.701	0.210	0.028	-0.028
Year 1985	0.944	0.219	0.059	-0.029	Year 1985	0.853	0.218	0.038	-0.018

Places 13597 13670					Places 13597 13704				
Year 1972	0.777	0.122	0.002	0.024	Year 1972	0.756	0.109	0.005	-0.003
Year 1973	0.846	0.241	0.030	0.017	Year 1973	0.624	0.156	-0.012	0.016
Year 1974	0.738	0.219	0.162	0.158	Year 1974	0.731	0.274	0.205	0.149
Year 1975	0.840	0.446	0.287	0.085	Year 1975	0.847	0.458	0.283	0.081
Year 1976	0.893	0.189	0.071	0.039	Year 1976	0.846	0.181	0.051	0.069
Year 1977	0.866	0.136	-0.065	0.118	Year 1977	0.829	0.130	-0.054	0.115
Year 1978	0.841	0.301	0.006	-0.009	Year 1978	0.786	0.282	0.034	0.025
Year 1979	0.852	0.208	-0.004	0.073	Year 1979	0.831	0.123	-0.004	0.054
Year 1980	0.700	0.433	0.070	0.092	Year 1980	0.664	0.381	0.108	0.108
Year 1981	0.855	0.310	-0.011	-0.026	Year 1981	0.740	0.173	-0.044	-0.047
Year 1982	0.758	0.158	0.002	0.090	Year 1982	0.630	0.295	0.039	0.113
Year 1983	0.715	0.169	-0.014	-0.025	Year 1983	0.756	0.194	-0.022	-0.019
Year 1984	0.550	0.152	0.015	-0.012	Year 1984	0.516	0.147	0.023	0.009
Year 1985	0.749	0.212	0.060	-0.012	Year 1985	0.792	0.212	0.052	-0.021

Places 13597 13720					Places 13621 13670				
Year 1972	0.609	0.120	0.006	0.014	Year 1972	0.855	0.240	-0.004	0.019
Year 1973	0.787	0.184	0.035	0.007	Year 1973	0.892	0.272	0.054	0.024
Year 1974	0.749	0.234	0.172	0.178	Year 1974	0.887	0.251	0.106	0.096
Year 1975	0.676	0.376	0.264	0.041	Year 1975	0.901	0.438	0.240	0.081
Year 1976	0.764	0.159	0.056	0.036	Year 1976	0.834	0.291	0.054	0.026
Year 1977	0.796	0.128	-0.069	0.076	Year 1977	0.921	0.153	-0.065	0.129
Year 1978	0.714	0.290	0.003	-0.028	Year 1978	0.859	0.300	0.003	-0.037
Year 1979	0.782	0.242	0.011	0.097	Year 1979	0.861	0.275	0.019	0.040
Year 1980	0.638	0.296	0.037	0.090	Year 1980	0.756	0.370	0.057	0.078
Year 1981	0.679	0.135	-0.043	-0.042	Year 1981	0.913	0.289	-0.015	-0.064
Year 1982	0.811	0.164	0.017	0.147	Year 1982	0.811	0.241	0.021	0.069
Year 1983	0.660	0.221	-0.039	-0.021	Year 1983	0.781	0.218	-0.005	-0.009
Year 1984	0.725	0.215	-0.003	-0.030	Year 1984	0.489	0.181	0.043	0.008

