

StartClim.10: Ökonomische Aspekte des Hochwassers 2002: Datenanalyse, Vermögensrechnung und gesamtwirtschaftliche Effekte

Projektmitarbeiter und Autoren des Berichts

Daniela Kletzan

Angela Köppl

Kurt Kratena

Alexandra Wegscheider
(Wissenschaftliche Assistenz)

Wien, Oktober 2003

Inhaltsverzeichnis

Kurzfassung / Abstract	5
10-1 Extreme Wetterereignisse und Effekte auf die Wohlfahrt	6
10-1.1 Kritik am Bruttoinlandsprodukt als Wohlfahrtsmaß	6
10-1.2 Ein alternativer Ansatz zur Bewertung von Wohlfahrtseffekten extremer Wetterereignisse	8
10-1.2.1 <i>Die mikroökonomische Dimension: Haushalte, Unternehmen und Kapitalstöcke</i> -	9
10-1.2.2 <i>Die makroökonomische Dimension: Wiederherstellung der Kapitalstöcke und Finanzierung</i>	10
10-2 Ökonomische Evaluierung der gesamtwirtschaftlichen Schäden des Hochwasserereignisses 2002	12
10-2.1 Ausgangssituation	12
10-2.2 Dateninputs	13
10-2.3 Modellansatz: Das disaggregierte makroökonomische Modell des WIFO (MULTIMAC)	16
10-2.4 Modellannahmen	20
10-2.5 Simulationsergebnisse	21
10-3 Zusammenfassung	24
Literaturverzeichnis	27
Abbildungs- und Tabellenverzeichnis	28
Anhang: Projekt StartClim.10	29
A.1. Introduction	30
A.2. A model framework for the assessment of damage	32
A.2.1 <i>The microeconomic view: households, firms and capital stocks</i>	32
A.2.2 <i>The macroeconomic view: reconstruction of capital stocks and national income</i>	35
A. Appendix	37
A. References	39

Kurzfassung / Abstract

StartClim10

Eine adäquate Abbildung ökonomischer Effekte von Extremereignissen müsste konzeptuell über die traditionelle Bewertung in der VGR hinausgehen. Zentral für die Wohlfahrtseffekte ist das Wechselspiel zwischen Bestands- und Flussgrößen. Der erste Teil von StartClim10 widmet sich einer entsprechenden Erweiterung der konventionellen ökonomischen Modellierung.

Im zweiten Teil werden Modellsimulationen zur Abschätzung der ökonomischen Effekte des Hochwassers 2002 auf Basis der Daten aus StartClim9 durchgeführt. Die Ergebnisse der konventionellen Analyse zeigen, dass die makroökonomischen Auswirkungen gering waren, die positiven Effekte der Investitionsnachfrage im Jahr 2002 als transitorischer Schock zu interpretieren sind. Die leicht negativen Konsumeffekte resultieren aus einer Reduktion des verfügbaren Einkommens der betroffenen Haushalte.

An appropriate evaluation of the economic effects related to extreme weather events requires a conceptual extension of traditional concepts of quantification in national accounts. In order to assess welfare effects the focus should be put on the interdependencies of stocks and flows. The first part of StartClim10 deals with a corresponding integration of these aspects into conventional economic modelling.

In the second part model simulations are carried out to quantify the economic effects of the flood in 2002 based on data from StartClim9. The results of this conventional analysis show that aggregate impacts on the economy where only minor, positive effects from investment demand in 2002 constitute a transitory shock. Slightly negative impacts on consumption follow from a reduction of disposable income of affected households.

10-1 Extreme Wetterereignisse und Effekte auf die Wohlfahrt

Das Interesse der Wirtschaftswissenschaften an durch den Klimawandel verursachten extremen Wetterereignissen ist durch deren Zunahme oder zumindest durch den deutlichen Anstieg der damit verbundenen ökonomischen Schäden in den letzten Jahrzehnten gewachsen. Die wirtschaftlichen Effekte von Naturkatastrophen werden jedoch nicht nur durch eine gestiegene Häufigkeit und Intensität bedingt sondern auch durch andere Faktoren wie etwa den zahlenmäßigen oder wertmäßigen Zuwachs der betroffenen Objekte, die zunehmende Besiedlung gefährdeter Gebiete, oder durch Bauvorschriften, die relevante Risiken nicht berücksichtigen usw. (siehe dazu auch StartClim 6).

Die Bewertung der wirtschaftlichen Folgen und Wohlfahrtseffekte von Extremereignissen ist – abgesehen von der traditionellen makroökonomischen Analyse – eine relativ neue Fragestellung in der Ökonomie, für die noch keine standardisierten Konzepte vorliegen. Auf der makroökonomischen Ebene der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung (VGR) stellt sich zunächst die Frage nach der korrekten bzw. umfassenden Verbuchung von Schäden, die durch Naturkatastrophen verursacht werden. Im konventionellen makroökonomischen Paradigma werden die auf den Kapitalverlust folgenden, wiederherstellenden (= werterhaltenden) Investitionen als positive Beiträge zum Bruttoinlandsprodukt (BIP) und zum Wirtschaftswachstum verbucht.

10-1.1 Kritik am Bruttoinlandsprodukt als Wohlfahrtsmaß

Die Rolle des Bruttoinlandsprodukts und anderen davon abgeleiteten Indikatoren für die Messung wirtschaftlichen Wohlstands und gesellschaftlicher Wohlfahrt wird bereits seit Jahrzehnten kritisiert. Diese Kritik ist von besonderer Relevanz, wenn es um den Umgang mit Schäden an produziertem und natürlichem Kapital in der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung etwa im Zusammenhang mit Extremereignissen geht.

Das BIP entspricht dem Marktwert aller in einem Jahr in einer Volkswirtschaft produzierten Güter und Dienstleistungen (Entstehungsrechnungsansatz), was der Summe aus dem Konsum der privaten Haushalte, dem Konsum der öffentlichen Hand, den Bruttoinvestitionen der Unternehmen sowie dem Saldo aus Exporten und Importen entspricht (Verwendungsrechnungsansatz). In einer dritten Betrachtungsweise (Verteilungsansatz) wird dargestellt, wem die produzierten Werte gehören, d.h. es erfolgt eine Aufteilung in Bruttoentgelte, Bruttobetriebsüberschüsse inklusive Selbständigeneinkommen bereinigt um Produktionsabgaben (indirekte Steuern) abzüglich Subventionen (vgl. Abbildung 1). Gemeinhin stellt das Wachstum der Produktion das wirtschaftspolitische Ziel und das Maß für Wohlfahrt bzw. materiellen Wohlstand einer Gesellschaft dar.

Diese Erfassung der wirtschaftlichen Aktivitäten ist eine reine Messung von Flowgrößen, in die lediglich die Ströme dauerhafter und nichtdauerhafter Güter und Dienstleistungen, die in einer Volkswirtschaft produziert bzw. nachgefragt werden, eingehen. Diese Messung greift für eine umfassende Wohlfahrtsbewertung insofern zu kurz, als wohlfahrtsrelevante Stocks, d.h. Bestände an produziertem und natürlichem Kapital nicht berücksichtigt werden.

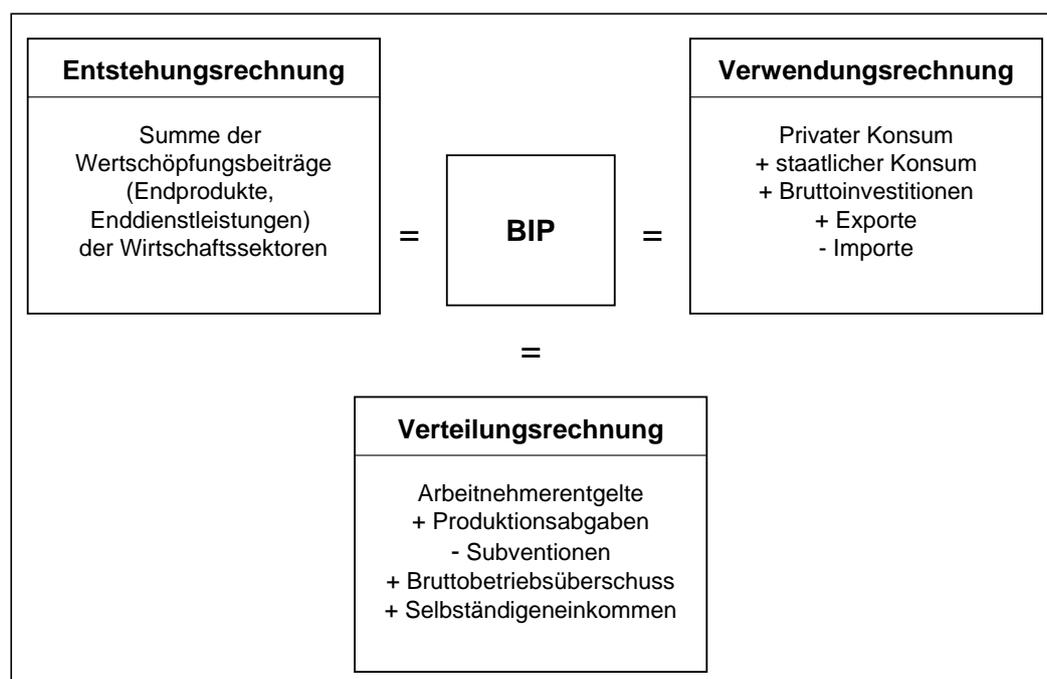


Abb. 10-1: Entstehungs-, Verwendungs- und Verteilungsrechnung des Bruttoinlandsprodukts

Die Kritik am Bruttoinlandsprodukt als Wohlfahrtsindikator bezieht sich unter anderem auf die folgenden Aspekte bzw. Mängel in der Erfassung relevanter Aktivitäten und Bestände (siehe dazu etwa England – Harris, 1998, Colman – Walker, 2000, Harris – Goodwin, 2003 oder Part V von Krishnan – Harris – Goodwin, 1995):

- die Darstellung des BIP pro Kopf einer Wirtschaft lässt keine Aussagen über bestehende Ungleichheiten in der Einkommensverteilung zu,
- Güter und Dienstleistungen, die nicht auf dem Markt gehandelt werden (z.B. Naturkapital, Haushaltsarbeit usw.), werden nicht berücksichtigt,
- die Abwertung sowohl produzierten als auch natürlichen Kapitals wird nur unzureichend abgebildet,
- es wird keine Unterscheidung von "goods" (Güter und Dienstleistungen) und "bads" (z.B. Schäden durch Umweltverschmutzung oder Naturkatastrophen) vorgenommen.

Insbesondere die letzten beiden Punkte sind für die Quantifizierung der ökonomischen Effekte extremer Wetterereignisse von Relevanz.

Der Verbrauch von natürlichen Ressourcen (Flows) – sofern diese auf dem Markt gehandelt werden – wird als positiver Beitrag zum BIP gewertet. Die Abwertung des Ressourcenbestands (Stocks) durch die Entnahme oder durch Zerstörung infolge von Umweltverschmutzung oder Naturkatastrophen wird jedoch nicht berücksichtigt. Weiters wird keine Unterscheidung zwischen Aktivitäten oder Ereignissen, die Nutzen stiften oder Schaden verursachen gemacht. Das bedeutet, dass Umweltverschmutzung oder extreme Wetterereignisse in dem Maß als wachstumssteigernd angesehen werden, als kompensatorische Ausgaben anfallen (Wiederherstellungsmaßnahmen, Katastrophenschutz usw.). Es wird nicht differenziert nach Ausgaben, die die gesellschaftliche Wohlfahrt erhöhen und solchen, die dazu dienen, aufgrund der vorherrschenden Wirtschaftsstrukturen entstandenen oder erwarteten Schaden auszugleichen. Dies bezieht sich sowohl auf Schäden an produziertem Kapital (z.B. Vermögensverluste privater Haushalte durch ein Hochwasser) als auch an Naturkapital (Aufräumungs- und Sanierungskosten).

