

# **GLOWA-DANUBE**

**Integrative Techniken, Szenarien und Strategien  
zum Globalen Wandel des Wasserkreislaufs  
am Beispiel des Einzugsgebiets der Oberen Donau**

**ein Antrag auf Förderung  
im Rahmen von GLOWA**

**Förderperiode 1.1.2004 – 31.12.2006**

**vorgelegt vom**

**Kompetenznetzwerk Donau**

**Koordination:**

**Prof. Dr. Wolfram Mauser**

**Dept. für Geo- und Umweltwissenschaften**

**Ludwig-Maximilians Universität München**

**Oktober 2002**

## Inhalt

Executive Summary.....	3
Ausgangspunkt und Stand des Projekts.....	6
Gesamtziele von GLOWA-Danube.....	6
Formulierte und erreichte Ziele der ersten Förderphase.....	7
Ziele der zweiten Förderphase.....	14
• Das Global Change Decision Support System (GCDSS) DANUBIA.....	15
• Inhaltliche Schwerpunktsetzung auf die vier wechselwirkenden Kernthemen Wassernutzung, Landnutzung, Klimaveränderung, Tourismus.....	15
• Ein einheitliches tiefes Multi-Akteurmodell Objekt im Sinn des objekt-orientierten Modellansatzes.....	17
• Methoden zum Ableiten von komplexen aber realistischen Zukunftsszenarien aus absehbaren Veränderungen.....	18
• Einstieg in einen strukturierten, wissenschaftlich begleiteten Stakeholder Dialog.....	21
• Verbesserung und Erweiterung der Prozessbeschreibung im natur- und sozialwissenschaftlichen Bereich.....	22
• Untersuchung zum Einfluss der verwendeten räumlichen Skalen.....	23
• Gemeinsame wissenschaftliche Nutzung von DANUBIA.....	24
• Qualitätssicherung innerhalb von DANUBIA .....	25
• Schaffung einer Infrastruktur zur interaktiven Bedienung und Steuerung von DANUBIA.....	26
Übersicht über die sektoralen Aktivitäten der Teilprojekte.....	26
Testgebiete.....	28
Projektstruktur.....	31
Vernetzung und Integration.....	33
Erfolgsaussichten.....	36
Verwertungsplan.....	39
Beantragte Mittel.....	42
Statistik.....	44
Literatur.....	45

## Executive Summary

### Bilanz der ersten Förderphase

Mit dem folgenden abgestimmten Paket von Anträgen beabsichtigt GLOWA-Danube die Arbeiten der ersten Förderphase fortzusetzen. In der ersten Förderphase wurden folgende Ziele angestrebt und erreicht:

- Entwicklung des Prototyps des Global Change Entscheidungsunterstützungssystems DANUBIA in Form eines parallel laufenden, gekoppelten Modellverbundes. DANUBIA besitzt eine räumliche und zeitliche Struktur und basiert auf einer klaren Zuordnung der Zuständigkeiten zwischen den Projektpartnern.
- Entwicklung von Verfahren zur Aggregation und Disaggregation von Prozessbeschreibungen und Daten (Scaling). Erste Modellrechnungen haben auf den unterschiedliche Skalen des Gesamtgebietes und der Testgebiete stattgefunden.
- Entwicklung und erste Nutzung von einfachen Global Change Szenarien zum Test von DANUBIA.
- Aufbau eines Geographischen Informationssystems (GIS) und eines gemeinsamen Datenverbunds zur Oberen Donau. Ein vollständiges GIS sowie umfangreiche naturwissenschaftliche wie sozio-ökonomische Daten sind in eine gemeinsame Datenstruktur gebracht und benutzbar.
- Datensammlung, Aufbereitung und Verfügbarmachung der Geländemessungen in den Test-Einzugsgebieten.

Zur Erreichung der Ziele wurden die folgenden, z.T. neuen integrativen Techniken eingesetzt und benutzt:

- Die objekt-orientierte Modellierung mit der Unified Modeling Language (UML) und die Programmiersprache JAVA.
- Das netzbasierte, verteilte Rechnen.
- Die Repräsentation der sozio-ökonomischen Prozesse durch einen Multi-Akteur Ansatz.
- Die Nutzung der satellitengestützten Fernerkundung zur Umweltbeobachtung.
- Erste Ansätze zur Strukturierung der Zusammenarbeit mit den Stakeholdern.

Auf der Grundlage der bereits erfolgreich abgeschlossen Teilaufgaben der ersten Förderphase kann berechtigt davon ausgegangen werden, dass die Ziele der ersten Förderphase erreicht werden.

### Ziele der zweiten Förderphase

Für die zweite Förderphase ist beabsichtigt, die Ansätze, die sich in der ersten Förderphase bewährt haben, zu konsolidieren und, dem Resultat der Begutachtung der 1. GLOWA-Statuskonferenz folgend, an wichtigen Stellen maßvoll auszuweiten. Die folgenden inhaltlichen Schwerpunkte stellen sich für die zweite Förderphase:

#### *Neue Schwerpunkte:*

- Inhaltliche Schwerpunktsetzung auf die vier wechselwirkenden **Kernthemen Wassernutzung, Landnutzung, Klimaveränderung und Tourismus**. Interne (zunächst ohne Stakeholder) Formulierung von Global Change Szenarien auf der Grundlage dieser Kernthemen.
- Formulierung eines einheitlichen, zur DANUBIA-Architektur kompatiblen, **tiefen Multi-Akteur-Objektes** im Sinn des proxel-basierten Modellansatzes. Aus ihm werden die beteiligten sozio-

ökonomischen Disziplinen ihre jeweiligen disziplinären Multi-Akteurmodelle ableiten. Sie werden an geeigneten Fallbeispielen mit den verfügbaren, summativen Ansätzen verglichen.

- Entwicklung von **Methoden zur Ableitung komplexer aber realistischer Zukunftsszenarien** aus absehbaren Veränderungen im natürlichen System (Klimaänderungen) und im Bereich der administrativ-politischen Rahmenbedingungen (z.B. EU-Wasserrahmenrichtlinie, Agrarreform (z.B. Agenda 2007 („Fischler-Pläne“)).
- **Einstieg in einen sorgfältigen, wissenschaftlich begleiteten Stakeholder-Dialog** mit der Aufgabe, gemeinsam mit den Stakeholdern komplexe Global Change Szenarien zu entwickeln und dem Ziel, DANUBIA im Rahmen von dabei auftretenden Wasser-Zielkonflikten zwischen Stakeholdern im Einzugsgebiet der Oberen Donau als Szenarieninstrument gemeinsam zu benutzen.

*Schwerpunktsetzung bei bereits laufenden Aktivitäten:*

- **Verbesserung und Erweiterung der Prozessbeschreibung** im natur- und sozialwissenschaftlichen Bereich durch gemeinsame Modellierung und Identifikation von Fehlern und Unsicherheiten in den resultierenden Ergebnissen.
- **Untersuchung des Einflusses der verwendeten räumlichen Skalen** (30 m in Testgebieten, 1 km im gesamten Gebiet bzw. 15 km im Fall der Meteorologie) auf den notwendigen Detaillierungsgrad bei der Beschreibung der Prozesse in allen Teilprojekten. Bau von Brücken zwischen den Skalen und zwischen den disziplinären Skalenbegriffen unter Nutzung gemeinsamer Testgebiete.
- **Gemeinsame wissenschaftliche Nutzung von DANUBIA** u.a. zum Monitoring von Modellausgabegrößen und zur Identifikation kritischer Zustände (z.B. Hochwasser, Dürren, Wasserqualitätsprobleme).
- **Qualitätssicherung von DANUBIA** durch sektorale Fehleranalyse, durch Fehlerfortpflanzungsanalyse bei der Kopplung, sowie durch Steigerung der Bedienbarkeit, Performanz und der Wartbarkeit.
- Schaffung einer **Infrastruktur zur interaktiven Bedienung und Steuerung von DANUBIA** und zur Auswertung – Aufbereitung - Visualisierung der Ergebnisse einzelner Szenarienläufe.

**Projektstruktur und beantragte Mittel**

Diese umfangreichen Aufgaben sollen im Wesentlichen mit dem bewährten GLOWA-Danube Team gelöst werden. Auch die Struktur des Projektes soll sich bis auf wenige Bereiche nicht ändern. Eine Verringerung der personellen Ressourcen würde allerdings aus unserer Sicht zu diesem frühen Zeitpunkt den Erfolg des Gesamtprojekts gefährden. Vielmehr haben wir die Beantragung einer **maßvollen Ausweitung der personellen Ressourcen gegenüber dem letzten Antrag um insgesamt 10% auf der Basis des Resultats der Begutachtung** bei drei bereits etablierten Teilprojekten sowie bei der Schaffung eines zweiten Zentralprojektes beschlossen. **Für alle übrigen Teilprojekte bleibt die beantragte personellen Ausstattung** gegenüber der letzten Förderphase **unverändert**. Aus dem genannten Gutachten leiten wir folgende Bereiche ab, für die wir eine Erweiterung der personellen Ausstattung beantragen:

- 1) Teilprojekt Tourismus; es war bisher mit einer halben BatIIa Stelle ausgestattet und soll zukünftig bei starker Ausweitung des Tätigkeitsfeldes den Status eines Kernprojektes mit 2 ganzen BatIIa Stellen erhalten (siehe dazu Antrag Tourismus (Schmude)).
- 2) Teilprojekt Agrarökonomie; es war bisher mit zwei ganzen BatIIa Stellen ausgestattet. Für diesen Themenbereich wird eine weitere halbe BatIIa Stelle beantragt, um exemplarisch die tiefe, proxel-

basierte Multi-Akteur Modellierung mit der konventionellen, summativen Optimierung zu vergleichen (siehe dazu Antrag Agrarökonomie (Dabbert)).

- 3) Teilprojekt Niederschlag/Fernerkundung; es war bisher mit einer halben BatIIa Stelle ausgestattet. Aufgrund der positiven Einschätzung der Fernerkundung durch die Gutachter und wegen des erfolgreichen Starts des MSG (METEOSAT Second Generation) und des NASA-Satelliten Aqua soll es mit einer BatIIa-Stelle intensivere Untersuchungen zum Schlüsselparameter Niederschlag durchführen können (siehe dazu Antrag Niederschlag/Fernerkundung (Bendix)).
- 4) Der neu etablierte Bereich Stakeholder-Dialog erhält den Status eines Zentralprojektes. Hierfür waren in der ersten Projektphase keine expliziten Mittel vorgesehen. Nachdem unser Ansatz bei der Integration und Modellbildung insgesamt positive Resonanz gefunden hat, erscheint es uns wichtig, diesen Bereich des Projektes nun ähnlich konsequent anzugehen und mit einer halben Stelle für die wissenschaftliche Begleitung des Stakeholder-Dialogs und einer halben Stelle für die Schaffung einer „Stakeholder-gerechten“ Benutzerschnittstelle auszustatten.

Somit beläuft sich **das beantragte Gesamtvolumen für die Jahre 2004-2006 auf 6.661 T€** Es teilt sich auf die beteiligten Teilprojekte wie folgt auf:

Beantragte Förderung der einzelnen Projektpartner für GLOWA-DANUBE (in T€)											
Bereiche	2004	2005	2006	S <sub>1</sub>	S	Stellen	Personal	Geräte	Daten	etc	
Psychologie	209	170	174	553		2,5 lia	475	6			72
Ökonomie	161	155	158	474		2,5 lia	418	8	3		45
Tourismus	136	130	130	397		0,5+1,5 lia	371	7	3		17
Agrarökön.	171	167	167	506		2,0+0,5 lia	471	11	4		21
<b>Summe Sozialwissenschaften</b>						<b>1.930</b>					
Hydrologie/FE	182	172	173	527		2,5 lia	479	14			34
Grundwasser	179	174	177	531		2,5 lia	501	6			24
Glaziologie	78	74	69	221		1,0 lb	207	5			10
Ober. Gewäs.	186	187	163	536		1,5 lia	453	2			82
<b>Summe Wasserwissenschaften</b>						<b>1.816</b>					
Meteor./MM5	119	104	103	326		1,5 lia	276	17			33
Meteor./Beob.	81	68	52	200		1,0 lia	166	12			23
Nied./Fernerk.	95	66	66	226		0,5+0,5 lia	178	31			18
<b>Summe Meteorologie</b>						<b>753</b>					
Naturn. Öko.	86	77	70	234		1,0 lia	185	12			36
Agrar. Öko.	137	113	116	366		1,5 lia	307	26			34
Informatik	170	164	165	499		2,5 lia	443	9			47
Human Cap.	50	50	50	151			144				7
Zentral Verw.	253	132	129	514		1 lla, 0,5 Vlb	274	23	66		151
Zentral Stake.	143	126	127	398		1,0 lia	101				298
<b>Summe</b>	<b>2.440</b>	<b>2.231</b>	<b>1.990</b>	<b>6.661</b>		<b>25,5+3,5 lia</b>	<b>5.447</b>	<b>188</b>	<b>75</b>		<b>951</b>

**Rote Markierung** = Erweiterung der beantragten personellen Ausstattung, alle Zahlen in Tausend € gerundet.

Dies bedeutet bei einer Aufstockung des beantragten Personals um 3,5 Stellen **eine finanzielle Ausweitung des Antragsvolumens gegenüber der Bewilligung der ersten Förderphase um ca. 38%**. Diese überproportionale Erhöhung der Kosten gegenüber der Personalausstattung hat drei Gründe:

1. in der ersten Förderphase wurde durch den Projektträger die Laufzeit des bewilligten Personals von 36 Monaten (3 Jahre) auf 30 Monate gekürzt, da davon ausgegangen wurde, dass zu Beginn des Projektes die Stellen nicht unmittelbar besetzbar sind. Allein die Anpassung auf 36 Monate führt zu einer Erhöhung der Kosten von 12%.
2. eine einheitliche Berechnung der Personalkosten für alle Teilprojekte auf der Basis der Standard-Kostenansätze des BMBF. Dies macht die Teil-Projekte vergleichbar, führt aber gegenüber den Bewilligungen der ersten Förderphase zu einer rechnerischen Verteuerung von weiteren 11%.

3. die beantragte Aufstockung der Personalausstattung in den vier o.a. Bereichen. Sie führt zu einer weiteren Verteuerung der Projektkosten um ca. 15%.

## **Ausgangspunkt und Stand des Projekts**

GLOWA-Danube hat zum Ziel, neue Werkzeuge zu entwickeln und zu nutzen, die es erlauben, vor dem Hintergrund des Globalen Wandels unterschiedliche Handlungsoptionen bei der Bewirtschaftung von Wasserressourcen auf ihre Nachhaltigkeit hin zu überprüfen. Die Handlungsoptionen ergeben sich aus den regionalen Gegebenheiten, der Leistungsfähigkeit der natürlichen Umwelt, den menschlichen Ansprüchen und den technologischen und institutionellen Rahmenbedingungen. Die Fähigkeit zur Analyse der Auswirkungen unterschiedlicher Handlungsoptionen und deren Prüfung auf Nachhaltigkeit ist Voraussetzung für den Übergang zu einer nachhaltigen Bewirtschaftung von Wasserressourcen. Sie beruht auf Werkzeugen, die auf möglichst determinierte Weise und unter Berücksichtigung aller wichtigen natürlichen Rahmenbedingungen und menschlicher Einflussfaktoren verschiedene mögliche zukünftige Zustände als Folge heutigen Handelns beschreiben können.

Die Wechselwirkung von Gebirgen als Wasserüberschussregionen und damit als Wasserlieferanten und ihrer Vorländer als Wassernutzer ist archetypisch für die Struktur von Konflikten bei der Wasserbewirtschaftung. In diese Wechselwirkung gehen vielfältige natürliche und soziale Gradienten, vom Niederschlag bis zum Wohlstand, ein. Diese Konstellation erscheint deshalb auch prädestiniert für Fragestellungen, bei denen die räumliche Inhomogenität eine zentrale Rolle bei der Prozessbeschreibung und –erklärung inne hat. Sie spielt darüber hinaus weltweit eine herausragende kulturelle und ökonomische Rolle und ist in unterschiedlicher Ausprägung in allen Regionen der Erde anzutreffen (Alpen, Pyrenäen, Himalaya, Anden, Kaukasus, Altai, Äthiopisches Hochland, etc.).

Die Wechselwirkung von Gebirgen mit ihren Vorländern lässt sich mit den heutigen Mitteln noch nicht mit dem für Entscheidungen erforderlichen Grad an Determinismus und auf integrierte Weise in Modellen beschreiben und analysieren. Dies liegt an der Komplexität der Fragestellung bedingt durch ihren hohen Vernetzungsgrad, dem Fehlen von Verständnis für räumlichen Interdependenzen unter räumlichen Gradienten und nicht zuletzt an der Sensitivität der natürlichen Prozesse im System. Methoden zur Bearbeitung solcher und ähnlich gearteter Konstellationen sowie Lösungen werden aber gerade dort gebraucht, wo regional unterschiedliche Handlungsalternativen unter sich verändernden Randbedingungen auf ihre Nachhaltigkeit hin überprüft und daraus Handlungsempfehlungen abgeleitet werden sollen.

Für die Wasserflüsse und die daran gekoppelten Stoffflüsse und –umsätze wurde und wird deshalb in der ersten Förderphase im Rahmen des Projektes GLOWA-Danube der Prototyp eines Szenarien-Werkzeuges in Form des Entscheidungs-Unterstützungssystems DANUBIA exemplarisch für ein alpines Einzugsgebiet der gemäßigten Breiten am Beispiel der Oberen Donau entwickelt, validiert und angewandt. Der wesentliche Mehrwert, der dazu führen soll, dass mit DANUBIA ein realistisches Bild von Auswirkungen gewählter Handlungsoptionen entsteht, ist die anvisierte starke Integration der beteiligten Disziplinen aus den Natur- und Sozialwissenschaften.

## **Gesamtziele von GLOWA-Danube**

Oberstes Ziel von GLOWA-Danube ist es, für den funktionalen Typ des Wassereinzugsgebietes im Gebirgsvorland der humiden Breiten (F2 im Sinne der GLOWA-Ausschreibung) Integrationstechniken, integrierte Modelle und integrierte Monitoringverfahren zu entwickeln, zu validieren, und im netzwerk-basierten Entscheidungs-Unterstützungssystem DANUBIA zu implementieren. DANUBIA soll die wesentlichen natur- und sozialwissenschaftlichen Prozesse, die zur realitätsnahen Modellierung von Wasserflüssen in Gebirgs-Vorland-Situationen benötigt werden, enthalten. Es wird damit vor allem die lateralen Flüsse, die Ober-Unterlieger Beziehungen, die meteorologischen Gradienten sowie die spezielle Nutzung empfindlicher Grenzräume berücksichtigen. Es wird regional übertragbar sein und damit auf die breite Palette von Realisationen von Einzugsgebieten der GLOWA-Transsekte anwendbar sein.

DANUBIA wurde und wird in der ersten Antragsphase als Prototyp aufgebaut. Seine prinzipielle Funktionstüchtigkeit wird zunächst mit unterschiedlichen Szenarien, die auch den Ist-Zustand beinhalten, getestet.

Zweites Ziel von GLOWA-Danube ist, DANUBIA auf den gesamten Themenkomplex des Globalen Wandels des Wasserkreislaufs (GLOWA) exemplarisch für die Obere Donau für den Ist-Zustand anzuwenden sowie unterschiedliche Zukunftsszenarien zu entwickeln und auf ihre Nachhaltigkeit zu untersuchen. Die Zukunftsszenarien werden in einem offenen Stakeholder-Prozess gemeinsam mit den wesentlichen Stakeholdern entwickelt. Dies erlaubt, Erfahrungen zu sammeln, die zur Verfeinerung von DANUBIA führen werden. Die komplexen Szenarien, die mit DANUBIA untersucht werden sollen, beinhalten vor allem klimatische, politische, ökonomische, demographische und technologische Alternativen zum heutigen Zustand und schließen Änderungen in der Nutzung und Nutzungsintensität der Land- und Wasserressourcen ein. DANUBIA wird in seinem Endausbau allen an der Bewirtschaftung von Wasserressourcen Beteiligten (Politik und Verwaltung, Planungsbehörden, Nicht-Regierungsorganisationen (NGOs), Wissenschaft und Wirtschaft) als Instrument zur Verfügung stehen.

In der ersten Antragsphase wurden und werden vor allem Klimaszenarien und Alternativen in der Nutzung und Nutzungsintensität der Land- und Wasserressourcen entwickelt und mit dem Prototyp von DANUBIA untersucht. Im Vordergrund steht dabei, den Einfluss relativ einfacher, überschaubarer externer Faktoren auf Quantität und Qualität der Wasserressourcen in F2-Einzugsgebieten zu studieren und das Prinzip von DANUBIA an diesen Beispielen aufzuzeigen.

Fernziel von GLOWA-Danube ist es, einen entscheidenden Beitrag zur Entwicklung eines global anwendbaren Instrumentariums zu Simulation und Vergleich regionaler nachhaltiger Entwicklungsalternativen für eine breite Palette von Umweltbedingungen zur Verfügung zu stellen.

