

GLOWA-Elbe

Integrierte Analyse der Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Umwelt und die Gesellschaft im Elbegebiet

Sachbericht 2001

Förderkennzeichen: **07 GWK 03**
Berichtszeitraum: 2001
Verbundprojektleiter: PD Dr. Alfred Becker
Potsdam-Institut für
Klimafolgenforschung e.V.

GLOWA-Elbe Projektpartner

Universitäten:

BTU	Brandenburgische Technische Universität, Cottbus - Lehrstuhl für Hydrologie und Wasserwirtschaft
FUB	Freie Universität Berlin - Institut für Meteorologie
FSU	Friedrich Schiller Universität Jena - Wirtschaftswissenschaftliche Fakultät, Wirtschaftspolitik II
GhK	Universität Gesamthochschule Kassel - Wissenschaftliches Zentrum für Umweltsystemforschung - Fachbereich Wirtschaftswissenschaften
TUB	Technische Universität Berlin - Institut für Management in der Umweltplanung - Institut für Ökologie und Biologie - Institut für Ökologie

Wissenschaftliche Institute und Anstalten:

BfG	Bundesanstalt für Gewässerkunde, Aussenstelle Berlin
DGFZ	Dresdner Grundwasserforschungszentrum e.V.
FAA	Forschungsgesellschaft für Agrarpolitik und Agrarsoziologie e.V., Bonn
IGB	Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei, Berlin
MPI	Max-Planck Institut, Hamburg
PIK	Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung
TLL	Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft, Jena
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig-Halle GmbH - Abteilung Ökologische Ökonomie und Umweltsoziologie
ZALF	Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung e.V. - Institut für Landschaftswasserhaushalt, Müncheberg

Ingenieurbüros

BAH	Büro für angewandte Hydrologie, Berlin
WASY	Gesellschaft für wasserwirtschaftliche Planung und Systemforschung mbH

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	4
Einführung	6
Teil A Übersicht über Innovationen und im Verbundprojekt insgesamt erreichte Ergebnisse	6
Teil B Teilprojektbezogene Berichte	10
Teilprojekt 1 Gesamtelbe	10
Teilprojekt 2 Spree/Havel-Gebiet	14
Teilgebietsprojekt 2.1 Obere Spree	15
Teilgebietsprojekt 2.2 Spreewald	19
Teilgebietsprojekt 2.3 Ballungsraum Berlin/Untere Havel	23
Teilprojekt 3 Unstrut	27
Teilprojekt 4 Klimaszenarien	30
Literatur	33

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

ArcEGMO	ArcInfo	basiertes	gegliedertes	hydrologisches
	Modellsystem			
ArcGRM	Modell	der langfristigen	Wasserbewirtschaftung	in
	Flußgebieten			
ArcView	GIS Software			
BEWAG	Betreiber der Kraft- und Heizkraftwerke Berlins			
BOWAS	Bodenwasserhaushaltsmodell			
BSB	Biologischer Sauerstoffbedarf			
BWB	Berliner Wasserbetriebe			
C-BSB	Kohlenstoff-BSB (BSB unter Hemmung der Nitrifikation)			
CSB	Chemischer Sauerstoffbedarf			
DSI	dynamischer Zirkulationsindex			
DSM	Dahme-Seen-Modell			
DWD	Deutscher Wetterdienst			
ECHAM	Name des GCM des MPI für Meteorologie, Hamburg			
ECMWF	European Centre for Medium-Range Weather Forecasts			
ECOBAS	Prozessdatenbank			
EMMO	Modell für Gewässergütesimulation			
GCM	Global Climate Model (General Circulation Model)			
GIS	Geographisches Informationssystem			
GRUENLAND	Grünlandertragsmodell			
GWRP	Gewässerrandstreifenprogramm			
HYDRAX	hydrodynamische Modell			
ILAT	Institut für Lebensmittel, Arzneimittel und Tierseuchen, Berlin			
IPCC	Intergovernmental Panel of Climate Change			
LaGeTSi Bln	Landesamt für Arbeitsschutz, Gesundheitsschutz und technische Sicherheit Berlin			
LMBV	Lausitzer	und	Mitteldeutsche	Bergbau- und
	Verwaltungsgesellschaft mbH			
LUA Brb	Landesumweltamt Brandenburg			
LUSim	ArcView gestütztes Softwaresystem			
MODAM	Multikriterielles Entscheidungshilfesystem für das Management von Agrarökosystemen			
MODFLOW	Grundwasserströmungsmodell			
MONERIS	Wasser- und Stoffhaushaltsmodell			
NOAA	National Oceanic and Atmospheric Administration			
OPYC	Ocean General Circulation Model			
QSIM	Modell für Gewässergütesimulation			
RAUMIS	Agrarmarktmodell			
REMO	regionales Klimamodell			
SciLab	Simulationssoftware			
SenGesundheit Bln	Senatsverwaltung für Gesundheit Berlin			
SenStadt Bln	Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin			
SILVA	Waldwachstums- Simulationsmodell			
SWIM	GIS-basiertes	gegliedertes	ökohydrologisches	
	Modellsystem			
TMLNU	Thüringer Ministerium für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt			

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

TOC	Total Organic Carbon (gesamter organischer Kohlenstoff)
VEGMOS	Vegetationsentwicklungsmodell
WABI	Wasserhaushaltsmodell
WaterGAP	integriertes globales hydrologisches Modell
WATSIM	partielltes Gleichgewichtsmodell
WSA Bln	Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin
WTO	World Trade Organization

Einführung

Der vorliegende Bericht vermittelt eine Übersicht über die im Verbundprojekt GLOWA-Elbe im zweiten Bearbeitungsjahr geleisteten Arbeiten und erzielten Ergebnisse. Er ist ein Fortschrittsbericht der an den im April 2001 vorgelegten Sachbericht über das erste Bearbeitungsjahr anschließt und die dort enthaltenen Ausführungen nicht wiederholt.

Im nachfolgenden Teil A wird eine zusammenfassende Kurzdarstellung zu den wichtigsten Innovationen und im Berichtszeitraum erzielten Ergebnisse gegeben, im Teil B berichten die 6 Teilprojekte (TP) von GLOWA-Elbe in etwas ausführlicherer Form zum Stand ihrer Arbeiten. Die Ausführungen entsprechen weitgehend denen im Status Report zur GLOWA-Statuskonferenz im Mai 2002.

Teil A Übersicht über Innovationen und im Verbundprojekt insgesamt erreichte Ergebnisse

Die Forschungsarbeiten zu GLOWA-Elbe wurden in allen Teilprojekten auf der Grundlage des für GLOWA-Elbe entwickelten partizipativen und interdisziplinären Integrationsansatzes (Kurzbezeichnung: GLOWA-Elbe-Integrationsansatz) durchgeführt. Dieser Ansatz umfaßt die vier Hauptschritte:

1. Szenarienentwicklung,
2. Identifikation bzw. Definition der zur Bewertung dienenden Indikatoren und Kriterien,
3. Impaktanalysen (Analyse der Auswirkungen, die sich bei Anwendung vorgegebener Szenarien ergeben),
4. Bewertung der Ergebnisse und damit der zugrunde gelegten Entwicklungsszenarien als Unterstützung für zu treffende Entscheidungen (decision support).

Im Prinzip werden diese Schritte in allen Teilprojekten von GLOWA-Elbe gleichermaßen angewendet, bisher in fortgeschrittenstem Maße in den regionalen Teilprojekten 2 und 3:

- TP 2 Pilotprojekt "Spree/Havel-Gebiet" mit den Teilgebietsprojekten (TGP):
 - 2.1 "Obere Spree",
 - 2.2 "Spreewald" und
 - 2.3 "Untere Spree/Havel/Berlin",
- TP 3 "Unstrutgebiet".

Diese Teilprojekte werden als genestete Studien in den genannten Problem- bzw. Konflikträumen des Elbegebietes durchgeführt. In ihnen lag der Schwerpunkt der bisherigen Arbeiten bei den Schritten 1 und 2 (Szenarienentwicklung und Indikatorenfestlegung) sowie bei der Vorbereitung der Modelle und Instrumentarien zur Durchführung der räumlich und zeitlich differenzierten Impaktanalysen (Schritt 3). Einige Impaktanalysen und vorbereitende Arbeiten zur Bewertung sind ebenfalls bereits angelaufen, wozu im folgenden noch Hinweise gegeben werden.

Die Teilprojekte 1 (integrative Untersuchungen) und 4 (Klimaszenarien) beziehen sich auf das gesamte Elbegebiet, wobei TP 1 am vielgestaltigsten ist und im Kern verschiedene entscheidende Vorarbeiten für die im Weiteren geplanten Untersuchungen im Gesamtgebiet umfasst. TP 4 ist auf die Entwicklung von regionalen Klimaszenarien für den Elberaum bis 2055 konzentriert.

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

Nachfolgend wird eine zusammenfassende Übersicht über die wichtigsten bereits erzielten Ergebnisse gegeben.

Das entwickelte Integrationsverfahren (GLOWA-Elbe-Integrationsansatz) (Becker et al. 2001) hat sich bei den ersten Anwendungen in den Teilprojekten im Prinzip bewährt und wurde in Teilen im Hinblick auf die weiteren Anwendungen ergänzt und präzisiert. Es wurde auf dem Internationalen Symposium über "Ecological Engineering" in Lincoln/Neuseeland vorgestellt (Becker 2001) und in einem Workshop zum "Decision making" intensiv diskutiert, in Teilen weiterentwickelt und als allgemein anwendbar und zukunftsorientiert bewertet. Das vorgestellte Schema des Verfahrens wurde in seiner weiterentwickelten Form klassifiziert als "non-routine decision making process: structural scheme towards a general approach" (Abb. 1) (Peet 2001). Damit wurde seine prinzipielle Richtigkeit unterstrichen und bestätigt.

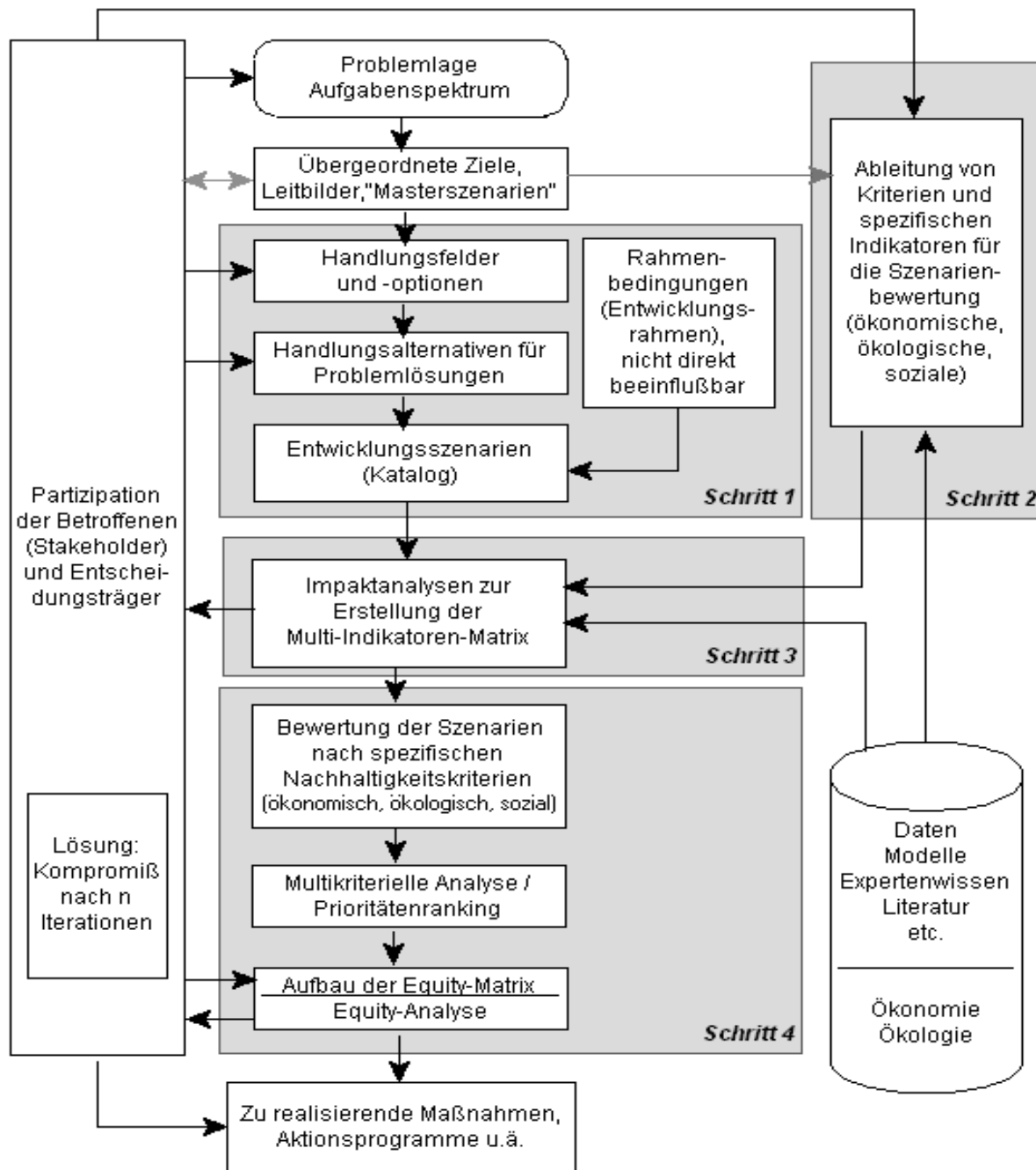


Abb. 1: Übersicht über die Hauptschritte und Komponenten des integrativen methodischen Ansatzes für GLOWA-Elbe

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

Für die Szenarienentwicklung wurde eine spezielle Arbeitsgruppe in GLOWA Elbe unter Leitung von F. Messner (UFZ) gebildet. Im Ergebnis intensiver Diskussionen wurden von ihr die Prinzipien, eine einheitliche Vorgehensweise, allgemeine Kriterien und die Rahmenbedingungen für die Untersuchungen in GLOWA Elbe definiert und weitestmöglich vorgegeben. Als Beispiel sei die Festlegung auf die IPCC-Szenarien A1 und B2 angeführt. Auf der Grundlage dieser Vorgaben werden in allen Teilprojekten in abgestimmter Form die Berechnungen durchgeführt, so dass die Ergebnisse vergleichbar sind, generalisiert und auch zum Aufwärtsskalieren verwendet werden können.