In den vergangenen Jahrzehnten wurde bereits eine Reihe alternativer Konzepte für eine umfassendere und für die Quantifizierung nachhaltiger Entwicklung geeigneter erscheinende Bewertung wirtschaftlicher Aktivitäten entwickelt, die versuchen, neben den ökonomischen auch soziale und umweltbezogene Faktoren einzubeziehen. Dazu zählen etwa:

- das "System of Integrated Environmental and Economic Accounting" (SEEA).

Die Leitlinien für diese Umweltgesamtrechnung wurden von der statistischen Abteilung der Vereinten Nationen erarbeitet (für Details dazu siehe <http://unstats.un.org/unsd/environment/seea2003.htm>, Kletzan et al., 2002). Es wird hierbei nicht versucht, die umweltrelevanten Größen in die VGR zu integrieren, vielmehr stellt die SEEA ein System von Satellitenkonten dar, das die Umwelt in monetären oder physischen Größen erfasst und an die VGR ankoppelt. Die vier Kategorien sind dabei die Naturvermögensrechnung, die Stoffstromrechnung, die Berechnung der Ausgaben für Umweltschutz und Ressourcenmanagement sowie die Bewertung der Verschlechterung der Umweltqualität.

- der "Index of Sustainable Economic Welfare". Der ISEW soll eine Grundlage für politische Entscheidungen liefern, in der der ökonomische Wohlstand unter Berücksichtigung ökologischer Nachhaltigkeit und sozialer Gerechtigkeit dargestellt wird, indem versucht wird die vorne dargestellten Mängel der konventionellen Berechnung zu kompensieren (siehe dazu England – Harris, 1998, Kletzan et al., 2002, Stockhammer et al., 1997). Zusätzlich zu den herkömmlich verwendeten Daten aus der VGR werden Aspekte wie nicht-marktliche Produktion, Umweltschäden und Umweltschutzausgaben, intra- und intergenerationelle Einkommensverteilung berücksichtigt. Der dem BIP vergleichbare Indikator stellt eine Schätzung der Entwicklung des nachhaltigen Wohlstands dar.

Die Entwicklung von Indikatoren, die eine Alternative zum BIP als Wohlfahrtsmaß darstellen können ist "work in progress", wobei noch eine Reihe von Problemen in Hinblick auf konzeptuelle Fragen, Bewertungsansätze oder Datenverfügbarkeit zu klären sind.

Insbesondere in der Forschung zum Klimawandel spielt die Bewertung ökonomischer Effekte eine zunehmende Rolle. In diesem Zusammenhang wird in erster Linie mit so genannten Impact Assessment Models versucht, den Einfluss der Treibhausgasemissionen und -konzentrationen in der Atmosphäre auf Temperatur, Meeresspiegel oder extreme Wetterereignisse sowie die dadurch ausgelösten ökonomischen Effekte zu modellieren, wobei die Auswirkungen lediglich auf aggregiertem Niveau (auf Ebene der Volkswirtschaft) berechnet werden, ohne die Betroffenheit einzelner Sektoren explizit darzustellen.

Eine weitere Forschungsschiene beschäftigt sich mit der Erstellung langfristiger Energie- und Emissionsszenarien, um Szenarien für den Klimawandel zu entwickeln. Im Zusammenhang mit extremen Wetterereignissen soll hierbei mittels kleinräumiger Modelle erfasst werden, welche Regionen oder Sektoren besonders risikofähig sind (z.B. alpine Gebiete).

Eine detailliertere Darstellung der entsprechenden Forschung findet sich im Anhang und der darin zitierten Literatur.

10-1.2 Ein alternativer Ansatz zur Bewertung von Wohlfahrtseffekten extremer Wetterereignisse

Modul 1 des Projekts StartClim 10 befasst sich mit konzeptuellen Überlegungen, in welcher Weise die ökonomische Modellierung erweitert werden müsste, um die Wohlfahrtseffekte extremer Wetterereignisse in umfassender Weise abbilden zu können und die Mängel der Erfassung, wie sie etwa in der Berechnung des BIP bestehen, zu verringern.

Hierbei geht es um die Entwicklung eines Rahmens für eine mikro- und makroökonomische Modellierung und Bewertung von Schäden extremer Wetterereignisse (für die formale Darstellung siehe das Paper im Anhang).

10-1.2.1 Die mikroökonomische Dimension: Haushalte, Unternehmen und Kapitalstöcke

Auf der mikroökonomischen Ebene ist zunächst zwischen betroffenen Haushalten, Unternehmen und der öffentlichen Hand zu unterscheiden. Mittels dieser Disaggregation können die Effekte von Schäden auf verschiedene ökonomische Aktivitäten bzw. Kapitalstöcke differenziert werden.

Der mikroökonomische Modellblock enthält einerseits den Konsum der privaten Haushalte und andererseits Produktion und Investitionen der Unternehmen. Generell führen in diesem Modellrahmen extreme Wetterereignissen durch die ausgelösten dynamischen Anpassungsreaktionen auf Schäden zu einem alternativen Pfad der Kapitalakkumulation in der Wirtschaft.

1. Bei den Haushalten liegt das Konzept eines Konsummodells zugrunde, in dem Nutzen (Wohlfahrt) nicht primär aus der Menge der konsumierten Güter entsteht sondern aus der Nachfrage nach gewissen Konsum-Dienstleistungen (z.B. Wohnen in definierter Wohnqualität) und Gütern entspringt. Der Konsum wird in diesem Ansatz durch eine Haushaltsproduktionsfunktion beschrieben¹. Die Dienstleistungen werden hierbei mithilfe von Kapitalstöcken (z.B. Wohnbaubestand mit bestimmter thermischer Qualität), Gütern, oder auch Know-how und Zeit produziert (Schleicher, 2002), wodurch Nutzen und Wohlfahrt (indirekt) von den Kapitalstöcken abhängen. Im Gegensatz zur konventionellen Konsumtheorie, in der Nutzen primär von den Flows an konsumierten Gütern abhängt, liegt der Fokus hier auf den Konsumdienstleistungen, die mit unterschiedlichen Güterbündeln und Technologien produziert werden können und durch die Präferenzen der Haushalte bestimmt werden (siehe Abbildung 10-2).

Auf diese Weise kann gezeigt werden, wie durch Extremereignisse und die dadurch verursachte Zerstörung von Kapitalstöcken die Wohlfahrt betroffen ist. Dynamische Effekte lassen sich in einem solchen Modellrahmen ebenfalls abbilden, da der Aufwand für den Anpassungsprozess des erneuerten Kapitalstocks (Ersatz- und Wiederherstellungsinvestitionen) Einkommenseffekte für die Haushalte nach sich zieht.

Schäden infolge eines Extremereignisses lassen sich als Schocks in der Abschreibungsrate des Kapitals darstellen, wodurch das Potential für Konsumaktivitäten bzw. das Niveau der verfügbaren Konsumdienstleistungen verringert wird. Die dadurch ausgelösten Wohlfahrtseffekte können dargestellt werden, indem die Ausgaben quantifiziert werden, die für die Erreichung desselben Nutzenniveaus wie vor der Zerstörung notwendig sind. Durch eine zusätzliche Erweiterung der Betrachtung um Naturkapital, das für die soziale Wohlfahrt wichtig ist, könnte man in umfassenderer Weise zeigen, wie durch Extremereignisse die Wohlfahrt der Haushalte betroffen ist.

¹ Für die empirische Anwendung der Haushaltsproduktionsfunktion im Zusammenhang mit nachhaltigen Konsumstrukturen siehe Kletzan et al. (2002).

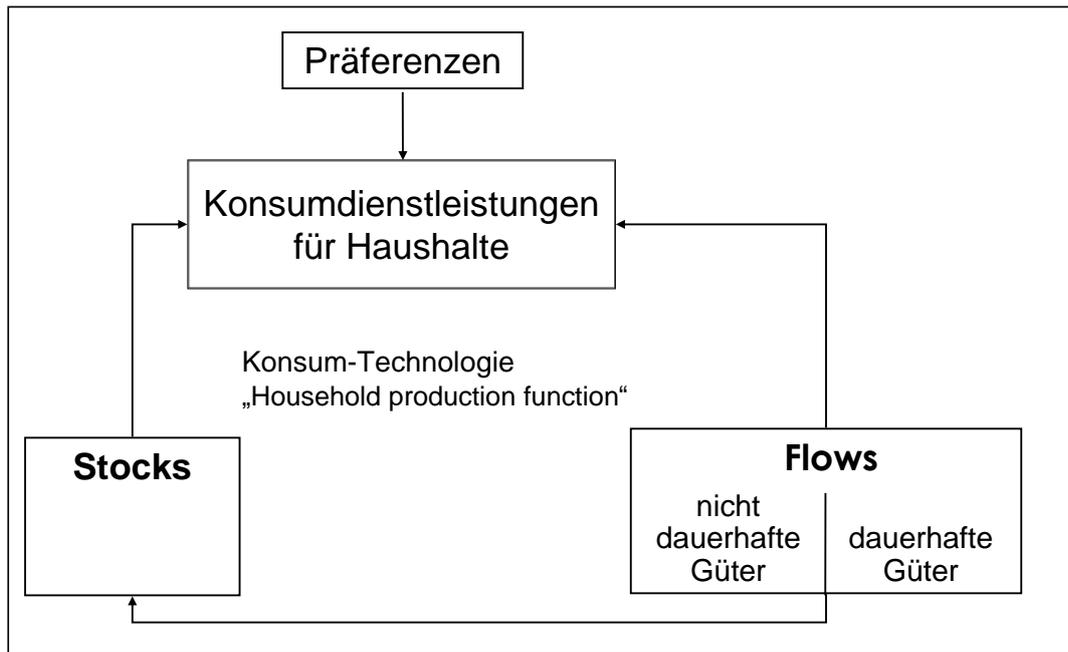


Abb. 10-2: Darstellung des Haushaltproduktionsfunktions-Ansatzes

2. Dargestellt werden andererseits auch die Unternehmen, welche durch Faktornachfragefunktionen beschrieben werden, die von flexiblen Kostenfunktionen abgeleitet werden. Exogene Infrastrukturkapitalstöcke beeinflussen die variablen Kosten der Unternehmen. Bei den Unternehmen kommt es – wie auch bei der öffentlichen Hand (Infrastrukturschäden) – infolge von extremen Wetterereignissen zu Verlusten im Kapitalstock (Schock in der Abschreibungsrate), die wiederum zu kurzfristig höheren Kosten und Produktionsausfällen führen. Diese Schäden lösen ebenfalls wieder dynamische Effekte und Anpassungsreaktionen aus, indem die Unternehmen investieren, um den optimalen Kapitalstock für ihre Produktion wieder herzustellen.

10-1.2.2 Die makroökonomische Dimension: Wiederherstellung der Kapitalstöcke und Finanzierung

Der makroökonomische Modellblock enthält – entsprechend der Systematik der VGR - die aggregierte Nachfrage und Entstehung von Einkommen. Die Anpassung infolge von extremen Wetterereignissen erfordert Wiederherstellungsaktivitäten (Investitionen der Haushalte und Unternehmen), die makroökonomische Wirkungen auslösen, jedoch auch aus bestimmten Quellen finanziert werden müssen: die Investitionen der Haushalte werden aus den laufenden verfügbaren Einkommen und gegebenenfalls öffentlichen Förderungen finanziert. Die Investitionen der Unternehmen werden aus dem Cash-flow und zusätzlichen öffentlichen Förderungen aufgebracht. Für die Bestimmung der makroökonomischen Effekte ist daher zunächst zu untersuchen, aus welchen Quellen dieser dynamische Anpassungsprozess zum erneuerten Kapitalstock finanziert wird und welche unterschiedlichen makroökonomischen Folgeeffekte (z.B. höheres Staatsdefizit oder Steuern, Verdrängung anderer öffentlicher oder privater Ausgaben) damit verbunden sind. Die makroökonomischen Effekte sind jedoch getrennt von den Wohlfahrtseffekten zu betrachten, die für die Haushalte ermittelt werden.