## **Formulierte und erreichte Ziele der ersten Förderphase**

Folgende Ziele wurden in der Präambel zum ersten Förderantrag für die Einrichtung von GLOWA-Danube gemeinsam formuliert:

- Entwicklung des Prototyps von DANUBIA

- Entwicklung von Verfahren zur Aggregation und Disaggregation von Prozessbeschreibungen und Daten (Scaling)
- Entwicklung und erste Nutzung von Global Change Szenarien zum Test von DANUBIA
- Entwicklung von Szenarien und Analyse der Wasser-Konflikte in der Oberen Donau
- Aufbau eines Geographischen Informationssystems (GIS) und eines gemeinsamen Datenverbunds zur Oberen Donau
- Datensammlung, Aufbereitung und Verfügbarmachung der Geländemessungen in den Test-Einzugsgebieten.

Wesentliche Etappen auf dem Weg zur Umsetzung der Ziele des ersten Förderantrages wurden bereits zum Zeitpunkt der Antragstellung (Oktober 2002) erreicht. Sie bestehen aus der Entwicklung eines Prototyps von DANUBIA, der Entwicklung und ersten Tests von Aggregations- und Disaggregationsverfahren, dem Aufbau des GIS- und Datenverbundes sowie der Sammlung, Aufbereitung und Verfügbarmachung wesentlicher Daten und der Geländemessungen in Testgebieten. Die Entwicklung und Nutzung erster Global Change Szenarien sowie die Analyse der Wasser-Konflikte in der Oberen Donau sowie eine Vorbereitung des Stakeholder-Dialogs werden in der verbleibenden Bewilligungszeit bis Ende 2003 folgen.

Die sektoral formulierten Ziele der Teilprojekte sowie der Stand der jeweiligen Umsetzung können aus den Anträgen der Teilprojekte entnommen werden.

## **DANUBIA**

Auf dem Weg zum Global Change Entscheidungs-Unterstützungssystem DANUBIA wurde zunächst ein Prototyp des hoch-integrativen, gekoppelten, verteilten, parallel arbeitenden Prozess-Modells geschaffen. Es bildet die Grundlage für die weiteren Arbeiten. DANUBIA besitzt

- *eine räumliche Struktur.* Sie ist durch das Konzept der Proxel (process pixel) gegeben. Proxel sind die „Atome“, aus denen sich DANUBIA zusammensetzt. Auf ihnen werden alle natur- und sozialwissenschaftlichen Elementarprozesse in DANUBIA beschrieben bzw. abgebildet. Zwischen ihnen können Größen ausgetauscht und damit räumliche Wechselwirkungen berücksichtigt werden. Sie sind räumlich als Raster organisiert.
- *eine zeitliche Struktur.* Sie ist durch einen Time-Controller in DANUBIA realisiert, der sicher stellt, dass die unterschiedlichen sektoralen Teil-Modelle in transparenter Weise zusammenarbeiten und kausale Reihenfolgen eingehalten werden.
- *eine klare Zuordnung der Zuständigkeiten bei der Prozessbeschreibung* zu den verschiedenen Disziplinen. Grundlage ist, dass jeder Prozess nur von einer Disziplin beschrieben wird. Konflikte durch Mehrfachbeschreibungen entfallen damit. Die benötigten Daten werden zwischen den Prozessmodellen über Schnittstellen ausgetauscht.

DANUBIA beschreibt somit die beteiligten Prozesse räumlich differenziert und ist darauf vorbereitet, laterale Umverteilungen aufgrund von Wasser-, Energie- und Stoffflüssen sowie Migration und Kapitalflüsse innerhalb des betrachteten Einzugsgebiets und über die Einzugsgebietsgrenzen hinweg explizit zu behandeln. Um das gekoppelte Modell als Grundlage von DANUBIA zu implementieren, wurden neue Ansätze, die die aktuellen Entwicklungen in den Informationstechnologien bieten, konsequent genutzt. Sie erlauben es, neue Brücken zwischen den beteiligten Disziplinen zu schlagen

und neue Möglichkeiten der Integration zwischen den Disziplinen zu erschließen. Die neuen Ansätze sind in Abb.1 schematisch dargestellt und sollen im Folgenden kurz beschrieben werden.

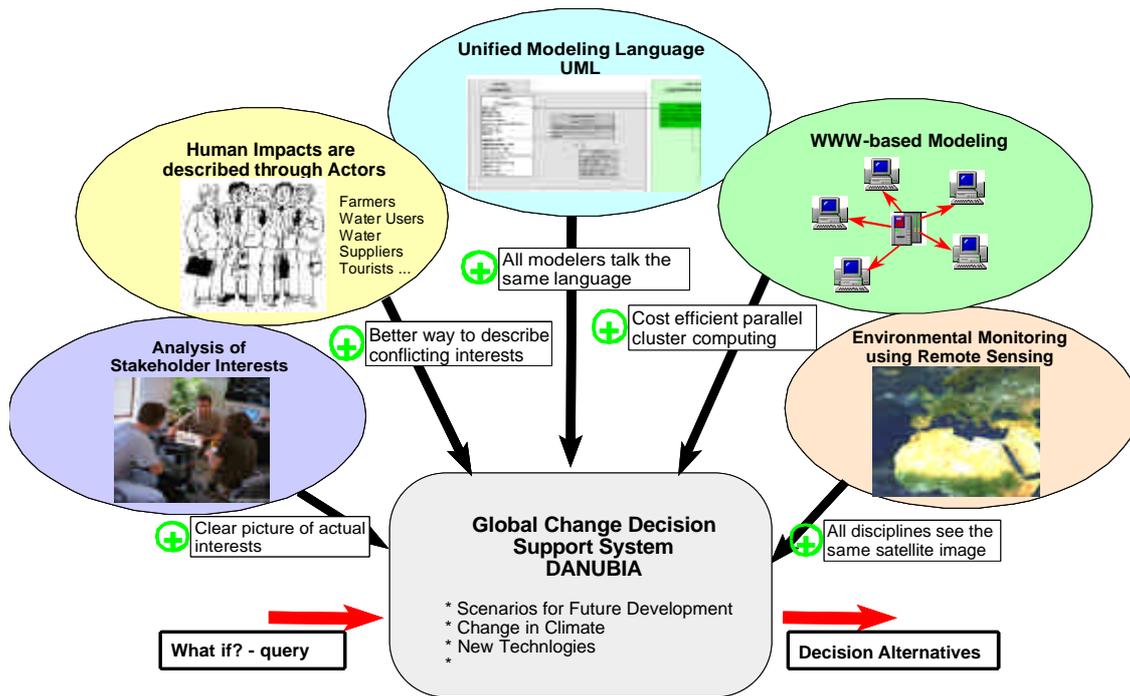


Abb.1: Schematische Darstellung des Global Change Entscheidungs-Unterstützungssystems DANUBIA mit den verwendeten integrativen Ansätzen.

### 1. Die Unified Modeling Language (UML, Booch et.al. (1999))

wird erfolgreich von allen Partnern in GLOWA-Danube als diagrammatische Sprache zur gemeinsamen Formulierung von DANUBIA und für die Definition der Schnittstellen zwischen den disziplinären Modellen eingesetzt. Aus UML werden automatisch Codegerüste in JAVA erzeugt. Die beteiligten Projektpartner stimmen in der Erfahrung überein, dass ohne die Nutzung der UML und die begleitende Unterstützung des Teilprojektes Informatik es nicht möglich gewesen wäre, innerhalb von 9 Monaten eine konzeptionelle und sehr detaillierte Übereinkunft zwischen den beteiligten Disziplinen über die Architektur von DANUBIA zu erzielen. Vor allem wäre es ohne diese Grundlage nicht möglich gewesen, in weiteren 5 Monaten unter Einbeziehung einer Kerngruppe von Teilprojekten dies bis zur GLOWA-Statuskonferenz in einen lauffähigen Prototyp von DANUBIA weiter zu entwickeln. Zum Zeitpunkt der Antragstellung und 21 Monate nach Projektbeginn tragen alle Projektgruppen mit lauffähigen und sinnvollen Teile-Modellen zu DANUBIA bei.

Jeder in DANUBIA modellierte Prozess besteht aus einem Objekt, das über Daten und Methoden verfügt und das mit seiner Umgebung im Austausch von Daten steht. Objekte bilden Verbund-Objekte, die zusammen einen übergeordneten Bereich von Teil-Prozessen abdecken. Abb.2 zeigt ein stark schematisiertes UML-Diagramm des gesamten DANUBIA-Prototyps. In ihm sind die 5 Verbund-Objekte und ihre Kopplung dargestellt. Die 5 Verbund-Objekte bestehen z.Zt. aus den folgenden thematischen Bereichen:

1. *Landsurface*, es beinhaltet die Objekte *RadiationBalance* (Bearbeiter: Hydrologie/Fernerkundung (Mauser)), *Soil* (Bearbeiter: Hydrologie/Fernerkundung (Mauser)), *Biological* (Bearbeiter: Pflanzenökologie (Tenhunen)) und *SnowAndIce* (Bearbeiter: Glaziologie (Kuhn))

2. *Atmosphere*, er beinhaltet die Objekte *AmoObs* (Bearbeiter: Zentralprojekt (Mauser) und Meteorologie/Beobachtungsdaten (Wirth)), *AtmoSat* (Bearbeiter: Niederschlag/Fernerkundung (Bendix)) und *AtmoMM5* (Bearbeiter: Meteorologie/MM5 (Egger))
3. *GroundWater*, er beinhaltet das Objekt *GroundWaterFlow* (Bearbeiter: Wasserwirtschaft/Grundwasser (Braun))
4. *RiverNetwork*, er beinhaltet das Objekt *SurfaceWaterFlow* und *SurfaceWaterQuality* (Bearbeiter: Oberirdische Gewässer (Willems))
5. *Actors*, er beinhaltet die Objekte *HouseholdActor* (Bearbeiter: Umweltpsychologie (Ernst)), *FarmingActor* (Bearbeiter: Agrarökonomie (Dabbert)), *WaterSupplyActor* (Bearbeiter: Wasserversorger (Braun)) und *TouristActor* (Bearbeiter: Tourismus (Schmude)).

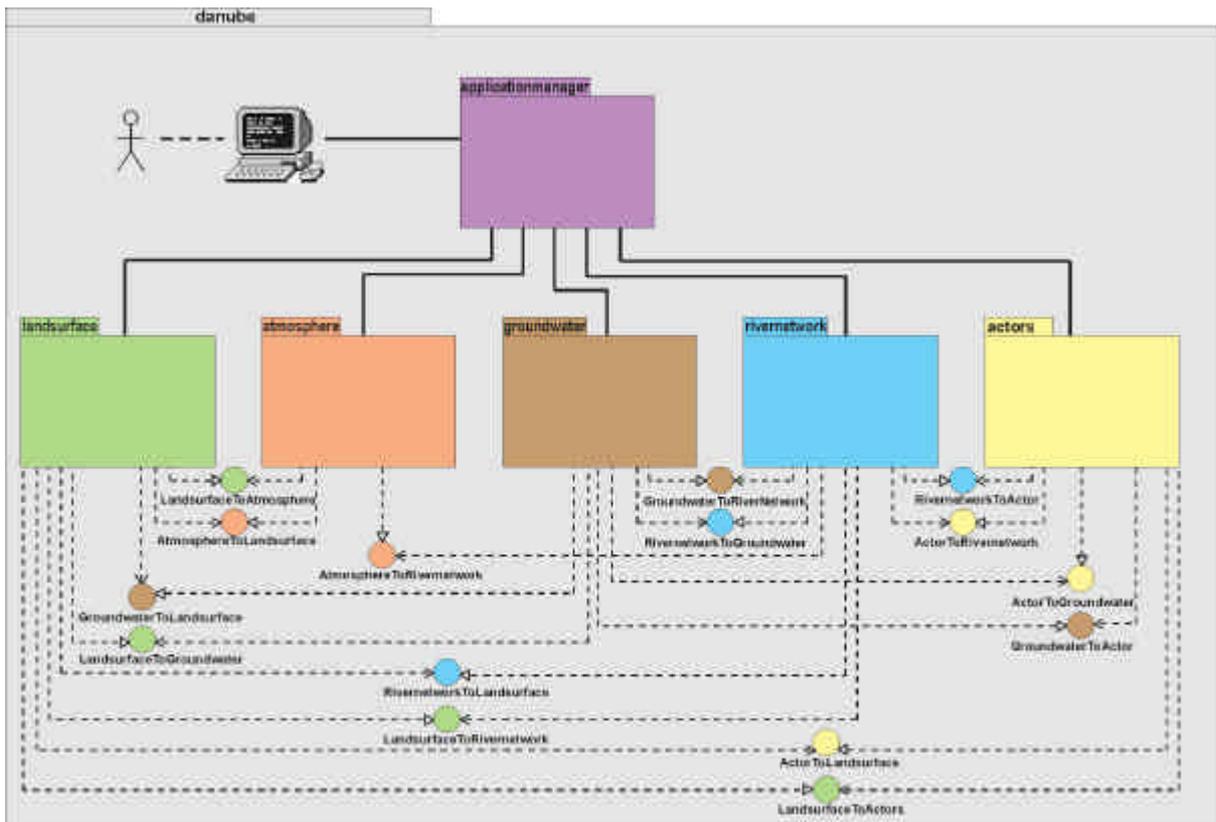


Abb.2: Schematische Darstellung der Struktur von DANUBIA auf der Ebene der Verbund-Objekte

Die Verbund-Objekte tauschen über die in Abb.2 dargestellten Schnittstellen (Kreis mit Pfeilen) in synchronisierter Weise Daten aus. Sie werden von einem *ApplicationManager* (Bearbeiter; Informatik (Hennicker)), der u.a. die Steuerung des zeitlichen Ablaufs synchronisiert, koordiniert.

Den Grund für den Erfolg des Ansatzes sehen wir neben der Bereitschaft aller Beteiligten zur interdisziplinären Arbeit vor allem in der Schaffung einer gemeinsamen Sprache, die nur die wesentlichen inter-disziplinären Sachverhalte und Schnittstellen beschreibt, dokumentiert und damit disziplinübergreifende Verpflichtungen und Konventionen schafft. Sie versucht nicht, die inner-disziplinären Sprachkonventionen zu ersetzen. Zentraler inhaltlicher Teil des Ansatzes ist, dass ein Prozess in DANUBIA nur von einem Partner beschrieben wird. Der Prozess der Erstellung der UML-Diagramme hat dazu geführt, dass doppelte bzw. mehrfache Zuständigkeiten aufgedeckt wurden und gelöst werden konnten. So haben z.B. zu Beginn von GLOWA-Danube die Meteorologie, die Pflanzenökologie und die Hydrologie die Landoberflächenverdunstung behandelt, und das mit höchst unterschiedlichen Ansätzen. Die UML-Schnittstellenanalyse hat dies aufgedeckt und intensive Diskussionen haben dazu geführt, dass die Landoberflächenverdunstung nun in eine Pflanzen-

Transpiration mit Zuständigkeit bei der Pflanzenökologie und eine Boden- bzw. Wasser-Verdunstung mit Zuständigkeit bei der Hydrologie aufgeteilt wurden. Dies schafft die Möglichkeit, hydrologische Modelle so zu formulieren, dass die Pflanzenverdunstung auch tatsächlich von der Physiologie der Pflanze (im Rahmen eines pflanzenökologischen Modells) gesteuert wird und nicht von hydrologischen Vorstellungen über den Prozess.

In GLOWA-Danube haben sich alle Teilprojekte verständigt, ihre neuen Modelle auf der Grundlage einer UML-Analyse und -Formulierung in JAVA zu entwickeln. Vorhandene Modelle, wie z.B. das Atmosphären-Modell MM5, werden über eine JAVA-Brücke an DANUBIA angeschlossen. Die Objekt-Orientierung der Modellentwicklung kapselt jedes Teilmodell und macht es zu einer eigenständigen Einheit. Dies eröffnet u.a. ohne Probleme die technischen Möglichkeiten, verschiedene hydrologische Modelle auszutauschen und damit deren Einfluss auf das Ergebnis des Gesamtmodells zu vergleichen.

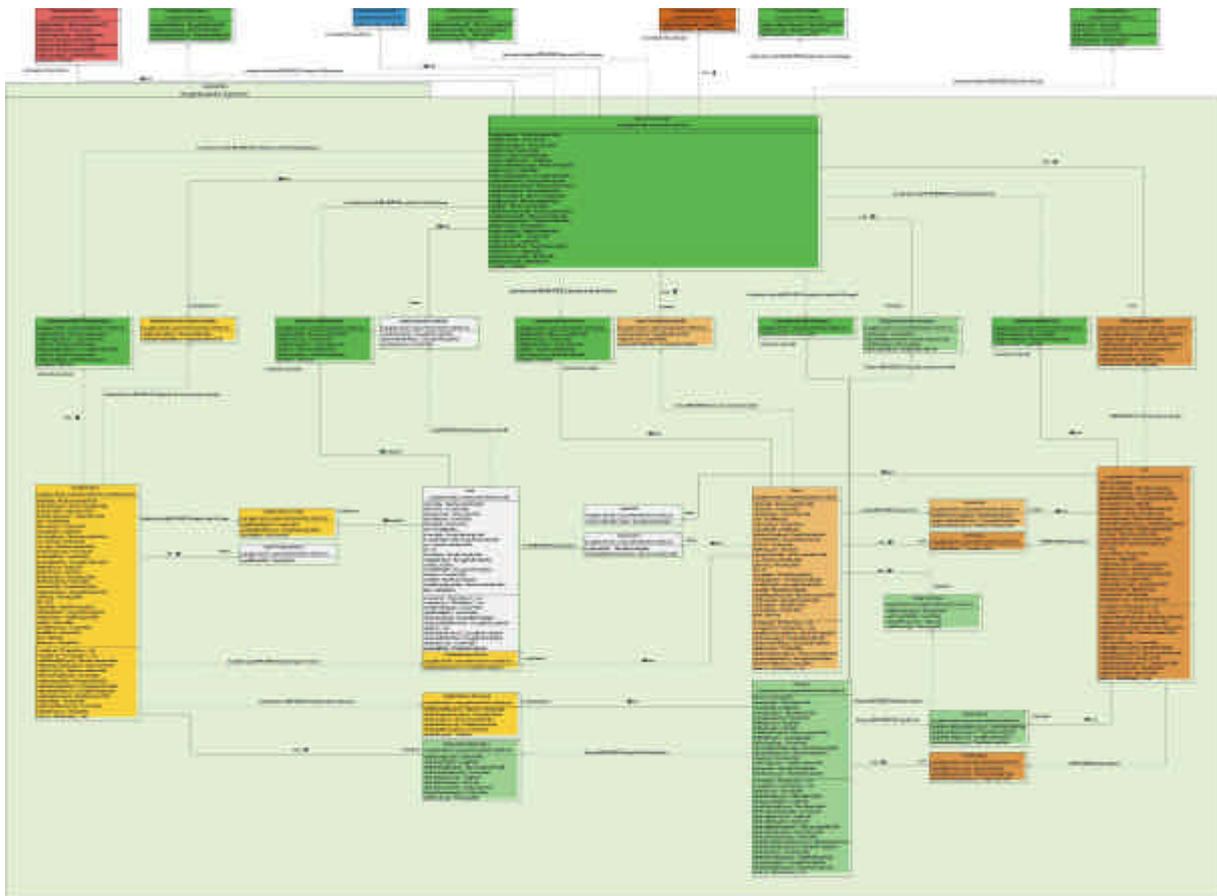


Abb.3: UML-Diagramm der Modellstruktur des Landoberflächenmodell in DANUBIA.

Abb.3 zeigt ein UML-Diagramm des Verbund-Objekts *Landsurface*, das gemeinsam von vier Teildisziplinen in GLOWA-Danube entwickelt wurde. Die Kästen repräsentieren Objekte mit den nach außen hin sichtbaren Methoden und Parametern. Sie sind über Schnittstellen, über die sie Daten austauschen, miteinander verbunden. Das Verbund-Objekt *Landsurface* ist ein fortschrittliches Landoberflächen- (SVAT- Soil-Vegetation-Atmosphäre-)Modell, das den Energieaustausch, die Wasserbewegung im Boden, das Pflanzenwachstum und die Dynamik von Schnee und Eis für jedes Proxel im Einzugsgebiet der Oberen Donau gekoppelt beschreibt. *Landsurface* gibt als Ergebnisse Strahlung (kurz- und langwellig) und Wasserdampf an die Atmosphäre ab, erhält Niederschlag und CO<sub>2</sub> von ihr, gibt Wasser ans Grundwasser und an die Flüsse ab und gibt den Wachstumsstand der Vegetation an das Akteurmodell Landwirt im Verbund-Objekt *Actors* ab. *Landsurface* koppelt ein

Pflanzenwachstumsmodell, ein Bodenfeuchte-Nährstoff-Modell, ein Bestandes-Reflexionsmodell und ein Modell für Schnee und Eis, miteinander. Das UML-Diagramm in Abb.3 beschreibt formal alle Objekte im Verbund-Objekt mit ihren Variablen, Programmteilen und Schnittstellen sowie am oberen Rand die Schnittstellen zu den Verbund-Objekten der Atmosphäre, des Grundwassers, der Gewässer und der Akteure. Dort sind die Daten definiert, die die übrigen Verbund-Objekte mit dem Verbund-Objekt *Landsurface* austauschen. Das gezeigte Diagramm lässt sich automatisch in ein JAVA-Codegerüst umsetzen, in das jede Disziplin dann ihre speziellen Algorithmen zur Prozessbeschreibung einsetzt.