Year 1985| 0.693 0.153 0.065 0.038 Year 1985| 0.779 0.220 0.094 -0.018

Places 13621 13654				Places 13621 13704			
Year 1972	0.852	0.272	0.002 0.030	Year 1972	0.815	0.218	-0.001 0.002
Year 1973	0.912	0.245	0.034 -0.001	Year 1973	0.668	0.162	0.006 0.024
Year 1974	0.894	0.254	0.126 0.085	Year 1974	0.883	0.280	0.179 0.103
Year 1975	0.911	0.444	0.267 0.062	Year 1975	0.888	0.439	0.233 0.072
Year 1976	0.921	0.289	0.053 0.017	Year 1976	0.897	0.270	0.052 0.049
Year 1977	0.920	0.167	-0.057 0.146	Year 1977	0.890	0.145	-0.057 0.119
Year 1978	0.860	0.382	0.005 -0.036	Year 1978	0.761	0.250	0.015 0.002
Year 1979	0.876	0.317	0.051 0.038	Year 1979	0.844	0.190	0.017 0.029
Year 1980	0.804	0.385	0.071 0.088	Year 1980	0.729	0.347	0.063 0.072
Year 1981	0.934	0.256	-0.033 -0.071	Year 1981	0.804	0.170	-0.046 -0.071
Year 1982	0.854	0.202	0.009 0.079	Year 1982	0.666	0.380	0.065 0.083
Year 1983	0.818	0.326	-0.001 -0.013	Year 1983	0.801	0.243	-0.011 0.004
Year 1984	0.677	0.252	0.065 0.007	Year 1984	0.509	0.181	0.064 0.033
Year 1985	0.866	0.227	0.059 -0.026	Year 1985	0.826	0.220	0.086 -0.030

Places 13621 13720				Places 13654 13670			
Year 1972	0.676	0.193	0.005 0.005	Year 1972	0.958	0.187	0.009 0.011
Year 1973	0.826	0.207	0.037 0.016	Year 1973	0.959	0.297	0.055 0.023
Year 1974	0.808	0.266	0.139 0.123	Year 1974	0.967	0.254	0.181 0.091
Year 1975	0.789	0.340	0.191 0.029	Year 1975	0.951	0.403	0.191 0.092
Year 1976	0.734	0.238	0.059 0.019	Year 1976	0.919	0.173	0.058 0.015
Year 1977	0.846	0.126	-0.073 0.088	Year 1977	0.952	0.155	-0.071 0.107
Year 1978	0.727	0.273	0.002 -0.044	Year 1978	0.961	0.311	0.013 -0.053
Year 1979	0.792	0.295	0.028 0.060	Year 1979	0.959	0.271	0.031 0.063
Year 1980	0.691	0.306	0.037 0.067	Year 1980	0.965	0.316	0.036 0.056
Year 1981	0.772	0.130	-0.049 -0.064	Year 1981	0.962	0.293	-0.017 -0.044
Year 1982	0.838	0.223	0.033 0.107	Year 1982	0.934	0.127	0.001 0.059
Year 1983	0.676	0.277	-0.032 0.001	Year 1983	0.930	0.185	-0.030 -0.004
Year 1984	0.690	0.252	0.049 0.006	Year 1984	0.928	0.259	0.041 -0.006
Year 1985	0.696	0.157	0.090 0.021	Year 1985	0.908	0.203	0.056 -0.016

Places 13654 13704				Places 13654 13720			
Year 1972	0.910	0.150	0.037 0.003	Year 1972	0.808	0.159	0.012 0.015
Year 1973	0.806	0.182	-0.002 0.016	Year 1973	0.917	0.231	0.025 0.022
Year 1974	0.930	0.277	0.235 0.103	Year 1974	0.904	0.257	0.182 0.108
Year 1975	0.924	0.391	0.184 0.075	Year 1975	0.863	0.332	0.157 0.037
Year 1976	0.930	0.182	0.049 0.037	Year 1976	0.819	0.153	0.071 0.012
Year 1977	0.932	0.148	-0.060 0.096	Year 1977	0.890	0.120	-0.076 0.063
Year 1978	0.899	0.283	0.015 -0.016	Year 1978	0.851	0.318	0.009 -0.048
Year 1979	0.926	0.162	0.015 0.052	Year 1979	0.924	0.295	0.049 0.087
Year 1980	0.915	0.345	0.054 0.040	Year 1980	0.819	0.256	0.016 0.028
Year 1981	0.878	0.184	-0.045 -0.060	Year 1981	0.853	0.147	-0.062 -0.055
Year 1982	0.762	0.263	0.045 0.074	Year 1982	0.906	0.153	0.014 0.083
Year 1983	0.920	0.195	-0.023 0.021	Year 1983	0.835	0.248	-0.051 0.024
Year 1984	0.907	0.197	0.054 0.014	Year 1984	0.782	0.284	0.036 -0.006
Year 1985	0.928	0.187	0.065 -0.009	Year 1985	0.813	0.132	0.060 0.014