Der hier vorgestellte Modellrahmen stellt eine erweiterte Art der Messung von ökonomischem Wohlstand dar. In den Vordergrund gestellt wird dabei die Rolle von Kapitalstöcken etwa in der Generierung von Konsumdienstleistungen, die wohlfahrtsrelevant sind. Die Bewertung von Flows, d.h. Strömen von Gütern und Dienstleistungen allein, wie in der Berechnung des BIP, greift für eine umfassende Bewertung wirtschaftlicher Wohlfahrt zu kurz. Dabei wird nicht berücksichtigt, dass Bestände an produziertem oder natürlichem Kapital inso-

fern wohlfahrtsrelevant sind, als sie einen Input etwa für die Produktion von Konsumdienstleistungen darstellen. Darüber hinaus lassen sich in dieser Systematik die Effekte von Schäden in Folge eines extremen Wetterereignisses nur unzureichend abbilden. Der Verlust von Kapital wird dabei nur in dem Maße berücksichtigt, als Ersatz- und Wiederherstellungsmaßnahmen getroffen werden, die jedoch einen positiven Beitrag zum BIP darstellen. Der Verlust per se – und damit auch die Reduktion verfügbarer Dienstleistungen, die mit diesen Stock und Flows an Gütern hergestellt werden – wird nicht abgebildet.

Diese Erweiterungen wurden jedoch im Rahmen von StartClim10 noch nicht in das bestehende makroökonomische Modell des WIFO (MULTIMAC IV) implementiert. Die Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Effekte des Hochwassers 2002 erfolgt in einer konventionellen makroökonomischen Systematik.

10-2 Ökonomische Evaluierung der gesamtwirtschaftlichen Schäden des Hochwasserereignisses 2002

10-2.1 Ausgangssituation

Im Sommer 2002 hat ein Hochwasserereignis in Österreich zu beträchtlichen Schäden in Form von Vermögensschäden sowie Produktionsausfällen im privaten und öffentlichen Sektor geführt. Das Ausmaß dieses extremen Wetterereignisses sowie die Betroffenheit weiterer Bevölkerungskreise haben einerseits die Frage nach einer Verbesserung des Hochwasserschutzes sowie einer effizienten Dimensionierung von Schutzmaßnahmen aufgeworfen und andererseits stellt sich die Frage nach den gesamtwirtschaftlichen Effekten, die infolge der direkten Hochwasserschäden entstanden sind.

In einer umfassenden ökonomischen Analyse sollen auf sehr differenzierte Weise die einzelnen Schadenskategorien einerseits nach Art des Schadens und andererseits nach Kategorie der Betroffenen (Produktionssektor, Konsumsektor, öffentliche Hand und Infrastruktur) Berücksichtigung finden.

Eine Bewertung wirtschaftlicher Folgen von Extremereignissen in Österreich setzt die Verfügbarkeit einer geeigneten Datengrundlage voraus. Das heißt, Vorbedingung für eine ökonomische Analyse extremer Wetterereignisse ist die Erfassung der Schäden anhand eines standardisierten Konzepts. Da die Schadenserfassung auf Bundesländerebene vorgenommen wird und in den vom Hochwasserereignis 2002 betroffenen Bundesländer die Schadenserfassung auf unterschiedliche Weise vorgenommen wurde, ist eine Aggregation der Daten im Nachhinein zu einer konsistenten gesamtösterreichischen Schadenssumme mit großen Schwierigkeiten verbunden bzw. ist die Schadenssumme unvollständig und mit nicht unerheblichen Schätzfehlern behaftet.

Um diese Unzulänglichkeit in Zukunft zu vermeiden, wurde im Rahmen dieser Studie ein Vorschlag präsentiert, der als Grundlage für die Schadenserfassung künftiger extremer Wetterereignisse herangezogen werden könnte. In Tabelle 10-1 wird die Systematik, nach welcher Detaillierung die Schadensfälle zu erfassen wären, um für differenzierte ökonomische Analysen nutzbar zu sein, dargestellt. Die ausgewiesenen Kategorien wären gegebenenfalls um ökologische Kriterien zu ergänzen.

Tab. 10-1: Schadenskategorien

Haushalte	Schadens- summe	Bund		Länder		Förderung			Fälle	Versicherung	Ausschöpfung Maßnahmen in %
		Gemeinden	EU	insg.							
Gebäude Langlebige Konsumgüter Andere Schäden											
Betriebe	Schadens- summe	Bund		Länder		Förderung			Fälle	Versicherung	Ausschöpfung Maßnahmen in %
Gebäude Ausrüstungsgüter Lager Produktionsausfälle Andere Schäden		Gemeinden	EU	insg.							
Land- / Forstwirtschaft	Schadens- summe	Bund		Länder		Förderung			Fälle	Versicherung	Ausschöpfung Maßnahmen in %
Wirtschaftsgebäude Ausrüstungsgüter Schäden an Vorräten und Vieh, Ernteschäden Andere Flurschäden Andere Schäden		Gemeinden	EU	insg.							
Öffentliche Hand	Schadens- summe	Bund		Länder		Förderung			Fälle	Versicherung	Ausschöpfung Maßnahmen in %
Gebäude Langlebige Konsumgüter Infrastruktur: Straßen Wasser und Abwasser Schutzwasserbau Übrige Infrastruktur Andere Schäden		Gemeinden	EU	insg.							
Andere Betriebe	Schadens- summe	Bund		Länder		Förderung			Fälle	Versicherung	Ausschöpfung Maßnahmen in %
ÖBB Infrastruktur Gebäude Produktionsausfälle Andere Schäden Post/Telekommunikation Infrastruktur Gebäude Produktionsausfälle Andere Schäden Elektrizität Infrastruktur Gebäude Produktionsausfälle Andere Schäden		Gemeinden	EU	insg.							

Eine Unterscheidung zwischen Schäden an Anlagegütern (z. B. Gebäude, Kanalnetz, ...), Produktionsausfällen und Schäden an Konsumgütern ist für die jeweils Betroffenen möglicherweise ohne Belang. Aus ökonomischer Sicht ist eine solche Unterscheidung nötig, damit die volkswirtschaftlichen Effekte vor allem in dynamischer Hinsicht ermittelt werden können. Aus gesamtwirtschaftlicher Sicht haben etwa Schäden an Gebäuden aufgrund einer geringeren Importneigung und einer höheren Beschäftigungsintensität andere volkswirtschaftliche Effekte als Schäden an Ausrüstungsgütern oder langlebigen Konsumgütern.

10-2.2 Dateninputs

Für die Erfassung der gesamtwirtschaftlichen Effekte des Hochwasserereignisses 2002 und die Erstellung einer Schadensdatenbank wurde im Rahmen von StartClim ein Teilprojekt an

die BOKU vergeben. Die Ergebnisse dieses Teilprojekts (StartClim 9) bilden die Basis für die modellgestützte Evaluierung. Wie bereits oben ausgeführt, war eine Darstellung der Schäden ex post in der für das Modell notwendigen Disaggregation nicht möglich. Tabelle 10-2 zeigt für welche Schadenskategorien Daten vorliegen. Relativ gut sind die Vermögensschäden (vor allem Gebäude) erfasst, während zu den Schäden, die aus Produktionsausfällen im betrieblichen Sektor resultieren, keine Informationen aus der Datenerhebung vorliegen. Auch in Bezug auf die betriebliche Förderung zur Beseitigung der Hochwasserschäden sind beträchtliche Lücken vorhanden.

Tab. 10-2: Datenbasis für die Modellsimulationen

	Haushalte	Betriebe	Land- wirtschaft	Öffentliche Hand
Gebäude (v.a. Bauleistungen)	x ✓	x ✓	x	x ✓
Langlebige Konsumgüter	x ✓		x	x
Anlagegüter		x ✓		
Lager		x ✓		
Produktionsausfälle		x	x ✓	
Infrastruktur				x ✓
Förderung	x ✓	x	x ✓	

Die im Rahmen von StartClim 9 von den 5 am stärksten betroffenen Bundesländern erhobenen Hochwasserschäden addieren sich zu einer Teilschadenssumme von 1,2 Mrd. €. Relevant für die Gesamtschadenssumme sind darüber hinaus die Zahlungen der Versicherungen an die Geschädigten, sowie die Schätzung der Produktionsausfälle. Die Versicherungsleistungen an private Haushalte und Betriebe zur Abgeltung der Hochwasserschäden belaufen sich auf etwa 400 Mio. € (Angaben der Rückversicherer). Über die Höhe der Schäden, die aus Produktionsausfällen resultierten, gibt es wenig Anhaltspunkte. Eine Schätzung liegt aus einer WIFO-Stellungnahme vom Oktober 2002 vor.

Die Schätzung der Schäden durch unterbliebene Produktion gestaltet sich wesentlich schwieriger als jene von Sachvermögen. So besteht etwa die Möglichkeit, dass die Produktionsausfälle eines Unternehmens durch ein anderes Unternehmen teilweise ausgeglichen werden können. Diese Verlagerung ist jedoch nicht nur für die örtliche, sondern auch für die zeitliche Dimension denkbar; einige Unternehmen werden sicherlich danach trachten, die durch das Hochwasser entstandene Minderproduktion in naher Zukunft wieder einzuholen.

Das WIFO hat im Herbst 2002 eine ungefähre Abschätzung des durch den Produktionsausfall entstandenen Wertschöpfungsverlustes mit Hilfe eines modellgestützten Ansatzes durchgeführt. Insgesamt liegt der durch den Produktionsausfall entstandene Wertschöpfungsverlust im Jahr 2002 bei 180,3 Mio. € bzw. 0,1% des nominellen BIP. Zieht man von diesem Betrag die separate Schätzung für die Land- und Forstwirtschaft in Höhe von 25,8 Mio. € ab, verbleibt für die restlichen Wirtschaftsbereiche ein Rückgang von rund 154,5 Mio. € (WIFO, 2002).

Zur Minderung der Belastungen durch die Vermögensschäden aus dem Hochwasserereignis wurden von der öffentlichen Hand Förderungsmittel bereitgestellt. Zum Ausmaß der Förde-

rungen wurden vom BMLUFW Daten bei den zuständigen Stellen der betroffenen Bundesländer gesammelt und an das WIFO übermittelt. Aus diesen Daten geht hervor, dass im Bereich der Haushalte etwa 30% der anerkannten Schäden (Schäden abzüglich Versicherungsleistungen) durch öffentliche Fördergelder kompensiert wurden. Im Bereich der Land- und Forstwirtschaft gab es für etwa 80% der Schäden eine finanzielle Entschädigung.

Die Implementierung der verfügbaren Schadensdaten in das WIFO-MULTIMAC Modell setzt an den Sektoren privater Konsum, Sachgütererzeugung und Land- und Forstwirtschaft an. Der Finanzierungsaufwand, welcher der öffentlichen Hand aus der Auszahlung von Fördermitteln entsteht, wird als Verringerung des sonstigen öffentlichen Konsums eingesetzt.

Die Verteilung der im Rahmen von StartClim erfassten Teilschäden auf die jeweiligen Kategorien ist in Tabelle 10-3 ausgewiesen. Hier zeigt sich, dass die Vermögensschäden der Haushalte die bei weitem wichtigste Position darstellen.