2. *die Entwicklung des netzbasierten Rechnens (Network-Computing),*

ermöglicht den Datenaustausch zwischen den verschiedenen Modellen an den jeweiligen Instituten der beteiligten Projektpartner über das World Wide Web (WWW) und erlaubt damit verteiltes paralleles Rechnen. Modelle im Sinn des netzbasierten Rechnens sind alle Objekte in DANUBIA, die über Schnittstellen Daten mit anderen Objekten austauschen. Zu ihnen gehören sowohl extrem rechenaufwändige regionale Klimamodelle als auch das Grundwassermodell und Akteurmodelle. Dabei spielt es wegen der Universalität des Datenaustausches im Netz bei der parallelen Ausführung der Modelle keine Rolle, ob die kommunizierenden Rechner im selben Zimmer, in verschiedenen Zimmern derselben Arbeitsgruppe oder irgendwo auf der Erde stehen. Die Teilmodelle in DANUBIA rechnen zurzeit noch hauptsächlich verteilt auf einem kosteneffizienten LINUX-Cluster mit 56 CPUs, 26 GigaByte Hauptspeicher und 500 GByte Plattenkapazität am Institut des Koordinators und erreichen dort die vielfache Rechenleistung konventioneller Systeme. Dies ermöglicht u.a. die schnelle Identifikation und Beseitigung von Fehlern. Innerhalb der ersten Bewilligungsphase wird DANUBIA auch auf dem WWW rechnen und damit erlauben, erste Erfahrungen auf diesem Gebiet sammeln zu können

3. *die Repräsentation sozio-ökonomischer Prozesse durch einen Multi-Akteure-Ansatz.*

Dabei werden Handeln und Entscheidungen vieler Akteure simuliert. Multi-Akteur-Modelle befinden sich in einer dynamischen Entwicklungsphase mit ersten erfolgreichen Anwendungen. Hauptaugenmerk liegt in einer Verallgemeinerung des Ansatzes (auch im Sinn der UML und einer objekt-orientierten Struktur). Die Kernidee eines Multi-Akteur-Modells ist es, *einzelne* Handelnde in ihrem Gegenstandsbereich und ihren inhaltlichen wie räumlichen Wechselwirkung zu anderen Akteuren zu modellieren. Dieses Vorgehen unterscheidet sich damit grundsätzlich von den summativen Modellierungsansätzen, bei denen die Input-Output-Funktionen eines Gesamtsystems beschrieben werden. Der Akteuransatz ist vor allem dann von Vorteil, wenn eine sinnvolle Typisierung der Akteure vorgenommen werden kann und wenn es gilt, kausale Beziehungen in den Wechselwirkungen zwischen Sozial- und Naturwissenschaften zu berücksichtigen. Die Typisierung erfolgt in DANUBIA zunächst in Landwirte, Touristen, Wirtschaft, private Wassernutzer und Wasserversorger. Entscheidungen werden in Akteurmodellen so modelliert, dass sie von den Ergebnissen der naturwissenschaftlichen Teilmodelle beeinflusst werden und durch ihre Entscheidungen wiederum die Eingaben für die naturwissenschaftlichen Teilmodelle beeinflussen. Die Modellierung der Akteure erlaubt dann nicht nur eine feinkörnige Extrapolation von Verhalten (was im Fall von DANUBIA im Hinblick auf Akteurtypen wie auf ihre räumliche Verteilung und Wechselwirkung von Belang ist), sondern ist auch leicht erweiter- und verfeinerbar. Im vorliegenden Prototyp von DANUBIA werden in der ersten Projektphase die Akteure mit flachen Akteurmodellen beschrieben. *Flache Modelle* spezifizieren mit keinen oder wenigen theoretischen Annahmen In- und Outputzusammenhänge des Verhaltens einzelner Akteure. Flache Multi-Akteur Modelle werden im

DANUBIA Modellverbund in der ersten Projektphase in der Psychologie, der Agrarökonomie, der Wirtschaftswissenschaft und der Wasserwirtschaft entwickelt.

4. die Nutzung der satellitengestützten Fernerkundung zur Umweltbeobachtung

Aus den digitalen Messwerten der Fernerkundung werden vor allem Art und Zustand von Vegetation und Wolken (Niederschlag) ermittelt. Diese werden u.a. in die Modelle der Landoberfläche (Pflanzenökologie, Landoberfläche, Boden und Schnee/Eis) assimiliert. Die gemeinsamen Arbeiten der natur- und sozialwissenschaftlichen Gruppen haben aber auch gezeigt, dass ein hoher Bedarf an Daten zur Entwicklung der Siedlungen, Industrie und versiegelten Flächen besteht. Dies hat dazu geführt, dass innerhalb der ersten Projektphase über die Entwicklung von Verfahren zur Bestimmung von Pflanzenparametern und Wolkeneigenschaften aus Fernerkundungsdaten hinaus verstärkt Methoden zur Analyse von Siedlungsstrukturen entwickelt werden. Die resultierenden, aktuellen und von administrativen Grenzen (z.B. Gemeinde- und Landkreisgrenzen) unabhängigen Datensätze werden als Grundlage für ihre Modellentwicklung im Verbund-Objekt *Landsurface* und im Verbund-Objekt *Actors* genutzt. Im Verbund-Objekt *Actors* ist vordringliches Ziel die Disaggregation der Bevölkerungsdichte. Die Nutzung der Fernerkundung führte z.T. zu wesentlichen Verbesserungen der Ergebnisse der Modellrechnungen. Dies zeigt Abb.4, in der die DANUBIA-Modellrechnung des Wasserhaushaltes der Oberen Donau im Jahr 1999 in räumlicher Form in zwei Varianten dargestellt ist.

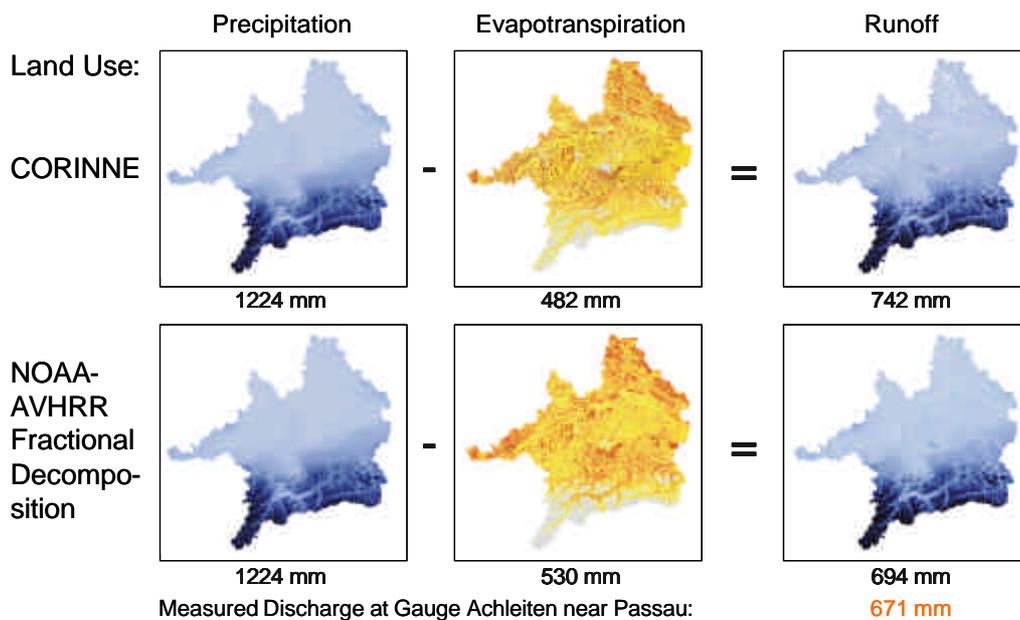


Abb.4: Modellergebnisse zur räumlichen Verteilung des Wasserhaushalts 1999 im Einzugsgebiet der Oberen Donau mit konventionellen Landnutzungsdaten (CORINE) und mit aus NOAA-AVHRR gewonnenen Landnutzungsdaten. Von links nach rechts (hell = wenig, dunkel = viel): Niederschlag, Verdunstung, Abfluss. Der gesamte Abfluss ergibt sich zu 742mm/a bzw. 694 mm/a in Vergleich zu einem gemessenen Abfluss von 671 mm/a.

Variante 1 benutzt zur Berechnung der Evapotranspiration die CORINE-Landnutzungsinformation der EU, die zweite Variante benutzt subskalige Landnutzung aus NOAA-AVHRR-Fernerkundungsdaten, die prozentuale Anteile der Landnutzungsklassen Proxel (im vorliegenden Fall mit einer Fläche von 1 km<sup>2</sup>) erzeugt. Deutlich ist in Abb.4 zu sehen, dass der resultierende Abfluss im Fall der subskaligen NOAA-AVHRR Landnutzungsinformation bedeutend besser mit dem gemessenen Abfluss übereinstimmt, als die Modellrechnung mit den CORINE-Daten.

#### 5. *die Zusammenarbeit mit den Betroffenen (Stakeholder)*

in dem Prozess der Definition der Zukunftsszenarien, in der Risikoabschätzungen sowie im Herausarbeiten von Konflikten. Durch einen Stakeholder-Dialog, der im Rahmen von GLOWA-Danube in ähnlicher Weise konsequent angegangen werden soll, wie die Entwicklung von DANUBIA, soll ein offener, transparenter Prozess der Nutzung von DANUBIA zur Verdeutlichung der Konsequenzen unterschiedlicher Zukunftsszenarien entwickelt werden. Im Rahmen von Stakeholder-Konferenzen und Stakeholder-Foren, in denen inhaltliche Themenbündel gemeinsam behandelt werden sollen, werden anhand von Modellergebnissen unterschiedliche Szenarien mit den Betroffenen diskutiert und analysiert. Eine leicht zu bedienende, XML-basierte Benutzeroberfläche wird es den Stakeholdern ermöglichen, sich bei der Entwicklung von Szenarien zur zukünftigen Wassernutzung im Einzugsgebiet der Oberen Donau zu beteiligen. Dieser Prozess führt zu einer möglichst frühzeitigen Berücksichtigung der Nutzer mit dem Ziel eines praxisorientierten Design von DANUBIA.

### **Ziele der zweiten Förderphase**

Ziel der zweiten Förderphase ist es, aus dem momentanen Prototyp-Modell DANUBIA das Entscheidungs-Unterstützungssystem DANUBIA zu entwickeln und für komplexe Szenarien anzuwenden. Dabei sollen die in der ersten Phase erfolgreich durchgeführten Arbeiten als Grundlage dienen und konsequent weiterentwickelt werden. Die inhaltliche Ausgestaltung der geplanten Arbeiten in der zweiten Projektphase leitet sich dabei sowohl aus den Empfehlungen der Gutachterevaluierung der ersten Phase als auch aus dem gemeinsamen Wunsch der Weiterführung des eingeschlagenen Weges bei der Konzeption des Projektes her.

Folgende **neue** Schwerpunkte werden in der zweiten Phase von GLOWA-Danube auf der Grundlage der bereits bewährten integrativen Arbeitsmethodik unter Nutzung der einheitlichen diagrammatischen Modellbeschreibung mit UML, der objekt-orientierten Modellimplementierung mit JAVA und der einheitlichen Beschreibung von Raum und Zeit angegangen:

- Inhaltliche Schwerpunktsetzung auf die vier wechselwirkenden Kernthemen Wassernutzung, Landnutzung, Klimaveränderung und Tourismus. Interne (zunächst ohne Stakeholder) Formulierung von Global Change Szenarien auf der Grundlage dieser Kernthemen.
- Formulierung eines einheitlichen, zur DANUBIA-Architektur kompatiblen, tiefen Multi-Akteur-Objektes im Sinn des proxel-basierten Modellansatzes. Aus ihm werden die beteiligten sozio-ökonomischen Disziplinen ihre jeweiligen disziplinären Multi-Akteurmodelle ableiten. Sie werden an geeigneten Fallbeispielen mit den verfügbaren, summativen Ansätzen verglichen.
- Entwicklung von Methoden zur Ableitung komplexer aber realistischer Zukunftsszenarien aus absehbaren Veränderungen im natürlichen System (Klimaänderungen) und im Bereich der administrativ-politischen Rahmenbedingungen (z.B. EU-Wasserrahmenrichtlinie, Agrarreform (z.B. Agenda 2007 („Fischler-Pläne“)).
- Einstieg in einen sorgfältigen, wissenschaftlich begleiteten Stakeholder-Dialog mit der Aufgabe, gemeinsam mit den Stakeholdern komplexe Global Change Szenarien zu entwickeln und dem Ziel, DANUBIA im Rahmen von dabei auftretenden Wasser-Zielkonflikten zwischen Stakeholdern im Einzugsgebiet der Oberen Donau als Szenariinstrument gemeinsam zu benutzen.

Unter komplexen Szenarien sollen im weiteren solche Szenarien verstanden werden, die aus dem Zusammenwirken mehreren angenommener Veränderungen bestehen.

Neben diesen neuen Schwerpunkten, die vor allem die sozio-ökonomischen Teilprojekte von GLOWA-Danube betreffen und in ihrer Bedeutung verstärken, sind unter Einbeziehung der sektoralen Fragestellungen in den einzelnen Teilprojekten folgende wesentliche gemeinsame Entwicklungen anzugehen:

- Verbesserung und Erweiterung der Prozessbeschreibung im natur- und sozialwissenschaftlichen Bereich durch gemeinsame Modellierung und Identifikation von Fehlern und Unsicherheiten in den resultierenden Ergebnissen.
- Untersuchung des Einflusses der verwendeten räumlichen Skalen (30m in Testgebieten bis 1 km im gesamten Gebiet) auf den notwendigen Detaillierungsgrad bei der Beschreibung der Prozesse in allen Teilprojekten. Bau von Brücken zwischen den Skalen und zwischen den disziplinären Skalenbegriffen unter Nutzung gemeinsamer Testgebiete.
- Gemeinsame wissenschaftliche Nutzung von DANUBIA u.a. zur Analyse von Modellausgaben und zur Identifikation kritischer Zustände (z.B. Hochwasser, Dürren, Wasserqualitätsprobleme).
- Qualitätssicherung von DANUBIA durch sektorale Fehleranalyse, durch Fehlerfortpflanzungsanalyse bei der Kopplung, sowie durch Steigerung der Bedienbarkeit, Performanz und der Wartbarkeit.
- Schaffung einer Infrastruktur zur interaktiven Bedienung und Steuerung von DANUBIA und zur Auswertung – Aufbereitung - Visualisierung der Ergebnisse einzelner Szenarienläufe.

### **Das Global Change Decision Support System (GCDSS) DANUBIA**

Sinn des zu entwickelnden GCDSS DANUBIA ist es, zukünftig mögliche Zustände des Wasserkreislaufs im Einzugsgebiet der Oberen Donau und die Entwicklungen, die zu ihnen führen, zu modellieren. Grundlage dafür bilden der heutige Zustand, Vorstellungen über Faktoren, die die zukünftige Entwicklung bestimmen sowie eine möglichst deterministische Beschreibung der natürlichen und sozio-ökonomischen Prozesse. Eine auf der Basis von Annahmen mögliche modellierte Zukunft ist ein Szenario. DANUBIA soll erlauben, unterschiedliche Szenarien zu bearbeiten. Es ist allerdings nicht vorgesehen, mit DANUBIA den umgekehrten Weg gehen zu können, also einen zukünftigen Zustand vorzugeben und das dazu geeignete Szenario in Form von Handlungsempfehlungen zu bestimmen. Dies sprengt die mit DANUBIA gegebenen Möglichkeiten. Die sich aus den Szenarien ergebenden Zukünfte veranschaulichen mögliche Auswirkungen globaler Umweltveränderungen vor dem Hintergrund regionaler natürlicher und sozio-ökonomischer Prozesse und vorgegebener ordnungspolitischer Entscheidungen. Wichtige Schnittstellen bestehen somit zwischen DANUBIA und den Stakeholdern, also den Zuständigen für das und Betroffenen von dem regionalen Umweltmanagement. DANUBIA muss dafür in der Lage sein, Zukunfts-Szenarien, die von den Stakeholdern formuliert werden, aufzunehmen und die Resultate in verständlicher Form den Stakeholdern zur Verfügung zu stellen.

### **Inhaltliche Schwerpunktsetzung auf die vier wechselwirkenden Kernthemen Wassernutzung, Landnutzung, Klimaveränderung, Tourismus.**

Die Diskussionen innerhalb des GLOWA-Danube Projektteams zur inhaltlichen Ausrichtung der weiteren Arbeit haben ergeben, dass es uns wichtig erscheint, die in der zukünftigen Modellierung mit DANUBIA behandelten Themenbereiche zunächst einzuschränken und klar zu strukturieren. Dies soll in der Aufbauphase zu einer überschaubaren Themenauswahl führen und damit eine kausale Analyse

der Ergebnisse erleichtern. Die komplexen Szenarien, die in der zweiten Projektphase behandelt werden sollen, sollen sich aus der Analyse der wichtigsten vorhersehbaren wasserbezogenen Reaktionen im Einzugsgebiet der Oberen Donau auf prognostizierte Klimaveränderungen ergeben. Bei ihrer Entwicklung wird eine umfassendere Sicht auf den Wasserkreislauf zugrunde gelegt werden, die über die direkt der Wasserwirtschaft unterliegenden Abfluss-Komponenten Flusswasser, Grundwasser und Seen, die im Folgenden nach Falkenmark (1989) als „blaues Wasser“ bezeichnet werden, auch diejenigen Wasserhaushalts-Komponenten berücksichtigt, die durch die Vegetation fließen bzw. auf der Fläche genutzt werden und im Folgenden als „grünes Wasser“ bezeichnet werden. „Blaues“ Wasser steht zu „grünem“ Wasser an der Oberen Donau im Verhältnis 5:3 (siehe Abb.4) und ist damit keineswegs zu vernachlässigen. „Grünes Wasser“ unterliegt u.a. starker Beeinflussung durch Landnutzungsänderungen. Vor dem generellen Hintergrund eines sich verändernden Klimas geht die Untersuchung des Wasserhaushalts somit weit über die klassischen Bereiche der Bewirtschaftung des „blauen Wassers“ hinaus. Ein wesentlicher Wassernutzer im Einzugsgebiet der Oberen Donau wird aus dieser Sicht die Land- und Forstwirtschaft, die zum Zweck der Ertragsoptimierung der Pflanzen eine direkte und indirekte Bewirtschaftung des „grünen Wassers“ durch Verdunstung betreibt. Der Tourismus nutzt neben dem „blauen Wasser“ in immer größerem Umfang „grünes Wasser“ in Form von Schnee. Seine wirtschaftliche Bedeutung als Wassernutzer im Einzugsgebiet der Oberen Donau steigt zudem stetig an. Beide Bereiche, Land- und Forstwirtschaft und auch Winter-Tourismus reagieren sehr sensibel auf Klimaänderungen und sind in hohem Maß auf den Einsatz von Technologien und Investitionen angewiesen. Vor allem die Landwirtschaft verursacht darüber hinaus ein beachtliches Wasserqualitätsproblem durch den Einsatz von Düngemitteln und Pestiziden. Wassernutzung, Landnutzung und Tourismus bauen somit im Rahmen des prognostizierten Klimawandels ein Spannungsfeld auf, das in Abb.5 dargestellt ist.