Places 13670 13704				Places 13670 13720			
Year 1972	0.935	0.165	0.028 0.020	Year 1972	0.873	0.168	0.015 0.020
Year 1973	0.810	0.199	0.037 0.030	Year 1973	0.905	0.280	0.051 0.034
Year 1974	0.927	0.320	0.218 0.135	Year 1974	0.924	0.286	0.171 0.139
Year 1975	0.951	0.492	0.269 0.090	Year 1975	0.852	0.422	0.237 0.051
Year 1976	0.870	0.198	0.031 0.083	Year 1976	0.812	0.191	0.034 0.063
Year 1977	0.929	0.169	-0.041 0.095	Year 1977	0.925	0.142	-0.058 0.079
Year 1978	0.908	0.295	0.014 -0.023	Year 1978	0.883	0.336	0.019 -0.049
Year 1979	0.933	0.170	0.021 0.070	Year 1979	0.932	0.302	0.052 0.105

Year 1980	0.930	0.366	0.062	0.046	Year 1980	0.825	0.276	0.043	0.036
Year 1981	0.896	0.236	-0.040	-0.062	Year 1981	0.873	0.206	-0.058	-0.055
Year 1982	0.837	0.228	0.039	0.073	Year 1982	0.904	0.133	0.037	0.076
Year 1983	0.944	0.204	-0.013	-0.006	Year 1983	0.878	0.273	-0.038	0.005
Year 1984	0.951	0.184	0.022	-0.010	Year 1984	0.652	0.276	-0.003	-0.022
Year 1985	0.910	0.217	0.050	0.018	Year 1985	0.806	0.161	0.049	0.030

Places 13704 13720

Year 1972	0.825	0.180	0.032	0.022
Year 1973	0.805	0.322	0.056	0.031
Year 1974	0.907	0.382	0.228	0.146
Year 1975	0.852	0.412	0.171	0.034
Year 1976	0.828	0.209	0.050	0.012
Year 1977	0.887	0.142	-0.044	0.060
Year 1978	0.856	0.336	0.014	-0.033
Year 1979	0.883	0.346	0.072	0.109
Year 1980	0.828	0.317	0.045	0.031
Year 1981	0.901	0.219	-0.047	-0.026
Year 1982	0.780	0.104	0.050	0.139
Year 1983	0.897	0.269	-0.027	-0.011
Year 1984	0.668	0.302	0.024	-0.005
Year 1985	0.819	0.190	0.047	0.002

Folgende Korrelation und Kreuzkorrelationen bestehen zwischen zwei Abflußstationen:

Places 12613 12647					Places 12647 12670				
Year 1972	0.971	0.897	0.768	0.716	Year 1972	0.982	0.884	0.750	0.725
Year 1973	0.980	0.893	0.828	0.780	Year 1973	0.985	0.903	0.859	0.821
Year 1974	0.971	0.818	0.738	0.687	Year 1974	0.963	0.773	0.686	0.629
Year 1975	0.977	0.932	0.924	0.911	Year 1975	0.969	0.915	0.903	0.885
Year 1976	0.983	0.950	0.927	0.904	Year 1976	0.987	0.945	0.920	0.897
Year 1977	0.961	0.859	0.790	0.749	Year 1977	0.965	0.845	0.735	0.685
Year 1978	0.960	0.855	0.800	0.762	Year 1978	0.983	0.893	0.815	0.771
Year 1979	0.981	0.941	0.887	0.847	Year 1979	0.982	0.915	0.842	0.793
Year 1980	0.980	0.810	0.740	0.664	Year 1980	0.968	0.775	0.689	0.603
Year 1981	0.958	0.733	0.526	0.432	Year 1981	0.978	0.745	0.494	0.384
Year 1982	0.950	0.852	0.820	0.807	Year 1982	0.952	0.821	0.729	0.684
Year 1983	0.924	0.844	0.786	0.749	Year 1983	0.945	0.858	0.766	0.713
Year 1984	0.984	0.905	0.854	0.818	Year 1984	0.950	0.871	0.813	0.776
Year 1985	0.958	0.913	0.877	0.853	Year 1985	0.968	0.899	0.829	0.781