Tab. 10-3: Erfasste Hochwasserschäden in Mio. €, Teilschadenssumme

	Mio. €	Anteile in %
Haushaltssektor		
Gebäude	243	
Investitionsgüter	284	
Insgesamt	527	43,4
Betriebe		
Gebäude	115	
Investitionsgüter	173	
Lager	96	
Insgesamt	384	31,6
Land- und Forstwirtschaft insgesamt	80	6,6
Öffentliche Hand		
Gebäude	88	
Infrastruktur	129	
Insgesamt	218	17,9
Sonstiges insgesamt	6	0,5
Teilschadenssumme insgesamt	1.215	100,0

Q. StartClim.9.

Von den betroffenen Bundesländern weist Niederösterreich die höchste Schadenssumme auf (knapp 54% der erfassten gesamtösterreichischen Summe), auf Oberösterreich entfällt ein Anteil von etwa 38%. Für Salzburg beträgt der Anteil 5,3%, für die Steiermark 2,1%, auf Tirol entfallen 0,8%.

Einige Schadenskategorien sind hierbei nicht berücksichtigt, Schätzungen dazu (vgl. Stalzer, 2003, StartClim.9, Tabelle 9-18) ergeben folgende Werte:

- Folgekosten der Hochwasserereignisse: 687 Mio. €
- Wertschöpfungsverluste: 180 Mio. €
- Einsatz-, Entsorgungs- und Nachbeschaffungskosten: 35 Mio. €
- Summe über die nicht erfassten Schadenskategorien: 902 Mio. €

Eine weitere Kategorie, die nicht berücksichtigt werden konnte, stellen die Aus- und Umsiedlungskosten dar, zu denen derzeit noch keine Schätzungen vorliegen.

Auf Basis der in Tabelle 10-3 dargestellten, von den Bundesländern übermittelten Teilschadensdaten und der Schätzungen zu den anderen Schadenskategorien beläuft sich die Summe der Schäden aus derzeitiger Sicht auf rund 2,1 Mrd. €.

10-2.3 Modellansatz: Das disaggregierte makroökonomische Modell des WIFO (MULTIMAC)

Eine detaillierte Beschreibung der aktuellen Version des disaggregierten, makroökonomischen Modells (Abbildung 1) des WIFO findet sich in *Kratena - Zakarias* (2001). Das Modell wurde in letzter Zeit zu umfangreichen Studien über die gesamtwirtschaftlichen Wirkungen wirtschaftspolitischer Eingriffe verwendet. Der Schwerpunkt der Erneuerungen und des Ausbaus des Modells gegenüber früheren Versionen disaggregierter Modelle des WIFO liegt in folgenden Bereichen:

- detaillierte Modellierung der Faktornachfrage für Arbeit und Vorleistungen, abgeleitet aus Kostenfunktionen,
- detaillierte Modellierung der Endnachfragekategorien (privater Konsum, Investitionen) in einem makroökonomisch geschlossenen Nachfrage-Einkommen-Block,
- detaillierte Modellierung des Arbeitsmarktes mit unterschiedlichen Segmenten (high skill, medium skill, low skill) und Abbildung der Lohnbildung und des Arbeitskräfteangebotes.

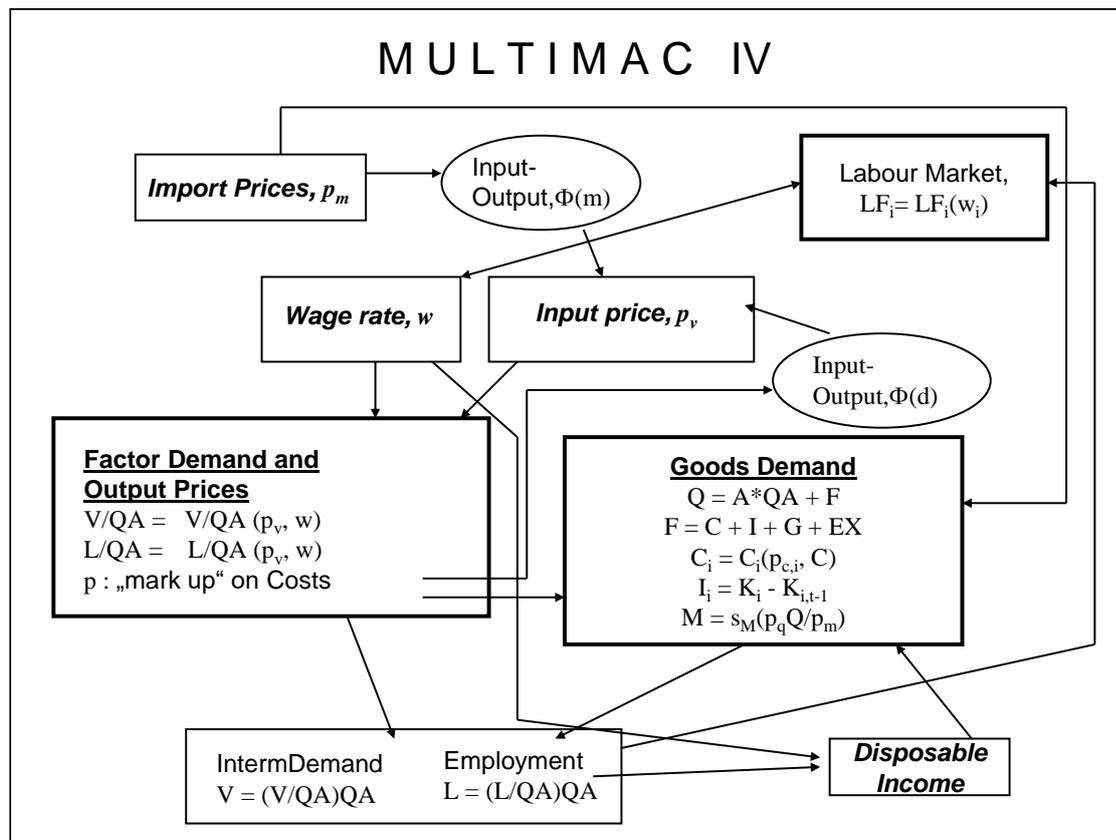


Abb. 10-3: Die Blockstruktur von MULTIMAC IV

Variable in MULTIMAC:

w	Lohnsatz
p_m	Importpreis
p_v	Preis für Vorleistungen
p_q	Preis der Gesamtnachfrage
$p_{C,i}$	Preis des Konsumgutes i in VGR-Gliederung der Konsumkategorien
p	Outputpreis
$\Phi(d)$	Matrix der Vorleistungsstruktur eines Wirtschaftszweiges; heimische Güter (Spalte der Input-Output-Tabelle)
$\Phi(m)$	Matrix der Vorleistungsstruktur eines Wirtschaftszweiges; importierte Güter (Spalte der Input-Output-Tabelle)
Q	Vektor der Gesamtnachfrage
QA	Output-Vektor (Bruttoproduktionswert, real)
F	Vektor der Endnachfrage
A	Matrix der technischen Koeffizienten der Input-Output-Tabelle
C	Vektor des privaten Konsums, bestehend aus den Elementen C_i
I	Vektor der Bruttoanlageinvestitionen (Güter)
I_i	Bruttoanlageinvestitionen des Wirtschaftszweiges i (Aktivitäten)
K_i	Brutto-Kapitalstock des Wirtschaftszweiges i (Aktivitäten)
G	Vektor des öffentlichen Konsums
EX	Vektor der Exporte
M	Vektor der Importe
s_M	Importanteil zu laufenden Preisen = $\frac{p_m M}{p_q Q}$
LF_i	Arbeitsangebot im Sektor i

Tab. 10-4: Die 36 Wirtschaftszweige in MULTIMAC IV

- 1 Land- und Forstwirtschaft
- 2 Kohlebergbau
- 3 Erdöl- und Erdgasbergbau
- 4 Erdölverarbeitung
- 5 Elektrizitäts- und Wärmeversorgung
- 6 Wasserversorgung
- 7 Eisen und Nicht-Eisen Metalle
- 8 Stein- und Glaswaren, Bergbau
- 9 Chemie
- 10 Metallerzeugnisse
- 11 Maschinenbau
- 12 Büromaschinen
- 13 Elektrotechnische Einrichtungen
- 14 Fahrzeugbau
- 15 Nahrungs- und Genussmittel, Tabak
- 16 Textilien, Bekleidung, Schuhe
- 17 Holzverarbeitung
- 18 Papier und Pappe
- 19 Verlagswesen, Druckerei
- 20 Gummi- und Kunststoffwaren
- 21 Recycling
- 22 Sonstige Sachgüterproduktion
- 23 Bauwesen
- 24 Handel und Lagerung
- 25 Beherbergungs- und Gaststättenwesen
- 26 Straßen-, Bahn- und Busverkehr
- 27 Schifffahrt, Luftverkehr
- 28 Sonstiger Verkehr
- 29 Nachrichtenübermittlung
- 30 Geld- und Kreditwesen, Versicherungen
- 31 Realitätenwesen
- 32 Datenverarbeitung, Datenbanken
- 33 F&E, unternehmensbezogene Dienstleistungen
- 34 Sonstige marktmäßige Dienste
- 35 Nicht-marktmäßige Dienste
- 36 Statistische Differenz

Das Modell bildet 36 Wirtschaftszweige der österreichischen Wirtschaft ab, die größtenteils aus den Zweistellern von ÖNACE aggregiert werden können (Tabelle 10-4).

Die Daten für MULTIMAC stammen aus der Volkswirtschaftlichen Gesamtrechnung und der Input-Output-Statistik von Statistik Austria. In MULTIMAC IV ist die Struktur der Input-Output-Tabelle 1990 eingearbeitet, die mit Funktionen zur Beschreibung des technischen Wandels in den Sektoren fortgeschrieben wird. Diese Fortschreibungsmethoden konnten nach Vorliegen der Input-Output-Tabelle 1995 (Frühjahr 2002) in Hinblick darauf getestet werden, wie gut sie technischen Wandel erklären und wurden daraufhin weiter verfeinert und adaptiert. Die Input – Output Tabelle 2000 liegt leider noch nicht vor.

Zur Herleitung der Faktornachfrage wird *Shephard's Lemma* auf *Generalized Leontief*-Kostenfunktionen angewandt, wonach die partiellen Ableitungen der Kostenfunktion nach den Faktorpreisen die jeweiligen Inputmengen liefern. Dadurch erhält man die optimalen Input-Output-Koeffizienten für Vorleistungen und Arbeit bei gegebenem Vorleistungspreis und Lohnsatz. Der Outputpreis wird als über die Zeit konstanter "mark up" auf die variablen Kosten bestimmt, was dem Wettbewerbsmodell der monopolistischen Konkurrenz entspricht.

Für den Vorleistungspreis jedes Sektors wird davon ausgegangen, dass dieser über die Lieferverflechtungen von den inländischen Outputpreisen, aber auch von den Importpreisen abhängig ist. Um diese Zusammenhänge zu erfassen, werden die detaillierten Informationen der Input-Output-Statistik verwendet.