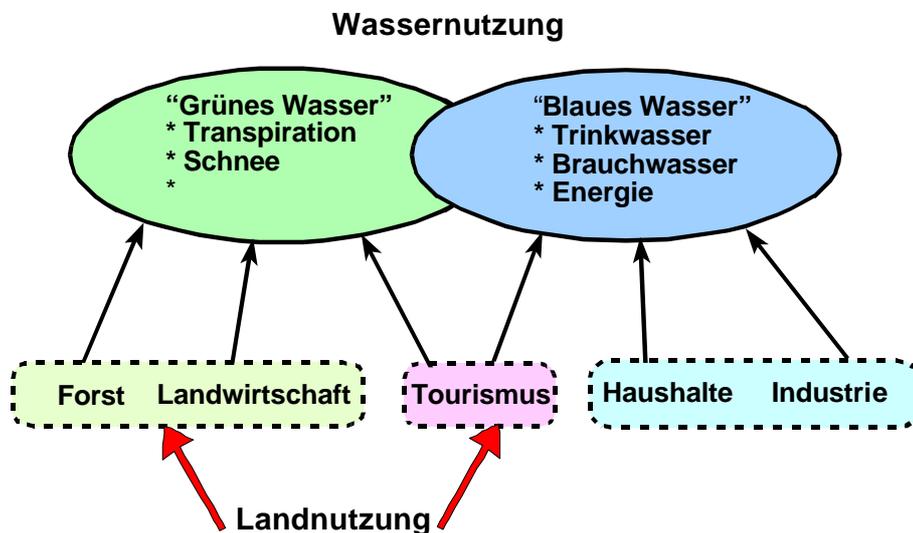


Abb.5: Kernthemen der Szenario-Entwicklung im Einzugsgebiet der Oberen Donau

In diesem Spannungsfeld sollen unterschiedliche Szenarien definiert und mit DANUBIA berechnet werden. Die dabei betrachteten Abläufe sollen zunächst innerhalb von GLOWA-Danube spezifiziert werden. So wird man sich z.B. im Bereich der Landwirtschaft zunächst bei der Vorausschau auf die nächsten 5 Jahre und damit auf die mögliche Veränderung der Anbaupraxis durch eine veränderte Förderstruktur, die den Schwerpunkt auf umweltförderndes Verhalten legt (z.B. durch die Agenda 2007), beschränken. Kernfragen sind dabei, worin in den angenommenen Entwicklungen ökonomisch sinnvolles Verhalten der Landwirte in ihrer jeweiligen natürlichen Situation (Böden, Klima, Lage)

bestünde und welche Auswirkungen das kollektive Verhalten auf z.B. den Stickstoffeintrag ins Grundwasser hat. Entscheidungen der Landwirte sollen u.a. mit einem Akteurmodell räumlich explizit mit DANUBIA für unterschiedliche Annahmen simuliert werden, wobei die Auswirkung auf die Wasserqualität in Vordergrund des Interesses steht. Dies hat zum Ziel, ein möglichst tragfähiges und realistisches Modell als Grundlage für den Einstieg in den Stakeholder-Dialog zur Verfügung zu stellen.

### **Ein einheitliches tiefes Multi-Akteurmodell Objekt im Sinn des objekt-orientierten Modellansatzes**

Intensive Diskussionen innerhalb des GLOWA-Danube Projektteams haben dazu geführt, dass sich die ursprüngliche Absicht, die sozio-ökonomischen Prozesse in DANUBIA mit tiefen, d.h. die Prozesse explizit modellierenden, Multi-Akteurmodellen zu repräsentieren, als tragfähig gefestigt hat. *Tiefe Modelle* erzeugen das Verhalten der Akteure aus einer Theorie über den Akteur heraus und lassen semantisch sinnvolle Aussagen über die Beweggründe des Akteurverhaltens zu. Methoden sind hier z.B. die symbolische Modellierung, bei der die Entscheidungsschritte in Form einer Abarbeitung von Regeln beschrieben werden. Mit einem tiefen Modell lassen sich dynamische Phänomene der Anpassung, des Lernens und der Interaktion abbilden und interpretieren. Im ersten Schritt waren flache Modelle angestrebt. Insbesondere bei der Modellierung typischer politischer Akteure, Landwirte und Wasserversorger ist jetzt schon offenkundig, dass eine tiefe, d.h. theoretisch begründete Modellierung des Akteurverhaltens eine sehr anspruchsvolle Aufgabe ist. Hinzu kommt, dass in einer dynamischen und hoch interaktiven Domäne Prognosen aufgrund eines solchen Modells zunächst eher exemplarischen Charakter haben müssen. Auf der anderen Seite soll mit dem vorliegenden Vorhaben versucht werden, den Weg der Entwicklung von summarischen Modellen über flache Akteurmodelle bis hin zu tiefen Modellen zu gehen und auf Tragfähigkeit zu prüfen.

Nach unserer Einschätzung besitzt dieser Ansatz das größte Potential für eine erfolgreiche Integration von natur- und sozialwissenschaftlichen Ansätzen. Er lässt sich objekt-orientiert mit den in GLOWA-Danube bereits bewährten Integrationswerkzeugen (UML, JAVA) gemeinsam entwickeln. Die gedanklich zugrunde gelegten Basis-Akteure besitzen nämlich Grundeigenschaften, die an spezifische Akteurgruppen vererbt werden können (z.B. Handlungsoptimierung zur Erreichung von Zielen). Mit dem objekt-orientierten Ansatz wird es relativ einfach, diese Grundeigenschaften im Rahmen der jeweiligen Disziplin zu verfeinern. Als weiterer Vorteil wird gesehen, dass Multi-Akteur Systeme wegen ihres expliziten Charakters aus sich heraus räumlich strukturierbar sind, indem die unterschiedlichen Akteure an unterschiedlichen Orten agieren können (z.B. je ein disziplinärer Akteur pro „bewohntem“ Proxel). Sie können damit auch in vielfältiger Weise in räumliche Wechselwirkungen treten.

Der Nachteil tiefer Multi-Akteurmodelle ist, dass sie umfangreiche Daten benötigen, um realistisch zu arbeiten. Darin unterscheiden sie sich nicht von verteilten naturwissenschaftlichen Modellen z.B. zur Beschreibung der hydrologischen Prozesse auf der Landoberfläche

Der Erfolg des Multi-Akteur Ansatzes wird somit entscheidend davon abhängen, ob die benötigten Daten verfügbar gemacht werden können. GLOWA-Danube will dazu einen Beitrag leisten, indem die gute Datenlage in der gesamten Oberen Donau sowie in den gewählten Testgebieten dazu genutzt werden soll, um neue Möglichkeiten der Fernerkundung zu entwickeln, um in Kombination mit konventionell erhobenen Daten verbesserte sozialwissenschaftliche Daten abzuleiten.

Abb.6 zeigt unsere Vorstellung von einem verallgemeinerten tiefen Akteurmodell am Beispiel eines Landwirtes, der auf einem Proxel (mit definierten natürlichen Eigenschaften) Landwirtschaft betreibt und damit durch seine Ertragserwartung Entscheidungen über die Landnutzung sowie den Düngemittel, Pestizid-, Arbeitskräfte- und Technologieeinsatz trifft. Er ist beeinflusst durch externe Faktoren, wie Ein- und Verkaufspreise, Gesetze und Regeln, Subventionen und verfügbare Technologien. Es wird die Annahme zugrunde gelegt, dass Landwirte ihre Entscheidungen über

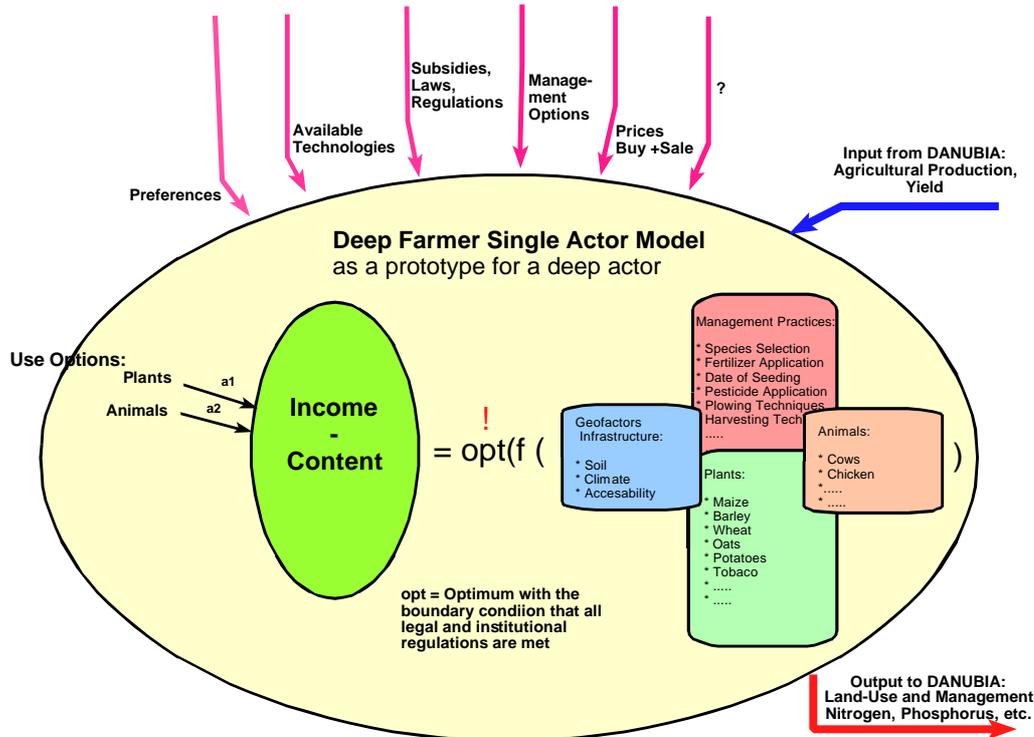


Abb.6: Abstrakte Struktur eines tiefen Akteurs in DANUBIA am Beispiel des Landwirts

Handlungsalternativen unter Beachtung der gegebenen Rahmenbedingungen optimal treffen. Die Entscheidungen werden an die betroffenen Objekte in DANUBIA weitergegeben. So teilt der *FarmingActor* die von ihm gewählten Anbaufrüchte dem Objekt *Landsurface* mit, was dazu führt, dass die vom Landwirt gewählten Pflanzen auch auf dem betroffenen Proxel wachsen. Optimal bedeutet in diesem Zusammenhang zunächst, dass das Einkommen maximiert wird. In einem weiteren Schritt lässt sich dies entsprechend erweitern, indem z.B. pfadabhängig Handlungs-Präferenzen einbezogen werden. Die tiefen Multi-Akteur Modelle der übrigen sozialwissenschaftlichen Disziplinen Wassernutzer, Tourismus, Ökonomie und Wasserversorger werden eine analoge Struktur besitzen.

### Methoden zum Ableiten von komplexen aber realistischen Zukunftsszenarien aus absehbaren Veränderungen

Zukunftsszenarien sind externe Vorgaben von Randbedingungen, die im Rahmen der Modellstruktur und der Prozessbeschreibung den Modellablauf mit der Zeit bestimmen. Die Analyse der inhaltlichen Zuständigkeiten innerhalb von GLOWA-Danube, die zu der in Abb.2 dargestellten Struktur geführt hat, hat auch ergeben, dass Zukunftsszenarien nur von bestimmten Verbund-Objekte sinnvoll bearbeitet werden können. Zum jetzigen Stand der Entwicklung von DANUBIA als regionales Modell erscheint es sinnvoll, anzunehmen, dass nur das Klima sich verändern kann sowie dass veränderte Randbedingungen nur über menschliche Entscheidungen wirken können. Damit ist das Verbund-Objekt *Atmosphere* für alle Klimaänderungen zuständig und verarbeitet alle extern vorgegebenen

Klimaszenarien, das Verbund-Objekt *Actors* ist für die Verarbeitung aller übrigen Szenarien zuständig, die aus Externalitäten, ordnungspolitischen Vorgaben, aus dem Einsatz neuer technologischer Möglichkeiten oder veränderter Wasserbewirtschaftung des „blauen“ Wassers bestehen. Alle anderen Verbund-Objekt reagieren und sind innerhalb von DANUBIA Teil der Wechselwirkungen. Somit wird angenommen, dass mit Ausnahme der Klimaänderungen alle Veränderungen im Einzugsgebiet vom Menschen verursacht bzw. vermittelt werden und das andererseits aber menschliche Handeln im Einzugsgebiet keinen Einfluss auf das globale Klima hat.

Die ersten komplexen Szenarien, die mit DANUBIA bearbeitet werden sollen, wurden in intensiven gemeinsamen Diskussionen so festgelegt, dass sie geeignet sind, sowohl die Validität der Ergebnisse von DANUBIA zu zeigen, als auch die Fähigkeit von DANUBIA demonstrieren, nähere und fernere Zukünfte zu bearbeiten. Zu diesem Zweck ist beabsichtigt, Perioden von jeweils 5 Jahren in Vergangenheit, nächster Zukunft und fernerer Zukunft zu berechnen. Inhaltlich sollen sich diese Szenarien auf die Abbildung der Prozesse in den in Abb.5 dargestellten Themenbereichen unter Bedingungen des Klimawandels beschränken. Das geplante Szenario-Konzept für die zweite Phase ist in Abb.7 skizziert.

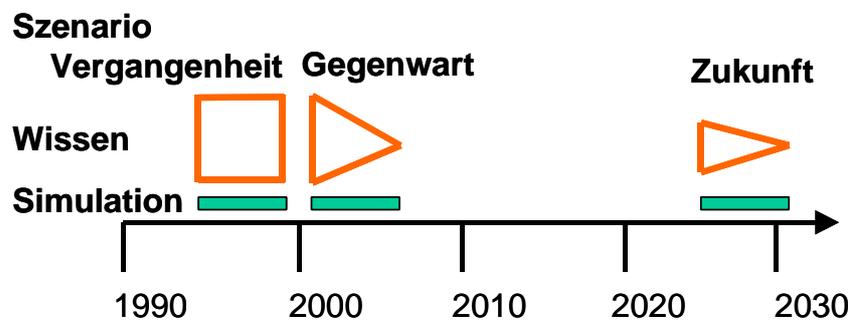


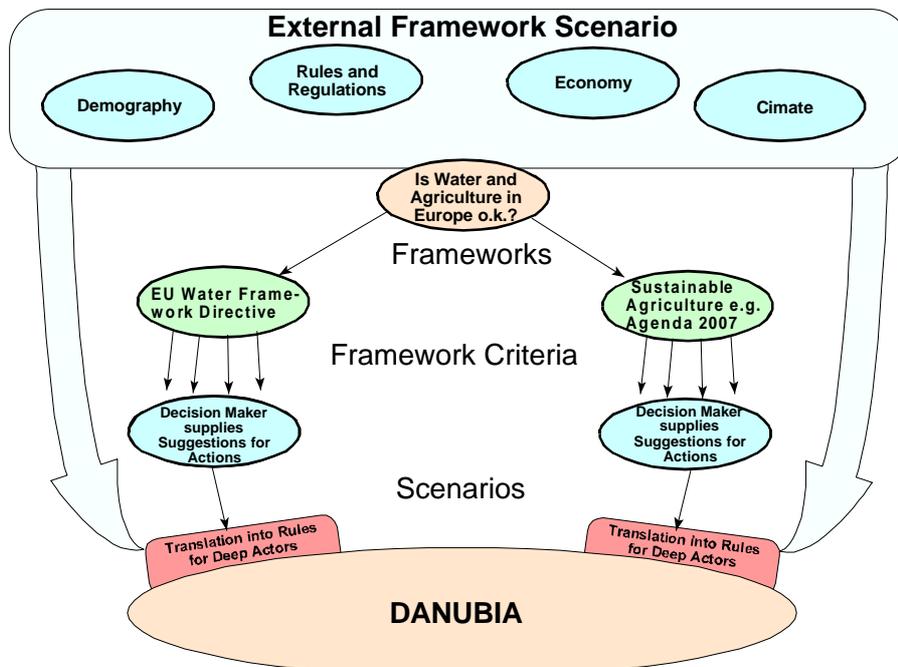
Abb.7: Abfolge der geplanten Basis-Szenarien für den zweiten Bewilligungszeitraum von 1990 bis 2030. Schematisch dargestellt sind die Berechnungszeiträume in grün, das für die Berechnung der Szenarien verfügbare Wissen

Der Zeitabschnitt von 1995-1999 dient zur Validierung der Modellrechnungen anhand bereits gemessener Daten. Hier sollen im Bereich der Landwirtschaft die verschiedenen summativen und Multi-Akteur bezogenen Ansätze der sozialwissenschaftlichen Modellierung verglichen werden. Der Zeitabschnitt von 2002-2006 soll dazu genutzt werden, um mit der Annahme konstanten Verhaltens der Multi-Akteure und heutigem Klimas die Fortschreibung der gegenwärtigen Verhältnisse zu studieren. Die Zeitspanne von 5 Jahren scheint uns angemessen, da der heutige Stand der sektoralen Forschung in vielen Bereichen vor allem der Sozialwissenschaften den Schluss nahe legt, dass für einen Zeitraum von bis zu 5 Jahren eine realitätsnahe Zukunftsprognose mit den verfügbaren Methoden erreichbar ist. 2025-2030 soll dazu benutzt werden, um auf der Grundlage von Abschätzungen zur klimatischen, technologischen, demographischen und politischen Entwicklung einen möglichen zukünftigen Zustand zu berechnen. Die zukünftigen klimatischen Randbedingungen für die regionalen Rechnungen werden aus globalen Klimäläufen des MPI für Meteorologie in Hamburg oder dem ECMWF genommen. Zur Ermittlung der administrativ-politischen sowie der technologischen Rahmenbedingungen für den Szenario-Lauf 2025-2030 sollen Aufträge an Experten vergeben werden, die mögliche und wahrscheinliche Entwicklungspfade im Bereich Technologie und Politik bis zum Jahr 2025 formulieren (siehe dazu Antrag Zentralprojekt – Verwaltung). Es wird in der zweiten Bewilligungsphase bewusst darauf verzichtet, durchgehende gekoppelte Läufe von komplexen

Szenarien von der Gegenwart bis zum Jahr 2025 anzustreben, da Erfahrungen mit derlei komplexen Vorhaben noch nicht vorliegen und zunächst die vielfältigen Rückkopplungen studiert werden sollen.

Ein weitergehendes, über die in *Abb.7* vorgeschlagenen Szenarien hinausgehendes, methodisches Vorgehen bei der disziplinübergreifenden Formulierung von sinnvollen Global Change Zukunftsszenarien ist durchaus noch nicht etabliert. Dies liegt vor allem daran, dass eine verallgemeinerte Formulierung von Global Change Szenarien ein mehrstufiger Prozess ist, an dessen Anfang ein externer Rahmen (External Framework Scenario) steht, der durch Vorstellungen über die zukünftige Entwicklung des Klimas, der Weltwirtschaft, der Bevölkerung und des administrativen Umfelds charakterisiert wird. Wie *Abb.8* exemplarisch zeigt, werden in diesem Rahmen z.B. von der EU in einem politischen Prozess einfache Fragen formuliert (z.B. Is Water and Agriculture in Europe o.k.?). Die Bearbeitung dieser Fragen führen zu Rahmenrichtlinien (Frameworks Directives), die dann regional in Gesetze und Verordnungen umgesetzt werden sollen. Die Art und Weise, wie die Rahmenrichtlinien im Umfeld möglicher klimatischer, weltwirtschaftlicher, demographischer und administrativ-politischer Veränderungen am besten umgesetzt werden, ist i.d.R. nicht Teil der Rahmenrichtlinien und deshalb zu untersuchen.

Dies ist in *Abb.8* am Beispiel der EU-Wasserrahmenrichtlinie und den in Diskussion befindlichen Vorstellungen zur Umstrukturierung des EU-Agrarmarktes (Agenda 2007) exemplarisch dargestellt. Die Handlungskriterien und Zielgrößen, die in den Rahmenrichtlinien formuliert sind, werden von den regionalen Entscheidungsträgern in Vorschläge für regional mögliche alternative Handlungsoptionen umgesetzt. Diese Umsetzung ist gleichbedeutend mit einer Formulierung von Szenarien, die von DANUBIA bearbeitet werden sollen. DANUBIA hat damit als Global Change Entscheidungs-Unterstützungssystem die Aufgabe, vor dem Hintergrund des Globalen Wandels (Klima, Wirtschaft, Demographie, etc.) die Konsequenzen der aus Rahmenrichtlinien von regional tätigen Stakeholdern abgeleiteten und vorgeschlagenen Szenarien zu ermitteln und darzustellen.



*Abb.8: Der Prozess der Formulierung von regionalen Global Change Szenarien für DANUBIA aus globalen (externen) Szenarien und Rahmenrichtlinien in einer exemplarischen Darstellung am Beispiel von EU-Wasserrahmenrichtlinie und Agenda 2007*

Dabei hat DANUBIA neben der Umsetzung von Annahmen zur Entwicklung des Klimas zwei zentrale Aufgaben:

- 1) Die Übersetzung der von regionalen Stakeholdern formulierten Szenarien in Regeln, Präferenzen und Randbedingungen für die tiefen Multi-Akteure Modelle in DANUBIA. Diese werden den Multi-Akteur Modellen dann übergeben und bestimmen innerhalb von DANUBIA ihr Handeln. Die Box „Translation into Rules for Deep Actors“ am Rand von DANUBIA in Abb.8 steht für diese Umwandlung. Die Resultate der Übersetzung sind ebenfalls in Abb.6 am oberen Rand als rote Pfeile symbolisiert. Dieser Übersetzungsprozess findet in einer Schnittstelle zwischen DANUBIA und der Außenwelt statt und ist unserer Ansicht nach von Stakeholdern und Modellbauern gemeinsam zu leisten. Da zu erwarten ist, dass dieser Prozess der Übersetzung von Handlungsoptionen in Regeln, Präferenzen und Randbedingungen komplex sein wird und damit zunächst nicht unmittelbar formalisiert werden kann, soll dieser in der nächsten Bewilligungsphase in einem intensiven Diskurs mit den Stakeholdern „manuell“ durchgeführt werden.
- 2) Die Durchführung aller gekoppelten Berechnungen sowie die Aufbereitung der Ergebnisse in einer Form, die von den Stakeholdern verstanden werden kann. An dieser Stelle ist z.B. darauf zu achten, dass Kompatibilität der Ergebnisse mit existierenden Daten hergestellt wird (z.B. auf der Einzugsgebiets-, Gemeinde- und Landkreisebene) sowie komplexe Ergebnisse zu aussagekräftigen Indikatoren aggregiert werden. Auch dies ist ein komplexer Prozesse, der mittel- und langfristig formalisiert und vor allem standardisiert werden sollte. Ein sich entwickelnder Standard ist allerdings noch nicht zu erkennen. Deshalb soll dieser Vorgang in der nächsten Bewilligungsphase ebenfalls noch „manuell“ und im Dialog mit den Stakeholdern durchgeführt werden.