Places 12670 12753					Places 12688 12753				
Year 1972	0.984	0.876	0.744	0.708	Year 1972	0.829	0.830	0.633	0.565
Year 1973	0.968	0.864	0.788	0.733	Year 1973	0.884	0.849	0.778	0.720
Year 1974	0.945	0.655	0.527	0.462	Year 1974	0.915	0.725	0.647	0.519
Year 1975	0.974	0.893	0.864	0.838	Year 1975	0.905	0.844	0.800	0.758
Year 1976	0.979	0.916	0.873	0.840	Year 1976	0.891	0.880	0.820	0.779
Year 1977	0.964	0.816	0.676	0.625	Year 1977	0.859	0.790	0.621	0.572
Year 1978	0.987	0.886	0.796	0.757	Year 1978	0.885	0.849	0.711	0.639
Year 1979	0.972	0.880	0.764	0.692	Year 1979	0.901	0.880	0.774	0.702
Year 1980	0.975	0.763	0.611	0.510	Year 1980	0.896	0.715	0.586	0.474
Year 1981	0.988	0.711	0.411	0.285	Year 1981	0.886	0.795	0.512	0.326
Year 1982	0.981	0.823	0.726	0.689	Year 1982	0.896	0.822	0.727	0.699
Year 1983	0.959	0.819	0.697	0.650	Year 1983	0.813	0.785	0.622	0.563
Year 1984	0.944	0.809	0.692	0.639	Year 1984	0.830	0.633	0.510	0.455
Year 1985	0.969	0.882	0.796	0.745	Year 1985	0.376	0.289	0.188	0.154

Places 12704 12753					Places 12738 12753				
Year 1972	0.944	0.719	0.637	0.615	Year 1972	0.826	0.791	0.670	0.634
Year 1973	0.900	0.822	0.772	0.737	Year 1973	0.889	0.828	0.772	0.730
Year 1974	0.894	0.586	0.381	0.289	Year 1974	0.918	0.730	0.598	0.493
Year 1975	0.930	0.850	0.812	0.781	Year 1975	0.925	0.858	0.814	0.773
Year 1976	0.840	0.722	0.657	0.622	Year 1976	0.895	0.885	0.815	0.766
Year 1977	0.675	0.561	0.464	0.440	Year 1977	0.874	0.765	0.631	0.612
Year 1978	0.876	0.794	0.730	0.709	Year 1978	0.919	0.827	0.712	0.659
Year 1979	0.839	0.777	0.655	0.575	Year 1979	0.919	0.877	0.773	0.702
Year 1980	0.682	0.500	0.324	0.225	Year 1980	0.781	0.655	0.533	0.442
Year 1981	0.810	0.578	0.362	0.264	Year 1981	0.845	0.723	0.514	0.349
Year 1982	0.893	0.729	0.608	0.555	Year 1982	0.895	0.790	0.696	0.668
Year 1983	0.749	0.586	0.494	0.463	Year 1983	0.774	0.650	0.527	0.464
Year 1984	0.714	0.466	0.311	0.266	Year 1984	0.872	0.714	0.604	0.557
Year 1985	0.909	0.792	0.686	0.662	Year 1985	0.394	0.303		

7) Medienfeedback

Die Aktualität des gewählten Themas fand erfreulicherweise auch in den Medien ein gewisses Echo. So veröffentlichten zahlreiche - vorallem bundesdeutsche Zeitungen - einen Bericht, der im Zuge der Vorbereitungen zu diesem Projekt entstand und der die Bedeutung der Klimaerwärmung für Österreich unterstreicht. Er entstand während der Tätigkeit des Projektmitarbeiters am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse in Laxenburg im dortigen Umweltprogramm.

Ein Radiointerview des ORF mit dem Projektmitarbeiter wurde anlässlich des Vortrages am 10. April 1992 in Velden mitgeschnitten und wurde im lokalen Rundfunk gesendet.