Eine vorrangige Aufgabe stellt das Abwärtsskalieren (downscaling) von der globalen zur regionalen Skala der Rahmenbedingungen für die Impaktanalysen dar, wobei das zukünftige Klima und grundlegende globale sozio-ökonomische Entwicklungen den Schwerpunkt bildeten. Zur Anwendung kamen:

- a) eine Kombination der dynamischen Klimamodelle ECHAM/OPYC3 (global) und REMO (regional), die am MPI Hamburg entwickelt und angewendet werden, mit Ergänzungen um spezielle Validierungs- und Szenarioentwicklungsverfahren der FU Berlin,
- b) ein statistisches Modell, das sich auf einen speziellen Algorithmus zur Clusteranalyse stützt, der am PIK Potsdam entwickelt wurde und zur Erzeugung einer Vielzahl von Einzelrealisierungen der zukünftigen regionalen Klimaentwicklung unter Bezug auf die globalen ECHAM-Simulationen eingesetzt werden kann,
- c) das partielle Gleichgewichtsmodell RAUMIS in Kombination mit WATSIM, das an der FAA Bonn zur Beschreibung zukünftiger Entwicklungen der globalen Agrarmarktbedingungen sowie der sich daraus ergebenden Entwicklung der Agrarproduktion auf Kreisebene im Elbegebiet entwickelt wurde und jetzt eingesetzt wird.

Aus der Anwendung der Modelle unter b) und c) sind folgende Ergebnisse hervorgegangen, die besondere Hervorhebung verdienen:

- 100 unterschiedliche Realisierungen der Klimaentwicklung im Elbegebiet für die bevorstehenden 50 Jahre (2001-2055), die sich auf die ECHAM-Berechnungen mit dem Emissionsszenario A1 des IPCC beziehen. Diese Realisierungen dienen unmittelbar als Eingangsgrößen bei der Simulation der Wasserverfügbarkeit und -bewirtschaftung im Spree/Havel-Gebiet (TP 2 als Pilotstudie). Es ist das erste Mal, dass ein derartiger Datensatz zur Anwendung kommen kann, mit dem auch Risikoanalysen möglich sind und Aussagen zu den Überschreitungswahrscheinlichkeiten vorgegebener Grenzwerte des Abflusses oder Wasserstandes (z.B. bei Niedrigwasser, Hochwasser), Defiziten in der Wasserverteilung oder anderer hydrologischer und darauf bezogener Umwelt- und sozio-ökonomischer Kennwerte gemacht werden können.
- Auf der Ebene von Landkreisen wurden Szenarien für die landwirtschaftliche Entwicklung abgeleitet, die als Input für räumlich differenzierte, hydrotop- und kreisbezogene Analysen der Auswirkungen der globalen Agrarmarktentwicklung auf die Wasser- und Nährstoffbilanz sowie die landwirtschaftliche Produktion (Pflanzenenerträge) in den Untersuchungsgebieten dienen. Erste Ergebnisse wurden in einer Pilotuntersuchung für das Land Brandenburg bereits erhalten.

Für die Untersuchungen im Spree-Havel-Gebiet wurde ein langfristiges hydrologisches und Wasserbewirtschaftungsmodell ArcGRM-GLOWA entwickelt, das zur Analyse der Auswirkungen des Globalen Wandels sowie direkter menschlicher Aktivitäten in der Region

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

auf die Verfügbarkeit und Qualität der Wasserressourcen eingesetzt werden kann und sich derzeit in der Ersterprobung befindet. Unter Nutzung der oben erwähnten 100 Realisierungen des zu erwartenden Klimas werden alle Komponenten des Wasserhaushalts räumlich differenziert für die gesamte Untersuchungsperiode von 50 Jahren (2001-2055) berechnet. Die berechneten Abflüsse werden dann an allen interessierenden Flußprofilen mit dem Wasserbedarf verglichen und, sofern Defizite oder unerwünschte Grenzwertüberschreitungen auftreten, werden Wasserzuschüsse aus den Talsperren unter Anwendung vorgegebener Steuerregeln und unter Beachtung definierter Prioritäten für Wasserverteilung zur Reduktion der Defizite simuliert. Unvermeidbare Defizite werden registriert und zusammenfassend analysiert, meist in Form von Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Defizite oder Grenzwertüberschreitungen, z.B. von Schwellenwerten des Abflusses, oder anderer Kriterien (hydrologische, ökologische, ökonomische o.a.). Die Ergebnisse stellen wichtige Entscheidungsgrundlagen dar und werden als solche für die Lösung praktischer Probleme von den Verantwortlichen, z.B. Regionalbehörden oder Akteuren, genutzt.

Im Rahmen des Spree-Havel-Gebietes werden drei teilgebietsbezogene Studien mit dem Modell ArcGRM-GLOWA (als verbindendes Instrument für die gebietsweite Integration der Wasserbewirtschaftung) durchgeführt. Dies betrifft:

- a) das obere Spreegebiet, wo der Schwerpunkt auf die Probleme und Lösung der Konflikte gerichtet ist, die sich aus den Folgen der etwa hundertjährigen intensiven Bergbau-Tagebautätigkeit in diesem Gebiet, speziell aus der plötzlichen Einstellung des Abbaus in vielen Tagebauen nach der deutschen Wiedervereinigung ergaben,
- b) das staugeregelte Feuchtgebietssystem des Spreewaldes im mittleren Teil des Spreegebietes, das als Biosphärenreservat eingestuft ist. Es geht hier primär um das Studium der Rolle des Gebietes als wertvolles Ökosystem mit einer Mehrzwecknutzung durch die Landwirtschaft, Forstwirtschaft, Fischerei, das Erholungswesen und den Naturschutz, sowie um die Bewahrung dieser Rolle im Interesse der Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung des Teilgebietes,
- c) das untere Spree/Havel-Gebiet mit dem sich entwickelnden urbanen Raum Berlins, der durch die bekannten Probleme der Wasserversorgung, Abwasserbehandlung und -entsorgung in derartigen Räumen sowie entsprechenden ökologischen Problemen, besonders der Wasserbeschaffenheit, gekennzeichnet ist und in dem Lösungen, auch wassertechnologische, gemeinsam mit den verantwortlichen Behörden und Akteuren gesucht werden.

Hervorzuheben ist die ausgeprägte Abhängigkeit vieler Probleme in den Regionen b) und c) vom Zufluss aus dem oberen Spreegebiet und damit von der Wasserbewirtschaftung in diesem Gebiet, woraus sich die besondere Notwendigkeit der gebietsübergreifenden Integration der Wasserbewirtschaftung im gesamten Spree/Havelgebiet ergibt.

Eine weitere Fallstudie in einem gänzlich andersartigen Gebietstyp wird im Unstrutgebiet im Gebirgsvorland Thüringens bearbeitet. Sie ist orientiert auf die landwirtschaftlichen Gunststandorte im Thüringer Becken, das umgeben ist von den Gebirgsgebieten des Thüringer Waldes, Harzes und Ohmgebirges. Hauptziel ist hier der Nachweis von Maßnahmen zur Sicherung einer nachhaltigen Entwicklung der Landwirtschaft unter Berücksichtigung der Auswirkungen des Globalen Wandels, wobei Aspekte der Wasserbeschaffenheit, der Oberflächen-/Grundwasserinteraktion, speziell in den Niederungsgebieten, sowie der Gestaltung und Bewirtschaftung der Flußauen und

Ausuferungsflächen für Hochwasser beachtet werden. Diese Studien werden direkt koordiniert mit den Studien im Gesamtgebiet der Elbe.

Insgesamt ist einzuschätzen, dass erste Innovationen im Rahmen der Bearbeitung von GLOWA-Elbe bereits erreicht wurden und Ergebnisse vorgelegt werden, die direkt zur Lösung praktischer Probleme und Konflikte dienen können.

Teil B Bericht der Teilprojekte

Teilprojekt 1 Gesamtelbe

Teilprojekt 1 bezieht sich auf das gesamte Einzugsgebiet der Elbe, in dem zunächst verschiedene notwendige Vorarbeiten für die weiteren Untersuchungen in diesem Gesamttraum durchgeführt wurden.

Basierend auf den Erfahrungen, die bei der Beschaffung und Aufbereitung der Datengrundlagen für die Modellierung der Nährstoffeinträge im deutschen Teil der Elbe gesammelt wurden (Behrendt et al. 2000) und der Kooperation mit dem tschechischen Institut für Boden- und Wasserschutz (Praha, Czech Republic) befindet sich unter Leitung des IGB eine harmonisierte Datenbasis für das Gesamtgebiet der Elbe im Aufbau (VH 1.4). Für eine regionalisierte Untersuchung des tschechischen Elbegebietes wurde eine Unterteilung dieses Raumes in 25 Teilgebiete mit einer mittleren Größe von 2000 km² vorgenommen. Digitale Karten der Länder zur Landnutzung, zum Flussnetz und Höhenmodell, zu administrativen Grenzen, zur Hydrogeologie und zu Bodeneigenschaften wurden vereinheitlicht. Statistische Angaben zur Bevölkerung, Landwirtschaft sowie zur Abwasserbehandlung wurden auf dem Niveau von Gemeinden und Kreisen zusammengetragen und durch Verschneidung mit den administrativen Grenzen in thematische Karten überführt, die zur späteren Analyse der Nährstoffeinträge benötigt werden. Als Beispiel sind in Abb. 2 die Daten zu den langzeitigen Veränderungen der Nährstoffüberschüsse auf der landwirtschaftlichen Nutzfläche in den deutschen Bundesländern und der tschechischen Republik dargestellt.

Aus dieser Abbildung kann man schlussfolgern, dass für das Elbegebiet eine Unterteilung in Regionen und Teilflussgebiete notwendig ist, weil nicht nur die naturräumlichen, sondern auch die sozio-ökonomischen Bedingungen regional sehr verschieden sind. Die Datenreihen aus den Monitoringdaten für die Flüsse, das Grundwasser und Dränagen wurden für das deutsche Teilgebiet der Elbe bis zum Jahr 2000 ergänzt. Für den tschechischen Elbeteil ist die umgehende Übergabe vereinbart worden.

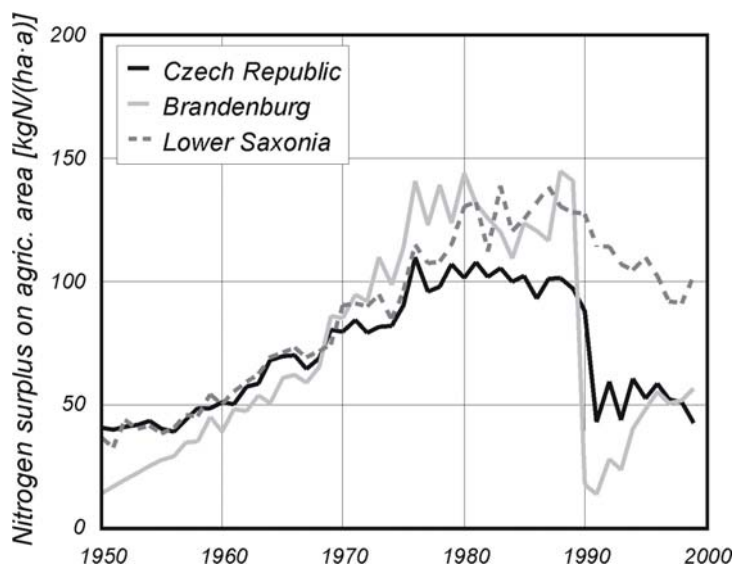


Abb. 2: Veränderungen des Stickstoffüberschusses auf landwirtschaftlichen Flächen in der Tschechischen Republik, in Brandenburg und in Niedersachsen

Parallel zum Aufbau der harmonisierten Datenbasis konnten durch die Kooperation mit den tschechischen Partnern bereits erste neue Ergebnisse bezüglich der Stoffeintragsmodellierung erreicht werden. So konnte auf der Basis tschechischer Untersuchungen festgestellt werden, dass ca. 60% des Winterniederschlages und 20% des Sommerniederschlages über Dränagen zum Abfluss gelangen. Dies bedeutet 10% mehr als bisher angenommen wurde. Daraus wird deutlich, dass man den Abflüssen und Einträgen über Dränagen bei weiteren Modellberechnungen noch höhere Bedeutung beimessen muß.

In jedem Fall ist es notwendig, die Einflüsse der Landwirtschaft auf die Umwelt auch für die Zukunft regional differenziert zu beschreiben. Die Landwirtschaft spielt aufgrund der oft sehr flächenintensiven Produktion für den Landschaftswasserhaushalt und die Schadstoffeinträge in den Boden und die Gewässer eine entscheidende Rolle. Vor dem Hintergrund einer zunehmenden Liberalisierung des internationalen Handels (WTO, EU-Osterweiterung) sind umfangreiche Änderungen der Flächennutzung zu erwarten mit entsprechenden Konsequenzen für die Gewässer. Die teils bereits zu beobachtenden dualen Entwicklungstrends hin zu intensiven Agrargebieten auf der einen Seite und "benachteiligten" Regionen mit tendenziellem Rückzug der Landbewirtschaftung auf der anderen Seite werden dadurch verstärkt. Diesen Segregationstrends wird tendenziell durch eine verstärkte Integration von Agrar-Umweltbelangen in die Ausgestaltung der EU-Agrarmarktpolitik entgegengewirkt.

Es ist das Ziel des Vorhabens 1.3 der FAA Bonn, die Auswirkungen unterschiedlicher weltweiter Entwicklungen auf den Agrarmärkten sowie verschiedener agrar- und umweltpolitischer Maßnahmen auf die landwirtschaftliche Produktion, die Landnutzung und die Umwelt im Elbe-Einzugsgebiet zu untersuchen und vergleichend zu beurteilen.

Dabei wird im Rahmen von agrarökonomischen Sektoranalysen die Entwicklung der Landbewirtschaftung und ihrer Auswirkungen auf die Umwelt im Elbe-Einzugsgebiet bis zum Jahr 2020 bei unterschiedlichen agrar- und umweltpolitischen Maßnahmen regional differenziert analysiert. Als Handlungsoptionen werden einerseits eine weitere Deregulierung der Agrarmarktordnungen und andererseits eine Kopplung von Subventionszahlungen an Umweltauflagen betrachtet. Hinzu kommt die Berücksichtigung von Wechselwirkungen und der Einflüsse von Veränderungen des Klimas und des Wasserhaushaltes mit Hilfe des Modells SWIM (s.u.).

Grundlage der agrarökonomischen Analysen sind Weltagrarmarktprognosen, die mit dem partiellen Gleichgewichtsmodell WATSIM durchgeführt werden. Die landwirtschaftlichen Produktionsentwicklungen unter geänderten globalen Rahmenbedingungen werden mit Hilfe des Agrar- und Umweltinformationssystems für Deutschland (RAUMIS) regionalisiert, und zwar bis auf die Kreisebene.

Die zu erwartenden Klimaänderungen, die im TP 4 *Klimaszenarien* abgeleitet werden und Bestandteil des Entwicklungsrahmens sind, werden über prognostizierte, kulturarten- und regionsspezifische Ertragsänderungen (Vorhaben 1.2 des PIK) in den agrarökonomischen Modellen berechnet. Dazu gehen die Flächennutzungsinformationen aus RAUMIS (Kulturart, Bodenbearbeitungstechnologie, Viehbesatz, Nährstoffsalden) über ein Regionalisierungstool in das ökohydrologische Modell SWIM ein, mit dem neben den Auswirkungen von Änderungen der Landbewirtschaftung auch die von klimarelevanten Schadgasen auf die Nährstoffbelastungspotenziale der Gewässer sowie die Wasser- und Stoffbilanzen von Flusseinzugsgebieten abgeschätzt werden können.