### **Einstieg in einen strukturierten, wissenschaftlich begleiteten Stakeholder Dialog**

Im Rahmen der ersten Bewilligungsphase ist GLOWA-Danube bisher bewusst nicht in den aktiven Dialog mit den Stakeholdern eingetreten. Dem liegt die Erkenntnis zugrunde, dass sich ein Erfolg versprechender Einstieg in diesen Prozess auf ein für die Stakeholder attraktives Angebot stützen sollte, das in Form von DANUBIA ja erst entsteht. Intensive Diskussionen über die Einbeziehung der Stakeholder in die Entwicklung und vor allem Nutzung von DANUBIA haben allerdings stattgefunden. Vielfältige Ansätze existieren, die eine Beteiligung der Betroffenen an der Nutzung wissenschaftlicher Erkenntnisse und vor allem an Instrumenten zur Entscheidungs-Unterstützung ermöglichen. Die erfolgreichsten Ansätze entstehen nach unserer Analyse immer dann, wenn die Wissenschaftler, mit ihrer zwangsläufig einseitigen Sicht auf ihr Produkt, den Prozess des Dialogs mit den Stakeholdern und zwischen den Stakeholdern nicht ausschließlich selbst führen. Vielmehr sollte die Strukturierung dieses Prozesses im Sinn einer professionellen Arbeitsteilung an eine neutralere Moderationsinstanz übergeben werden. Dies wurde vor allem nach dem Besuch des HELP-(Hydrology for Environment, Life and Policy der UNESCO)-Symposiums „Towards integrated catchment management: Increasing the dialogue between scientists, policy makers and stakeholders“ in Kalmar, Schweden vom 18.-22. Aug 2002 deutlich. Dort wurden Fallbeispiele von mehr oder weniger erfolgreicher Stakeholder-Partizipation gezeigt und diskutiert. Die Ergebnisse lassen sich wie folgt zusammen fassen: 1) ein erfolgreicher Stakeholder-Prozess ist im Interesse einer Identifikation optimaler Lösungen von Konfliktsituationen notwendig, sehr nützlich, aber langwierig, 2) es gibt noch keine allgemeinen Empfehlungen für einen erfolgreichen Stakeholder-Prozess außer: die Wissenschaft muss ihre begrenzte Rolle klar definieren und sich als ein Teil des Gesamtprozesses verstehen, der

offen sein soll gegenüber den sich oft widersprechenden Vorstellungen und Wünschen der verschiedenen Stakeholder. Sie sollte, wenn sie die Rolle eines ehrlichen Maklers behalten will, in diesem Prozess die eigenen Interessen in möglichst geringem Umfang verfolgen.

Für die nächste Bewilligungsphase beabsichtigen wir deshalb, im Sinne der Ergebnisse von Kalmar in einen strukturierten, begleiteten Stakeholder-Dialog einzusteigen. Die Ziele bestehen in der nächsten Phase darin, einerseits durch die Einbeziehung der Stakeholder und ihrer Erfordernisse DANUBIA zu verbessern und erste Szenarien für die Stakeholder zu bearbeiten, andererseits durch die wissenschaftliche Begleitung des Stakeholder-Dialogs verallgemeinerte Vorgehensweisen für eine zukünftig erfolgreiche und effizientere Stakeholder-Beteiligung zu entwickeln. Die Strukturierung und wissenschaftliche Begleitung des Stakeholder-Prozesses soll durch den Koordinator und Prof. Sprenger (ifo-Institut) im Rahmen eines neuen Zentralprojektes unter Zuhilfenahme von externer Moderation durchgeführt werden (siehe Antrag Zentralprojekt – Stakeholder). Dies gewährleistet eine möglichst neutrale und wissenschaftlich tragfähige Herangehensweise.

### **Verbesserung und Erweiterung der Prozessbeschreibung im natur- und sozialwissenschaftlichen Bereich**

Obwohl ein kompletter Prototyp von DANUBIA bereits zum Zeitpunkt der Antragstellung stabil läuft, liegt ein großer Teil der Arbeit bis zu einer realistischen Beschreibung der unterschiedlichen Prozesse noch vor uns. Die wesentliche Arbeit in diesem Bereich besteht zunächst in einem sorgfältigen Test der Objekte und Verbund-Objekte auf Richtigkeit und Angemessenheit. Dies soll zu Verbesserungen führen, die über die Beseitigung von Fehlern hinausgehen und eine verbesserte Beschreibung der Prozesse zum Ziel haben. Darüber hinaus sind in den folgenden Bereichen weitere Arbeiten nötig, die zum Ziel haben, neue, im Prototyp nicht enthaltene, aber notwendige Prozesse in DANUBIA zu integrieren. Im Wesentlichen handelt es sich dabei um:

- Die Verbesserung der Datengrundlage sowie die Behandlung des Phosphors und der Erosion im Bereich des Objektes *Soil* des Verbund-Objektes *Landsurface*
- Die Simulation des Strahlungstransfers auf der Landoberfläche zur Umsetzung von Landoberflächen-Vegetationsparametern (z.B. LAI, Biomasse, Phänologie) in simulierte Satellitenbilder durch das Verbund-Objekt *Landsurface*. Hierfür werden zu ausgewählten Satellitenüberflugstagen mit den dann von DANUBIA modellierten Vegetationsparametern und unter Berücksichtigung des Zustandes der Atmosphäre künstliche Satellitenbilder errechnet, die dann auf Unterschiede zu den gemessenen Bildern untersucht werden sollen.
- Die Verbesserung der Schnittstelle zwischen dem Verbund-Objekt *Landsurface*, dem Verbund-Objekt *Groundwater* und dem Verbund-Objekt *Surfacewater* speziell im Übergangsbereich zwischen dem Alpenvorland und den Alpen sowie den Tälern und den Hangregionen in den Alpen. Diese Schnittstelle ist die komplexeste in DANUBIA, da an dieser Grenze ein starker Skalensprung auftritt und es zum Vorgehen kaum Erfahrungen gibt.
- Die Berücksichtigung technischer Strukturen wie Talsperren, Deiche und Kanalnetze innerhalb des Objektes *SurfaceWaterFlow* und die Behandlung von Phosphor innerhalb des Objektes *SurfaceWaterQuality*
- Einbeziehung der Speicherbewirtschaftung in das Verbund-Objekt *SurfaceWaterFlow*
- Die Parallelisierung des für den Einsatz in DANUBIA modifizierten Atmosphärenmodells MM5 zur besseren Integration in DANUBIA auf dem Rechner-Cluster durch das Objekt *AtmoMM5* im Verbund-Objekt *Atmosphere*

- Die Weiterentwicklung und Verfeinerung der Kopplung von MM5 und dem Verbundobjekt *Landsurface*
- Untersuchung der Beeinflussung des Niederschlags durch orographische Begebenheiten durch das Objekt *AtmoObs* des Verbund-Objektes *Atmosphere*.
- Untersuchung der Klimaabhängigkeit der Downskalierung der meteorologischen Parameter sowie Verbesserung der Downskalierung der meteorologischen Stationsdaten durch das Objekt *AtmoObs* des Verbund-Objektes *Atmosphere*.
- Die operationelle online-Einbindung von drei Satellitenempfangsanlagen (NOAA-HRPT, MSH-HRUS, TERRA-AQUA- MODIS/AMSR-E) zur verbesserten Erkennung des Niederschlagsbildungsprozesses und zum realistischen Downscaling der Regenraten auf das jeweilige Proxel.
- Einbeziehung des Winter-Tourismus in Österreich und Deutschland in das Objekt *Tourismus* des Verbund-Objektes *Actors*
- Untersuchung zur Änderung der Landnutzung und von Anbauersiken (z.B. Spätfrost, Dürre) als Folge von Klimaänderungen
- Einarbeitung der realen, großräumigen Wasserversorgungsstrukturen in das Objekt *WaterSupplyActor*.
- Einbeziehung von proxelbezogenen Entscheidungen im Objekt *FarmingActor*, stärkere Differenzierung der Bewirtschaftungsintensitäten in der Landwirtschaft
- Analyse der Trinkwasserpreise und Identifikation der Zusammenhänge zwischen Rohwasserqualität, Aufbereitungsmethoden und Trinkwasserpreisen
- Aufbau eines „Aquadar“ im Teilbereich Ökonomie mit Hilfe von Unternehmensbefragungen. Es soll aufzeigen, inwieweit die Unternehmen des produzierenden Gewerbes die Frage der Wassernutzung in ihrer unternehmerischen Tätigkeit berücksichtigen, welche Rolle die Problematik einer möglichen Wasserknappheit bzw. steigender Wasserpreise oder Veränderungen in den umweltpolitischen oder technischen Rahmenbedingungen hervorrufen.
- Modulare Modellierungsumgebung zur Anpassung an regionale Gegebenheiten; Optimierungsverfahren zur Betrachtung unterschiedlicher Bewirtschaftungsweisen benachbarter Grundwasserentnahmen.
- Einbeziehung von Risikowahrnehmung und –bewertung, von Akzeptanz und Reaktanz sowie der Ausbreitung von Verhaltensintentionen und Risikobewertung in das Objekt *HouseholdActor*.

### **Untersuchung zum Einfluss der verwendeten räumlichen Skalen**

Die gemeinsame Arbeit der ersten Phase hat vor allem durch die Entscheidung zur Fokussierung auf eine gemeinsame räumliche Auflösung von 1 km klar zu Tage befördert, dass in allen inhaltlichen Bereichen von GLOWA-Danube das Problem der Skalen von zentraler Bedeutung ist. Skalenprobleme treten vor allem in folgenden Bereichen auf:

- Bei der adäquaten Beschreibung der naturwissenschaftlichen Prozesse unter den extrem heterogenen Verhältnissen in den Alpen und vor allem am Übergang zwischen Alpen und Vorland. Es stellt sich die Frage, welche Strategien zur Behandlung der bei einer räumlichen Auflösung von 1 km i.d.R. subskaligen natürlichen Prozesse in den Alpen am besten geeignet sind, Konsistenz zwischen der Beschreibung der Prozesse auf der kleinen Skala und der großen Skala zu erreichen.

- Bei der adäquaten Beschreibung sozio-ökonomischer Prozesse in ihrer kausalen Verbindung zu den naturwissenschaftlichen Prozessen. Diese Verbindung kann möglicherweise bei vielen, rein sozio-ökonomischen Fragestellungen vernachlässigt werden (z.B. Wertschöpfung und Arbeitskosten) ist aber gerade im Bereich von Landwirtschaft und Tourismus von entscheidender Bedeutung (zumindest so lange, wie sich z.B. das Skifahren in Hallen nicht durchsetzt). Aus Gründen der Datenverfügbarkeit beziehen sich viele Untersuchungen in den angesprochenen Disziplinen auf administrative Einheiten (Gemeinden, Landkreise, Bundesländer). Keine sozio-ökonomische Disziplin ist damit a priori darauf vorbereitet, Einzugsgebiete zu bearbeiten. Um sozio-ökonomische Prozesse in Einzugsgebieten mit natürlichen Prozessen zu verknüpfen ist eine räumlich feiner als die verfügbaren administrativen Einheiten aufgelöste und damit subskalige Behandlung der sozio-ökonomischen Prozesse notwendig. Die subskaligen Ergebnisse, die die Interdependenzen zwischen den sozio-ökonomischen und den natürlichen Prozessen enthalten, lassen sich danach wieder auf Einzugsgebiete oder administrative Einheiten aggregieren. Dazu dient das Konzept der Proxel. Die beteiligten sozio-ökonomischen Gruppen stehen damit allerdings bezüglich der Übergänge zwischen den Skalen vor sehr ähnlichen Problemen, wie die naturwissenschaftlichen Gruppen. Sie bestehen im Wesentlichen in der schwierigen Datenlage und in Unklarheiten darüber, wie die Prozesse auf den unterschiedlichen Skalen am besten beschrieben werden können. Die an GLOWA-Danube beteiligten Gruppen sehen in diesem gemeinsamen Verständnis der Skalenprobleme gepaart mit der Breite der verfügbaren Infrastruktur in GLOWA-Danube (z.B. DANUBIA, Fernerkundung, verhaltenswissenschaftliches Teilprojekt, etc.) eine einmalige Chance, dieses komplexe Thema in der zweiten Bewilligungsphase gemeinsam anzugehen. Dieser Vorschlag erscheint uns konsistent zu sein mit der Meinung der Gutachter, man solle das Konzept des Proxels als Repräsentation des Raumes in DANUBIA genauer untersuchen. Der Versuch einer Vereinigung der dem Proxel und den administrativen Einheiten zugrunde liegenden unterschiedlichen Raumkonzepte bzw. ein Verzicht auf jegliche Raumbeschreibung erscheint uns dagegen als Bruch mit dem bis jetzt erfolgreichen DANUBIA-Konzept. Er führt aus unserer Sicht zu einem unvermeidbaren Verlust an Konsistenz und Integration zwischen den beteiligten Disziplinen und wäre damit aus unserer Sicht nicht zielführend.

### **Gemeinsame wissenschaftliche Nutzung von DANUBIA**

Neben der Berechnung und Auswertung der in Abb.7 skizzierten komplexen Global Change Basis-Szenarien stellen sich eine Fülle weiterer wissenschaftlich interessanter Fragestellungen, die sich mit DANUBIA behandeln lassen. Diese Fragestellungen sind in der Regel stärker sektoral geprägt. Allerdings ist ihnen gemein, dass sie ohne ein Instrument wie DANUBIA nur schwer anzugehen wären. Zu ihnen gehören u.a.:

- Untersuchung der Häufigkeit des Auftretens und der Intensität von hydrologischen Extremsituationen (Hochwasser, Niedrigwasser) bei sich änderndem Klima und Landnutzung.
- Untersuchungen zur Veränderung der Wasserqualität bei sich ändernder Landwirtschaftspolitik und damit Landnutzung (z.B. Förderung extensiver Anbauverfahren).
- Untersuchungen zur Änderung der Wasserförderung bei Verschärfung der Nitratgrenzwerte.
- Untersuchung von Risikowahrnehmung und -bewertung, von Akzeptanz und Reaktanz sowie der Ausbreitung von Verhaltensintentionen und Risikobewertung bei plötzlichen katastrophalen Ereignissen (z.B. Verschmutzung des Trinkwassers durch einen Chemieunfall).
- Untersuchung zur Akkumulation von Kohlenstoff durch Pflanzenwachstum unter unterschiedlichen Annahmen der Entwicklung des Agrarmarktes.

- Die „tiefe“, akteursbezogene Modellierung der industriellen Tätigkeit bezüglich der Bedeutung von Wasser im Produktionsprozess bei sich ändernden natürlichen Rahmenbedingungen.
- Untersuchung von Interventionsszenarien (z.B. Informationsmaßnahmen, preisliche Maßnahmen).
- Untersuchungen zur Veränderungen der touristischen Angebots- und Nachfragestrukturen aufgrund sich wandelnder klimatischer Verhältnisse, geänderter ökonomischer Rahmenbedingungen sowie der Entwicklung touristischer und gesellschaftlicher Trends
- Änderung der Schutzfunktion der Deckschichten (Boden-Pflanzen-Komplex) für das Grundwasser unter geänderten klimatischen Bedingungen.
- Szenarien zur Entwicklung der Wasserversorgung unter Annahme sich ändernder politisch-ökonomisch-technischer Rahmenbedingungen (vollständige Zentralisierung versus vollständige Dezentralisierung).
- Untersuchungen zur Wechselwirkung zwischen Bodenfeuchteparametern und Niederschlag.
- Untersuchung der Veränderung von räumlichen Niederschlagsmustern bei veränderten Rahmenbedingungen (Zirkulation-Anströmung der Alpen, Landoberfläche-Verdunstung) unter Berücksichtigung räumlicher (proxel-bezogener) Trends.

Mit der Bearbeitung dieser und ähnlicher Fragen soll in der zweiten Bewilligungsphase begonnen werden. Hierfür ist zum Einen angestrebt, aus Landesmitteln das verfügbare Rechnercluster auszubauen, um GLOWA-Danube mehr Rechenkapazität zur Verfügung zu stellen. Zum Anderen wird DANUBIA in der nächsten Bewilligungsphase zunächst für Läufe, die nicht auf eine voll gekoppelte Modellierung der Klimaänderung angewiesen sind, erstmals auch auf dem Netz laufen und dezentral rechnen können.

### **Qualitätssicherung innerhalb von DANUBIA**

Bei der hohen Integrationsdichte von DANUBIA wird es zunehmend schwierig, Fehler zu erkennen und Aussagen über die Güte der Modellierung bzw. über den Grad der Unsicherheit von Ergebnissen zu treffen. Dabei werden die klassischen Betrachtungen von Sensitivitäten und Fehlerfortpflanzungen schnell unübersichtlich und undurchführbar. Sie sind auch in vielen Fällen nicht möglich, da von etlichen Modellen nicht mit numerischen Parametern oder Variablen gearbeitet wird.

Wir möchten aus diesen Gründen im Weiteren unterscheiden zwischen den Fehlern und Unsicherheiten der sektoralen Modellansätze, die der jeweilige disziplinäre Experte am besten kennt und den Fehlern und Unsicherheiten, die durch die Kopplung der Modelle innerhalb von DANUBIA zustande kommen. Die Fehler der sektoralen Modelle werden auf sektoraler Ebene analysiert (siehe dazu die einzelnen Anträge). Sie führen zu einem Unsicherheits-Intervall, innerhalb dessen sich der wahre Wert einer Variablen befindet, wenn ein bestimmter Parameter-Wert über die Schnittstellen von einem Objekt zu einem andern geschickt wird. Diese Unsicherheits-Intervalle werden in der nächsten Bewilligungsphase von jedem Projekt-Partner für sein Objekt quantifiziert. Im nächsten Ausbauschnitt wird innerhalb von DANUBIA eine Struktur geschaffen, die es ermöglicht, dieses Unsicherheits-Intervall gleichzeitig mit dem Wert der Variable auszutauschen. Zur Analyse der Unsicherheiten wird die interne Steuerung (*ApplicationManager*, siehe Abb.2) von DANUBIA so modifiziert, dass sie in der Lage ist, für spezielle Läufe für die nachfolgenden Objekte mehrere Parallel-Rechnungen mit den aus den Intervallen sich ergebenden unterschiedlichen Eingaben anzusetzen, um die Auswirkungen der Eingabe-Unsicherheiten auf die Ausgabe-Unsicherheiten zu quantifizieren.

Auch wenn dieser Ansatz das wichtige Problem der Unsicherheiten nicht endgültig lösen wird, sind wir doch der Ansicht, dass er mit vertretbarem Aufwand als Einstieg in eine generellere Betrachtung

der Fehler und Unsicherheiten dienen kann und wegen der objekt-orientierten Architektur relativ einfach und für alle Disziplinen gleich in DANUBIA integriert werden kann.

### **Schaffung einer Infrastruktur zur interaktiven Bedienung und Steuerung von DANUBIA**

DANUBIA ist als komplexes Modell auf unterschiedlichste Daten-Eingaben angewiesen und besitzt eine Vielzahl von Ausführungs-Optionen zu Auswahl und Steuerung unterschiedlicher Modelle sowie zur Auswahl, Aufbereitung und Ausgabe von Ergebnissen. Um DANUBIA den Nutzern sowohl innerhalb von GLOWA-Danube als auch in Zusammenhang mit dem Stakeholder-Dialog verfügbar zu machen, soll eine Bedienoberfläche entworfen und implementiert werden. Die Entwicklung einer Bedienoberfläche für ein komplexes Modell ist vor allem dann eine komplexe Aufgabe, wenn mit dem Modelle auch für Nicht-Experten eine sinnvolle Nutzung ermöglicht werden soll. Dabei ist inhaltlich zu klären, welche Eingabedaten, welche Modell-Optionen und welche Ausgaben sinnvoll miteinander kombiniert werden können. Dies ist eine Aufgabe, die inhaltlich von allen Gruppen durchgeführt werden muss, da die fachliche Expertise der Teilprojekte in die Entwicklung der Oberfläche eingehen muss. Darüber hinaus besteht die Aufgabe, die Benutzeroberfläche technisch umzusetzen. Diese Aufgabe soll schwerpunktmäßig vom Teilprojekt Informatik übernommen werden und konsequenterweise in XML (Extensible Markup Language) zur Nutzung im Internet implementiert werden. Dies erlaubt es, DANUBIA bei entsprechender Berechtigung unabhängig vom Standort vom World Wide Web aus zu bedienen.