Insgesamt erhält man damit ein System, in dem der Vorleistungspreis, der Outputpreis und die Einsatzmengen von Arbeit und Vorleistungen für jeden Sektor simultan bestimmt werden, wenn die Importpreise nach Gütern und das sektorale Outputniveau gegeben sind. Besondere Bedeutung kommt dabei den Preiselastizitäten der Faktornachfrage zu, d. h. in welchem Ausmaß die Einsatzmengen für Vorleistungen und Arbeit auf Veränderungen der Inputpreise für Vorleistungen und Arbeit (=Lohnsatz) reagieren. Das bestimmt zusammen mit den Preisen wiederum die Outputpreise, von deren Veränderung wieder Auswirkungen auf die Güterstruktur der gesamtwirtschaftlichen Nachfrage, besonders im privaten Konsum, ausgehen. Neben dem Inputpreis für Vorleistungen hat aber auch der Lohnsatz als zweiter Inputpreis einen wesentlichen Einfluss auf die Faktornachfrage. Der Lohnsatz nach Sektoren wird im Arbeitsmarktblock bestimmt, indem drei separierte Arbeitsmärkte für hoch qualifizierte, mittel qualifizierte und niedrig qualifizierte Arbeit unterschieden werden. Zwischen diesen Arbeitsmärkten besteht eine gewisse Mobilität der Arbeitskräfte, die von den Qualifikationen der neu auf den Arbeitsmarkt eintretenden Arbeitskräfte und von den relativen Lohnsätzen abhängt. Das Arbeitsangebot insgesamt - definiert über die männliche und weibliche Partizipationsrate der "Labour force" an der Bevölkerung im erwerbsfähigen Alter - reagiert auf eine Veränderung der gesamtwirtschaftlichen Aktivität und des Reallohnes und verteilt sich dann entsprechend den angesprochenen Variablen für Mobilität auf die drei Arbeitsmarktsegmente.

Die sektorale Arbeitslosigkeit ist das Ergebnis von Nachfrage und Beschäftigungsreaktionen sowie den durch den Schock ausgelösten relativen Lohneffekten. Diese Lohneffekte wirken einerseits wieder zurück auf die Faktornachfrage und andererseits auf die Verteilung der "Labour Force".

Tab. 10-5: Modellinputs

Haushaltssektor	
Wohnbauinvestitionen, in Mio. €	243
Ausgaben für Einrichtung, in Mio. €	284
Ausgaben für sonstigen Konsum, in Mio. €	-369
Entschädigungszahlungen der öffentlichen Hand, in Mio. €	158
Betriebe	
Erhöhung der Abschreibungsrate, in %-Punkten	0,18
Investitionen, in Mio. €	384
Cash Flow, in Mio. €	-384
Land- und Forstwirtschaft	
Produktionsausfall, in Mio. €	80
Entschädigungszahlungen der öffentlichen Hand, in Mio. €	66
Öffentliche Hand	
Gebäudeinvestitionen, in Mio. €	88
Sonstige Bauinvestitionen, in Mio. €	129
Öffentliche Ausgaben (Investitionen, Entschädigungszahlungen), in Mio. €	441

10-2.4 Modellannahmen

Die Modellinputs werden in einem Modellrahmen entsprechend der Logik der traditionellen VGR implementiert. Das heißt, die Diskussion über die erweiterte Messung von Wohlfahrts-effekten eines extremen Wetterereignisses, wie sie in Abschnitt 10-1 diskutiert wird, ist in den Modellsimulationen nicht abgebildet.

Im Modell wird davon ausgegangen, dass das Hochwasserereignis zu einer Vernichtung eines Teiles des Kapitalstocks geführt hat. Als Annahme wird für die Modellsimulationen davon ausgegangen, dass der vernichtete Kapitalstock im selben Jahr (also 2002) wieder ersetzt wurde. Die Finanzierung der dafür notwendigen Investitionen erfolgt im Haushaltssektor aus dem laufenden verfügbaren Einkommen, im Produktionssektor werden die Investitionen aus dem Cash-flow finanziert und die öffentlichen Mittel für die Entschädigung der Hochwassergeschädigten bzw. zur Wiederherstellung vernichteter Infrastruktur geht zulasten sonstiger öffentlicher Ausgaben.

Der private Konsum ist im Modell in neun Teilaggregaten erfasst. Diese sind Ausgaben für "Wohnen", "Raumwärme und Beleuchtung", "Verkehrsausgaben", "Einrichtungsgegenstände", "Nahrungsmittel, Getränke und Tabak", "Kleidung und Schuhe", "Kommunikation", "Gesundheit, Erholung, Bildung, Restaurants" sowie übrige Waren. Exogene Eingriffe im privaten Konsum gibt es einerseits in der Kategorie "Einrichtungen" (= Ersatz zerstörter Einrichtungsgegenstände) und andererseits in Form höherer Wohnbauinvestitionen zur Wiederherstellung des beschädigten Wohnbaukapitalstocks. Die durch das Hochwasser ausgelösten notwendigen Ausgaben werden abzüglich der öffentlichen Förderungen von den Haushalten finanziert und gehen bei gegebenem Haushaltseinkommen auf Kosten des sonstigen Konsums.

Für den betrieblichen Sektor erfolgt die Implementierung der Vermögensschäden in das Modell über eine Erhöhung der Abschreibungsrate. Veränderungen im Kapitalstock werden im MULTIMAC über eine "Stock-adjustment" Modellierung berücksichtigt. Das heißt, der Kapi-

talstock eines Jahres bestimmt sich aus dem Kapitalstock der Vorperiode abzüglich der Abschreibungen und zuzüglich der Bruttoanlageinvestitionen. Um die unvorhergesehene Vernichtung des Kapitalstocks infolge des Hochwassers zu berücksichtigen und gleichzeitig die Annahme der Reinvestition im Jahr 2002 abzubilden, wird einerseits die Abschreibungsrate erhöht und andererseits das Investitionsvolumen angehoben. Da für diesen Bereich keine verlässlichen Daten zu den öffentlichen Förderungen verfügbar waren, wird unterstellt, dass die Investitionsausweitung ausschließlich zulasten des Cash-flows der Unternehmen geht.

Im öffentlichen Konsum kommt es zu Budgetumschichtungen, die sich aus den öffentlichen Ausgaben für Entschädigungszahlungen und den Ausgaben zur Wiederherstellung beschädigter Infrastruktur ergeben. In dem Ausmaß als hierfür Budgetmittel notwendig sind, kommt es zu einer Reduktion des übrigen öffentlichen Konsums.

Für die Abschätzung der gesamtwirtschaftlichen Effekte müssten im Modell auch die Produktionsausfälle berücksichtigt werden. Da die dafür notwendigen Daten nicht vorliegen, wird diese Schadenskategorie in die Modellsimulationen nicht einbezogen.

10-2.5 Simulationsergebnisse

Im Folgenden werden die Simulationsergebnisse zur Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Effekte des Hochwasserereignisses 2002 diskutiert. Mit MULTIMAC werden zum einen die Veränderungen in den gesamtwirtschaftlichen Aggregaten berechnet, darüber hinaus liegen auch die Ergebnisse für einzelne Sektoren vor. Die Simulationsergebnisse werden als prozentuelle Abweichung vom Basisszenario dargestellt.

In der Modelldynamik wirkt ein positiver makroökonomischer Nachfrageeffekte infolge der Ersatzinvestitionen zur Wiederherstellung des vernichteten Kapitalstocks. Die Ersatzinvestitionen führen wiederum zu einer Verringerung des verfügbaren Einkommens der Haushalte, des Cash-flows der Betriebe bzw. zu einer Reduktion des sonstigen öffentlichen Konsums. Dies wirkt in der Modelldynamik als negativer makroökonomischer Impuls.

Tabelle 10-6 verdeutlicht die Veränderungen in der Konsumnachfrage disaggregiert nach einzelnen Konsumkategorien. Es werden sowohl die kurzfristigen (2002) als auch die mittelfristigen Wirkungen (2005) ausgewiesen. Nicht überraschend zeigt die Konsumkategorie "Einrichtungen" im Jahr der Reinvestition eine deutlich positive Abweichung zum Basisszenario. Die übrigen Konsumkategorien sind negativ von den Umschichtungen im Konsum betroffen, so dass sich ein insgesamt leicht negativer Konsumeffekt in der kurzen Frist ergibt. In der mittleren Frist sind die Abweichungen zum Basisszenario vernachlässigbar.

Tab. 10-6: Privater Konsum nach Gütergruppen

	2002	2005
	Differenz zum Baselineszenario in %	
Nahrungsmittel, Getränke und Tabak	-0,19	-0,04
Kleidung, Schuhe	-0,27	-0,14
Kommunikation	-1,04	-0,37
Gesundheit, Erholung, Bildung, Restaurants	-0,76	-0,24
Einrichtung	2,57	0,65
Übrige Waren	-0,77	-0,27
Insgesamt	-0,11	-0,05

Die Wiederherstellung des Kapitalstocks im Produktionssektor bewirkt vor allem in den Bereichen Sachgütererzeugung, Handel und Lagerung sowie Beherbergungs- und Gaststättenwesen höhere Bruttoanlageinvestitionen im Vergleich zum Basisszenario. Auch hier zeigt sich, dass es sich dabei im Wesentlichen um einen transitorischen Schock handelt, in der mittleren Frist die Auswirkungen hingegen weitgehend verebben (Tabelle 10-7).

Tab. 10-7: Bruttoanlageinvestitionen nach Sektoren

	2002	2005
	Differenz zum Baselineszenario in %	
Land- und Forstwirtschaft	-0,86	-0,03
Sachgüter	4,74	-0,66
Handel und Lagerung	4,57	-0,12
Beherbergungs- und Gaststättenwesen	6,75	-0,52
Verkehr, Nachrichten	-0,15	-0,14
Sonstige marktmäßige Dienste	0,00	0,12
Insgesamt	0,96	-0,09

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte sind in Tabelle 10-8 zusammengefasst. Der BIP-Effekt hat im ersten Jahr ein positives Vorzeichen, die Größenordnung ist jedoch eher unbedeutend. In den Folgejahren weist der BIP-Effekt ein negatives Vorzeichen aus, insgesamt sind die Auswirkungen auf das BIP jedoch vernachlässigbar. Der Gesamtkonsum ist aufgrund der Verringerung des verfügbaren Einkommens im Vergleich zur Basislösung insgesamt leicht rückläufig. Wie schon angeführt ebbt der im ersten Jahr positive Investitionsimpuls in den darauf folgenden Jahren wieder ab. Auf die Exporte gibt es keinen Einfluss, hingegen steigen die Importe im ersten Simulationsjahr aufgrund der gestiegenen Investitionsnachfrage leicht.

Tab. 10-8: Makroökonomische Ergebnisse

	2002	2003	2004	2005
	Differenz zum Baselineszenario in %			
Privater Konsum	-0,11	-0,08	-0,07	-0,05
Brutto-Anlageinvestitionen	0,96	0,04	-0,07	-0,09
Exporte	0,00	0,00	0,00	0,00
Endnachfrage	0,09	-0,03	-0,04	-0,04
Importe	0,17	-0,01	-0,03	-0,02
BIP, real	0,06	-0,03	-0,04	-0,04

Die sektoralen Outputeffekte finden sich in der Abbildung 10-2. Positive Abweichungen im Bruttowert finden sich erwartungsgemäß im Sektor Bauwesen sowie Sektoren, die als Zulieferanten im Baubereich von Relevanz sind (z.B. Stein- und Glaswaren, Holzverarbeitung). Im Bruttowert des Sektors Land- und Forstwirtschaft spiegelt sich die direkte Betroffenheit durch das Hochwasser.