Darüber hinaus werden durch ein iteratives Zusammenspiel von RAUMIS mit dem Modell MONERIS (VH 1.4 des IGB) die Anteile der landwirtschaftsbezogenen Stoffeinträge an den gesamten Nährstoffeinträgen in den Flusseinzugsgebieten quantifiziert sowie die Kosten von Umweltinstrumenten zur Reduzierung der diffusen Nährstoffeinträge aus der Landwirtschaft unter Einhaltung von Wassergütequalitätszielen auf unterschiedlicher regionaler Ebene (z. B. Einträge in die Nordsee oder Güteklassen für Oberflächengewässer) eingeschätzt. Hierbei können alternative Handlungsstrategien zur nachhaltigen Entwicklung des Gesamtelbegebietes hinsichtlich der Wirkungen auf die landwirtschaftliche Produktion und einhergehenden Wassergüteproblemen vorgegeben und untersucht werden.

Ein Schwerpunkt der Arbeiten im Vorhaben 1.2 (PIK) im Berichtszeitraum war die Erweiterung und Validierung des hydrologischen Moduls des ökohydrologischen Modellsystems SWIM. Die Validierung erfolgte multiskalig und multikriteriell. Durch eine Sensitivitäts- und Unsicherheitsstudie wurden die Güte und Übertragbarkeit der Ergebnisse analysiert.

Zunächst wurden die hydrologischen Verhältnisse von 12 ausgewählten Einzugsgebieten der Elbe modelliert. Die Auswahl dieser mesoskaligen Focusgebiete erfolgte so, dass die wesentlichen naturräumlichen Regionen der Elbe, die Mittelgebirge, die Lößgebiete und das norddeutsche Tiefland, angemessen repräsentiert sind, und Gebiete unterschiedlicher Größe (280 – 23,687 km²) erfasst werden (multiskalige Analyse). So konnte hier z.B. der langjährige Trend abnehmender Grundwasserstände in den nördlichen Tieflandgebieten der Elbe gesondert untersucht und eine Trennung in lokale wasserwirtschaftliche und globale klimabedingte Einflußgrößen vorgenommen werden.

Die Erfahrungen, die in den Focusgebieten gewonnen wurden, bildeten die Grundlage für die Modellierung der hydrologischen Verhältnisse im gesamten deutschen Einzugsgebiet der Elbe von der tschechischen Grenze bis zum Pegel Neu Dachau (ca. 80,258 km²).

Hauptkriterien bei der Modellvalidierung zur Beurteilung der Anpassungsgüte waren:

- (a) Messwerte des täglichen Abflusses am Gebietsauslaß und
- (b) Messwerte der lokalen monatlichen Grundwasserstände.

Die Methode der multikriteriellen räumlich differenzierten Validierung des hydrologischen Modells wird international zunehmend angewendet, weil sie deutlich höhere Anforderungen an die Leistungsfähigkeit der Modelle stellt und somit der Erhöhung der Aussagefähigkeit und Zuverlässigkeit der hydrologischen Modellierung dient.

Aus den bisherigen Analysen kann geschlussfolgert werden, dass SWIM die natürlichen hydrologischen Verhältnisse im Elbeeinzugsgebiet befriedigend wiedergeben kann, sowohl was die Gesamtabflüsse in den Teilgebieten, als auch was die mittleren Grundwasserstände und die Grundwasserdynamik betrifft.

Zur Abschätzung der Belastbarkeit der simulierten Ergebnisse wurde außerdem eine Sensitivitäts- und Unsicherheitsanalyse für drei Teileinzugsgebiete der Elbe und das Gesamtelbegebiet durchgeführt. Dazu wurden mit Hilfe der Latin-Hypercupe-Methode je Gebiet 300 Parametersätze generiert und basierend darauf je eine Simulation mit SWIM durchgeführt, insgesamt gingen in die Untersuchung also 1200 Simulationsergebnisse ein (s. Abb. 3). Das Ergebnis dieser Untersuchung ist, dass mit Hilfe des Modells SWIM insgesamt eine robuste Wiedergabe des Wasserhaushaltes in der Elbereion erreicht wurde.

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

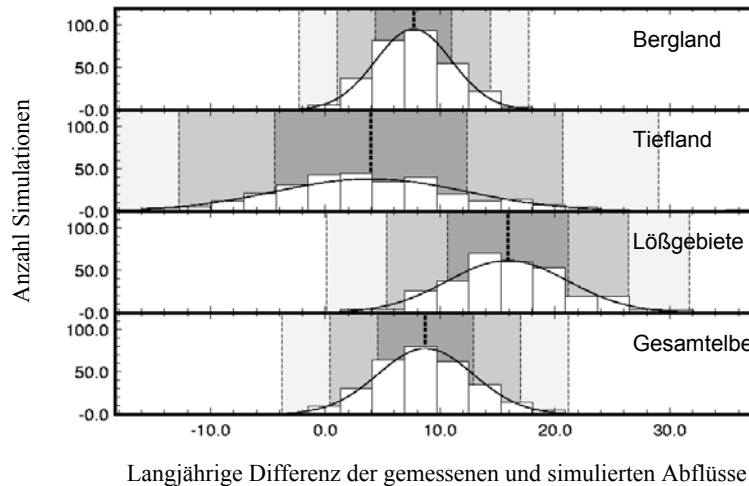


Abb. 3: Histogramme der langjährigen Differenz der mit SWIM simulierten und der gemessenen Abflüsse am Gebietsauslaß für drei Teileinzugsgebiete der Elbe (aus dem Bergland, der Lößregion und dem Tiefland) und für die Gesamtelbe, basierend auf je 300 mit dem Latin-Hypercupe-Verfahren zufällig generierten Eingangsparametersätzen.

Eine weitere wichtige Aktivität im Teilprojekt 1 betrifft die makroskalige, hydraulisch-wasserwirtschaftliche Modellierung mit Hilfe des Modells WaterGAP (Vorhaben 1.5, Universität Kassel). Als wichtiges Teilergebnis ist hier die Fertigstellung eines Moduls zur verbesserten Modellierung der Industriewassernutzung zu nennen. Im Modul wird das Kühlwasser für Wärmekraftwerke von der sonstigen industriellen Wassernutzung unterschieden. Die Wasserentnahme für Wärmekraftwerke sowie deren konsumptive Wassernutzung wird mit Hilfe von Informationen über die einzelnen Kraftwerke, die auf der globalen Skala zur Verfügung stehen, berechnet. Informationen über die Lage, Leistung und teilweise das Kühlsystem jedes Kraftwerks sowie die Energieproduktion der Länder werden zur Bestimmung der Wasserentnahme bzw. des Wasserverbrauchs für die Elektrizitätsproduktion pro Land miteinbezogen.

Die entsprechenden Werte für die sonstige Industrie werden auf der Basis der länderspezifischen Produktion verschiedener Industriezweige und der branchenspezifischen Wasserentnahme berechnet. Die Summe beider Entnahmen pro Land wurde mit Daten aus der Literatur über länderspezifische Gesamtindustriewassernutzungen bzw. den Verbrauch verglichen und gegebenenfalls korrigiert.

Die Wassernutzung in jeder Rasterzelle wird wie folgt modelliert: das Kühlwasser wird direkt aus der 0.5° Zelle, in der das Kraftwerk liegt, entnommen, während der Länderwert der (sonstigen) Industriewassernutzungen proportional zur städtischen Bevölkerung auf die Rasterzellen, die zu dem jeweiligen Land gehören, verteilt wird.

Dieses Modul zur Simulation der Industriewassernutzung ermöglicht eine realitätsnähere Berechnung der industriellen Wassernutzung als das alte Modul, das sich auf ein downscaling von Länderwerten der gesamten Industriewasserentnahme beschränkt hat. Dadurch können bessere Wasserknappheitsindikatoren und Wassernutzungsszenarien berechnet werden.

Für die Entwicklungsrahmen A1 und B2 (nach IPCC) wurden im Rahmen des Vorhabens 1.5 Bevölkerungsszenarien bis 2050 mit fünfjährigen Schritten sowohl für Deutschland als auch für die Tschechische Republik mit einer räumlichen Auflösung von 2.5 min konzipiert und berechnet. Die Szenarios basieren auf die heutige Bevölkerung (2000) beider Länder, zu der eine Rasterkarte entsprechender Auflösung vorliegt (CIESIN 2001).

Um die Bevölkerungsentwicklung der Tschechischen Republik berechnen zu können, wurde folgende Methode angewandt:

Die in der UN-Bevölkerungsprognose 1998 (mittleres Bevölkerungswachstum 1998 bis 2050) prognostizierten Daten für alle Länder, die zu derselben Weltregion wie die Tschechische Republik gehören (insgesamt gibt es 17 Regionen), werden aufsummiert und durch die entsprechenden Weltregionenwerte der A1 und B2 Szenarien dividiert. Diese Werte werden dann verwendet, um die UN98-Werte der Tschechischen Republik auf die IPCC-Bevölkerungsszenarien zu skalieren.

Die Bevölkerungsszenarien für Deutschland basieren auf zwei Varianten der 9. Koordinierten (Statistisches Bundesamt), wobei die konsistenten Werte für einzelne Bundesländer berücksichtigt werden. Variante 1 entspricht dem B2 Szenario, während Variante 2 das Szenario A1 wiedergibt. Die Bevölkerungsentwicklungen der Bundesländer werden auf Raumordnungsregionen herunterskaliert, unter Verwendung der Prognosen von Bucher und Kocks (1999) für das Jahr 2015, die nicht mit der 9. Koordinierten konsistent sind. Berlin und Brandenburg werden für 2005 und 2010 auf die von Benno Ströbl (PIK) (Ströbl 2001) erarbeitete spezielle Verteilung herunterskaliert (Brandenburg zusätzlich für das Jahr 2015). Die Datensätze liegen als Rasterkarte mit einer Auflösung von 2.5 min vor.

Teilprojekt 2 Spree/Havel-Gebiet

Im Bearbeitungsraum des Teilprojektes 2 treten massive Wassernutzungskonflikte auf, weshalb es als Pilotprojekt für die Ersterprobung und Anwendung des GLOWA-Elbe Integrationsansatzes in allen seinen Komponenten ausgewählt wurde. Es werden vier Teilräume unterschieden: Obere Spree, Spreewald, Ballungsraum Berlin und Untere Havel, die in den drei Teilgebietsprojekten (TGP) Obere Spree (2.1), Spreewald (2.2) und Ballungsraum Berlin/Untere Havel (2.3) untersucht werden.

Jedes Teilgebiet ist durch eigene, spezifische Nutzungskonflikte geprägt. Gleichzeitig gibt es ein teilgebietsübergreifendes Wassermengenproblem im Spree/Havel-Gebiet, das eine vernetzte Zusammenarbeit aller Teilgebietsprojekte erfordert. Hauptursachen dieses Problems sind zum einen das in großen Teilen des Gebietes relativ geringe Wasserdargebot aufgrund geringer Niederschläge, zum anderen der reduzierte Abfluss der Oberen Spree, bedingt durch die drastisch reduzierte Braunkohleförderung und die dadurch verringerten Einleitungsmengen abgepumpter Sumpfungswässer in die Oberflächengewässer bei gleichzeitig steigendem Wasserbedarf zur Rekultivierung der Bergbaufolgelandschaft in der Niederlausitz. Dadurch kann der von den Unterliegern benötigte Mindestabfluss, speziell für den Erhalt der Kulturlandschaft des Spreewaldes sowie für die Gewährleistung einer ausreichenden Gewässergüte in Berlin und ausreichender Zuflüsse für die Schifffahrt in der unteren Havel, oft nicht gesichert werden.

Ein wesentliches methodisches Ziel dieser genesteten teilgebietsbezogenen und –übergreifenden Untersuchungen besteht darin, Möglichkeiten zur Aufwärtsskalierung und Verallgemeinerung der Untersuchungsergebnisse auf das Gesamtgebiet der Elbe aufzuzeigen und entsprechende Verfahren zu entwickeln.

Im Berichtszeitraum wurden in allen drei Teilgebietsprojekten die Stakeholdergespräche fortgesetzt, auf deren Grundlage die teilgebietsübergreifende Abstimmung der Entwicklungsszenarien erfolgt ist. Die aggregierten Indikatoren für die Teilgebiete wurden festgelegt. Für die Wassermengenberechnungen und -bilanzierungen im Gesamtgebiet wurde das Langfristbewirtschaftungsmodell ArcGRM Spree/Schwarze Elster als ArcGRM-GLOWA verbessert und weiterentwickelt. Der Untersuchungszeitraum wurde bis zum Jahr 2052 erweitert und zwar für das gesamte Spree/Havel-Gebiet. Damit ist die Einheitlichkeit der Untersuchungsmethodik in allen drei TGP garantiert, wie auch die Verwendung der gleichen Klimaszenarien. Die Indikatoren Mindestabfluss, Wasserbedarfsdeckung und Kenngrößen zur

Abflussdynamik wurden bereits in der Vergangenheit zwischen den betroffenen Ländern Sachsen, Brandenburg und Berlin abgestimmt. Sie gehen in die wasserwirtschaftlichen Rahmenpläne ein.

Nachfolgend werden hervorzuhebende Teilergebnisse der drei Teilgebietsprojekte 2.1, 2.2 und 2.3 aufgelistet.

Teilgebietsprojekt 2.1 Obere Spree

Die Arbeiten im Teilgebietsprojekt Obere Spree konzentrieren sich auf Probleme der Wasserverfügbarkeit im direkt bergbaubeeinflussten Spreegebiet. Die mit der deutschen Wiedervereinigung kurzfristig erfolgte Stilllegung einer Vielzahl großer Tagebaue führte zwangsläufig zum abrupten, drastischen Rückgang der Grundwasserförderung aus den Tagebaugebieten und damit auch entsprechenden Wassereinleitungen in die Oberflächengewässer. In der Folge davon treten längerfristig, extreme regionale und überregionale Wassermangelprobleme auf. Diese werden durch den hohen und dringenden Wasserbedarf zur Flutung der Restseen besonders verschärft, in denen ansonsten vielfach starke Versauerungen eintreten. Diese stellen angesichts des nun stattfindenden großräumigen Wiederanstieges des Grundwassers und des dadurch schrittweise zunehmenden Grundwasserabflusses in die Vorfluter eine enorme Bedrohung für die aquatischen Ökosysteme in den Fließgewässern dar.