### **Übersicht über die sektoralen Aktivitäten der Teilprojekte**

Im Folgenden sind die wesentlichen geplanten sektoralen Aktivitäten der Teilprojekte stichwortartig aufgelistet. Eine detaillierte Beschreibung der Aktivitäten findet sich in den jeweiligen Anträgen der Teilprojekte.

#### **Hydrologie/Fernerkundung:**

- Skalierung von Landoberflächenprozessen (Weiterentwicklung und Implementierung des Skalierungsansatzes „Geokomplexe“, Untersuchungen zur Skalierbarkeit der Prozessbeschreibungen, Modellierung von Szenarien auf verschiedenen Skalen)
- Nutzung der Fernerkundung für DANUBIA (Parameterableitung aus multiskaligen FE-Daten, Assimilierung der FE-Information in DANUBIA, Validierung von DANUBIA mit synthetischen Satellitenbildern)
- Verbesserung und Erweiterung der Landoberflächen-Objekte in DANUBIA (Weiterentwicklung vorhandener Objekte, Entwicklung eines Erosions- und Feststofftransportmodells, Qualitätsprüfung und –sicherung)

#### **Wasserwirtschaft/Oberirdische Gewässer:**

- Verbesserung der Modellierung der Wasserflüsse durch Berücksichtigung der Wirkung technischer Strukturen wie Talsperren und Überleitungen, Wehre und Deiche sowie den Kanalnetzen zur Entwässerung von Siedlungen
- Erweiterung der Wasserbeschaffenheitsmodellierung durch Umstellung auf die sogenannte QUAL2E-Methodik, insbesondere mit dem Ziel der Berücksichtigung von Phosphor
- Schaffung von Indizes zum Monitoring der modellierten Größen und der Detektion von Überlastungssituationen

**Grundwasserhaushalt, Grundwasserbewirtschaftung, Wasserversorgung:**

- Entwicklung von Optimierungsalgorithmen zum Vergleich unterschiedlicher Grundwasserbewirtschaftungsszenarien unter Berücksichtigung von technischen, ökologischen und ökonomischen Randbedingungen
- Entwicklung modularer, feiner aufgelöster Modellkonzepte und an regionale Bedingungen angepasster Modellkonzepte im DANUBIA-Kontext, Einbeziehung von mikrobiellen und chemischen Abbauprozessen in die Stickstoff-Transportmodellierung
- Entwicklung eines tiefen MultiAkteurs-Modells zur Abbildung der dynamischen Entwicklung von Wasserversorgungsstrukturen als Reaktion auf Akteursentscheidungen und sich ändernde naturwissenschaftliche Rahmenbedingungen
- Implementierung von dynamischen Strukturen, Entwicklung von Optimierungsalgorithmen zur Identifikation der kostengünstigsten Versorgungsmöglichkeit Aufstellung und Implementierung von Prioritätsregeln für den Fall von Wassermangel

**Meteorologie/MM5:**

- Implementierung der Datenassimilation von Fernerkundungsdaten in das MM5 zur Verbesserung der Niederschlagsvorhersage insbesondere in konvektiv geprägten Situationen sowie Analyse der vom MM5 simulierten dreidimensionalen Wolkenstrukturen mittels Fernerkundung und hieraus gegebenenfalls Verbesserung der Simulationen.
- Anpassung des MM5 für hochaufgelöste Simulationen.
- Untersuchungen zum Einfluss des Zeitschritts der interaktiven Kopplung von Atmosphären- und Landoberflächen-Modell

**Meteorologie/Beobachtungsdaten:**

- Untersuchungen zur Korrelation zwischen Bodenfeuchteparametern und Niederschlag und evtl. Nutzung dieser für eine jahreszeitliche Niederschlags-Vorhersage.
- Untersuchung der gegenseitigen Beeinflussung von Niederschlag und Orographie

**Niederschlag/Fernerkundung:**

- Vollausbau des Meteosat Second Generation Niederschlagsretrievals zu einer operationellen Hybridtechnik unter Einbezug des AQUA-Advanced Microwave Scanning Radiometers – EOS.
- Entwicklung einer satellitengestützten Methode zum Downscaling der verwendeten Satellitendaten auf die Proxelgröße unter Zuhilfenahme von NOAA-AVHRR und Terra/Aqua-MODIS.
- Entwicklung eines nicht-parametrischen Niederschlagsmodells auf unmittelbarer Basis langer Zeitreihen von satellitengestützten Niederschlagsretrievals zur Prognose veränderter Raummuster im Niederschlag bei geänderten Randbedingungen (Meteorologie, Landoberfläche).

**Glaziologie:**

- Untersuchung der subskaligen Prozesse beim Schneedeckenauf- und -abbau
- Vergleich verschiedener konzeptioneller Modelle und
- Anwendung der Schneekomponente von GLOWA-Danube in anderen Klimagebieten.

**Naturnahe Ökosysteme:**

- Erweiterung der Gasaustauschroutinen für zusätzliche Ökosystemtypen, die in geplanten Szenarien der Landnutzungsänderungen eine wichtige Rolle spielen,
- Entwicklung eines Prototypmodells für Waldwachstum mit verbesserter Sensitivität gegenüber Trocken- und Kältstress,

- Untersuchung des Einflusses von klimatischen Variationen auf die Transpiration, Nettoprimärproduktion (NPP), Nettoökosystemproduktion (NEP) und Kohlenstoffspeicherung auf regionaler Ebene.

#### **Agrarökonomie:**

- Weiterentwicklung des Agrarsektormodells und des Transformationstools
- Entwicklung und Überprüfung eines objektorientierten Ansatzes des tiefen Farming Akteurs auf Proxelebene
- Entwicklung eines Farming Deciders zur Bestimmung des Reaktionsverhaltens der landwirtschaftlichen Akteure bei sich ändernden Rahmenbedingungen

#### **Psychologie:**

- Ausdifferenzierung und Verfeinerung des DUNE-Modells um folgende Aspekte: Risikowahrnehmung und –bewertung, Akzeptanz und Reaktanz sowie Ausbreitung von Verhaltensintentionen und Risikobewertung.
- Weitergehende Szenarienbildung und –berechnung zur Modellierung der Reaktionen privater Haushalte auf plötzliche katastrophale Ereignisse (z.B. Verschmutzung des Trinkwassers durch einen Chemieunfall) und zur Abschätzung der Verhaltenswirksamkeit von Interventionsmaßnahmen (z.B. Informationsmaßnahmen, preisliche Maßnahmen).
- Erweiterung der Datengrundlage im erweiterten Einzugsgebiet durch eine repräsentative Telefonumfrage im österreichischen Teil des Einzugsgebiets, durch eine szenariogestützte Telefonumfrage im gesamten Einzugsgebiet sowie durch multimediagestützte Interviews in zwei Detailuntersuchungsgebieten.

#### **Tourismus:**

- Proxel-genaue Erhebung der wasserverbrauchsintensiven touristischen Infrastruktur in der gesamten Untersuchungsregion von GLOWA-Danube (Sommer- und Wintertourismus)
- Weiterentwicklung des einfachen touristischen Modells zu einem „tiefen“ touristischen Akteurmodells auf Basis theoriegestützter Überlegungen und empirisch gewonnener Erkenntnisse, Entwicklung eines Submodells „Naherholung“
- Komplexe Analyse der Angebots- und Nachfragestruktur für den Winter- und Sommertourismus im GLOWA-Testgebiet Ötztal / Kaunertal

#### **Ökonomie:**

- Darstellung der umweltpolitischen Rahmenbedingungen der Wassernutzung
- Entwicklung eines „Aquaradars“ , der die wasserrelevanten Entscheidungen abbildet, mit Hilfe von Unternehmensbefragungen
- Modellierung der demographischen Entwicklung

#### **Informatik:**

- Erzeugung von Web-Anwendungen aus UML Modellen.
- Sichtenorientierte Spezifikationen objektorientierter Systeme.

## **Testgebiete**

Je größer die räumliche und zeitliche Skala bei der Modellierung von Prozessen ist, desto schwieriger wird ihre Validierung. Ein schlüssiges Konzept für die Validierung von DANUBIA muss darauf basieren, dass eine Brücke geschlagen wird zwischen der Skala des lokal Messbaren und der Skala des regional Berechenbaren. Die verwendeten Objekte müssen deshalb in der Lage sein, die Teilprozesse skalenübergreifend zu beschreiben. Dies bedeutet, dass die Objekte für Einzugsgebiete

unterschiedlicher Größe und Prozessbetrachtungen mit unterschiedlicher zeitlicher und räumlicher Auflösung äquivalente Ergebnisse liefern sollen. Zur Erreichung dieses Ziels haben sich die beteiligten Gruppen auf gemeinsame Untersuchungen in repräsentativen Test-Einzugsgebieten mit einer Fläche von ca. 1000 km<sup>2</sup> verständigt. In der zweiten Phase ist beabsichtigt, einen erweiterten Satz von Testgebieten für die *gemeinsame* Untersuchung unterschiedlicher prototypischer Situationen im Einzugsgebiet der Oberen Donau zu nutzen:

- Die **Stadt Ulm** und das **Donauried** (aus der ersten Phase übernommen)  
Hier arbeiten die Gruppen Wasserwirtschaft/Grundwasser (Braun), Umweltpsychologie (Ernst), Agrarökonomie (Dabbert), Umweltökonomie (Sprenger), Hydrologie/Fernerkundung (Ludwig-Niemeyer-Mausser) und Niederschlag/Fernerkundung (Bendix). Es sollen gemeinsame Detailuntersuchungen zu Grundwasserdynamik, Grundwasserqualität, Stickstoffdynamik, Niederschlag und Verdunstung durchgeführt werden. Aufgrund der konkurrierenden Wassernutzungen (Landwirtschaft, Ökologie und Wasserwirtschaft) in dieser Region bietet es sich an, hier die natur- und ingenieurwissenschaftlichen Modelle mit den sozio-ökonomischen Akteursmodellen zu verknüpfen. Des Weiteren werden Detailuntersuchungen zu Upscaling-Konzepten der Grundwassermodellierung, der Nitrat-Problematik in den verschiedenen hydrologischen Kompartimenten und dem Verhalten der hierbei involvierten Akteuren (Wasserversorger, -verbraucher, Landwirte, Politiker) in bezug auf Wassernutzung und Risikowahrnehmung durchgeführt.
- Das **Einzugsgebiet der Ammer** am Alpenrand. (aus der ersten Phase übernommen)  
Es weist am Alpenrand eine Höhendifferenz von 1700 m auf und ist instrumentell hervorragend ausgestattet (3 Regenradars, 2 Eddy-Korrelations Stationen mit TDR-Bodenfeuchtemessung, DWD-Station Hohenpeissenberg, Tourismus-Zentrum Oberammergau, komplettes GIS vorhanden). Hier arbeiten die Gruppen Hydrologie/Fernerkundung (Ludwig-Niemeyer-Mausser), Naturnahe Ökosysteme (Tenhunen), Agrarische Ökosysteme (Schneider, künftig), Glaziologie (Kuhn), Meteorologie (Egger), Wasserwirtschaft/Grundwasser (Braun), Wasserwirtschaft/Oberirdische Gewässer (Willems), Niederschlag/Fernerkundung (Bendix) und Tourismus (Schmude) an Detailuntersuchungen zur Kopplung zwischen Vegetation und Hydrologie, Fernerkundung, Skalierung hydrologischer Prozesse, lateralen Flüssen, Grundwasserneubildung, Weidewirtschaft, Landnutzungswandel und Tourismus. Von besonderer Bedeutung in der zweiten Phase wurde die verbesserte Kopplung zwischen dem Grundwassermodell und dem lateralen Hangwasser am Übergang von Gebirge zum Vorland identifiziert. Darüber hinaus sind Detailuntersuchungen zu upscaling-Konzepten der Grundwassermodellierung, zur Assimilation von Fernerkundungsdaten in die Modellierung und zur Nitrat-Problematik in den verschiedenen hydrologischen Kompartimenten geplant. Zu diesem Zweck sollen hier auch im notwendigen Umfang (siehe Anträge) Geländemessungen durchgeführt werden, um Daten zur Validierung der Modelle auf unterschiedlichen Skalen zu erhalten.
- Das **Einzugsgebiet der Rott** in Niederbayern (neu).  
Es bildet ein typisches landwirtschaftliches Intensivgebiet mit Zuckerrübenanbau, Maisanbau, Schweinemast, etc. Hier arbeiten die Gruppen Agrarökonomie (Dabbert), Agrarische Ökosysteme (Schneider, künftig), Hydrologie/Fernerkundung (Ludwig-Niemeyer-Mausser), Ökonomie (Sprenger), Wasserwirtschaft/Grundwasser (Braun), Wasserwirtschaft/Oberirdische Gewässer (Willems) zusammen. Detailuntersuchungen zur Kopplung zwischen Landwirtschaft, Vegetationswachstum, Hydrologie, Wassergüte, Fernerkundung, Weidewirtschaft und Landnutzungswandel sollen untersucht werden. Von besonderer Bedeutung in der zweiten Phase

ist hier die Ausarbeitung tiefer landwirtschaftlicher Multi-Akteur Modelle sowie ihr Vergleich mit gemeinde- oder landkreisbasierten summativen Optimierungsansätzen. Darüber hinaus sind Detailuntersuchungen zur Pflanzenwachstumsmodellierung im Agrarbereich, zur Assimilation von Fernerkundungsdaten in die Modellierung und zur Nitrat-Problematik durch Eintrag ins Grundwasser geplant. Zu diesem Zweck sollen hier auch im notwendigen Umfang (siehe Anträge) Geländemessungen durchgeführt werden, um Daten zur Validierung der Modelle auf unterschiedlichen Skalen zu erhalten.

- Das **Einzugsgebiete des Ötztals/Kaunertals** in den Zentralalpen (neu).

Es bildet ein typisches hochalpines Testgebiet mit starker Vergletscherung und intensiver touristischer Nutzung. Hier arbeiten die Gruppen Tourismus (Schmude), Glaziologie (Kuhn), Psychologie (Ernst), Naturnahe Ökosysteme (Tenhunen), Hydrologie/Fernerkundung (Ludwig-Niemeyer-Mausner), Ökonomie (Sprenger), Wasserwirtschaft/Oberirdische Gewässer (Willems) zusammen. Detailuntersuchungen zu Schneebedeckung und Wintertourismus, Gletscherentwicklung, Speicherbewirtschaftung, Vegetationswachstum und Fernerkundung sollen hier durchgeführt werden. Von besonderer Bedeutung in der zweiten Phase ist hier die Ausarbeitung tiefer Multi-Akteur Modelle für den Tourismus und ihre Verknüpfung mit natürlichen Randbedingungen (Schneedecke). Darüber hinaus sind Detailuntersuchungen zum Waldwachstum, zur Assimilation von Fernerkundungsdaten in die Modellierung (Schneedecke) geplant. Zu diesem Zweck sollen hier auch im notwendigen Umfang (siehe Anträge) Geländemessungen durchgeführt werden, um Daten zur Validierung der Modelle auf unterschiedlichen Skalen zu erhalten.

Als sektorale Ergänzung gibt es in GLOWA-Danube Untersuchungsgebiete. Sie werden nur jeweils von einem oder zwei Teilprojekt(en) genutzt und zeichnen sich dadurch aus, dass sie für die Validierung der sektoralen Ansätze optimale Daten zur Verfügung stellen.

## Die Projektstruktur

Die Struktur von GLOWA-Danube hat sich gegenüber der ersten Antragsphase geändert. Dies hat seinen Grund sowohl in der sehr erfreulichen Lehrstuhl-Berufungen von V. Wirth vom Institut für Meteorologie der LMU nach Mainz, von K. Schneider vom Institut für Geographie der LMU über einen Professur in den USA nach Köln sowie von A. Ernst vom Institut für Psychologie der Uni Freiburg nach Kassel. Dies hatte u.a. die einvernehmliche Teilung des Kernprojektes Meteorologie zur Folge und führt nun zur einvernehmlichen Teilung des Kernprojektes Pflanzenökologie in die Bereiche „Naturnahe Ökosysteme“ und „Agrarische Ökosysteme“.

Tab.1: Die Kerngruppen in GLOWA-Danube

Gruppe	Projektleiter	Standort	Kurzbeschreibung
Hydrologie/ Fernerkundung	Dr. R. Ludwig Dr. S. Niemeyer Prof. Dr. W. Mauser	LMU München	Weiterentwicklung und Validierung des flächendetaillierten, mesoskaligen, hydrologischen Objekts der gesamten Oberen Donau unter Nutzung von Fernerkundungsdaten, Schwerpunkte: Skalen, Assimilation von Fernerkundungsdaten (ENVISAT), Erosionsmodell;
Meteorologie I	Prof. Dr. E. Egger	LMU München	Weiterentwicklung des meteorologischen, mit der Landoberfläche gekoppelten Objektes unter Nutzung von MM5. Schwerpunkte: Parallelisierung von MM5, Tests mit unterschiedlichen Landoberflächenmodellen, gekoppeltes Rechnen und Interpretation von Klimaszenarien
Meteorologie/Beobach- tungsdaten	Prof. Dr. V. Wirth	Uni Mainz	Weiterentwicklung des meteorologischen Objektes unter Nutzung von Stationsdaten; Untersuchungen zur Kopplung zwischen Landoberfläche und Atmosphäre (Bodenfeuchte)
Naturnahe Ökosysteme	Prof. Dr. J. Tenhunen	Uni Bayreuth	Weiterentwicklung des Forst-Objektes, das skalenübergreifende in der Lage ist, Wald in Kopplung mit dem hydrologischen und meteorologischen Objekten zu behandeln , Schwerpunkt: Untersuchung von Höhengradienten
Agrarische Ökosysteme	Prof. Dr. K. Schneider	Uni Köln	Weiterentwicklung des landwirtschaftlichen Vegetations-Objekts, Schwerpunkt: Ertragsbildung, Stickstoffumsätze, Wachstumsstress, Assimilation der Fernerkundung
Agrarökonomie	Prof. Dr. S. Dabbert	Uni Hohenheim	Optimierung und Weiterentwicklung des in der ersten Phase entwickelten Modellansatzes. Weiterentwicklung des tiefen Akteur-Objektes durch Integration eines proxelbasierten "Farming Deciders". Entwicklung eines proxelbasierten, objektorientierten ökonomischen Ansatzes für Teilgebiete. Szenariorechnungen.
Grundwasserhaushalt, Grundwasserbewirtschaftun g, Wasserversorgung	Dr. J. Braun	Uni Stuttgart	Weiterentwicklung des Grundwasser-Objektes zur großräumigen Bilanzierung der Wasser- und Stoffströme im Grundwasser sowie eines tiefen Multi-Akteur Modells der Wasserversorger
Umweltpsychologie	Prof. Dr. A. Ernst	Uni Kassel	Weiterentwicklung des tiefen Akteurs-Objektes „Wassernutzer“ zur Beschreibung des Verbrauchs von Haushalten und landwirtschaftlichen wie industriellen Betrieben. Schwerpunkte: wasserbezogene Risikowahrnehmung und Akzeptanz.
Umweltökonomie	Prof. Sprenger	Ifo-Institut München	Entwicklung eines tiefen Akteurs-Objekts, das in der Lage ist, die ökonomischen Entscheidungen der Industrie räumlich wiederzugeben, Untersuchungen zum Im- und Export von Wasser/virtuellem Wasser, Demographie
Tourismus	Prof. Dr. J. Schmude	Uni Regensburg	Entwicklung eines tiefen Tourismus Multi-Akteur-Modells unter besonderer Berücksichtigung des Wintertourismus, Durchführung von Befragungen (Nachfrage) und Expertengesprächen (Angebot) zur Ermittlung touristischer Trends und möglicher Reaktionen auf veränderte ökologische und ökonomische Rahmenbedingungen
Wasserwirtschaft/ Oberirdische Gewässer	Dr. Willems Prof. H.-B. Kleeberg	IAWG, Ottobrunn	Weiterentwicklung und Validierung des Gewässerobjekts. Schwerpunkt: Berücksichtigung technischer Strukturen und Bestimmung von kritischen Zuständen im Gewässer (Hochwasser, Niedrigwasser).
Informatik	PD Dr. R. Hennicker	LMU München	Entwicklung von Verfahren zur interaktiven Entwicklung von Szenarien sowie intelligenten Bedienoberflächen für DANUBIA, Qualitätssicherung innerhalb von DANUBIA Weiterentwicklung des web-basierten, verteilten DANUBIA-Systems; Modellierung und Implementierung der Schnittstellen

Die in Tab.1 aufgeführten Kerngruppen bilden die Kernprojekte von GLOWA-Danube. Es wurde im Interesse einer Konsolidierung im Projekt bewusst darauf verzichtet, neue Gruppen aufzunehmen. Die Kerngruppen werden fachlich und sektoral flankiert durch die folgenden Ergänzungsgruppen:

Tab.2: Die Ergänzungsgruppen in GLOWA-Danube

Thema	Wissenschaftler	Standort	Kurzbeschreibung
Glaziologie	Prof. M. Kuhn	Uni Innsbruck, BADW	Weiterentwicklung des Schnee- und Eis-Objektes.
Niederschlag/ Fernerkundung	Prof. Dr. J. Bendix	Uni Marburg	Weiterentwicklung und Verbesserung eines Niederschlags-Objektes auf der Basis von Meteosat Second Generation und mikrowellenbasierten Satellitendaten.
Human Capacity Building	Prof. Dr. H. Kobus	Uni Stuttgart	Aus- und Weiterbildung von ausländischen Studenten im Forum GLOWA durch organisierte Erweiterung des Studienangebotes und Nutzung der WAREM Infrastruktur

Darüber hinaus benötigt ein Projekt der Größe und Komplexität von GLOWA-Danube sowohl eine Verwaltungsinfrastruktur als auch Strukturen zur Durchführung von Aufgaben, die von zentralem Interesse sind. Diese Aufgaben werden zentral vom Koordinator betreut und soll aus folgenden Teilen bestehen:

Tab.3: Die Zentralprojekte in GLOWA-Danube

Thema	Wissenschaftler	Standort	Kurzbeschreibung
Zentralprojekt- Verwaltung	Prof. Dr. Mauser	LMU München	Verwaltung des Projekts, Betreuung und Ausbau von GIS, Datenbank und Cluster-Rechner, Entwicklung von Verfahren zur verbesserten Bestimmung der Landnutzung aus Fernerkundungsdaten (u.a. ENVISAT)
Zentralprojekt- Stakeholder	Prof. W. Mauser , Prof. J. Sprenger, Dr. R. Hennicker	LMU München	Initiierung, Betreuung und wissenschaftliche Aufbereitung des Stakeholder Prozesses, Entwicklung von Dialogformen mit den Stakeholdern

Im Gegensatz zur ersten Antragsphase beantragen wir für die zentral zur Verfügung gestellte Infrastruktur in GLOWA-Danube im Fortsetzungsantrag zwei Teilprojekte:

- 1) Wie bisher die zentrale Verwaltung des Projektes und die Betreuung zentral verfügbarer Infrastruktur. Zu den Aufgaben dieses Teilprojekts gehören wie in der ersten Phase:
  1. Mittelverwaltung (Projektmittel wie zentrale Verwaltung der betreffenden Investitions- und Reisemittel).
  2. Organisation von internen Workshops, Kolloquien, Statusseminaren.
  3. Ansprechpartner und Vertretung des Projekts nach Außen.
  4. Beschaffung von Daten, die von projektübergreifendem Interesse sind.
  5. Zentrale Datenhaltung sowie Aufbau und Pflege des Geographischen Informationssystems\*.
  6. Betreuung des Rechnerclusters\*.
  7. Betreuung von Geländemessgeräten.