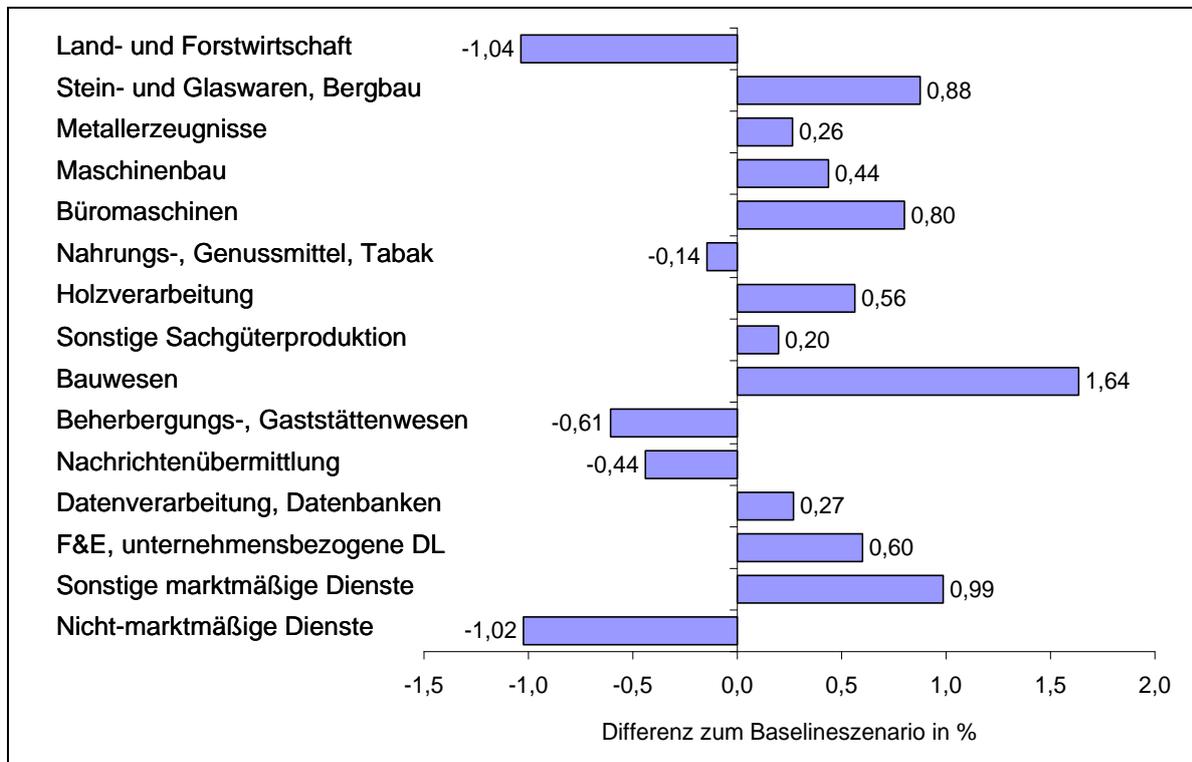


Abb. 10-4: Sektorale Outputeffekte

10-3 Zusammenfassung

Extreme Wetterereignisse sind in den vergangenen Jahrzehnten durch ihre gestiegene Häufigkeit oder zumindest durch die Zunahme der verursachten ökonomischen Schäden verstärkt in das Interesse der Wirtschaftswissenschaften gerückt. Eine umfassende Bewertung der wirtschaftlichen Auswirkungen inklusive der Effekte auf die gesellschaftliche Wohlfahrt, die über die konventionelle makroökonomische Berechnung in der VGR hinausgeht, ist jedoch eine relativ neue Fragestellung.

Zentral erscheint bei einer Erweiterung konventioneller makroökonomischer Ansätze die korrekte Verbuchung der Schäden, die durch Extremereignisse verursacht werden. In der Berechnung des Bruttoinlandsproduktes werden diese lediglich insofern erfasst, als Wiederherstellungsinvestitionen getätigt werden, die jedoch in dieser Systematik einen positiven Beitrag zum Wirtschaftswachstum leisten. Das BIP erfasst lediglich Ströme (Flows) an Gütern und Dienstleistungen einer Wirtschaft, Bestände (Stocks) an produziertem und natürlichem Kapital werden nicht berücksichtigt. Somit werden weder die verursachten Schäden an sich abgebildet, noch aus dem Verlust resultierende Wohlfahrtseffekte. Geht man etwa davon aus, dass private Haushalte nicht primär Güter nachfragen sondern Konsumdienstleistungen (z.B. Wohnen in bestimmter Wohnqualität), die mit dem Einsatz von Kapitalstöcken und Gütern "produziert" werden, wird das Wohlfahrtsniveau (indirekt) durch die Stocks determiniert. Im Zusammenhang mit der Bewertung der Effekte extremer Wetterereignisse sind die Interdependenzen von Stocks und Flows relevant. In Modul 1 von StartClim10 wurden konzeptuelle Überlegungen zur Entwicklung eines mikro-/makroökonomischen Modellrahmens, der diese Aspekte integriert, angestellt. Eine Implementierung in das bestehende Modell des WIFO (MULTIMAC IV) war im Rahmen dieses Projekts nicht möglich. Die Quantifizierung der gesamtwirtschaftlichen Effekte des Hochwassers 2002 in Teil 2 von StartClim10 erfolgte in einer konventionellen makroökonomischen Systematik.

Das Hochwasserereignis im Sommer 2002 hat beträchtliche Schäden in Form von Vermögensschäden und Produktionsausfällen im privaten und öffentlichen Sektor verursacht. In der ökonomischen Analyse sollen die einzelnen Schadenskategorien nach Art des Schadens sowie nach Art der Betroffenen (private Haushalte, Betriebe, öffentliche Hand, Landwirtschaft) differenziert werden. Vorbedingung dafür ist eine umfassende und konsistente Datengrundlage. Da die Schadenserfassung in den einzelnen Bundesländern nach unterschiedlichen Systematiken vorgenommen wurde, ist die Aggregation der Daten zu einer gesamtösterreichischen Schadenssumme ex post schwierig bzw. ist die Schadenssumme unvollständig und mit Schätzfehlern behaftet.

Die Ergebnisse von StartClim 9, dessen Inhalt die Erstellung einer Schadensdatenbank ist, bilden die Basis für die modellgestützte Evaluierung der ökonomischen Effekte. In Tabelle 10-9 sind die gewünschte Aufgliederung der Schäden sowie die aus der Datenbasis verfügbaren Informationen dargestellt. Relativ gut sind Vermögensschäden (vor allem Gebäude) erfasst, während zu den Schäden, die aus Produktionsausfällen im betrieblichen Sektor resultieren, keine Informationen vorliegen. Auch in Bezug auf öffentliche Förderung für Betriebe sind beträchtliche Lücken vorhanden.

Tab. 10-9: Datenbasis für die Modellsimulationen

	Haushalte	Betriebe	Land- wirtschaft	Öffentliche Hand
Gebäude (v.a. Bauleistungen)	x ✓	x ✓	x	x ✓
Langlebige Konsumgüter	x ✓		x	x
Anlagegüter		x ✓		
Lager		x ✓		
Produktionsausfälle		x	x ✓	
Infrastruktur				x ✓
Förderung	x ✓	x	x ✓	

Die im Rahmen von StartClim 9 von den 5 am stärksten betroffenen Bundesländern erhobenen Daten addieren sich zu einer Teilschadenssumme von 1,2 Mrd. €. Die Verteilung der erfassten Teilschäden auf die jeweiligen Kategorien ist in Tabelle 10-10 ausgewiesen. Die Vermögensschäden der Haushalte stellen die bei weitem wichtigste Position dar. Von den betroffenen Bundesländern weist Niederösterreich die höchste Schadenssumme auf (knapp 54%), auf Oberösterreich entfällt ein Anteil von etwa 38%. Für Salzburg beträgt der Anteil 5,3%, für die Steiermark 2,1%, auf Tirol entfallen 0,8%.

Tab. 10-10: Erfasste Hochwasserschäden in Mio. €

	Mio. €	Anteile in %
Haushaltssektor		
Gebäude	243	
Investitionsgüter	284	
Insgesamt	527	43,4
Betriebe		
Gebäude	115	
Investitionsgüter	173	
Lager	96	
Insgesamt	384	31,6
Land- und Forstwirtschaft insgesamt	80	6,6
Öffentliche Hand		
Gebäude	88	
Infrastruktur	129	
Insgesamt	218	17,9
Sonstiges insgesamt	6	0,5
Teilschadenssumme insgesamt	1.215	100,0

Q. StartClim 9

Die Implementierung der verfügbaren Schadensdaten in das WIFO-Modell setzt an den Sektoren privater Konsum, Sachgütererzeugung und Land- und Forstwirtschaft an. Als Annahme für die Modellsimulationen wird davon ausgegangen, dass der vernichtete Kapitalstock im selben Jahr (also 2002) wieder ersetzt wurde. Die Finanzierung der dafür notwendigen Investitionen erfolgt im Haushaltssektor aus dem laufenden verfügbaren Einkommen, im Produktionssektor werden die Investitionen aus dem Cash-flow finanziert und die öffentlichen Mittel für die Entschädigung der Hochwassergeschädigten bzw. zur Wiederherstellung vernichteter Infrastruktur geht zulasten sonstiger öffentlicher Ausgaben.

Infolge der Ersatzinvestitionen zur Wiederherstellung des vernichteten Kapitalstocks kommt es zu einem positiven makroökonomischen Nachfrageeffekt, der einen transitorischen Schock darstellt. Die Ersatzinvestitionen führen demgegenüber zu einer Verringerung des verfügbaren Einkommens der Haushalte, des Cash-flows der Betriebe bzw. zu einer Reduktion des sonstigen öffentlichen Konsums. Dies wirkt in der Modelldynamik als negativer makroökonomischer Impuls.

Die gesamtwirtschaftlichen Effekte sind in Tabelle 10-11 zusammengefasst. Der BIP-Effekt hat im ersten Jahr ein positives Vorzeichen, die Größenordnung ist jedoch eher unbedeutend. In den Folgejahren weist der BIP-Effekt ein negatives Vorzeichen aus, insgesamt sind die Auswirkungen auf das BIP jedoch vernachlässigbar. Der Gesamtkonsum ist aufgrund der Verringerung des verfügbaren Einkommens im Vergleich zur Basislösung insgesamt leicht rückläufig. Die Ausgaben für Einrichtung liegen in Folge der Hochwasserschäden in allen Jahren deutlich über dem Baseline. Um diese zu finanzieren, muss der Konsum in den anderen Kategorien eingeschränkt werden. Der im ersten Jahr positive Investitionsimpuls ebbt in den darauf folgenden Jahren wieder ab. Auf die Exporte gibt es keinen Einfluss, hingegen steigen die Importe im ersten Simulationsjahr aufgrund der gestiegenen Investitionsnachfrage leicht.

Tab. 10-11: Makroökonomische Ergebnisse

	2002	2003	2004	2005
	Differenz zum Baselineszenario in %			
Privater Konsum	-0,11	-0,08	-0,07	-0,05
davon: Einrichtung	2,57	1,63	1,03	0,65
Sonstiger Konsum	-0,37	-0,25	-0,17	-0,12
Brutto-Anlageinvestitionen	0,96	0,04	-0,07	-0,09
Exporte	0,00	0,00	0,00	0,00
Endnachfrage	0,09	-0,03	-0,04	-0,04
Importe	0,17	-0,01	-0,03	-0,02
BIP, real	0,06	-0,03	-0,04	-0,04

Literaturverzeichnis

Colman, R., Walker, S., Measuring Genuine Progress: Accounting for Climate Change, presented at: Costing Canadian Climate Change: Impacts and Adaptations: Collaborative Workshop University of British Columbia, Vancouver, Canada, September 27 - 29, 2000.

England, R.,W., Harris, J.,M., "Alternatives to Gross National Product, a Critical Survey", GDAE Discussion Paper N° 5, Tufts University, Cabot Center, Medford,1997.

Harris, J.,M., Goodwin, N.,R., Reconciling Growth and the Environment, Global Development and Environment Institute, Working Paper N03-03, Tufts University, Medford, 2003.

<http://unstats.un.org/unsd/environment/seea2003.htm>.

Kletzan, D., Köppl, A., Kratena, K., Wüger, M, Nachhaltige Strukturen im privaten Konsum, Studie im Auftrag der BM für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft sowie für Verkehr, Innovation und Technologie, Wien, 2002.