Methodisch steht für die Problemanalyse und die darauf gestützte Entwicklung von Strategien zur Problemüberwindung, d.h. zur Gewährleistung einer nachhaltigen Wasserbewirtschaftung in der Region der "GLOWA-Elbe-Integrationsansatz" zur Verfügung, der systematisch umgesetzt wird. Daneben wird der Ansatz verfolgt, unter dem Aspekt der anstehenden weitreichenden Neugestaltung von Landschaft diese als Raum der Nachhaltigkeit aufzufassen und mit dem Instrument der Landschaftskonferenz komplexe, raumbezogene qualitative Zukunftsbilder, sogenannte Bürgerszenarien, im Sinne von Zukunftsvisionen für die Region zu entwickeln. Ein weiteres Teilziel besteht in der Verknüpfung von Teilelementen der beiden Ansätze, womit eine Bereicherung der Problembezüge angestrebt wird. Diese Bürgerszenarien sollen in zukünftige Szenarientwicklungen und die darauf gestützten Impaktanalysen einfließen, um die Möglichkeiten ihrer Umsetzung zu prüfen.

Dementsprechend waren die Arbeiten der zurückliegenden Phase im wesentlichen in folgende zwei Teilaufgaben gegliedert:

- den in vier Schritte gegliederten GLOWA-Elbe-Integrationsansatz und
- den auf die Bevölkerung, d.h. die Bürger bezogenen Ansatz der Landschaftskonferenz.

Umsetzung des GLOWA-Elbe-Integrationsansatzes

Das Teilprojekt wurde als Pilotprojekt zur Erprobung und Weiterentwicklung des GLOWA-Elbe-Integrationsansatzes ausgewählt. Hierbei läßt sich das in den Anträgen der Vorhaben 2.2, 2.4 und 2.9 konzipierte Vorgehen wie folgt zusammenfassend charakterisieren:

Unter sich ändernden Rahmenbedingungen werden die Wasserverfügbarkeitskonflikte herausgearbeitet und Möglichkeiten zu ihrer Überwindung auf der Basis von zielorientierten Handlungsoptionen erarbeitet. Aus den somit erstellten Szenarien ergeben sich differenzierte Wirkungen auf die Wasserverfügbarkeit, auf die Kosten bzw. Nutzen sowie indirekte Effekte. Über die Analyse der wasserbezogenen Handlungsoptionen hinaus werden für eine integrative Betrachtung wichtige sektorale, regionalwirtschaftliche Effekte der veränderten Rahmenbedingungen einbezogen. Um ein für bestimmte vorgegebene Rahmenbedingungen

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

geeignetes Vorgehen herauszuarbeiten, werden die Ergebnisse der Impaktanalysen zu den ausgewählten Szenarien einer multikriteriellen Bewertung unterzogen.

Zur Analyse der Wasserverfügbarkeitskonflikte in diesem Teilgebiet dient primär das großräumige Wasserbewirtschaftungsmodells ArcGRM-GLOWA. In den Vorhaben 2.2 und 2.9 wurden unter seiner Nutzung folgende Arbeiten durchgeführt und weitgehend abgeschlossen:

- Aktualisierung bzw. Analyse der teileinzugsgebietsbezogenen Entwicklung der Abflussreduktion durch Grundwasserabsenkung bis 2050 (Zwischenstufe 2030),
- Aktualisierung bzw. Prognose des Grundwasserwiederanstiegs und der Versickerungsverluste aus den Fließgewässern bis 2050,
- Festlegung und Modellierung des Flutungsablaufes für die Tagebauseen nach 2030 bis 2050,
- Prognose und Festlegung von Anfangsbedingungen für die Modellberechnungen,
- Aufbau und Parametrisierung der Niederschlag-Abfluss-Simulationsmodelle für weitere Teileinzugsgebiete und entsprechende Erweiterung des eingesetzten Modells zur teileinzugsgebietsbezogenen Erzeugung von Durchflussreihen aus stochastischen Realisierungen von Klimadaten.

Die dabei erzielten Ergebnisse haben die Wasserbehörden der Länder und das Sanierungsunternehmen des Bundes, die die wasserwirtschaftliche Planung durchführen, veranlasst, die Übernahme der in GLOWA-Elbe zur Anwendung kommenden Wasserbewirtschaftungs- und Wasserdargebots-Simulationsmodelle vorzusehen.

Mit dem Abschluss dieser Arbeiten sind die entscheidenden Modellgrundlagen für die Szenarien- und Indikatorenableitung sowie die Impaktanalysen geschaffen. Die im Bewirtschaftungsteil des ArcGRM-GLOWA enthaltenen Wasserbewirtschaftungskonzepte, insbesondere zur Speicherbewirtschaftung und Flutung der Tagebauseen, wurden analysiert. Auf dieser Grundlage wird gegenwärtig die Entwicklung der Modellelemente zur Umsetzung alternativer Strategien im Kontext des globalen Wandels vorgenommen, um die Erörterung und Abstimmung entsprechender Varianten in den Stakeholdergesprächen zu gewährleisten. Für die Indikatorenableitung wurde die Kompatibilität des stochastischen, wassermengenbezogenen Indikatorensystems des Modells ArcGRM-GLOWA mit den Konzepten der ökonomischen Analyse geprüft und notwendige Schritte zu ihrer Erreichung wurden eingeleitet. Analog wird bezüglich der Wasserbeschaffenheitsentwicklung in den Tagebauseen vorgegangen, wobei Ergebnisse des externen LMBV-Projekts „Gewässergüte Tagebauseen“ berücksichtigt werden.

Erste Ergebnisse von Modellrechnungen sollen Ende April vorliegen.

In Ergänzung zu diesen Arbeiten laufen im Vorhaben 2.4 sozio-ökonomische Untersuchungen mit dem Ziel, die Voraussetzungen für die vorgesehenen ökonomischen Bewertungen der Ergebnisse der mit verschiedenen Szenarien durchgeführten Impaktanalysen zu schaffen.

Zu den einzelnen Schritten des GLOWA-Elbe-Integrationsansatzes sind folgende konkrete Hinweise zu geben:

Im Vorfeld der *Szenarienableitung* wurde im Anschluss an die allgemeine Problemanalyse eine Stakeholder- und Institutionenanalyse durchgeführt. Auf der Grundlage von Informationen aus Interviews mit den betroffenen Akteuren im Lausitzer Wassernutzungskonflikt wurden sowohl die Interessenkonstellationen der Stakeholder als auch die formale und informelle Struktur des behördlichen Entscheidungsweges analysiert.

Aufbauend darauf wurden die wesentlichen Handlungsfelder identifiziert und die relevanten Akteure ermittelt, mit denen zusammen in einem partizipativen Prozess die weiteren wissenschaftlichen Arbeitsergebnisse diskutiert werden. Als Referenz-Handlungsalternative liegt bisher diejenige Alternative vor, die von der länderübergreifenden AG Flussgebietsbewirtschaftung Spree-Schwarze Elster erarbeitet wurde. Dazu gehören u.a. die Prioritätenliste der Wasserverteilung und die Flutungsplanung der Tagebaue der LMBV. Diese Alternative wird im Rahmen erster Szenariorechnungen unter den verschiedenen Bedingungen des Entwicklungsrahmens modelliert, bewertet und mit den verantwortlichen Entscheidungsträgern erörtert. Aus dieser Diskussion können sich neue Alternativen für durchzuführende Maßnahmen ergeben, die dann in weitere Impaktanalysen eingehen. Eine erste derartige Erörterung mit den verantwortlichen Entscheidungsträgern befindet sich in Vorbereitung.

Bisher ermittelt wurden Effekte, die sich aus einer schlechteren Wasserverfügbarkeit und –qualität für die verschiedenen Nutzer ergeben. Im Gespräch mit Behördenvertretern und Nutzern wurden hierbei als erste Stufe des zu erstellenden *Indikatorensystems* auf die betrachteten Effekte bezogene Einzelindikatoren diskutiert und identifiziert (z.B.: Gewinneinbußen der Wirtschaft, Beschäftigungsentwicklung, verzögerte Nachnutzung der Seenlandschaft, pH-Wert in den Restseen, räumlich und zeitlich verteilte Abflusswerte in Spree und Nebenflüssen etc.). Dieses System wird in den weiteren Gesprächen mit den Stakeholdern ergänzt und präzisiert.

Für die *ökonomische Bewertung* der Analysenergebnisse wurden bisher Preis-, Umsatz- und Kostendaten der verschiedenen Wassernutzer ermittelt. Auf Grundlage dieser Daten wurde mit der Erarbeitung von Kostenkurven in Abhängigkeit von der Wasserverfügbarkeit für alle Nutzer bzw. Nutzergruppen begonnen. Diese Informationsmodule werden später zur Monetarisierung der Szenarioeffekte verwendet. Hinsichtlich der multikriteriellen Gesamtbewertung wurde ein erstes Ablauf-Design des partizipativen Bewertungsprozesses entworfen und die Möglichkeiten zur Nutzung der vorhandenen Software für die Multikriterienanalysen im Rahmen des angelaufenen Stakeholder-Diskussionsprozess näher geprüft.

Partizipation der Bevölkerung bei der Entwicklung von Zukunftsvisionen und "Bürgerszenarien"

Parallel zu den zuvor beschriebenen Arbeiten hat die Arbeitsgruppe Empirische Planungsforschung am Fachbereich Stadt- und Landschaftsplanung der Universität Kassel ein Konzept zur Beteiligung der Bevölkerung an der Entwicklung einer Flusslandschaft entwickelt und im Raum des sogenannten "Niederlausitzer Bogens" erprobt. Landschaftskonzepte und Landschaftsentwicklung können in Zukunft nicht mehr nur in engen Zirkeln erdacht und bestimmt werden, wenn die Planungen umsetzbar und akzeptierbar sein sollen. Die Bevölkerung als Träger dieser Entwicklung muss bei deren Gestaltung einbezogen werden. Zu den Landschaftskonferenzen, deren Ergebnisse „Bürgerszenarien“ genannt wurden, waren interessierte Bürgerinnen und Bürger, interessierte Unternehmerinnen und Unternehmer, Mitarbeiter in Verbänden, Vereinen, Verwaltungen oder sozialen Unternehmungen, politische Mandatsträger usw. eingeladen. Nicht als Vertreter einer Organisation oder eines Unternehmens, sondern als Bürgerinnen und Bürger ihrer Region können sie in dieser Veranstaltung mögliche Zukunftsszenarien entwickeln.

Im Mittelpunkt des Teilprojektes steht der Begriff „Landschaft“ und damit verbunden die These, dass sich „Landschaft“ als Raumkategorie zur Entwicklung von Konzepten nachhaltiger Nutzung eignet. Denn „Landschaft“ ermöglicht sowohl rationale als auch

emotionale Zugänge zu einem konkreten Handlungsraum und bietet damit Platz für die verschiedensten Denk- und Herangehensweisen.

Die erste Landschaftskonferenz wendete sich einem relativ kleinen Landstrich des Elbeeinzugsgebietes in der Niederlausitz zu. Ausgangspunkt dieser ersten Landschaftskonferenz waren die tiefgreifenden Veränderungen, die in der Niederlausitz als Folge der ca. 100-jährigen Bergbau-/Tagebautätigkeit stattfinden und auch in Zukunft stattfinden werden. Durch die Stilllegung der Braunkohletagebaue, die nach und nach geflutet werden sollen, entstehen eine Vielzahl neuer Wasserflächen. Was heißt das für die Landschaft, welche Nutzungen sollen in Zukunft Raum greifen, worin kann die ökonomische und soziale Basis der Menschen, die in dieser Landschaft leben, bestehen?

Bevor diese und andere Fragen von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Landschaftskonferenz am 13. Oktober 2001 diskutiert werden konnten, fanden eine Reihe von Vorarbeiten statt, die nachfolgend kurz stichpunktartig charakterisiert werden.

a) Auswahl des Projektgebietes

Ausgewählt wurde der sogenannte "Niederlausitzer Bogen" – ein Gebiet von der Talsperre Spremberg über Spremberg selbst nach Senftenberg und Lauchhammer bis Großräschen bei Göllnitz. Der „Niederlausitzer Bogen“ umfasst ca. 40 Gemeinden und wesentliche, für die Landschaft der Niederlausitz „typische“ Komponenten, wie z.B. aktive und stillgelegte Braunkohletagebaue, bäuerlich und industriell geprägte Dörfer, Gebiete mit hoher Freizeit- und Erholungsnutzung, landwirtschaftlich geprägte Bereiche usw.

b) Erstellung eines Landschaftsportraits für den "Niederlausitzer Bogen" mit folgenden Grundtypen:

"Zeitraumlandschaft" (aktiver Tagebau Welzow-Süd),
"Land am Rand" (Tagebau Vor- und Umfeld),
"Energiewirtschaftslandschaft" (Kraftwerke und Industriegebiete)

c) Befragung zum Landschaftsbewusstsein der Niederlausitzer (Dezember 2000)

Einbezogen waren 426 nach einer repräsentativen Stichprobe ausgewählte Bürgerinnen und Bürger.

d) Durchführung eines ersten Workshops zum Thema: „Wieviel Natur verträgt die Lausitz?“ (5. Mai 2001)

In vier Arbeitsgruppen wurden von den Teilnehmer/Innen Zukunftsvisionen entwickelt, die die Zukunft der Lausitz sehr deutlich und ideenreich skizzieren. Auch wenn die einzelnen Visionen unterschiedliche Schwerpunkte hatten, konnten in der Abschlussdiskussion vier gemeinsame „Säulen“ ermittelt werden, die als Basis für die weitere Arbeit dienen:

- Die zukünftige Landschaft der Lausitz soll ein naturnah sich entwickelndes Wald-, Feld- und Seengebiet sein.
- Hochwertige Technologien, die mit naturnaher Entwicklung im Einklang stehen, sollen an der Hochschule in Cottbus entwickelt und in den Betrieben der Region umgesetzt werden.
- Eine für die Entwicklung der Landschaft unabdingbare Voraussetzung ist die weitere Entwicklung demokratischer Strukturen auf allen Ebenen und deren Wahrnehmung durch die Bevölkerung.
- Gedanken über die zukünftige Entwicklung sollten nicht an der Landesgrenze halt machen, sondern gemeinsam mit den polnischen Nachbarn erarbeitet werden.

e) Durchführung eines zweiten Workshops zum Thema: „Wie hält sich die Lausitz über Wasser?“ (6. und 7. Juli 2001)

Über die einführende Darstellung von exemplarischen und (zukünftig) charakteristischen Typologien entstanden beispielhafte Bilder von der zukünftigen Niederlausitzer Landschaft um 2050. Als Kernbild ergab sich eine Landschaft, die zu einem großen Teil von Wasser, der Nutzung von regenerativer Energie und einem lebenswerten Wohnumfeld geprägt sein wird.

f) Landschaftskonferenz „Niederlausitzer Bogen“ (13. Oktober 2001)

Das reichhaltige Ausgangsmaterial der beiden Workshops diente als Grundlage für eine Landschaftskonferenz, in deren Ergebnis drei Szenarien (Bürgerszenarien) für die zukünftige Entwicklung entstanden:

- "Mensch und Landschaft" mit den Menschen, die ihre Zukunft in der Lausitz selbst gestalten, als Mittelpunkt. Tourismus und Landnutzung treten in eine enge Wechselbeziehung, wobei starke Highlights und ruhige Nischen eine vielfältige Landschaft bilden. Die Lausitz bietet so nicht nur ein reiches Angebot für Touristen, sondern auch die Möglichkeit für individuelle Lebensweisen als Alternative zu Metropolen.
- "Energiewirtschaft Lausitz" – mit der Energie als dem zentralen Aspekt. Die Bürger und Bürgerinnen dieser Energieregion Europas werden zu weltoffenen, aktiven Bewohnern der Lausitz.
- "Chancen der Fläche" mit der Konzeption, die Extreme der Landschaft ernst zu nehmen, zu entwickeln und zu nutzen: Die Landschaft der Lausitz wird hier zur Experimentier- und Ausstellungsfläche und kann dadurch eine ökonomische Basis bilden.

g) Abschlußveranstaltung (20. Februar 2002)

Sie diente dazu, interessierte Bürgerinnen und Bürgern, Fachspezialisten und an der Planung der Region Beteiligte über die Ziele, Methodik und Vorgehensweise der Landschaftskonferenz sowie insbesondere die erreichten Ergebnisse zu informieren.