\*für diese Tätigkeiten wurden für die erste Bewilligungsphase aus Mitteln der LMU München sowie des Freistaats Bayern zwei ganze BatIIa-Stellen zur Verfügung gestellt. Diese Tätigkeiten müssten somit entfallen, wenn die Mittel nicht mehr zur Verfügung gestellt werden können.

- 2) Die zentrale Entwicklung, Initiierung und Betreuung des Stakeholder-Dialogs. Diesem Dialog messen wir große Wichtigkeit bei. Es ist klar, dass dieser Dialog nicht unkoordiniert von jedem Teilprojekt separat durchgeführt werden kann, wenn er erfolgreich sein soll. Der Koordinator von GLOWA-Danube sollte in einem solchen Prozess als Beteiligter nicht die Führungsrolle haben, da dies die nötige Neutralität verletzen würde. Aus diesem Grund hat sich Herr Prof. Sprenger (ifo-Institut) bereit erklärt, den Stakeholder-Dialog zu initiieren, strukturieren und wissenschaftlich zu begleiten sowie den Moderationsprozess zu organisieren. Aufgabe in diesem Prozess sind:
  8. Ansprechen von Stakeholdern und Information über die Möglichkeiten des Projekts,
  9. Organisation von Stakeholder-Kolloquien, -Konferenzen und -Foren,
  10. Auswertung und Aufbereitung der Beiträge der Stakeholder während der Treffen

11. Gemeinsame Definition von Szenarien unter Mitwirkung der GLOWA-Danube Wissenschaftler und der Stakeholder,
12. Entwicklung einer interaktiven Oberfläche zur Ableitung von Szenarien aus Stakeholder-Vorschlägen und den Möglichkeiten von DANUBIA

Wir haben versucht, mit den vorgeschlagenen Strukturveränderungen die Anmerkungen der Gutachter zur 1. GLOWA-Statuskonferenz vom im Brief des Projektträgers vom 21.6.2002 adäquat zu berücksichtigen. Als Resultat haben wir deshalb folgende Teilprojekte personell aufgewertet: den Tourismus (+1.5 Stellen), die Agrarökonomie (+0.5 Stellen) und die Gruppe Niederschlag/Fernerkundung (+0.5 Stellen). Hinzu kommt der Vorschlag der festen Etablierung eines wissenschaftlich begleiteten Stakeholder Dialogs als eine zentrale Aufgabe des von GLOWA-Danube (2x 0.5 Stelle). Alle anderen vorgeschlagenen Strukturveränderungen sind personal-neutral. Dies bedeutet eine Aufstockung des beantragten Stellen gegenüber den bewilligten Stellen der ersten Förderphase um knapp 10%.

Folgende vereinfachte Projektstruktur ergibt sich aus den vorgeschlagenen Aufgaben für die zweite Bewilligungsphase:

### Verteilung der personellen Ressourcen



Sozialwissenschaften	Stellen:	9.5
Wasserwissenschaften	Stellen:	7.5
Meteorologie	Stellen:	3.5
Ökologie	Stellen:	2.5
Informatik	Stellen:	2.5
Zentrale	Stellen:	2

Abb.9: Tortendiagramm der disziplinären Zusammensetzung von GLOWA-DANUBE (Stellen):

In Abb.9 ist die disziplinäre Zusammensetzung des Projektes und Ausstattung der jeweiligen Bereiche mit Wissenschaftlern aus der beantragten Ergänzungsausstattung zu ersehen.

## Vernetzung und Integration

GLOWA-Danube arbeitet auf drei Ebenen:

1. **Die sektorale Ebene** der einzelnen Arbeitsgruppe und ihrer Forschungsaufgaben. Die jeweilige Vorgehensweise kann den folgenden Einzel-Anträgen entnommen werden;
2. **Die vernetzte Ebene** ähnlicher Problemstellungen und/oder enger bilateraler Modell-Kopplung,
3. **Die integrative Ebene** des gekoppelten Gesamtmodell DANUBIA und des gemeinsamen Dialogs mit den Stakeholdern.

Wir halten die intensive Vernetzung und Integration der an GLOWA-DANUBE beteiligten Gruppen für den Schlüssel zum bisherigen Erfolg des Projekts. Die grundlegenden technischen Konzeptionen zur Vernetzung und Integration der Teilprojekte, die im ersten Antrag formuliert wurden, haben sich im Prinzip sehr gut bewährt und sollen weiter entwickelt werden. Sie sind in den vorangegangenen Kapiteln niedergelegt. Es hat sich in diesem Zusammenhang gezeigt, dass ein beachtlicher Umfang persönlicher Kommunikation in diesem Zusammenhang unerlässlich ist. Entscheidend für die erfolgreiche Weiterentwicklung und Nutzung des Systems ist eine feste Struktur der Kommunikation zwischen den Gruppen. Bei der Vernetzung der am Projekt beteiligten Gruppen spielen sowohl Diskussionen im Plenum unter Beteiligung aller Gruppen als auch Gespräche zwischen den direkt in Verbindung stehenden Fachdisziplinen eine Rolle. Hierfür haben sich in der letzten Antragsphase drei Instrumente bewährt, die in der beantragten Phase beibehalten und weiterentwickelt werden sollen:

- 1) die Durchführung von i.d.R. einwöchigen Klausur-Workshops mit festen Themen und klarem Arbeitsauftrag und -programm. In der ersten Bewilligungsphase hat sich gezeigt, dass diese Klausur-Workshops für die Gruppendynamik von entscheidender Bedeutung waren. Im Jahr 2001 wurden im Frühjahr die Struktur von DANUBIA geklärt und im Frühherbst Einigung auf Umfang und Zeitplan für die Erstellung des ersten DANUBIA-Prototyps erzielt. Wegen der 1. GLOWA-Statuskonferenz im Mai 2002 und der vorgezogenen Beantragung konnten in 2002 keine Klausuren stattfinden, die nächste Klausur Anfang 2003 wird sich mit Szenarien und Stakholder-Dialogen beschäftigen.
- 2) Die Einrichtung von Arbeitsgruppen mit regelmäßigen Treffen und einem klaren Programm zur Entwicklung von Lösungen zu anstehenden Problemen. In der ersten Phase wurden folgende Arbeitsgruppen etabliert:

- Arbeitsgruppe Sozio-ökonomische Fragestellungen
- Arbeitsgruppe Scaling
- Arbeitsgruppe Informatik und Modellierung

In der zweiten Projektphase sollen die Arbeitsgruppen aufbauend auf den Erfahrungen der ersten Phase nach den dann vordringlichen gemeinsamen Fragestellungen neu formiert werden. Aus jetziger Sicht zeichnen sind folgende Arbeitsgruppen für die nächste Bewilligungsphase ab:

- Arbeitsgruppe Tiefe Multi-Akteur Modelle
- Arbeitsgruppe Skalen im naturwissenschaftlichen und sozio-ökonomischen Bereich
- Arbeitsgruppe Szenarien
- Arbeitsgruppe Modellierung

Tab.4 zeigt die Mitarbeit der verschiedenen Teilprojekte an den etablierten Arbeitsgruppen in Form der folgenden Vernetzungs-Matrix des Projektes (X = volle Teilnahme, (X) = gelegentlich und themenbezogen):

Tab.4: Die geplanten GLOWA-DANUBE Arbeitsgruppen in der zweiten Bewilligungsphase

Gruppe	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Akteure	X				(x)	X	(x)	X	X	X	(x)	(x)		X
Scaling	X	X	X	X	X	X	(x)	X			(x)	X	X	X
Szenarien	X	X	X	X	X	X	X	X	(x)	X	X	X	X	X
Modellierung	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(x)

1 = Hydrologie / Fernerkundung (Ludwig-Niemeyer-Mausler, LMU München)

2 = Meteorologie/MM5 (Egger, LMU München)

3 = Meteorologie/Beobachtungsdaten (Wirth, Uni Mainz)

4 = Naturnahe Ökosysteme (Tenhunen, Uni Bayreuth)

5 = Agrarische Ökosysteme (Schneider, Uni Köln)

Präambel GLOWA-Danube Antrag auf 2. Förderphase

- 6 = Grundwasserhaushalt, Grundwasserbewirtschaftung, Wasserversorgung (Braun, Uni Stuttgart)
- 7 = Wasserwirtschaft/Oberirdische Gewässer (Willems – Kleeberg, IAWG Ottobrunn)
- 8 = Agrarökonomie (Dabbert, Uni Hohenheim)
- 9 = Umweltpsychologie (Ernst, Uni Kassel)
- 10 = Umweltökonomie (Sprenger-Wackerbauer, ifo-Institut, München)
- 11 = Informatik (Hennicker – Wirsing, LMU München)
- 12 = Glaziologie (Kuhn, Uni Innsbruck)
- 13 = Niederschlag/Fernerkundung (Bendix, Uni Marburg)
- 14 = Tourismus (Schmude, Uni Regensburg)

3) Die Durchführung von Workshops zusammen mit den übrigen GLOWA-Projekten. In der ersten Projektphase wurde von GLOWA-Danube eine Workshop in München ausgerichtet, der sich mit Integrationsmethoden beschäftigte und ein Erfolg war. Wir beabsichtigen, in der zweiten Projektphase diese Aktivitäten zu verstärken und sehen uns dabei im Einklang mit den übrigen GLOWA-Projekten. Wir schlagen dazu vor, verstärkt auch GLOWA-externe Experten hinzuzuziehen.

Für die zweite Projektphase wird aufbauend auf der Erfahrung der ersten Phase beantragt, diese drei Instrumente durch zwei weitere Instrumente zu ergänzen:

- 4) Die Einrichtung von Doktoranden-Workshops, in denen sich GLOWA-Danube übergreifend die Doktoranden gegenseitig informieren können bzw. gemeinsam betreffenden Themenbereiche diskutieren können. Dies wurde am Rande eines GLOWA-Danube Treffens bereits einmal durchgeführt und hat zu einer sehr positiven Resonanz und sehr regen Diskussionen geführt. Diese Art von Treffen sollen einmal pro Jahr 2-tägig durchgeführt werden
- 5) Die Einrichtung eines Stakeholder Dialogs (siehe Antrag Zentralprojekt – Stakeholder). Die Etablierung eines offenen und doch geregelten Dialogs mit den Stakeholdern ist nicht trivial und setzt über die regelmäßigen Treffen mit den Stakeholdern voraus, dass innerhalb der an GLOWA-Danube beteiligten Wissenschaftler klare gemeinsame Vorstellungen herrschen
  - a. über die Möglichkeiten und Grenzen der Modellierung mit DANUBIA,
  - b. über die Umsetzung der Szenario-Vorschläge von Stakeholdern in handhabbare und realistische Parametrisierungen der Modelle und
  - c. über Art und Inhalt einer Konsensfindung bei der Interpretation der Ergebnisse.

Dieser Erkenntnisbildungsprozess ist zunächst GLOWA-Danube intern zu führen, bevor ein erfolgreicher Stakeholder-Dialog begonnen werden kann. Hierzu sind Treffen nötig, die über die Klärung der „üblichen“ wissenschaftlichen Fragen hinausgehen und ein gemeinsames Verständnis der Beteiligten entwickeln sollen. Sie sollten getrennt von den wissenschaftlichen Treffen durchgeführt werden.

In den Anträgen zu den Teilprojekten sind für alle 5 Punkte Reisemittel beantragt. Es wurde darauf geachtet, dass der Umfang der Reisemittel zwischen den Projekten abgestimmt wurde und eine möglichst kostengünstige Lösung gefunden wird. Für die Einlösung des integrativen Anspruchs von GLOWA-Danube wird ein Mindestmaß an Kommunikation jedoch als unabdingbar angesehen. Tab.5 gibt eine Übersicht über die geplanten Treffen mit der vorgesehenen Häufigkeit und Dauer.

Tab.5: Arbeitsplan für die Treffen zur vernetzten und integrativen Kommunikation

Projektjahr	1		2		3	
	1-6	12	18	24	30	36
1. Klausur Wissenschaft (1-wöchig)		O		O		O
2. Treffen Arbeitsgruppen (2-tägig)	X	X	X	X	X	X
3. Workshop alle GLOWA-Projekte und Externe (3-tägig)	Y		Y		Y	
4. Doktoranden Workshops (2-tägig)	Z		Z		Z	
5. Klausuren Szenarien – Stakeholder (1-wöchig)	U		U		U	

Darüber hinaus sollen im Rahmen von Forum GLOWA (Human Capacity Building) regelmäßig interdisziplinäre Weiterbildungsveranstaltungen stattfinden. Diese Veranstaltungen werden außer für die an GLOWA-DANUBE beteiligten Wissenschaftler, auch für (internationale) Studenten offen sein und dazu beitragen, diese mit den spezifischen Aufgabenstellungen von GLOWA-DANUBE (z.B. mittels Diplomarbeiten) vertraut zu machen und den Know-How-Transfer in Schwellen- und Entwicklungsländer zu fördern.

## **Erfolgsaussichten**

GLOWA-Danube hat in der ersten Phase gezeigt, dass die angestrebten ehrgeizigen Ziele umgesetzt werden konnten. Die zweite Phase des Projekts ist entscheidend, weil hier die Weichen für eine Nutzbarmachung von DANUBIA über den rein wissenschaftlichen Bereich der Integrativen Modellierung hinaus gestellt werden. Damit wird über die Tragfähigkeit des benutzten Ansatzes entschieden. Es soll hier kritisch beleuchtet werden, welche Risiken von uns gesehen werden und wie ihnen im Rahmen des Projektes begegnet werden soll. In den folgenden Bereichen sind die Erfolgsaussichten von GLOWA-Danube in der zweiten Bewilligungsphase aus der Sicht der Antragsteller kritisch zu beleuchten:

- *Entwicklung tiefer Multi-Akteur Modelle in allen sozialwissenschaftlichen Bereichen von DANUBIA*

Der Ansatz, Akteure als Repräsentanten sozialwissenschaftlicher Prozesse zu nutzen, war und ist Gegenstand intensiver Diskussionen innerhalb von GLOWA-Danube. Die schon angeführten Vor- und Nachteile werden dabei immer wieder gegeneinander aufgewogen. Es wird als sehr nützlich und notwendig angesehen, die Abwägung zwischen der zusätzlichen Komplexität und dem erzielten Nutzen immer wieder durchzuführen. Dies entspricht letztendlich einem sozialwissenschaftlichen Skalierungsprozess, der untersucht, wie viel Detail in der Prozessbeschreibung bei welcher Fragestellung zu welcher Aussagegenauigkeit benötigt wird. Die Diskussionen innerhalb von GLOWA-Danube ergeben aber in immer stärkerem Maß, dass in der bisher nur selten eingesetzten integrativen disziplinübergreifenden Modellierung im Bereich der Umwelt die Berücksichtigung der räumliche Verteilung und räumlichen Wechselwirkung Grundvoraussetzung für realistische Ergebnisse ist. Dies gilt z.B. in ganz besonderem Maß für die Verlagerung von Nitrat ins Grundwasser, die von einer bestimmten Kombination von Pflanzen und Böden an bestimmten Orten mit bestimmtem Niederschlag abhängen. Macht man die Lage des Bodens und der Pflanzen und des Niederschlags zueinander z.B. innerhalb eines Landkreises beliebig, erhält man auch beinahe beliebige Nitratwerte im Grundwasser. In diesem Sinn gibt es zu einem Multi-Akteur Modell, das die Entscheider realistisch im Raum verteilt, kaum Alternativen. Zwei Risiken tun sich allerdings auf: 1. Die Frage, ob diese Modelle überhaupt sinnvoll erstellbar sind. Erfolge gerade aus der letzten Zeit (z.B. Parker(2001), Berger (2000)) zeigen, dass dies möglich ist. GLOWA-Danube versucht dieses Risiko zu minimieren, indem es den bisher erfolgreichen Ansatz der Objekt-Orientierung dazu nutzt, um gemeinsam und unter relativ hohem Ressourcen-Einsatz ein verallgemeinertes, disziplin-unabhängiges Multi-Akteur-Modellgerüst zu entwickeln, von dem jede beteiligte Disziplin ihre speziellen tiefen Akteure ableiten kann. 2. die Frage, ob die benötigten Daten zum Betreiben der Modelle überhaupt verfügbaren sind. Hier wird GLOWA-Danube die verfügbaren statistischen Daten von Landkreisen und Gemeinden mit den Daten aus der Fernerkundung kombinieren und untersuchen,

wie weit eine räumliche Verfeinerung über die zumeist historisch bestimmten administrativen Einheiten hinaus möglich ist (siehe Antrag Zentralprojekt-Verwaltung). Hier sind Fortschritte zu erwarten, wie Publikationen der letzten Zeit gezeigt haben (Liverman (1998)), so dass sich das Risiko nach unserer Einschätzung nicht jenseits des üblichen Rahmen einer Neuentwicklung hinaus bewegt.

- *Entwicklung von Szenarien*

Es existiert z.Zt. kein anerkanntes Verfahren, um in einer so komplexen Umgebung, wie innerhalb von DANUBIA realistische Szenarien zu formulieren und auf ihre Plausibilität hin zu untersuchen. Aus diesem Grund sollen in der zweiten Projektphase relativ überschaubare Szenarien mit eingeschränkten Themenbereichen behandelt werden. Der Vorteil der eingeschränkten Themenbereiche ist, dass eine relativ klare Vorstellung über die beteiligten Kausalitäten besteht (z.B. Einwirkung von Klima auf Wintertourismus). In diesem zunächst gewählten Umfeld werden schrittweise 5-Jahres Intervalle mit dem gleichen Vorgehen berechnet. Unterschied ist nur, dass die Anfangsbedingungen sich ändern. Diese Konstellation soll das Risiko bei der Szenarienauswahl zunächst minimieren, bevor man auf der Basis der dabei gemachten Erfahrungen auf komplexere Szenarien übergeht.