Kratena, K., Zakarias, G., MULTIMAC IV: A Disaggregated Econometric Model of the Austrian Economy, WIFO Working Paper 160, Wien, 2001.

Krishnan, R., Harris, J.,M., Goodwin, N., R., A Survey of Ecological Economics, Island Press, Washington, 1995.

Stefan P. Schleicher (2002), On the Economics of Climate Change and the Climate Change of Economics, in Steininger K. W., Weck-Hannemann, H., (Hsg.), Global Environmental Change in Alpine Regions, Edwar Elgar Publishing, 2002.

Stockhammer, E., Hochreiter, H., Obermayr, B., Steiner, K., "The index of sustainable economic welfare (ISEW) as an alternative to GDP in measuring economic welfare. The results of the Austrian (revised) ISEW calculation 1955 - 1992", Ecological Economics 21 (1), 1997.

Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildungen

Abb. 10-1: Entstehungs-, Verwendungs- und Verteilungsrechnung des Bruttoinlandsprodukts-----	7
Abb. 10-2: Darstellung des Haushaltproduktionsfunktions-Ansatzes -----	10
Abb. 10-3: Die Blockstruktur von MULTIMAC IV -----	16
Abb. 10-4: Sektorale Outputeffekte -----	23

Tabellen

Tab. 10-1: Schadenskategorien-----	13
Tab. 10-2: Datenbasis für die Modellsimulationen-----	14
Tab. 10-3: Erfasste Hochwasserschäden in Mio. € -----	15
Tab. 10-4: Die 36 Wirtschaftszweige in MULTIMAC IV-----	18
Tab. 10-5: Modellinputs-----	20
Tab. 10-6: Privater Konsum nach Gütergruppen-----	21
Tab. 10-7: Bruttoanlageinvestitionen nach Sektoren -----	22
Tab. 10-8: Makroökonomische Ergebnisse -----	22
Tab. 10-9: Datenbasis für die Modellsimulationen-----	25
Tab. 10-10: Erfasste Hochwasserschäden in Mio. €-----	25
Tab. 10-11: Makroökonomische Ergebnisse-----	26

Anhang: Projekt StartClim.10

ECONOMIC ASSESSMENT OF EXTREME WEATHER EVENTS CAUSED BY CLIMATE CHANGE

Kurt Kratena

Austrian Institute of Economic Research
P.O. Box 91, A-1103 Vienna, AUSTRIA

Tel.: +43 1 7982601 246

Fax: +43 1 7989386

e-mail: kurt.kratena@wifo.ac.at

Abstract:

This paper describes a micro/macroeconomic modeling framework for the assessment of damages caused by extreme weather events. Damages have a direct impact on specific capital stocks for certain activities. The microeconomic model block comprises household consumption described by a household production function of services or imputed income flows with inputs of commodities and capital. Firms are described by factor demand functions derived from flexible cost functions. Exogenous stocks of infrastructure have an influence on firms' variable costs. The macroeconomic model block comprises aggregate demand and income generation. Adjustment to damages requires reconstruction activity, which has a macroeconomic impact and must be financed by extra funds. Damages and the reconstruction activity are shown to have different impacts on GDP and on other macroeconomic income measures. The macroeconomic impact may deviate considerably from the welfare impact derived from the household model.

Key words: Extreme events, climate change, welfare measures

JEL classification: Q25, D50, D60

A.1. Introduction

The economic impact of climate change has been an important issue in the recent IPCC Report on climate change (Houghton, et. al., 2001, McCarthy, et al. 2001). As far as modelling of climate policy and its impacts are concerned, this issue has been an important part of the so called impact assessment models (IAMs) from the first generation on. An operational world model that captures the influence of greenhouse gases and atmospheric CO₂ concentration on temperature increase as well as the feedback on the economy by damages can already be found in Nordhaus (1992). The damage function used there is based on the status of scientific knowledge about climate change in the early 1990es. Since then scientific research has evolved and developed considerably and the range of uncertainty of possible abrupt climate changes with significant damages has increased. Abrupt climate change includes severe events as a sharp sea level rise, shifting monsoons, a runaway greenhouse effect and changing thermohaline circulation. In IAMs this is mainly captured by sensitivity analysis on uncertainty, where uncertainty is transformed into expected values of damages (s.: Alley, et. al. 2003, Nordhaus, 1998 and 1999). The main issue dealt with is the sea level rise, where Nordhaus (1998, 1999) finds only minor economic impacts, mainly based on the study by Yohe and Schlesinger (1998). The main inputs for the damage functions are estimates for the change in the value of capital and willingness to pay – surveys. In general the IAMs are aggregate models not dealing explicitly with the sectors directly affected by damages. Welfare effects resulting from a reallocation in demand caused by damages are therefore not captured by these models.

The influence of climate change on temperature has also been analysed in depth. Long term energy and emission scenarios have been developed in the SRES project in order to describe different scenarios of temperature increase and climate change (Nakicenovic, 1998). Therefore the question of climate change impacts on the economy mainly boils down to the uncertainty of certain extreme or catastrophic events and their link to climate change. The IPCC report (McCarthy, et al. 2001) lists several links of climate change to extreme weather events. Besides that we have learned that alpine regions might be seen as specifically exposed to risks of extreme events caused by climate change; a survey of the literature on this topic can be found in Schleicher (2002). For Europe the IPCC report (McCarthy, et al. 2001) also describes major economic damages for some European countries due to a possible rise in the sea level and to the increased risk of floods.

This paper describes a micro/macroeconomic modeling framework for damage assessment. First of all a minimum of disaggregation is introduced, so that firms and households and within these groups different economic activities can be differentiated. Damages have a direct impact on specific capital stocks for certain activities. This in turn has an immediate impact on income, as far as adaptation and adjustment is concerned, but also on welfare, as it changes the patterns of household consumption. A permanent increase in the frequency of extreme events has dynamic effects on the economy, as it leads to a different path of capital accumulation. The modeling framework presented can be seen as a general equilibrium model of the economy without restrictive assumptions regarding overall market equilibrium. This is specifically true for total consumption, where we apply a macroeconomic consumption function instead of the budget constraint and for the labour market, where we allow for unemployment, so that an increase in economic activity can raise output and employment. The investment decisions are also not only driven by microeconomic considerations (relative prices), but incorporate sluggish adjustment of the actual to the 'optimal' capital stock.

The microeconomic model block comprises household consumption described by a household production function of services or imputed income flows with inputs of commodities and

capital. Capital stocks are partly private household capital (dwellings), where households decide on the process of capital accumulation and partly public infrastructure (transport infrastructure). This process of capital accumulation of households is a crucial issue for the analysis of damage impact. Firms are described by factor demand functions derived from flexible cost functions. Exogenous stocks of infrastructure have an influence on firms' variable costs.

The macroeconomic model block comprises aggregate demand and income generation. Adjustment to damages requires reconstruction activity, which has a macroeconomic impact and must be financed by extra funds. Damages and the reconstruction activity are shown to have different impacts on GDP and on other macroeconomic income measures. The macroeconomic impact may deviate considerably from the welfare impact derived from the household model.

A.2. A model framework for the assessment of damage

The main features of the model presented here are a micro/macro structure as in general equilibrium models and a minimum level of disaggregation of activities. The main differences to traditional general equilibrium models are the following: (i) relative prices are not the only decisive variable for determining the allocation processes, (ii) the macroeconomy might be out of equilibrium and budget constraints do not instantaneously force it back to equilibrium.

A.2.1 The microeconomic view: households, firms and capital stocks

The household consumption model applied in this analysis emphasizes the role of capital in consumption. Capital is accumulated and therefore also financed from household income, but makes no direct contribution to the utility of consumption as is the case for non-durable goods. Instead, capital serves as an input that together with other inputs produces a certain flow of services. These services mostly cannot be observed (e.g.: room heating), but in some cases the concepts of national accounting allow an imputation for these flows, so that they become income relevant. This is the case for housing in Austria, where rents are imputed for owned houses and added to other income categories.

We find that the household production approach is the most adequate treatment of the generation of service flows from capital and other inputs. The household production function puts particular attention to the treatment of non-market activity (labour input of households) and the state of consumer knowledge (human capital). This approach focuses specifically on the conversion of purchasable goods into so-called "commodities"(which we would like to call services). While in traditional economic theory consumption analysis focuses on the demand for goods, in the theory of household production it is "commodities" which are demanded and provide utility. These incorporate additional characteristics or benefits (comfort, entertainment, nourishment, etc.), and are produced subject to the prevailing consumption technology constraints, which are included in the household production function. The original idea of the household production function put forward by Lancaster (1966) has been taken up by various authors to show the differences to traditional consumption theory (Stigler and Becker, 1977). A very interesting application to energy consumption including investment decisions in energy efficiency can be found in Willett and Naghsour (1987). These studies, though, do not include empirical applications of the household production function or derivation of explicit demand functions.

We start from a utility function U_t for time period t , containing the consumption of goods, C_{Qt} and the level of services, SE_t , produced with inputs of other consumption goods, C_{St} and capital inputs, K_t by – for example – a Cobb-Douglas production function:

$$(1) \quad U_t = U_t[C_{Qt}, SE_t]$$

$$(2) \quad SE_t = K_t^{\alpha_1} C_{St}^{\alpha_2}$$

The capital stock K follows an accumulation path determined by household investment I_t and depreciation rate d :

$$(3) \quad K_t = K_{t-1} + I_t - dK_{t-1}$$

In the long term we could apply the usual budget constraint, i.e. total household investment must equal total household savings as in Willett – Naghsour (1987). For the short to medium term we assume a macroeconomic consumption function with an implicit equilibrium between income and savings and an adjustment mechanism to this equilibrium (error correction mechanism):

$$(4) \quad C_t = C_t(YD_t/p_{Ct})$$

Equation (4) describes total real private consumption C_t as a function of real household disposable income, with YD_t as nominal income and p_{Ct} as total consumption deflator. The savings decision is therefore described by this macroeconomic consumption function, so that total consumption C_t enters the budget constraint:

$$(5) \quad p_{Ct}C_t - p_{It}I_t = p_{Qt}C_{Qt} + p_{St}C_{St}$$

Equation (5) describes that total consumption must be allocated to purchases of durable equipment (investment) and to other consumption goods as well as other inputs in household production. The isoquant of household production determines the level of inputs for given prices of capital.

If we assume that the utility function is a Cobb Douglas function, we could reinsert the household production function into the utility function to get the explicit function, which shall be maximized:

$$(6) \quad U_t = [K_t^{\alpha_1} C_{St}^{\alpha_2}]^{\gamma_1} C_{Qt}^{\gamma_2}$$

The dynamics in this model is determined by capital accumulation and requires the set up of an intertemporal maximization problem. If for simplicity we look at one period only, we can define the following maximization problem:

$$(7) \quad \max [K_t^{\alpha_1} C_{St}^{\alpha_2}]^{\gamma_1} C_{Qt}^{\gamma_2}$$

$$p_{Qt}C_{Qt} + p_{St}C_{St} = p_{Ct}C_t - p_{It}(K_t - K^* + dK^*)$$

$$K_{t-1} = K^*$$

In this formulation we simply ignore the intertemporal structure of the problem and solve for one period and given (inherited) capital stock from the last period ($K_{t-1} = K^*$). This could be interpreted as a special solution near the long term equilibrium in period t . The solution of the

Lagrangian multiplier is given in the Appendix, from the first order conditions we can derive demand functions. For the consumption of goods, C_{Q_t} the demand function takes the following form:

$$(8) C_{Q_t} = \Delta \left(\frac{p_{I_t}}{p_{Q_t}} \right) (\bar{K} - d\bar{K}) + \Delta \left(\frac{1}{p_{Q_t}} \right) p_{C_t} C_t$$

with $\Delta = \left(\frac{1}{1 + \gamma_1 / \gamma_2} \right) > 0$. This guarantees negative own price elasticities and positive cross

price elasticities between capital and other consumption goods. Damages affecting the capital stock can thus be captured as shocks in the depreciation rate, which lowers the potential for consumption according to (8) for the given budget constraint. The magnitude of this effect depends mainly on the lifetime of capital underlying the depreciation rate. If it is an especially long lived capital stock as dwellings, that is affected, we end up with a considerable economic impact.