Diese Bürgerszenarien bilden eine wichtige Grundlage für weitere Szenarienentwicklungen, im Sinne der Konkretisierung der Planungs- und Entwicklungsvorstellungen und –konzepte für die sich wandelnde Region der Lausitz.

Teilgebietsprojekt 2.2 Spreewald

Die Bedeutung des Feuchtgebietes Spreewald als Natur- und Erlebnisraum sowie Wirtschaftsregion und seine unmittelbare Abhängigkeit vom Wasserdargebot aus dem Einzugsgebiet der oberen Spree wurden im Zwischenbericht 2000 ausführlich dargestellt. Das Ziel des Teilgebietsprojektes Spreewald ist die Quantifizierung und Bewertung der Auswirkungen veränderter klimatischer und globaler Rahmenbedingungen auf den Wasserhaushalt, den Naturraum und die Landnutzung im Feuchtgebiet, die sich u. a. in einem veränderten Wasserdargebot aus diesem Gebiet widerspiegeln.

Die Schwerpunkte der Arbeiten des TGP im Berichtszeitraum waren die Ableitung der zu betrachtenden Entwicklungsszenarien für das Untersuchungsgebiet in enger Zusammenarbeit mit den Stakeholdern im Gebiet sowie die Entwicklung und der Aufbau eines integrierenden ökologischen, wasserwirtschaftlichen und sozio-ökonomischen Modellkonzeptes. Dieser integrative Modellverbund muss sowohl die Integration des Wasserhaushalts des Feuchtgebietes in den Wasserhaushalt seines Einzugsgebietes (TP 2.2, 2.4), als auch den erforderlichen Datenfluss innerhalb des TGP Spreewald zwischen den Einzelvorhaben

ermöglichen. Im folgenden werden die Szenarientwicklung und der integrative Modellverbund erläutert. Der Stand des Aufbaus der einzelnen Teilmodelle ist in den Einzelberichten ausführlicher dargestellt.

Szenarientwicklung

Der Wasserhaushalt des Spreewaldes wird maßgeblich durch Wasserregulierungsmaßnahmen bestimmt. Diese sind Steuerhandlungen zur Verteilung der Gebietszuflüsse und zur Einstellung der Stauhöhen in den Fließen. Im Staubeirat des Gebietes werden die Zielwasserstände in einem Abwägungsprozess der unterschiedlichen Interessengruppen abgestimmt. Die Zielwasserstände der Flächen und Gewässer ergeben sich wiederum aus den Nutzungsabsichten und sind damit eng mit ökonomischen Aspekten verknüpft. Auch eine Auffassung der Flächen im Sinne eines Totalreservates wird hier als eine „Nutzungsklasse“ betrachtet und hat selbstverständlich bestimmte Anforderungen an die Wasserstände in den betroffenen Flächen.

Denkbare Handlungsalternativen für den Spreewald sind sowohl eine Beibehaltung der gegenwärtig praktizierten Flächennutzung und Wasserbewirtschaftung (Status quo) als auch die Umsetzung integrierender Zielvorstellungen, die stärker naturschutzfachliche Aspekte berücksichtigen:

Status quo: Bei dieser Handlungsalternative wird eine Beibehaltung der gegenwärtigen Flächennutzung und praktizierten Wasserbewirtschaftung (Stauziele, Wasserverteilung) zugrunde gelegt. In gemeinsamer Abstimmung mit der Biosphärenreservatsleitung erfolgte noch einmal ein Datenabgleich. In Auswertung von Befragungen der Landwirte im Gebiet (Vorhaben 2.8) können noch Präzisierungen zur Flächennutzung erfolgen.

Umsetzung des Gewässerrandstreifenprogramms (GWRP): Gegenwärtig beginnt in Teilen des Spreewaldes im Rahmen eines vom Bundesamt für Naturschutz geförderten Gewässerrandstreifenprogramms ein Prozess der behutsamen Umgestaltung und Neuorientierung der Landnutzung. Dieses schließt Veränderungen am Gewässersystem und an wasserwirtschaftlichen Anlagen mit ein und wird für die betroffenen Flächen und Gewässer langfristig veränderte Stauziele erfordern. Eine große Unbekannte für das langfristig angelegte GWRP sind die zukünftigen wasserhaushaltlichen Rahmenbedingungen, die aber entscheidend für den Erfolg des GWRP sind. An das GLOWA-Elbe-Projekt werden daher hohe Erwartungen geknüpft und Aussagen zu den zukünftigen Rahmenbedingungen erhofft. Im TGP Spreewald wird bei dieser zweiten Handlungsalternative von der vollständigen Umsetzung des GWRP, also einer veränderten Nutzung mit neuen Zielwasserständen, ausgegangen. Die Erarbeitung dieses Szenarios erfolgt in Zusammenarbeit des TGP mit dem Zweckverbandes GWRP.

Aus der Kombination der beiden Handlungsalternativen mit den vorgegebenen äußeren Rahmenbedingungen leiten sich mögliche Entwicklungsszenarien ab.

Vorstellung des integrierenden Modellverbunds

Die Umsetzung des einheitlichen methodischen Herangehens in GLOWA-Elbe spiegelt sich auch im integrativen Modellverbund für die ökologischen, wasserwirtschaftlichen und sozio-ökonomischen Untersuchungen im Spreewaldgebiet wider. Eine Besonderheit stellt hierbei jedoch der gewählte ökosystemare Ansatz dar, der verstärkt die Wechselwirkungen zwischen belebter und unbelebter Umwelt sowie dem menschlichen Wirtschaftsraum zum Ausdruck bringt. Den Entwicklungsrahmen für das TGP Spreewald bilden das Klima, die agrarpolitischen Rahmenbedingungen und die Zuflüsse aus den oberhalb des Spreewaldes

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

liegenden Teilen des Einzugsgebietes (Abb. 4). Die notwendigen Abstimmungen mit den teilgebietsübergreifenden Vorhaben erfolgten vorrangig über die AG Szenarien und direkt mit dem Teilgebietsprojekt 2.2 bezüglich der Integration des ArcGRM Spreewald in das ArcGRM Spree/Schwarze Elster bzw. ArcGRM-GLOWA.

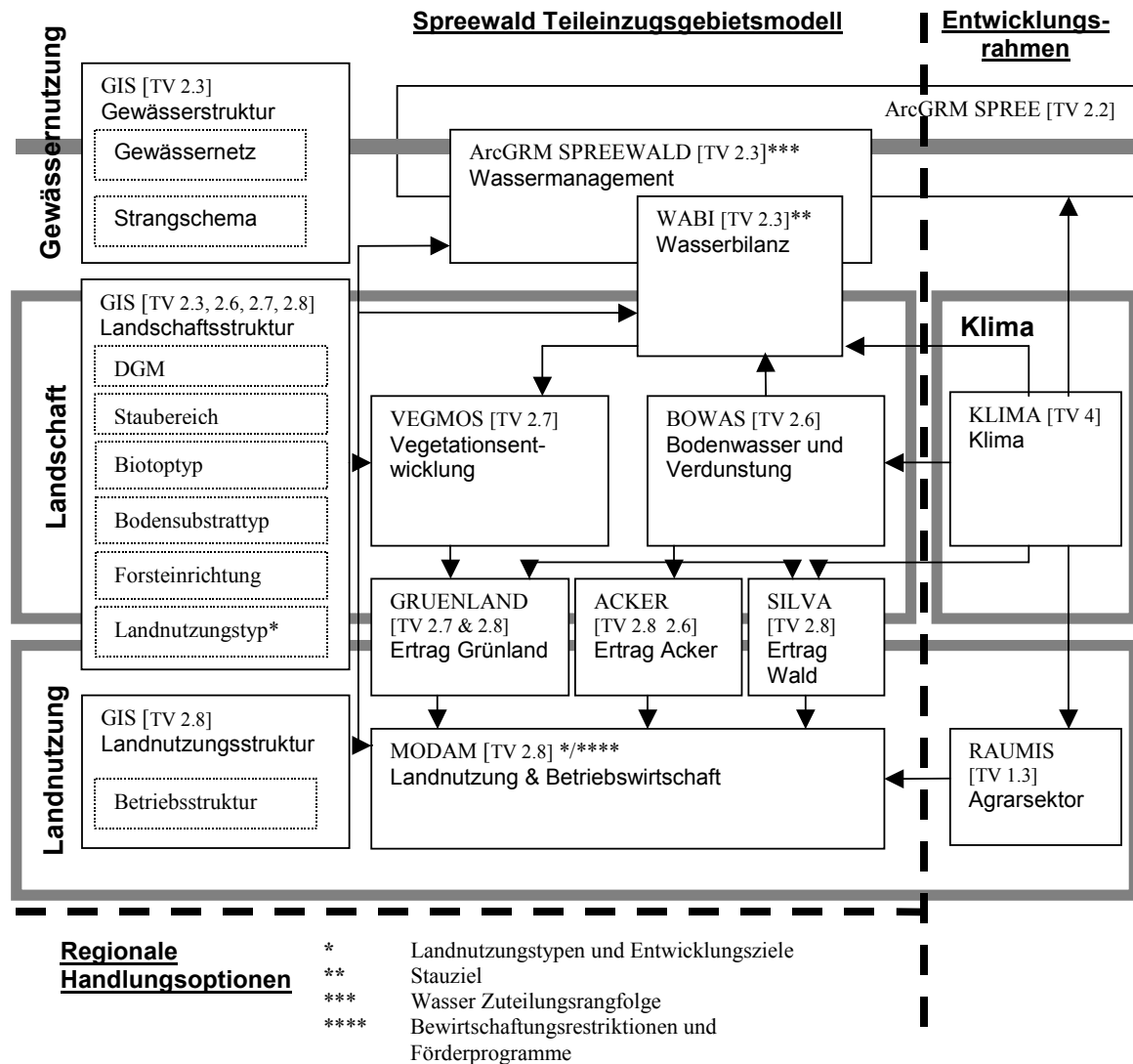


Abb. 4: Schematische Darstellung des Teileinzugsgebietsmodellverbundes Spreewald

Die Variablen der regionalen Handlungsoptionen werden exogen mit den Stakeholdern als Szenarien formuliert. Im Untersuchungsgebiet sind es die unterschiedlichen Landnutzungstypen mit ihren differenzierten Ansprüchen an die Grundwasserstände und ihrem unterschiedlichen Wasserverbrauch, der Einfluss auf den Wasserhaushalt des Gesamtgebietes hat. Ein Beispiel hierfür sind die mit dem GWRP verbundenen langfristigen Änderungen in der Landnutzung, wie z. B. Flächenstilllegung oder Aufforstung, die zu berücksichtigen sind. Direkt mit der Flächennutzung verbunden sind auch Stauziele und Wasserverteilung im Gebiet. Auf die Bewirtschaftung der Flächen wirken sich weiter Restriktionen und Förderprogramme aus.

Kernstück des integrativen Modellverbunds ist das detaillierte Wasserbewirtschaftungsmodell ArcGRM Spreewald. Dieses selbst ist Bestandteil des ArcGRM Spree/Schwarze Elster (bzw. neu ArcGRM-GLOWA), so dass hier die direkte Kopplung zum Einzugsgebiet gewährleistet ist. Beim Aufruf des Spreewald-Moduls im ArcGRM-GLOWA werden alle benötigten

Klimadaten mit an das ArcGRM Spreewald übergeben und nach Abarbeitung dieses Moduls wird der Abfluss der Spree am Pegel Leibsch als Ergebnis wieder an das ArcGRM-GLOWA übergeben.

Direkt im ArcGRM Spreewald implementiert ist das Wasserhaushaltsmodell WABI (Vorhaben 2.3). Grundlage für die Wasserhaushaltsberechnungen mit WABI ist eine Einteilung des Untersuchungsgebietes in Staubereiche. Sie stellen die kleinste über den Grundwasserstand regulierbare Flächeneinheit dar und sind gleichzeitig der einheitliche räumliche Bezug für alle anderen Vorhaben im TGP Spreewald. Die von WABI benötigten Angaben zur Verdunstung der unterschiedlichen Vegetationsformen in Abhängigkeit von der Bodenhauptgruppe und dem Grundwasserflurabstand werden in einer Datenbank bereitgestellt. Die Berechnungen hierfür erfolgten mit dem Bodenwasserhaushaltsmodell BOWAS im Vorhaben 2.6 zunächst mit der aktuellen Klimareihe von 1951/98 und später mit den selben Klimareihen wie die Wasserdargebotsberechnungen im Einzugsgebiet (TP 2.2) für den Zeitraum bis 2052. Die im ArcGRM Spreewald benötigte Rangfolge der Wasserverteilung und die für die WABI-Berechnung erforderlichen Angaben zu den Stauzielen sind regionale Handlungsoptionen (s. o.) notwendig und werden über die Szenarien variiert. Das von den anderen Vorhaben im TGP Spreewald weiter genutzte Ergebnis aus den Wasserhaushaltsuntersuchungen sind Aussagen zur Entwicklung der Grundwasserstände in den Staubereichen. Diese werden in einer Datenbank abgelegt, auf die dann andere Teilmodelle des Modellverbunds zugreifen können.

Im Vorhaben 2.7 wurde das Vegetationsentwicklungsmodell VEGMOS entwickelt. Es berechnet auf der Basis hydrologischer und nutzungsbezogener Daten, die Zustände der Vegetation für die untersuchten Szenarien im Spreewald. Diese fließen dann wiederum in das Grünlandertragsmodell GRUENLAND ein. Aus MODAM erhält VEGMOS Informationen zur Flächennutzung, sofern keine Aussagen im Rahmen des GWRP's getroffen werden.