Argus Media GmbH • Telefon 07 11/ 5 75 31 - 0 • Telefax 07 11/ 5 75 31 11

14100 SE

WAZ Westdeutsche

Allgemeine Zeitung

4300 Essen

Aufl./Verbreitung 172.686

Ges. Aufl./Verbreit 1.294.057

Ges. Aufl./Verkauf 1.232.550

11.01.92 Nr. NW2 Q

Erwärmung bringt Verluste

Die Wintersportzentren in den Alpen gehen harten Zeiten entgegen, sollte sich die Atmosphäre der Erde global auch nur um 0,1 Grad Celsius im jährlichen Mittel erwärmen. Der Schnee würde sich „in höhere Regionen zurückziehen und weniger lange liegenbleiben“, was wiederum für die dann noch verbliebenen Skisportgebiete „erheblich größere Belastungen durch eine weitaus stärkere Konzentration von Urlaubern“ zur Folge hätte.

Dies prognostiziert in einer Studie eine Forschungsgruppe am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse (IASA) in Laxenburg bei Wien, die von einer globalen Erwärmung der Erdatmosphäre um fünf Grad in den nächsten 50 Jahren ausgeht. „Aber selbst bei einem günstigeren Szenario“, warnt IASA-Forscher Meinhard Breiling, „kommen auf die Skiregionen aller Alpenländer durch den Treibhauseffekt gewaltige Probleme zu.“

Am Beispiel Österreichs ha-

ben die Laxenberger Forscher auf Grund ihres Szenarios Genaueres errechnet: Der heimische Wintertourismus, der fast 50 Prozent der jährlichen Fremdenverkehrs-Einnahmen in Höhe von 180 Milliarden Schilling - umgerechnet beachtliche rund 26 Milliarden Mark - ausmache, müsse mit Einbußen von „30 bis 40 Prozent“ innerhalb der nächsten 20 Jahre rechnen.

In dem gleichen Zeitraum würden aber außerdem rund 350 Milliarden Schilling - etwa 50 Milliarden Mark - für Maßnahmen im Muren-schutz- und Wildwasserverbau sowie im Lawinenschutz erforderlich.

Solche Aufwendungen aber könnten nur „traditionell gesunde Betriebe“ verkraften, befürchtet IASA-Wissenschaftler Breiling. Viele der erst in den 70er Jahren entstandenen Wintersporteinrichtungen des Nachbarlandes seien jedoch „noch hoch verschuldet“ und stünden dann möglicherweise vor dem

Hamburger Abendblatt
2000 Hamburg 36

11.01.92 Nr. HH1 Q

NACHRICHTEN

Schnee in Gefahr?

Die Wintersportorte in den Alpen gehen harten Zeiten entgegen, sollte sich die Erdatmosphäre global auch nur um ein Zehntelgrad Celsius im jährlichen Durchschnitt erwärmen. Der Schnee würde sich „in höhere Regionen zurückziehen und weniger lange liegenbleiben“, was wiederum für die dann noch verbliebenen Skigebiete „erheblich größere Belastungen durch stärkere Konzentration von Urlaubern“ zur Folge hätte. Diese Prognose gab eine Forschungsgruppe am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse (IASA) in Laxenburg bei Wien, die von einer globalen Erwärmung der Erdatmosphäre um fünf Grad in den nächsten 50 Jahren ausgeht. „Aber selbst bei einem günstigeren Szenario“, warnte IASA-Forscher Meinhard Breiling, „kommen auf die Skiregionen aller Alpenländer durch den Treibhauseffekt gewaltige Probleme zu.“ (tdt)

11/00 LE

Schwäbische

Donauzeitung

7900 Ulm

Aufl./Verbreitung	67.481
Ges. Aufl./Verbreit	377.731
Ges. Aufl./Verkauf	369.126

18.01.92 Nr. BW36Q

Bald weniger Schnee?

Prognose: Treibhauseffekt führt zu Konzentrationen

Die Wintersportorte in den Alpen gehen harten Zeiten entgegen, sollte sich die Erdatmosphäre global auch nur um 0,1 Grad Celsius im jährlichen Mittel erwärmen. Der Schnee würde sich „in höhere Regionen zurückziehen und weniger lange liegenbleiben“, was wiederum für die dann noch verbliebenen Skigebiete „erheblich größere Belastungen durch eine stärkere Konzentration von Urlaubern“ zur Folge hätte.