There are two ways to calculate the potential welfare effects of damages. One could be to quantify the necessary expenditure $p_{Q_t} C_{Q_t}$ that leads to the same utility level as before the capital stock destruction. The other one would be to calculate the necessary investment expenditure $p_{I_t} I_t$ that leads to the same level of service output as before the damage. In the first case we could derive negative welfare effects even when the damages would be fully compensated, e.g. by public or external funding. In the second case the same level of utility can be reached by full reconstruction of the capital stock, so that the allocation between SE_t and C_{Q_t} would not change.

For firms we assume factor demand functions derived from flexible cost functions. In a K,L,E,M (capital, labour, energy, materials) framework we could have L,E,M as the variable factors and capital as the quasi fixed factor. The substitution between these variable factors depends on own and cross-price elasticities of factor demand. The concept of a fixed factor allows the derivation of a shadow price for this factor, which equals the impact of one (quantity) unit of input of this factor on short-run cost (Thomsen, 2000). It must be noted that in this formulation a positive shadow price for the fixed factor requires that the input of capital dampens short-run costs. If a market price for the fixed factor is available, in equilibrium this market price would be equal to the shadow price, which then allows the derivation of the 'optimal' capital stock (Thomsen, 2000).

In any case, in this approach the contribution of firms' capital stock as well as of public infrastructure to firms' costs and total factor productivity can be quantified. A sudden destruction of capital stock and infrastructure leads to lower productivity and higher short term costs and/or output losses. Again even if firms were fully compensated for these losses by external funding, this meant a permanent aggregate economic loss. If reconstruction of the capital stock is viable, the same productivity and output level as before can be reached.

Therefore for both households and firms in a first stage we can calculate direct losses even in the case of full compensation due to negative welfare and productivity effects. These can only be avoided, if funds for compensation are actually used for reconstruction of capital stocks, so that the stocks generate the same level of services and income flows as before. This must be realized by reconstruction activity in the periods following the damage year, which then raises

the question of economic impacts of reconstruction. The crucial issue there is the financing of these reconstruction activities.

A.2.2 The macroeconomic view: reconstruction of capital stocks and national income

The macroeconomic part of the model takes as a starting point the different methods used in national accounting to calculate the gross domestic product (*GDP*) as well as other relevant indicators of macroeconomic income.

National accounting starts from the generation of income side and calculates *GDP* in period t as the difference between the sum of gross output by industries (Q_A) and the sum of intermediate demand by industries (Q_H), the so called value added (sum). The income generation from this production process includes wages (wage rate w times employment L), profits II , other rents and capital income, R as well as the balance of indirect taxes and subsidies ($T_i - T_r$) in order to arrive at market prices:

$$(9) \quad GDP_t = Q_{At} - Q_{Ht} = w_t L_t + II_t + R_t + T_{it} - T_{rt}$$

The aggregate R in some cases includes imputations for rents of house owners. In this case the service variable defined in the last section (SE_t) would also be reflected as an income flow produced by the capital stock and thus be included in *GDP*.

From the final demand side we can define *GDP* as:

$$(10) \quad GDP_t = C_t + F_t + G_t + X_t - M_t$$

Here, all variables are given at constant prices and private consumption C_t is the same as above comprising household investment I_t , consumption of other goods C_{Qt} and inputs in household production, C_{St} . Additionally on the demand side we have firms' investment, F_t public consumption, G_t and the external balance ($X_t - M_t$).

The direct impact of damages on the capital stock is defined as negative welfare and productivity or output effects, also with full external compensation in the last section. If the income accounting contains the permanent income flows from households capital stocks in R that correspond to service flows SE_t then the welfare effects are also reflected in income changes. Output losses by firms are fully accounted for in gross output Q_{At} and therefore also in *GDP*.

Reconstruction activity can be accounted for in (10) by an increase in household investment I_t included in consumption C_t and firms investment, F_t . These reconstruction activities have a positive impact, if resources are not fully employed. If the wage rate is too high for full employment due to the functioning of the labour market, an increase in investment (=reconstruction) will lead to an increase in aggregate gross output Q_{At} and in aggregate employment L_t .

A crucial issue is the source of financing of reconstruction investment as well as of compensation without reconstruction in the case of 'pure' welfare and productivity effects. In some cases we might assume some external funding, e.g. from international aid funds. In most

cases we must assume that financing of compensation partly comes from the public sector and partly from households and firms. The model is closed from the income side by the definition of disposable income including wages, wL , profits and other rents and capital income that are allocated to households $h\Pi$, and direct taxes net of transfers T_d :

$$(11) \quad YD_t = w_t L_t + h\Pi_t - T_{dt}$$

Compensation funds from the public sector must be balanced by higher net direct taxes, therefore leading to lower disposable income. This has repercussions on total consumption according to the macroeconomic consumption function (4). If public funds only partly compensate for total damages, households have to increase investment out of their own funds thereby leaving fewer funds for other consumption goods according to the budget constraint (5). The same condition holds for firms, where higher investment leads to fewer funds of profits and rents that can be allocated to households.

In general reconstruction activity requires time and leads to rather different macroeconomic impacts. It is not straightforward to calculate a static output loss or gain as is the case for the 'pure' welfare and productivity effects. Therefore it seems reasonable to calculate different reconstruction scenarios compared to a 'baseline' scenario without damages.

A. Appendix

Assuming that the maximization problem in (7) can also be solved for one period we could set up the following Lagrangian formulation of the problem:

$$(A.1) L = K_t^{\alpha_1 \gamma_1} C_{St}^{\alpha_2 \gamma_1} C_{Qt}^{\gamma_2} + \lambda(p_{Qt} C_{Qt} + p_{St} C_{St} - p_{Ct} C_t - p_{It} K_t + p_{It} K^* + p_{It} dK^*)$$

$$\text{Setting } \frac{\partial L}{\partial K} = \frac{\partial L}{\partial C_{St}} = \frac{\partial L}{\partial C_{Qt}} = \frac{\partial L}{\partial \lambda} = 0$$

we derive the following first order conditions:

$$(A.2) \frac{\partial L}{\partial C_{St}} = \alpha_2 \gamma_1 C_{St}^{\alpha_2 \gamma_1 - 1} K_t^{\alpha_1 \gamma_1} C_{Qt}^{\gamma_2} + \lambda p_{St} = 0$$

$$(A.3) \frac{\partial L}{\partial C_{Qt}} = \gamma_2 C_{Qt}^{-\gamma_1} K_t^{\alpha_1 \gamma_1} C_{St}^{\alpha_2 \gamma_2} + \lambda p_{Qt} = 0$$

$$(A.4) \frac{\partial L}{\partial K} = \alpha_1 \gamma_1 K_t^{\alpha_1 \gamma_1 - 1} C_{St}^{\alpha_2 \gamma_1} C_{Qt}^{\gamma_2} + \lambda p_{It} = 0$$

These conditions for a maximum imply that marginal rates of substitution in consumption equal relative prices. The only difference to the conventional consumption model is that marginal rates of substitution in consumption also include the substitution parameters from the household production function.

From these conditions we can further get by pair wise substitution for relative prices and quantities:

$$(A.5) \left(\frac{p_{St}}{p_{Qt}} \right) = \frac{\alpha_2 \gamma_1}{\gamma_2} \frac{C_{Qt}}{C_{St}}$$

$$(A.6) \left(\frac{p_{It}}{p_{Qt}} \right) = \frac{\alpha_1 \gamma_1}{\gamma_2} \frac{C_{Qt}}{K_t}$$

Reinserting (A.2) to (A.6) into the budget constraint we can derive explicit demand functions. As an example we can derive the demand for consumption of other goods (no inputs in household production):

$$(A.7) C_{Qt} = \frac{1}{1 + \gamma_1 / \gamma_2} \left(\frac{p_{It}}{p_{Qt}} \right) (\bar{K} - d\bar{K}) + \frac{1}{1 + \gamma_1 / \gamma_2} \left(\frac{1}{p_{Qt}} \right) p_{Ct} C_t$$

Here we have made use of homogeneity of the household production function ($\alpha_1 + \alpha_2 = 1$).

A. References

- Alley, R.B., Marotzke, J., Nordhaus, W.D., Overpeck, J.T., Peteet, D.M., Pielke Jr., R.A., Pierrehumbert, R.T., Rhines, P.B., Stocker, T.F., Talley, L.D., Wallace, J.M., 2003, Abrupt Climate Change, *Science*, 299, March 2003, 2005 – 2010.
- Bovenberg, A.L., van der Ploeg, F., 1998, Consequences of environmental tax reform for unemployment and welfare, *Environmental and Resource Economics*, 12, pp. 137-50.
- Dumagan, J.C., Mount, T. D., 1993, Welfare effects of improving end-use efficiency: Theory and application to residential electricity demand, *Resource and Energy Economics*, 15, 175 – 201.
- Gerlagh, R., Papyrakis, E., 2003, The welfare maximising approach to sustainability, Presentation at the TransSust Workshop, June, 2-3, 2003, Mannheim.
- Houghton, J.T., Ding, Y., Griggs, D.J., Noguer, M., van der Linden, P.J., Dai, X., Maskell, K., Johnson, C.A. (Editors), 2001. Climate Change 2001: The Scientific Basis, Contribution of Working Group III to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- Hudson, E. A., Jorgenson, D. W., 1976, U.S. Tax policy and energy conservation, in: Jorgenson, D. W. (ed.), *Econometric Studies of U.S. Energy Policy*, pp. 7-94 (Amsterdam, North-Holland).
- Jorgenson, D. W., Lau, L.J., Stoker, T.M., 1980, Welfare comparison under exact aggregation, *American Economic Review*, 70 (2), pp. 268 - 272
- McCarthy, J.J., Canziani, O.F., Leary, N.A., Dokken, D.J., White, K.S. (Editors), 2001. Climate Change 2001: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, Cambridge University Press.
- Nakicenovic, Nebojsa, Vactor Nadejda und Morita Tsuneyuki. 1998. Emissions Scenarios Database and Review of Scenarios. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change, Vol. 3, Nos. 2-4, 95-120.
- Nordhaus, W.D., 1992, An optimal transition path for controlling greenhouse gases, *Science*, 258, Nov. 1992, 1315 - 1319
- Nordhaus, W.D., 1999, The economic impacts of abrupt climatic change, The role of oceans, atmosphere and the polar regions, National Research Council, January 22, 1999.
- Nordhaus, W.D., 1998, New estimates of the economic impacts of climate change, Yale University, December 28, 1998.
- Stefan P. Schleicher (2002), On the Economics of Climate Change and the Climate Change of Economics, in Steininger K. W., Weck-Hannemann, H., (Hsg.), *Global Environmental Change in Alpine Regions*, Edwar Elgar Publish-ing, 2002.
- United Nations, European Commission for Latin America and the Caribbean (ECLAC), 2002, Handbook for estimating the socio-economic and environmental effects of disasters, LC/MEX/L.519, May 2, 2002.
- Yohe, G.W., Schlesinger, M.E., (1998), Sea-level change: The expected economic cost of protection or abandonment in the United States, *Climatic Change*, 38, 447 – 472.