Mit MODAM wird ein stark differenziertes, komparativ-statisches Betriebsmodell für die Landnutzung, insbesondere die Landwirtschaft aufgebaut. Als Abbildungsebene dienen einzelne Betriebe (sowohl reale als auch typisierte), denen jeweils Betriebsflächen zugeordnet sind. Neben der Nutzung der Betriebsflächen kann somit ihre Lage im Raum (Entfernung zur Hofstelle und konkrete Ertragspotentiale) berücksichtigt werden. Die agrarpolitischen Rahmenbedingungen (insbesondere die Preis- und Kostenstruktur) liefert das Vorhaben 1.3 (RAUMIS). Um die optimale Wasserverteilung zwischen den Staubereichen und den verschiedenen Nutzungsansprüchen zu ermitteln, ist es notwendig, die jeweiligen Nutzungskosten (Opportunitätskosten) der Wasserverwendung nach Staubereichen differenziert zu berechnen. Der Flächenbezug dient somit als Bindeglied zwischen räumlichen hydrologischen Prozessen und den ökonomischen Betriebseinheiten.

Der Einfluss veränderter klimatischer und hydrologischer Bedingungen wird über Ertragsmodelle abgebildet. Grünlandertragspotentiale werden in Abhängigkeit von der Nutzung, der Vegetation und der Grundwasserverläufe modelliert. Aus VEGMOS werden Vegetationseinheiten zu Ertragsgruppen zusammengefasst, welche ähnliche Ertragsniveaus und Futterqualitäten aufweisen. Diese werden aus Expertenschätzungen und Tabellenwerken abgeleitet. Mit dem BOWAS Modell wird dann von dem Ertragspotential der relative Ertrag bei verschiedenen Grundwasserverläufen und klimatischen Bedingungen berechnet. Die Ackererträge werden ebenfalls über eine relative, an das BOWAS Modell gekoppelte Ertragsfunktion dargestellt. Die Walderträge werden mit dem Waldwachstums-Simulationsmodell SILVA (TU München) berechnet.

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

Voraussetzung für das Funktionieren des gesamten Modellverbundes ist eine einheitliche Datengrundlage. Diese wurde auf drei unterschiedlichen Ebenen geschaffen. Es wird unterschieden zwischen Gewässer-, Landschafts- und Landnutzungsstruktur. Die Gewässerstruktur ist maßgebend für den Aufbau des ArcGRM Spreewald und die Übergabe der Zuflüsse, die Wasserverteilung im Gebiet und die Abgabe der Abflüsse an die Unterlieger sowie die Einhaltung gewässerökologischer Vorgaben wie z. B. Mindestabflüsse in ausgewählten Gewässern. Die Landschaftsstruktur ist Grundlage für die Berechnungen zum Bodenwasser-, Flächenwasser- und Gebietswasserhaushalt, die Vegetationsentwicklung und die Ertragsmodellierung. Die einheitlichen GIS-Daten zur Geländehöhe, zum Boden und zur Landnutzung werden direkt von den einzelnen Modellen verwendet. Der Datenfluss zwischen den Modellen erfolgt nicht durch direkte Kopplung der Modelle, sondern durch Weitergabe von Modellergebnissen über Datenbanken. Diese werden in den einzelnen Vorhaben teilweise bereits verdichtet und bewertet. Eine entscheidende Rolle für alle räumlichen Daten spielen die Staubereiche. Sie übernehmen eine Transferfunktion. Durch eine einheitliche Kodierung der Staubereiche können auch die raumbezogenen Daten in einfachen Datenformaten zwischen den Vorhaben übergeben werden, ohne dass der räumliche Bezug verloren geht.

Die Realisierung dieses ökosystemaren Modellansatzes, mit welchem Veränderungen im Landschaftswasserhaushalt, in der Boden- und Vegetationsentwicklung sowie der Landnutzung einschließlich der Agrarpolitik in Wechselwirkung mit den Möglichkeiten der Wasserbewirtschaftung des Feuchtgebietes abgebildet werden, ist die Voraussetzung für eine Bewertung entsprechend Schritt 4 des GLOWA-Elbe-Integrationsansatzes. Durch die enge Zusammenarbeit mit dem Zweckverband GWRP können Ergebnisse des Modellverbundes bereits unmittelbar in die Planungsvorbereitung des GWRP einfließen.

Ausblick

Die nächsten Arbeitsschritte konzentrieren sich auf die Fertigstellung des ArcGRM Spreewald und Einbindung in das ArcGRM Spree/Schwarze Elster. Dieses beinhaltet die Berechnung und Bereitstellung der Verdunstungswerte für die fehlenden Boden-Landnutzungskombinationen, für die diese Angaben noch fehlen.

Zum erreichten Stand der Arbeiten kann gesagt werden, dass das Status Quo-Szenario vorbereitet ist und gerechnet werden kann. Daran schließen sich die Berechnungen zur Vegetationsentwicklung und die betriebswirtschaftlichen Auswertungen an. Das 2. Grundszenario (vollständig umgesetztes GWRP) wird vorbereitet.

Die Bewertung der Szenarien erfolgt anhand von Kriterien, welche den Wasserbedarf der Landschaft, den Vegetationszustand und Naturschutzwert sowie die betriebs- und volkswirtschaftlichen Kosten und Nutzen beschreiben. Die Ergebnisse sollen den Stakeholdern vorgestellt und mit ihnen insbesondere vor dem Hintergrund des GWRP diskutiert werden.

Teilgebietsprojekt 2.3 Ballungsraum Berlin/Untere Havel

Das Teilgebietsprojekt stellt das Bindeglied zwischen den Teilräumen Obere Spree, Spreewald und Havel bis zur Mündung in die Elbe dar. Es gliedert sich in die beiden Teilgebiete Ballungsraum Berlin und Untere Havel. In der ersten Projektphase sind nur die Arbeiten für den Ballungsraum Berlin finanziert. Bei der Dargebotsermittlung muss aber auch die Obere Havel berücksichtigt werden. Bei der Unteren Havel können Ergebnisse anderer laufender Projekte genutzt werden. In einer möglichen zweiten Projektphase soll dann das gesamte Gebiet bearbeitet werden.

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

Als notwendige Vorbereitung von großräumigen Analysen in der zweiten Projektphase wurden im Berichtszeitraum die nächsten Arbeitsschritte der Anwendung des integrierten methodischen Ansatzes absolviert. Dies betraf vor allem die Definition von Szenarien zur Abbildung der regionalen Auswirkungen des globalen Wandels, die Festlegung und Auswahl alternativer Handlungsstrategien und die Bestimmung geeigneter Indikatoren zur Bewertung.

Der globale Wandel wird durch vier unterschiedliche exogene Trends abgebildet: keine Änderung, extreme Änderung, sowie dazwischenliegend zwei Trends, die sich an IPCC-A1 bzw. IPCC-B2-Szenarien orientieren. Sie betreffen die Handlungsfelder Klima, Bevölkerung, Siedlung und Versiegelung. Zu den Handlungsfeldern technologische Innovationen und Verhaltensänderung wurden vorbereitende Studien durchgeführt, die in der 2. Projektphase in eine Realisierung in Form der Anwendung aktorsbasierter Modelle einmünden. Ein ArcView gestütztes Softwaresystem LuSim für die Simulation der Verortung von Trends für Landnutzungsänderungen wurde entwickelt und erste Szenarien für Siedlungs- und Versiegelungstrends im urbanen Großraum Berlin wurden bereits damit berechnet (Vorhaben 1.6).

Es wurde ein Katalog unterschiedlicher Handlungsalternativen (-optionen) entwickelt, der sich auf die Handlungsfelder kommunale Wasserpolitik (Planung von Wasserwerks- und Kläranlagekapazitäten), Kläranlagen-Reinigungsleistungen, Regenwasserbewirtschaftung, Flussregulierung, Energiepolitik, Umweltschutz stützt. Für jedes Handlungsfeld wurden drei quantitativ unterschiedliche Handlungsoptionen definiert, die jeweils einer *business-as-usual*, einer moderaten und einer extremeren Steuerung entsprechen. Aus der kombinatorischen Vielfalt aller auf diese Weise bestimmten Handlungsalternativen können in Abhängigkeit von den Projektressourcen die interessantesten ausgewählt und untersucht werden. Es wurde eine Übersicht über die für Impaktanalysen zu nutzenden Modelle mit ihrem jeweiligen Leistungsspektrum erarbeitet. Nach der Zusammenstellung einer Liste von Einzelindikatoren (unterschiedene Kategorien: Hydrologie und Morphologie, Physik und Chemie, Biologie und Ökologie, Wirtschaft und Soziales), die mit den genannten Modellen oder mit Hilfe anderer Quellen bestimmt werden können und für Bewertungen genutzt werden sollten, wurden Konzepte für die Aggregation dieser zur Ableitung geeigneter Bewertungskriterien entwickelt. Erste Modellierungsschritte für aggregierte Indikatoren (z.B. für die Wasserqualität an den Badestellen des Berliner Gewässernetzes) wurden unter Verwendung von dazu ermittelten Stakeholder-Informationen (LaGeTSi) und Expertenwissen (ILAT, SenGesundheit) realisiert.

Für die Ermittlung des Wasserdargebotes kommt das Einzugsgebietsmodell ArcEGMO (Vorhaben 2.10) zur Anwendung, für die teilraumübergreifende Wasserbewirtschaftung das Langfristbewirtschaftungsmodell ArcGRM GLOWA (Vorhaben 2.1), für die Abflussdynamik das neu entwickelte hydrodynamische Modell HYDRAX (Vorhaben 2.1) und für die Gewässergütesimulation bis zum Vorliegen des sich in Entwicklung befindenden instationären Ökosystemmodells die Modelle QSIM (Vorhaben 2.1) und EMMO (Vorhaben 2.5). Entscheidend für die Verknüpfung der Modelle war die nunmehr abgeschlossene Systemanalyse.

Für die Wasserdargebotsermittlung wurden Niederschlag-Abfluss-Modelle für Zuflüsse zur Spree im Berliner Raum (Löcknitz, Fredersdorfer Fließ, Neuenhagener Fließ, Wuhle, Panke, Tegeler Fließ und Notte) und für das Einzugsgebiet der oberen Havel mittels ArcEGMO aufgestellt. Eine wesentliche Datengrundlage für den Modellaufbau waren GIS-Daten (Landnutzung im Referenzzustand ca. 1992, Bodenbedeckung, Grundwasserflurabstand, DGM), die im PIK innerhalb des Forschungsprojektes „Auswirkungen der Landnutzung auf

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

den Wasser- und Stoffhaushalt der Elbe“ (BMBF- Forschungsschwerpunkt „Elbe-Ökologie“) erstellt und im Rahmen des GLOWA-Projektes präzisiert wurden und Klimadaten für den Referenzzustand (Tageswerte für 65 Stationen für den Zeitraum 1951 bis 2000), die im Vorhaben 4.2 erstellt wurden. Für die Verifizierung der Niederschlag-Abfluss-Modelle wurde der Referenzzustand simuliert und neben den Wasserhaushaltsgrößen (reale Verdunstung, Grundwasserneubildung, oberirdischer Abfluss) der Gewässerabfluss berechnet. Als Randbedingungen wurden Überleitungen aus der Müritz in die obere Havel einbezogen, die für den Zeitraum von 1961 bis 1992 vom Vorhaben 2.1 zur Verfügung gestellt werden konnten. Es wurde nachgewiesen, dass das Modell auch bei Langzeitsimulationen stabil bleibt und auch den Beginn der Messperiode sehr gut getroffen wird. Ebenfalls gut abgebildet wird der mittlere Jahresgang der Monatsabflüsse. Für den Zeitraum von 01/1981 bis 12/1991, für den sowohl Pegeldata als auch Daten zu den Überleitungen (Zufluss Müritz – Abgabe Rhin) vorlagen, wurde vom Modell ein MQ_{sim} von $13,8 \text{ m}^3/\text{s}$ (Eigengebietsabfluss + Überleitungen) simuliert, während am Pegel ein MQ_{gem} von $14,0 \text{ m}^3/\text{s}$ (Borgsdorf) gemessen wurde, wobei die Überleitungen in diesem Zeitraum im Mittel ca. $1,8 \text{ m}^3/\text{s}$ betragen. Die Nachbildung der gemessenen Abflussreihe durch das Modell kann als gut eingeschätzt werden, und zwar in allen Abflussbereichen. Die Ergebnisse gehen direkt in das Langfristbewirtschaftungsmodell ArcGRM ein.

Für Untersuchungen von Problemen der Wasserbewirtschaftung im Einzugsgebiet Ballungsraum Berlin wurde das Modell ArcGRM-GLOWA für das Gebiet weiter angepasst. Dies betrifft die Präzisierung und Aktualisierung der Nutzungen wie Wasserentnahmen, Wassereinleitungen, Steuerungen, ökologische Anforderungen oder Mindestabflussvorgaben. Dazu fanden zahlreiche Konsultationen bei der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung (SenStadt), beim Landesumweltamt Brandenburg (LUA Brb), beim Wasser- und Schifffahrtsamt Berlin (WSA Bln), bei den Berliner Wasserbetrieben (BWB) und beim Betreiber der Kraft- und Heizkraftwerke Berlins (BEWAG) statt. Die verschiedenen Nutzungen wurden aktualisiert und es wurde ein neuer ArcGRM- Baustein "Berlin-Steuerung" zur Gewährleistung der neuen Mindestdurchflussvorgaben von SenStadt und WSA Bln für die Pegel Mühlendamm/Spree, Unterschleuse/Landwehrkanal und Kleinmachnow/Teltowkanal erarbeitet und eingebaut. Überarbeitet wurde auch der dynamische Baustein "Mischwasserkanalisation", der die Überlaufmengen der Mischwasserkanalisation in Monatsmittelwerten nachbildet, da inzwischen Ergebnisse für weitere, bisher noch nicht einbezogene Mischwassereinzugsgebiete durch die BWB über ein Ingenieurbüro zur Verfügung gestellt werden konnten. Ein wichtiges Ziel von SenStadt und BWB ist es, diese Überlaufmengen, die bei Starkregen auftreten und eine große Gefahr für die Gewässergüte (z.B. plötzliches Fischsterben) darstellen, zu minimieren bzw. völlig zu vermeiden.