Dies prognostiziert eine Forschungsgruppe am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse (IASA) in Laxenburg bei Wien, die von einer globalen Erwärmung der Erdatmosphäre um fünf Grad in den nächsten 50 Jahren ausgeht. „Aber selbst bei einem günstigeren Szenario“, warnt IASA-Forscher Meinhard Breiling, „kommen auf die Skiregionen aller Alpenländer durch den Treibhauseffekt gewaltige Probleme zu.“

Am Beispiel Österreichs haben die Laxenburger Forscher aufgrund ihres Szenarios Genaueres errechnet: Der heimische Wintertourismus, der fast 50 Prozent der jährlichen Tourismus-Einnahmen in Höhe von 180 Milliarden Schilling - umgerechnet rund 26 Milliarden Mark - ausmache, müsse mit Einbußen von „30 bis 40 Pro-

zent“ innerhalb der nächsten 20 Jahre rechnen. Davon abgesehen müßten auch die Hersteller von Wintersportartikeln und andere Branchen, die indirekt mit dem Tourismus zusammenhängen, mit großen Einbußen rechnen. In diesem Zeitraum würden dann außerdem rund 350 Milliarden Schilling - etwa 50 Milliarden Mark - für Maßnahmen im Murenschutz und Wildwasserverbau sowie im Lawinenschutz erforderlich.

Solche Aufwendungen aber könnten nur „traditionell gesunde Betriebe“ verkraften, befürchtet IASA-Wissenschaftler Breiling. Viele der erst in den 70er Jahren entstandenen Wintersporteinrichtungen Österreichs seien jedoch „noch hoch verschuldet“ und stünden dann möglicherweise vor dem Aus. tdt

Generalanzeiger

5300 Bonn

18.01.92 Nr. NW2 Q

.....

Treibhauseffekt: Die Wintersportorte in den Alpen gehen harten Zeiten entgegen, sollte sich die Erdatmosphäre global auch nur um 0,1 Grad Celsius im jährlichen Mittel weiter erwärmen. Der Schnee würde sich „in höhere Regionen zurückziehen und weniger lange liegenbleiben“, was wiederum für die dann noch verbliebenen Skigebiete „erheblich größere Belastungen durch eine stärkere Konzentration von Urlaubern“ zur Folge hätte. Dies prognostiziert eine Forschungsgruppe am Internationalen Institut für angewandte Systemanalyse (IASA) in Laxenburg bei Wien, die von einer globalen Erwärmung um fünf Grad in den nächsten 50 Jahren ausgeht. „Aber selbst bei einem günstigen Szenario“, warnt IASA-Forscher Meinhard Breiling, „kommen auf die Skiregionen aller Alpenländer durch den Treibhauseffekt gewaltige Probleme zu.“ Während Österreich etwa mit Einnahme-Einbußen von bis zu 50 Prozent im Winter rechnen müsse, kämen auf das Land gleichzeitig rund 50 Milliarden Mark Investitionskosten für Maßnahmen im Murenschutz- und Wildwasserverbau sowie im Lawinenschutz zu. (tdt)

8) Abkürzungen

BMO	Britisch Meteorological Office
BOKU	Universität für Bodenkultur
CIPRA	Internationale Alpenschutzkommission
CSIRO	Australisches Forschungsinstitut (Atmospheric Research Division, Climate Modelling Group)
ETH	Eidgenössische Technische Hochschule Zürich
GCM	Global Circulation Model
GISS	Goddard Institute of Space Studies
HZB	Hydrographisches Zentralbüro
IIASA	International Institute of Applied System Analysis
IMAGE	Integrated Model to Assess the Greenhouse Effect
IPPC	International Panel of Climate Change
MaB	Man and Biosphere Project
MECCA	Morogoro Environmental Charter Consulting Agency
MIT	Massachusetts Institute of Technology
MPI	Max Planck Institut
PC	Personal Computer
ÖAV	Österreichischer Alpenverein
ÖKL	Österreichisches Kuratorium für Landtechnik
ÖROK	Österreichische Raumordnungskonferenz.
ProClim	Schweizer nationales Klimaforschungsprogramm
RIVM	Institut für öffentliche Gesundheit und Umweltschutz, Niederlande
RAINS	IIASA Modell zur Berechnung der Bodenversauerung in Europa
TU	Technische Universität

TRACE	IIASA Modell zur Berechnung der Schwermetallbelastung in Europa
UNEP	United Nations Environment Program
WMO	World Metereological Organisation