Es wurde das erste Szenarium für den Zeitraum 1998-2032 gerechnet. Dazu wurden die Eingangsdaten des Modells aus den Ausgabedaten anderer Vorhaben bzw. Teilprojekte gewonnen, z.B. die Reihen der meteorologischen Größen (Klima ohne Trend) aus dem Vorhaben 4.2, die Reihen des natürlichen Wasserdargebots der Teileinzugsgebiete Berlins aus dem Vorhaben 2.10 und die Reihen der Zuflusspegel Große Tränke und Neue Mühle aus dem TGP 2.1 Obere Spree. Dieses erste gerechnete Szenarium beruht somit auf dem gegenwärtigen Klima und geht davon aus, dass auch bezüglich Bevölkerungs-, Siedlungs- und Technologieentwicklung kein Trend besteht. Für die Handlungsfelder Wasserpolitik, Energiepolitik und Umweltpolitik wurden Vorgaben von SenStadt und LUA Brb für die Jahre 2010 und 2025 (Szenarium A) einbezogen. Die Entwicklung nach 2025 wurde als gleichbleibend hinsichtlich der Nutzungen festgelegt. Daher sind zunächst die Ergebnisse der drei Perioden 1998-2002 (1), 2008-2012(3) und 2023-2027(6) interessant. Neben den

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

Nutzungen im Gebiet selbst wirkt sich auch die Umsetzung der Sanierungskonzeption für das Bergbauggebiet Niederlausitz (Obere Spree) in Form eines zusätzlichen Defizits für den Berliner Raum vor allem während der ersten Dekaden des 21. Jahrhunderts aus. Die Einhaltung der Mindestdurchflussvorgaben innerhalb Berlins kann in dieser Zeit nicht gewährleistet werden, da bereits die Mindestdurchflussforderungen für die Zuflusspegel Große Tränke, Neue Mühle, Wernsdorf und Borgsdorf nicht immer eingehalten werden. Besonders hohe Defizite treten durch die Wassernutzungen der Heizkraftwerke (HKW) an Spree und Teltowkanal auf.

Handlungsalternativen zur Verhinderung einer Überhitzung der Gewässer Berlins und zur Einhaltung der Mindestdurchflussvorgaben für die Schifffahrt werden aufgezeigt. Dies sind z.B. vorübergehende Stilllegungen von HKW in den Sommermonaten durch Import von Braunkohlenstrom, der oberhalb Berlins erzeugt wird, oder Überleitungen von Wasser aus anderen Gebieten (Oder, Obere Havel).

Für die Stauhaltungen Mühlendamm/Kleinmachnow und Charlottenburg wurde ein hydrodynamisches Modell entwickelt. Das vorhandene stationäre Modell HYDRAX wurde für den instationären Fall erweitert. Auch die Benutzeroberfläche wurde angepasst. Mit der Modelldatenaktualisierung, der erneuten Kalibrierung und Modellvalidierung werden die Entwicklungsarbeiten im April 2002 abgeschlossen.

Für Fließstrecken und durchströmte Flachseen wird das Fließgewässergütemodell QSIM als quasistationäre Version für Testzwecke für die Stadtspre, den Teltowkanal und die Untere Havel mit ihren seenartigen Erweiterungen eingesetzt. Sachzwänge zur Behebung von Diskrepanzen zwischen vorhandenen und benötigten Modelleingangsdaten führten zur Indirektermittlung von Daten und zum Kenntniszuwachs über das System. Nicht im Messprogramm enthaltene Modellzustandsgrößen zur organischen Belastung wurden aus vorhandenen Messwerten über empirische Beziehungen abgeleitet. Das betrifft die Schätzung des CSB aus dem TOC und die Schätzung des C-BSB5 aus dem BSB1 über den Zwischenschritt BSB5, wobei Parallelmessungen der BfG herangezogen wurden. Trotz dieser Unsicherheiten konnte die Sauerstoffkonzentration in guter Übereinstimmung mit den Messwerten simuliert werden. Ein weiterer Kenntniszuwachs wurde über die Modellvalidierung und Simulationen erreicht. Im hochaufgelösten Raum-Zeit-Gitter wurden Zusammenhänge in bezug auf Nutzungen oder Stoffumsetzungsprozesse verdeutlicht. Die als gewässertypisch erkannten Prozesse (Berliner Stadtspre: Blaualgen, Teltowkanal: Nitrit als längerlebiger Zwischenprodukt) führten insbesondere zur inhaltlichen Weiterentwicklung von QSim. Außerdem wurde das Modell QSim um eine statistische Komponente erweitert, welche Datenunsicherheiten bezüglich der Eingangsdaten an den Modellrändern berücksichtigt sowie deren Einfluss auf das Simulationsergebnis im Sinne einer Sensitivitätsanalyse ausweist. Die über die Langzeitsimulation ermittelten Ergebnisse lassen sich in verschiedener Art aggregieren und statistisch auswerten. So wurden die gegenüber den Messwerten wesentlich umfangreicheren Datensätze bezüglich der stoffbezogenen Einordnung in Gewässergüteklassen ausgewertet. Diese für planerische Zwecke sehr aussagefähige Darstellungsform soll künftig auch für die Bewertung der Szenarien genutzt werden.

Grundlage des am IGB entwickelten Seenmodells ist das Modell EMMO. Die Arbeiten mit der Prozessdatenbank ECOBAS zur Modularisierung von EMMO waren sehr erfolgreich. Seitens des IGB wurde ein Kooperationsvertrag mit der Gesamthochschule Kassel geschlossen, der die Weiterentwicklung von ECOBAS wesentlich vorantrieb. Vorbereitungen zu Testrechnungen mit der Simulationssoftware SciLab® wurden begonnen. Ergebnisse daraus sind in der ersten Hälfte des Jahres 2002 zu erwarten.

Zur Berechnung der Temperatur an der Seeoberfläche und auf dem Gewässerboden wurde ein Schichtungsmodul in das Modell EMMO integriert. Darüber hinaus gibt es die Tiefe der durchmischten Schicht aus. Daneben muss aber noch eine Modellmodifikation vorgenommen werden, mit der erreicht wird, dass im Schichtungsfall ein anderes (geringeres) Volumen durchmischt ist und –umgekehrt– das Restvolumen bei der Bestimmung des Sauerstoffs eingeht. Diese Veränderungen werden bis Mitte 2002 verwirklicht sein. Zahlreiche Abstimmungen mit den Bearbeitern des Fließgewässergütemodells QSIM waren notwendig. Mit den Arbeiten am Dahme-See-Modell (DSM) wurde begonnen. Es ist als ein einfaches konzeptionelles Modell gedacht, das bis zu einer intensiveren Bearbeitung in einer weiteren Projektphase eine Verknüpfung von Inputs am Südrand des Modellgebietes Müggelsee und Stadtspreet erlaubt. Das durch das DSM abgedeckte Gewässersystem ist als Netzwerk konzipiert. Das Modell ist zeitdiskret, kann unterschiedliche Verweilzeiten sowie durch externe Maßnahmen beeinflusste Strömungsrichtungen in einem Netz berücksichtigen. Veränderungen in Stoffbilanzen durch Eliminations- und Rücklösungsprozesse werden nur rudimentär erfasst. Auf dem Workshop „Theorie und Modellierung von Ökosystemen“ ist die Arbeit an der Entwicklung des Wassergütemodells dargestellt worden („Entwicklung eines Wassergütemodells unter Nutzung der Prozessdatenbank ECOBAS“). Zu diesem Workshop befindet sich der Tagungsband im Druck (2002).

Teilprojekt 3 Unstrut

Einordnung in das Gesamtvorhaben GLOWA-Elbe

Ziel des Teilprojektes 3 ist die Untersetzung der makroskaligen Analysen für das Gesamteinzugsgebiet der Elbe bzgl. der Auswirkungen des Globalen Wandels (Klima, Politik, Ökonomie) auf den landwirtschaftlichen Sektor und auf den Wasser- und Stoffhaushalt durch detailliertere mesoskalige Untersuchungen im Thüringer Raum. Auf Grund seiner spezifischen räumlichen Gegebenheiten (agrarisches intensiv genutztes Kulturlandschaft im Flusseinzugsgebiet der Elbe) und der Datenverfügbarkeit aus früheren und laufenden Projekten, stellt das Untersuchungsgebiet der Unstrut ein geeignetes Beispielsgebiet zur Durchführung genesteter Untersuchungen dar.

Die Methodik im TP 3 entspricht dem integrativen und partizipativen Ansatz des Verbundprojektes „GLOWA-Elbe“ (Integrationsansatz) mit folgenden problem- und raumspezifischen Ausprägungen:

- Das Thüringer Becken ist weniger von akuten Problemen belastet als andere Regionen im Einzugsgebiet der Elbe, wie z. B. das Obere Spreegebiet mit dem Problem der Wasserquantität. Deshalb liegt der Schwerpunkt der Untersuchungen auf der Beantwortung der Frage, wie die Dynamik des globalen Wandels auf einen agrarisch geprägten Raum wirken wird. Die vielfältigen Wechselbeziehungen der Landwirtschaft mit anderen Bereichen lassen vermuten, dass Veränderungen der Rahmenbedingungen des Globalen Wandels zu Problemsituationen führen, die unter den heutigen Bedingungen nicht auftreten. Es werden z. B. Veränderungen der Wasserverfügbarkeit und Wasserqualität erwartet, die zu Nutzungskonflikten führen können.
- In diesem Zusammenhang geht es vor allem um die Darstellung und Bewertung von integrierten Raumentwicklungsstrategien unter Berücksichtigung künftiger Problembereiche, die sich durch Prozesse des Globalen Wandels ergeben.
- Die enge Vernetzung insbesondere mit den Teilprojekten 1.2 und 1.3 des Verbundprojektes ist mit einer gemeinsamen Bewertung der Entwicklungsszenarien nach spezifischen Nachhaltigkeitskriterien (Schritt 4 des Integrationsansatzes) verbunden.

Bearbeitungsschwerpunkte im Berichtszeitraum

- Analyse der Wirkungsfelder der landwirtschaftlichen Produktion hinsichtlich möglicher Problembereiche im Sinne des Leitbildes „Nachhaltige Entwicklung“ für den Untersuchungsraum und Auswahl von relevanten Indikatoren,
- Aufstellung des Referenz-Landnutzungsszenariums durch die TLL,
- Durchführung der sozioökonomischen Umfrage bei landwirtschaftlichen Betriebsleitern (TLL),
- Umweltanalyse der 5 ausgewählten typischen Betriebe (TLL),
- Datenrecherche, -beschaffung und -aufbereitung zur Aufstellung des GIS-Datenmodells für die hydrologische und ökosystemare Modellierung (PIK, DGFZ, TLL),
- Erarbeitung eines Konzepts zur räumlichen Übertragung der Landnutzungsszenarien im Rahmen der Gebietsmodellierung (PIK, TLL),
- Entwicklung des gekoppelten Einzugsgebietsmodells (DGFZ, BAH, PIK) zur ökosystemaren Impaktanalyse,
- Komplettierung des Messnetzes zur Grundwasser- und Sickerwasserdynamik (DGFZ, TLL),
- Durchführung von Messungen zur Nähr- und Schadstoffverlagerung und zu den an die verschiedenen Abflusskomponenten gebundenen Stoffflüsse (DGFZ, TLL),
- Mitarbeit in der AG Szenarien und bei der Anfertigung der „Sozioökonomischen Konzeption“ für GLOWA-Elbe.

Ableitung von Landnutzungsszenarien

In der AG „Szenarien“ zu GLOWA-Elbe wurden die globalen Rahmenbedingungen diskutiert und für alle TP verbindlich festgelegt (Szenariofamilien A1 und B2 gemäß IPCC-Report, 2000). Damit ist gewährleistet, dass in allen TP (und in allen Bearbeitungsräumen) die Annahmen über die anthropogenen Triebkräfte gleich und damit die Ergebnisse der Impaktanalysen vergleichbar sind. Die Spezifizierung der Rahmenbedingungen speziell in den Bereichen Agrarmarkt- und Preispolitik sowie Umweltpolitik für das TP3 (Unstrut) erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem TP 1.3 (FAA Bonn).

Zur Aufstellung der Landnutzungsszenarien als zentraler Aufgabenbereich in der ersten Projektphase erfolgte zunächst eine Betriebsklassifizierung (Kreuztabelle nach relativem Tierbestand und Fläche) der im Untersuchungsgebiet vorhandenen Haupterwerbsbetriebe mit dem Ziel, typische Beispielbetriebe auszuwählen. Die 5 flächenmäßig am stärksten besetzten Zellen aus der Tabelle wurden bestimmt. Sie repräsentieren ca. 50 % der landwirtschaftlichen Fläche. Aus diesen 5 Klassen konnte jeweils ein Betrieb zur Teilnahme am Projekt gewonnen werden.

Die Umweltanalyse (Unterauftrag an den Verband für Agrarforschung und -bildung) für die 5 typischen Betriebe wurde für den ersten Untersuchungszeitraum zum Abschluss gebracht. Nach Auswertung der zweiten Untersuchung lassen sich abgesicherte Aussagen zum Umweltstatus in den Beispielbetrieben treffen. Hochgerechnet auf das Untersuchungsgebiet, fließen diese Ergebnisse in die Modellierung der Szenarien ein. Weiterhin ermöglicht die genaue Kenntnis des betrieblichen Umweltstatus der typischen Betriebe, die Wirkungen von Umweltprogrammen und geänderten Rahmenbedingungen in der Impaktanalyse abzubilden. Auf der Grundlage der realen Anbausituation in den Beispielbetrieben, wurde eine Betriebsentwicklungsplanung nach den Festlegungen der AGENDA 2000 durchgeführt. Agrarpolitische und handelspolitische Rahmenbedingungen und deren Auswirkungen (z.B. Preisentwicklungen) wurden direkt mit der FAA Bonn abgestimmt.

Die Abschätzung der Fehlerspannweite des „bottom-up Ansatzes“, also das Hochrechnen aus den betrieblichen Anbauverhältnissen auf das gesamte Untersuchungsgebiet, erfolgte anhand der Kalibrierung der Methode an dem aus der Agrarstatistik bekannten Anbau für das Jahr 1999. Die dabei aufgetretenen Abweichungen konnten mit der Einführung eines virtuellen Betriebes ausgeglichen werden. Das ermittelte Anbauverhältnis für die Referenzsituation wurde in eine 40-gliedrige Fruchtfolge umgesetzt, und für jede Fruchtart nach den Regeln der „Guten fachlichen Praxis“ das entsprechende Düngemanagement (Mengen, Gabenhäufigkeiten und Düngzeitpunkte) erstellt.

Durch die Darstellung der landwirtschaftlichen Szenarios in Form typischer Fruchtfolgen kann das Anbauverhältnis einer Region bei der flächenverteilten hydrologischen Modellierung berücksichtigt werden. Dieses Verfahren lässt sich auf beliebige Untersuchungsräume übertragen. An der rechentechnischen Umsetzung wird z. Z. gearbeitet. Zur Einbeziehung der landwirtschaftlichen Betriebsleiter in die Entwicklung der Landnutzungsszenarios führte die Planungsgruppe von Prof. Ipsen (GhK Kassel) als Unterauftragnehmer der TLL eine Umfrage unter ca. 30 landwirtschaftlichen Betriebsleitern durch. Die Ergebnisse werden bei der Gestaltung des „Regionalisierungsszenarios“ berücksichtigt.

Problemfelder/Indikatorwahl

Ausgehend von einer allgemein gültigen Zusammenstellung der Wechselbeziehungen zwischen dem Agrarsektor und weiteren naturräumlichen sowie ökonomisch-gesellschaftlichen Bereichen (vgl. Zwischenbericht 2000) wurde im Berichtszeitraum die Analyse dieser Wirkungsfelder der landwirtschaftlichen Produktion hinsichtlich möglicher Problembereiche im Sinne des Leitbildes „Nachhaltige Entwicklung“ für den Untersuchungsraum fortgeführt. Die Analyse dieser Wirkungsfelder und ihrer Ausprägung im Untersuchungsraum erfolgte primär nach folgenden Gesichtspunkten:

- Welche Einzelwirkungen der landwirtschaftlichen Produktion treten auf?
- Welche Indikatoren (Indikatortyp entsprechend des OECD-Schemas, 1999) können zur Beschreibung dieser Einzelwirkung genutzt werden?
- Gibt es bereits Messprogramme für die Quantifizierung dieser Indikatoren im Untersuchungsgebiet?
- Welche Veränderungen der gegenwärtigen Situation im Untersuchungsgebiet sind mit dem Globalen Wandel zu erwarten?

Sofern sich bei der Analyse der Wirkungsfelder eine existente bzw. zu erwartende Problemsituation ergab, erfolgte die Einbeziehung der von ihr betroffenen Stakeholder in den Partizipationsprozess. Gemeinsam wurden relevante Indikatoren festgelegt.

Messnetzaufbau und Durchführung spezieller Messprogramme für Zwecke der Modellvalidierung

In Kooperation zwischen der TLL und dem DGFZ wurden im Berichtszeitraum die folgenden Untersuchungen durchgeführt:

- Weiterführung der Untersuchungen zur Stoffdynamik im Auenboden, in Fortsetzung der Arbeiten im Rahmen des BMBF-Projektes „Revitalisierung Unstrutae“; Mit Abschluss des Jahres 2000/2001 liegen vierjährige Messreihen vor. Damit steht eine umfassende Datenbasis für die im Projekt anzuwendenden Modelle zur Verfügung.
- Fertigstellung des Messnetzes zur Grundwasserdynamik,
- Stichtagsmessungen und Pflege des Messnetzes im Untersuchungsgebiet,
- Probenahmen an Grund- und Oberflächengewässern im Einzugsgebiet der Unstrut,

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

- Analytik der Grund- und Oberflächenwässer auf relevante hydrochemische Parameter (Stickstoffverbindungen) und Isotope (Tritium, Deuterium, Sauerstoff¹⁸, Stickstoffisotope),
- Ermittlung der an die verschiedenen Abflusskomponenten gebundenen Stoffflüsse (Für die Abschätzung der Herkunft der N-Verbindungen in den Auensedimenten und die qualitative Kennzeichnung der unterschiedlichen Fließpfade in der ungesättigten Zone wurden Tracerversuche konzipiert und durchgeführt.).

Modellentwicklung

Schwerpunkt bei der Modellentwicklung war die Fertigstellung eines Prototyps des gekoppelten Modells für das Einzugsgebiet der oberen Unstrut (DGFZ, BAH, PIK). Bestandteile sind das Grundwasserströmungsmodell MODFLOW und das Flusseinzugsgebietsmodell ArcEGMO. Dazu mussten ein Modellrahmen entwickelt sowie einzelne Komponenten beider Modelle neu entwickelt bzw. angepasst werden.

Die Arbeiten zur Integration wasserwirtschaftlicher Anlagen (Speicher, Talsperren) und der Ergebnisse diverser, durch Thüringer Landesbehörden in Auftrag gegebener, hydraulischer Untersuchungen für die Unstrut wurden weitergeführt.

Für die vorgesehenen Simulationsrechnungen mit verschiedenen Klimaszenarien wurde eine Schnittstelle zu den Ergebnissen der Klimamodelle in das Modellsystem ArcEGMO implementiert. Mit der Implementierung der Schnittstelle zu den Landnutzungsszenarien wurde begonnen.

Zusammenarbeit mit den Landesbehörden Thüringens

Im Berichtszeitraum erfolgte eine mehrere Abstimmungen mit Vertretern des Thüringer Ministeriums für Landwirtschaft, Naturschutz und Umwelt (TMLNU) und den zugeordneten Landesbehörden. Im Ergebnis wurde ein projektbegleitender Beirat am TMLNU gebildet und eine spezielle Kooperationsvereinbarung abgeschlossen werden.

Teilprojekt 4 Klimaszenarien

Zielstellung

Das Hauptziel der Untersuchungen besteht in der Bereitstellung räumlich und zeitlich hochauflösender Datenreihen relevanter Parameter für verschiedene Klimaszenarien bis zum Jahr 2050. Diese Daten werden als atmosphärische Randinformationen allen Projekten dieses Verbundvorhabens zur Verfügung gestellt.

Dabei werden grundsätzlich zwei Verfahrenprinzipien angewendet, um im Vergleich eine gesichrtere Aussage über die Szenarien und Klimaprognosen zu erhalten. Am PIK Potsdam und an der FU Berlin werden lokale, statistische Klimaszenarien entwickelt, während am MPI Hamburg dynamische regionale Klimasimulationen mit dem Klimamodell REMO durchgeführt werden. Im Gegensatz zur statistischen Prognose, die neben der beobachteten Klimaentwicklung allein das Trendverhalten des globalen ECHAM (Verfahren am PIK Potsdam) einbezieht, bestimmen die REMO-Modellläufe eine dynamische Klimaprognose auch in einer feineren räumlichen Auflösung der Region GLOWA-Elbe. Allerdings ist es zur Zeit nur möglich eine diskrete Modellvorhersage für Zeitraum 2020 bis 2030 mit REMO zu berechnen. Daher werden an der FU Berlin anhand umfangreicher Beobachtungsdaten die Klimasimulationen mit REMO weitergehend statistisch und dynamisch interpretiert.

Durchgeführte Arbeitsschritte

Am PIK Potsdam wurden die für die geplanten Untersuchungen insgesamt 369 Stationen (84 meteorologische Hauptstationen, 285 Niederschlagsstationen) mit dem kompletten Datensatz

GLOWA-Elbe Sachbericht 2001

für den Zeitraum 1951-2000 Ausgangsbasis) vollständig und homogenisiert in einer Datenbank zur Verfügung gestellt.

Zur Zeit werden die Beobachtungsdaten von 1980 bis 2000 mit den Modellläufen des Klimamodells REMO für denselben Zeitraum verglichen.

Das für die Szenarientwicklung zur Verfügung stehende statistische Szenarienmodell wurde erweitert, um Monte-Carlo-Simulationen realisieren zu können. Damit besteht erstmals die Möglichkeit, Angaben zur Wahrscheinlichkeit des Eintretens einzelner Realisierungen des Klimas zu machen. Die Monte-Carlo-Methodik wurde in die Modellstruktur eingebaut und ein Algorithmus zur Anpassung des Szenariensbeginns an vorangegangene Beobachtungszeiträume unter Berücksichtigung verschiedener Anpassungsoptionen hinzugefügt.

Für den Zeitraum 2001 bis 2050 wurden mit diesem statistischen Szenarienmodell über 100 Klimarealisierungen erzeugt, die bei der Anwendung auf hydrologische Modelle eine entsprechende Variation ermöglichen. Die ersten Szenarielläufe wurden für die Anwendung bereitgestellt.

Am MPI Hamburg wurden zunächst für den Elberaum Validationsläufe mit dem Klimamodell REMO durchgeführt. Die Simulationen wurden für den Zeitraum 1979 bis 1998 mit 0.5° und für 1979 bis 1988 mit 0.16° horizontaler Auflösung berechnet. Die täglichen Niederschlagsmessungen im Elbeeinzugsgebiet wurden zur Validierung der aktuellen Modellergebnisse (0.5° , 0.16°) verwendet und zeigen eine zufriedenstellende Übereinstimmung.

Für den Kontrolllauf (1990-2000) und den Szenarielauf B2 (2020-2030) wurden die Antriebsdaten (ECHAM4/OPYC/T42) aufbereitet. Mit dem Kontrolllauf und dem Szenarielauf für 0.5° Auflösung wurde begonnen und die ersten 5 Jahre ausgewertet.

Die Interpretation der Validationsläufe des REMO standen im Jahr 2001 im Vordergrund und wurde an der FU Berlin vorangetrieben. Dafür wurden umfangreiche Beobachtungsreihen aufgebaut, die sowohl punktuelle Beobachtungen, wie die Niederschlagsmeßreihen und meteorologische Beobachtungen im Elberaum, als auch feldmäßige Informationen aus Fernerkundungsdaten beinhalteten.

Mit dem adaptierten Wolkenklassifikationsprogramm nach Berger wurden für das gesamte Gebiet GLOWA-Elbe erstmals mehrere Jahre Wolkenbedeckungen und Wolkenklassifikationen erstellt. Dabei wurden verbesserte Verfahren und Korrekturmodelle entwickelt, die eine flächenhafte Analyse der Satellitendaten von NOAA und Meteosat ermöglichen.

Die Ableitung und der Vergleich von Teilbedeckungsgraden aus den Wolkenklassifikationen mit Beobachtungen der Wetterdienste sind entsprechend für die Jahre 1990 bis 2001 durchgeführt worden und wird z.Zt. mit Modellergebnissen des Klimamodells REMO verglichen. Dabei ist die Aufteilung von stratiformen und kumuliformen Wolken von besonderem Interesse, da sich in den REMO-Simulationen ein Defizit bei den sommerlichen Schauerniederschlägen zeigt. Über eine kombinierte Wolken- und Niederschlagsstatistik sollen diese Defizite bei der speziellen Szenarienburgung und den Realisierungen berücksichtigt werden.

Neben den stündlichen Niederschlägen wurde mit der Validierung auch anderer Parameter, wie z.B. Verdunstung, begonnen. Dafür wurden aus den REMO-Modellläufen und den ECMWF-Analysen verschiedenen Gruppen von Großwetterlagen und

Großwetterlagenübergänge bestimmt und Vergleichsstatistiken erstellt. Diese Großwetterlagen stellen eine wesentliche Größe bei der Interpretation der Modellergebnisse dar, da neben der typischen, lokalen Variation auch Strömungsmuster festgehalten werden. Dadurch wird ein wesentlicher Teil des großräumigen Modellverhaltens festgehalten. Dazugehörig ist ein dynamischer Zirkulationsindex (DSI) in verschiedenen Varianten entwickelt worden, der in Zusammenhang zu Wetterlagen und Klimareihen untersucht wurde und wird.

Diese Statistiken werden für die Erstellung von Szenarien und Klimarealisierungen der FU Berlin benötigt, da daraus für die Modellläufe des REMO, die nur für mehrjährige Episoden vorliegen, Korrekturen und langjährige Klimareihen verschiedener Parameter bestimmt werden.

Für die dynamische Interpretation der Klimamodellläufe wurde mit der Installation und Testung des Lokalmodells des Deutschen Wetterdienstes begonnen, das in der horizontalen Auflösung von 2 bis 4 km zur Einbeziehung von lokalen Klimarückkopplungen durch Landoberflächenänderungen, (Nutzung, Bewuchs) eingeplant ist.

Interne Zusammenarbeit

Innerhalb des Teilthemas „Klima“ besteht in mehrerer Hinsicht enge Zusammenarbeit. Das betrifft den Abgleich der meteorologischen Daten und verschiedener Basisdateien, aber auch besonders die Modellauswertungen. So wird in verschiedenen Kooperationen

- die Validierung der REMO-Ergebnisse ,
- die projektbezogene Interpretation der Modellergebnisse,
- ein gezielter Vergleich der lokalen statistischen Modelle des PIK mit den REMO-Läufen und
- die konsistente Bereitstellung von Klimaszenarien für die anderen Projektteilnehmer

vorangetrieben.

Die gemeinsame Strategie für das Gesamtprojekt wurde festgelegt und die weitergehende Arbeit und Planung abgesteckt.

Zusammenarbeit mit anderen Projektschwerpunkten und Teilaufgaben

Da das Projekt „Klima“ alle atmosphärischen Randinformationen zur Verfügung stellt, besteht eine enge Koordinierung mit allen hydrologischen Projektteilen des Verbundprojekts GLOWA-Elbe.

Eine enge Zusammenarbeit besteht z. Zt. mit dem Teilprojekt 2 "Spree/Havel“, da durch das PIK Potsdam im Jahr 2001 Szenarien für ausgewählte Teilflußeinzugsgebiete zur Verfügung gestellt wurden.

Darüber hinaus wurden die Parameterdateien aus den dynamischen Klimalläufen für die hydrologischen Modelle festgelegt.

Alle Teilnehmer des Projektteils „Klima“ haben sich an der Arbeit in der AG Szenarien beteiligt und zur Abstimmung der Szenarienrechnungen vom Klima bis zu den Einzugsgebietsstudien beigetragen.

An der Abstimmung des Projektteils „Gesamtelbe“, dem der Projektteil „Klima“ zugeordnet ist, wurde teilgenommen und die kurz- und langfristige Planung besprochen.

Externe Kontakte

Neben den projektspezifischen Einzelkontakten besteht eine direkte Zusammenarbeit mit dem DWD bei der Datenbereitstellung mit dem PIK und der FUB und mit dem DWD Potsdam, Dr. Herzog, zur Durchführung von Episodenläufen mit dem Lokalen Vorhersagemodell LM des Deutschen Wetterdienstes, die z.Zt. konkretisiert wird.

Das statistische Szenarienbildungsverfahren am PIK, wie auch das Modellsystem REMO wird in anderen Wasserhaushaltsprojekten angewendet.

Literatur

1. Becker (2001) Integrated Interdisciplinary Stakeholder-based Approach to Derive Strategies for Sustainable River Basin Development. Proc. of the Int Ecological Eng. Conf., Lincoln University, New Zealand, 26-29 Nov. 2001
2. Becker, A., Krysanova, V. and Schanze, J. (2001) Schritte zur Integration sozioökonomischer Aspekte bei der Modellierung von Flußgebieten. Nova Acta Leopoldina, NF 84, Nr.319, pp 191-208.
3. Behrendt, H., Huber, P., Kornmilch, M., Opitz, D., Schmoll, O., Scholz, G., Uebe, R. (2000) Nutrient Emissions into river basins of Germany. UBA-Texte 23/00, 266 p.
4. Bucher & Kocks (1999) Perspektiven der künftigen Raum- und Siedlungsentwicklung. Heft 11/12.1999 Bundesamt für Bauwesen und Raumordnung
5. CIESIN (2001) Center for International Earth Science Information Network, Columbia University. GPW version 2. <http://sedac.ciesin.columbia.edu/plue/gpw/index.html>
6. IPCC (2000): IPCC Special Report. Emissions Scenarios, Summary for Policymakers, IPCC Special Report of Working Group III, WMO, UNEP, Nairobi
7. OECD (1999) Environmental Indicators for Agriculture: Methods and Results - The Stocktaking Report. COM/AGR/CA/ENV/EPOC (99) 80. Paris
8. Peet, J. (2001) Ecological Engineering and Decision Making. Report of a workshop at the International Symposium on Ecological Engineering in Lincoln, New Zealand (26-30 Nov. 2001)
9. Ströbl, B. (2001) Entwicklungsrahmen Bevölkerung für GLOWA-Elbe: Skalierung insbesondere für Berlin-Brandenburg. Potsdam Institute für Klimaforschung