- *Validierung von komplexen Ergebnissen von DANUBIA*

Das Risiko, mit DANUBIA Konstellationen zu rechnen, die nicht mehr validierbar sind, ist wegen der internen Komplexität nicht zu vernachlässigen. Zunächst ist zu unterscheiden, ob von DANUBIA Größen berechnet werden, die mit vernünftigen Aufwand bestimmbar sind (z.B. Temperatur, Bevölkerung, Wasserverbrauch) oder ob Größen berechnet werden, die sich einer vernünftigen Messung (vor allem auf der Ebene des gesamten Gebiets) entziehen (z.B. Wasserstress von Bäumen). Zwei Validierungsmöglichkeiten sind gegeben: 1) ein Satz aggregierter Größen, wie z.B. Abfluss, Getreideertrag, Übernachtungen, etc. dienen zur Kontrolle der Ergebnisse in Teilgebieten (kleine Einzugsgebiete, Gemeinden, Landkreise, etc.), 2) räumliche Verteilungen von modellierten Größen werden mit räumlichen Messungen derselben Größen durch die Fernerkundung verglichen. Dies kann z.B. beim Vergleich der modellierten schneebedeckten Fläche mit der mit Satelliten gemessenen schneebedeckten Fläche oder beim Vergleich der Landnutzungsverteilung, für die sich tiefe Multi-Akteure entscheiden, mit der mit dem Satelliten ermittelten, geschehen. Gerade die zweite Methode erschließt völlig neue Möglichkeiten und reduziert nach unserer Meinung das Risiko, in unvalidierbare Zustände zu kommen.

- *Skalenproblematik*

Skalenübergänge sind u.a. notwendig, um mesoskalige Modelle zu entwickeln und die Ergebnisse mikroskalig zu interpretieren. Dieses Thema ist als Querschnittsthema fast allen Teil-Projekten gemeinsam. Der Übergang ist wegen der komplexen Natur des Untersuchungsobjektes nicht leicht. Die Arbeiten in diesem Bereich stützen sich allerdings in hohem Maß auf in der Gruppe bereits entwickelte Modelle für Teilprozesse, auf in der Gruppe bereits erzielte Erfolge im upscaling von der Mikro- in die Mesoskala und auf die gemeinsam vereinbarte rasterbasierte Modellstruktur, die erfolgreiche Scaling-Techniken relativ leicht übertragbar macht. Aus diesem Grund ist zu erwarten, dass in diesem Projekt ein großer Schritt in Richtung auf eine gemeinsame Beschreibung der natur- wie sozialwissenschaftlichen Prozesse möglich wird.

- *Nutzung der Fernerkundung*

Die Nutzung der Fernerkundung zur Ableitung quantitativer Umweltparameter ist in Projekten dieser Art eher noch nicht üblich, aber aus Sicht der Antragsteller vor allem im Hinblick auf die Übertragbarkeit der entwickelten Methoden auf andere Regionen, auf die Erhebung neuer Daten und auf die Validierung der Ergebnisse sehr wichtig. Die Forschung auf dem Gebiet der Informationsgewinnung aus Fernerkundungsdaten hat in den letzten Jahren große Fortschritte gemacht, so dass inzwischen stabile Algorithmen für die Bestimmung einer Vielfalt von Landoberflächen- und Atmosphärenparameter bestehen. Diese werden im Projekt eingesetzt. Gleichzeitig ergeben sich in der zweiten Projektphase mit den neuen europäischen und amerikanischen Sensoren der nächsten Generation (ENVISAT, METEOSAT 2<sup>nd</sup> Generation, Aqua-MODIS, Aqua-AMSR-E) neue, erweiterte Möglichkeiten. Beide Sensoren arbeiten einwandfrei und versprechen damit eine kontinuierliche Datenverfügbarkeit über die Laufzeit der zweiten Antragsphase. Das Risiko, die geplanten Untersuchungen nicht durchführen zu können, wird deshalb inzwischen als gering eingestuft.

- *Aufbau und Betrieb eines primär universitär ausgerichteten Kompetenznetzwerkes*

Das Netzwerk des beantragten Projektes besteht in seiner absoluten Mehrheit aus universitären Gruppen. Dies entspricht der Ausschreibung und ist forschungspolitisch gewollt. Die Gruppen sind bewusst stark mit wissenschaftlichem Nachwuchs (Doktoranden und Habilitierenden) besetzt. Im letzten Antrag wurde ein mögliches Risiko dabei in der schnellen personellen Aushöhlung des Projektes in seiner angedachten Struktur durch erfolgreiche Berufungen gesehen. Aus den damals schon vorhergesehenen Gründen hat sich dieses Risiko auf der Basis der Erfahrungen von inzwischen drei Berufungen von Mitgliedern des Initial-Teams auf Lehrstühle nicht bestätigt. Im Gegenteil hat sich dies zusammen mit der konsequenten Nutzung moderner Kommunikation als großer Vorteil erwiesen, indem alle im Team verblieben sind und aus den neuen Positionen heraus mit mehr Engagement an GLOWA-Danube mitarbeiten können und wollen.

- *Etablierung eines Stakeholder-Dialogs*

Eine funktionierende Stakeholder-Beteiligung an der Formulierung von Zukunftsszenarien ist Voraussetzung für die Akzeptanz des Entscheidungs-Unterstützungssystems durch die Praxis und die Entscheidungsträger. Grundlage dieser Erkenntnis ist die Tatsache, dass zukünftig (und dies ist z.B. auch in der EU-Wasserrahmenrichtlinie so festgelegt) Infrastrukturmaßnahmen zur Begegnung von Auswirkungen des Globalen Wandels nur unter Beteiligung der Öffentlichkeit umgesetzt werden können. Stakeholder Prozesse in der Wasserbewirtschaftung sind noch nicht die Regel und können noch nicht auf eine standardisierte Vorgehensweise zurückgreifen. Es besteht also ein nicht zu vernachlässigendes Risiko, dass der Dialog mit den Stakeholdern nicht zu den gewünschten Erfolgen in Form von praxisnahen Szenarien führt. Folgende Maßnahmen sollen diesem Risiko begegnen: 1) die Schaffung einer Bedienoberfläche für DANUBIA, die dazu genutzt werden soll, in transparenter Weise zusammen mit den Stakeholdern Szenarien zu formulieren und Einblick in die Arbeitsweise von DANUBIA zu geben, 2) die Übergabe des Vermittlungsprozesses zwischen Wissenschaft und Praxis an eine neutrale Mediationsinstanz, 3) die Aufzeichnung und Auswertung der Stakeholder-Treffen durch das Zentralprojekt. Alle drei Maßnahmen sind aus unserer Sicht dazu geeignet, den Stakeholder-Dialog sorgfältig und realitätsnah zu gestalten und zu untersuchen. Letztendlich erscheint uns dieser Weg, der die Grenzen der Wissenschaft versucht zu erkennen, anzuerkennen und positiv zu gestalten der beste Weg zu sein, diese wichtige Aktivität zum Erfolg zu bringen.

## Verwertungsplan

### Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

GLOWA-Danube ist als Projekt auf eine Laufzeit von 8 Jahren angelegt. Für eine darüber hinaus gehende Nutzung, auch in anderen Bereichen als dem direkt wissenschaftlichen, erscheint es zweckmäßig zwischen

1. der Entwicklung von DANUBIA als universell einsetzbarem integrativem Entscheidungsunterstützungssystem,
2. seiner Nutzung für Fragen des Wasserhaushalts exemplarisch für die Obere Donau sowie weiteren denkbaren Nutzungen und
3. den daraus entstehenden Techniken des Monitorings (z.B. Fernerkundung) und der Vorhersage zu unterscheiden. Da es ein Werkzeug wie DANUBIA noch nicht gibt, wird es auch keine vergleichbaren Produkte substituieren sondern neue Märkte und damit Arbeitsplätze im Bereich der Consulting- und Umweltmanagement-Dienstleistungen auf der Basis web-basierter Informationstechnologien schaffen.

DANUBIA wird bei erfolgreicher Implementierung in seiner Struktur im Prinzip weitgehend themenunabhängig einsetzbar sein. Wegen der web-basierten Konzeption und der Nutzung von Industriestandards ist DANUBIA

- auf kostengünstigen und standardisierten Hard- und Softwaresystemen einsetzbar,
- leicht skalier- und erweiterbar und
- leicht wartbar

und deshalb im Prinzip von KMUs bis zu Großunternehmen und öffentlichen Verwaltungen nutzbar. Die potentiellen Märkte für DANUBIA werden in seiner End-Ausbaustufe in den Bereichen der nationalen und internationalen Projektplanung großer Infrastrukturmaßnahmen (Wassergewinnungsanlagen, Kläranlagen, Binnenschifffahrt, Großflughäfen, Versicherungs- und Rückversicherungsunternehmen, Energiewirtschaft, Landschaftsplanung, etc.) und deren Betriebsoptimierung unter Berücksichtigung unterschiedlicher Interessen und zukünftiger Entwicklung gesehen. In der web-basierten, offenen Konzeption von DANUBIA liegt der Wettbewerbsvorteil im Vergleich zu in Entwicklung befindlichen Insellösungen. Die große Anzahl an Fachkräften der Datentechnik und deren Kenntnisse mit den eingesetzten Technologien (UML, JAVA, etc.) begünstigt den Transfer des Systems in den Markt.

Bei der Nutzung von DANUBIA zum integrativen Umweltmanagement großer und mittlerer Einzugsgebiete wie der Oberen Donau unter Berücksichtigung von lokalen und übergeordneten Interessen werden heute folgende öffentliche wie privatwirtschaftliche Anwendungsbereiche der neuen Werkzeuge und Erkenntnisse, die in GLOWA-Danube entstehen, gesehen.

- Anwendung zum integrativen Management der Wasserressourcen im Bereich der Oberen Donau im Rahmen der neuen EU-Wasser-Rahmenrichtlinie
- Nutzung der Kenntnisse aus der natur- und sozialwissenschaftlichen Grundlagenforschung zur Verbesserung der Nutzung der Wasserressourcen sowie des optimalen Einsatzes technologischer Lösungen (z.B. bei der Hochwasserentlastung, Gewässergütemanagement, des nachhaltigen Wirtschaftens, etc.)

- Nutzung der Kenntnisse im sozialwissenschaftlichen und ökonomischen Bereich zur besseren Planung von Allokation (z.B. in der Risikoanalyse, der Akzeptanzanalyse, der ökonomischen Kosten-Nutzen Rechnung, der Analyse der Wirksamkeit von Marktsteuerungsinstrumenten)
- Optimierung der zukünftigen Entwicklung großer Infrastrukture Objekte und deren Einzugsgebiete unter Bedingungen des Globalen Wandels. Hierzu gehören z.B. Großflughäfen, Schienennetze der Bahn, etc.
- Entwicklung von Techniken zur Beteiligung der Öffentlichkeit und der gemeinsamen Entscheidungsfindung der Betroffenen

Der Planungshorizont liegt bei den genannten Aufgaben durchaus im GLOWA-relevanten Rahmen von 20-25 Jahren. Sie müssen darüber hinaus im Einvernehmen mit den lokalen Stakeholdern entwickelt und in ihren Konsequenzen quantitativ bewertet werden.

Die im Rahmen von GLOWA-Danube entwickelten Verfahren des integrativen Umweltmonitoring werden in hohem Maß auf Fernerkundungsdaten basieren. Ihnen wird im Bereich des Umweltmanagements ein großes Marktpotential zugesprochen, da sie die bei Weitem ökonomischste Art sind, die dazu benötigten Geographischen Informationssysteme zu füllen und zu aktualisieren. Schon heute existiert national wie international eine Vielzahl von KMUs, die sich auf dieses Marktsegment spezialisiert haben. Die innerhalb von GLOWA-Danube entwickelten, verfeinerten Verfahren zur Nutzung der neuen Generation von Beobachtungssystemen durch verstärkte Kopplung der Datenauswertung mit bereits verfügbaren Datenquellen in DANUBIA wird zu einer verbesserten Übertragbarkeit der Methoden auf andere Regionen der Erde führen und damit die Marktchancen deutscher Unternehmen verbessern. Zu den direkten Anwendungsbereichen der erarbeiteten Fernerkundungsverfahren gehören:

- Die kostengünstige Erhebung und Aktualisierung von Daten zur Bebauung und Versiegelung mittlerer Einzugsgebiete
- Die kostengünstige Verbesserung der Niederschlagsbestimmung
- Die kostengünstige Erhebung und Aktualisierung der landwirtschaftlichen Struktur
- Die kostengünstige Erhebung und Aktualisierung der Wasserressourcen (z.B. Schnee und Eis)

Es wird damit ein Beitrag geleistet, die erheblichen Investitionen Deutschlands im Bereich der weltraumgestützten Hardware (Satelliten im Fernerkundungs- und Kommunikationsbereich) und der Dateninfrastruktur (DLR-DFD, Empfangsstationen) durch markttaugliche Informationsprodukte zu rechtfertigen. Dies erhält durch die europäischen Aktivitäten im Rahmen von GMES (Global Monitoring for Environment and Security) eine besondere Aktualität. Hier werden jenseits der Fernerkundungsdaten Strukturen benötigt, die diese intelligent aufbereiten und für Entscheidungsprozesse nutzbar machen können. In diesem Zusammenhang wurde bereits von Seiten der Industrie aktives Interesse and GLOWA-Danube geäußert.

GLOWA-Danube wird nach erfolgreicher Beendigung über seinen wissenschaftlichen Erfolg hinaus Ausgangspunkt für weitere wissenschaftliche Aktivitäten bilden können. Dies trifft vor allem für folgende Aspekte zu:

- Im Rahmen von GLOWA-Danube werden Datensätze über ein großes, alpin geprägtes Einzugsgebiet an einer Stelle koordiniert gesammelt und in Wert gesetzt. Diese Daten und aus ihnen veredelte Produkte werden (sofern freigegeben) in einer Datenbank organisiert und stehen den folgenden wissenschaftlichen Projekten zur Verfügung.

- GLOWA-Danube ist Mitglied in der HELP-Initiative der UNESCO/WMO. HELP (Hydrology for the Environment, Life and Policy) ist eine gemeinsame Initiative der UNESCO und der WMO mit dem Ziel: *„to deliver social, economic and environmental benefit to stakeholders through sustainable and appropriate use of water by deploying hydrological science in support of improved integrated catchment management“* (UNESCO (2001)). Der Koordinator von GLOWA-Danube ist der deutsche Koordinator für HELP. GLOWA-Danube ist damit Teil einer wirkungsvollen internationalen Forschungsplattform, die den Austausch der Forschungsergebnisse auch nach Ablauf des Projektes verstärkt vorantreiben wird.
- Im Rahmen von GLOWA-Danube wird an der LMU München das „Zentrum für Integrative Umweltwissenschaften“ gegründet. Das Zentrum soll u.a. als Institution zur Zusammenarbeit mit Behörden und Firmen dienen und steht auch allen interessierten Partnern von GLOWA-Danube offen. Es soll während der Laufzeit von GLOWA-Danube dahin entwickelt werden, Aus- und Weiterbildungsfunktionen im Bereich der Anwendung Integrativer Entscheidungsunterstützungssysteme zum Umweltmanagement zu übernehmen.

### **Wissenschaftliche und wirtschaftliche Anschlussfähigkeit**

Die weitere Akzeptanz und Entwicklung von DANUBIA nach Beendigung von GLOWA-Danube wird wesentlich von einer existierenden Infrastruktur abhängen, die sich für seine Weiterentwicklung verantwortlich fühlt. Es gilt dabei auch über das Projektende hinaus, neue Erkenntnisse aus der natur- und sozialwissenschaftlichen Grundlagenforschung, aus der Verfahrenstechnik und aus den Informationstechnologien zu bündeln, zu implementieren und dem Markt zur Verfügung zu stellen. Hierzu soll nach Ablauf der Förderung zu GLOWA-Danube das mit Sitz an der LMU München gegründete „Zentrum für Integrative Umweltwissenschaften“ dienen. In ihm sollen alle z.Zt. an GLOWA-Danube beteiligte Projektpartner (so interessiert) Mitgliedschaft haben. Es soll nach Abschluss von GLOWA-Danube folgende Aufgaben übernehmen:

- Plattform für die Weiterentwicklung und Integration neuer Erkenntnisse und Verfahren im Bereich integrativer Entscheidungsunterstützungssysteme zum Umweltmanagement,
- Fortführung von Pflege und Dokumentation der entwickelten Erkenntnisse, Verfahren und Daten aus GLOWA-Danube,
- Implementierung angepasster, problembezogener Lösungen in Zusammenarbeit mit Industrie und Verwaltung,
- Weiterentwicklung von Verfahren zum integrativen Umweltmonitoring in Zusammenarbeit mit Industrie und Verwaltung,
- die Aus- und Weiterbildung von Umweltmanagern zur kompetenten Nutzung von integrativen Entscheidungsunterstützungssystemen zum Umweltmanagement,
- Transfer von DANUBIA in die Märkte.

Damit ist gewährleistet, dass die Ergebnisse von GLOWA-Danube mit einem Minimum an Reibung und nachhaltig in die wissenschaftliche und wirtschaftliche Verwertung überführt werden.

## Beantragte Mittel

Bei den beantragten Mitteln wurde davon ausgegangen, dass eine Ausweitung der personellen Ressourcen nur in den Fällen gerechtfertigt erscheint, wo wir dies aus dem Gutachten über die 1. GLOWA-Statuskonferenz abzuleiten vermochten. Dies war aus unserer Sicht in den folgenden Themenbereichen gegeben:

- 5) Im Teilprojekt Tourismus; es war bisher mit einer halben BatIIa Stelle ausgestattet und soll zukünftig bei starker Ausweitung des Tätigkeitsfeldes den Status eines Kernprojektes mit 2 ganzen BatIIa Stellen erhalten (siehe dazu Antrag Tourismus (Schmude)).
- 6) Im Teilprojekt Agrarökonomie; es war bisher mit zwei ganzen BatIIa Stellen ausgestattet. Für diesen Themenbereich wird eine weitere halbe BatIIa Stelle beantragt, um exemplarisch die tiefe, proxel-basierte Multi-Akteur Modellierung mit der konventionellen summativen Optimierung zu vergleichen (siehe dazu Antrag Agrarökonomie (Dabbert)).
- 7) Im Teilprojekt Niederschlag/Fernerkundung; es war bisher mit einer halben Bat IIa Stelle ausgestattet. Aufgrund der positiven Einschätzung der Fernerkundung durch die Gutachter und wegen des erfolgreichen Starts des MSG (METEOSAT Second Generation) und des NASA-Satelliten Aqua soll es intensivere Untersuchungen zum Schlüsselparameter Niederschlag auf der Basis einer Bat IIa Stelle durchführen können (siehe dazu Antrag Niederschlag/Fernerkundung (Bendix)).
- 8) Der neu etablierte Bereich Stakeholder-Dialog im Rahmen eines Zentralprojektes. Hierfür waren in der ersten Projektphase keine expliziten Mittel vorgesehen. Nachdem unser Ansatz bei der Integration und Modellbildung insgesamt positive Resonanz gefunden hat, erscheint es uns wichtig, diesen Bereich des Projektes nun ähnlich konsequent anzugehen (siehe dazu Antrag Zentralprojekt - Stakeholder (Mauser/Sprenger/Hennicker)).

Alle darüber hinausgehenden personellen Ausstattungswünsche wurden im Interesse einer, vor dem Hintergrund der insgesamt positiven Gesamtbegutachtung, moderaten und deshalb realistisch erscheinenden Ausweitung des Projektes zurückgestellt. Trotzdem hat sich im Vergleich zu den für den ersten Projektabschnitt *bewilligten* Mitteln das Antragsvolumen insgesamt von 4.846.391€ auf 6.660.572 € erhöht. Das entspricht einer Steigerung auf 138 %. Diese Steigerung hat drei Gründe:

- Um die Personalkosten vergleichbar zu machen wurden die Standardsätze des automatischen AZA-Formulars einheitlich angesetzt. Dies führt bei allen Projekten gegenüber der letzten Bewilligung zu einer personalneutralen Steigerung der Personalkosten auf ca. 112%.
- Bei der letzten Bewilligung wurde eine Pauschalkürzung der Personallaufzeiten von 36 auf 30 Monate vorgenommen, da angenommen wurde, dass zu Beginn des Projektes nicht sofort alle Stellen besetzt werden können (was sich übrigens leider nur zum Teil bestätigte). Eine Berücksichtigung der vollen Laufzeit, die im Interesse einer Kontinuität im Projekt von uns als dringend erforderlich angesehen wird, führt zu einer personalneutralen Steigerung der Personalkosten von 112% auf 124%.
- Die Erweiterung von GLOWA-Danube um insgesamt 3.5 Stellen führt zu einer Steigerung der Gesamtkosten von 124% auf 138%.

Die beantragte Ergänzungsausstattung ist in Tab.6 und Abb.7 - 9 nach Projektpartnern, Jahren und Ausgabearten (Personalstellen, Geräte/Software, Daten, Sonstiges (Verbrauch, Geschäftsbedarf,

Reisen) und Organisationen dargestellt. Es wird dabei davon ausgegangen, dass die Mittel zentral über das Projekt „Zentrale Projektkoordination und Datenverwaltung“ bewirtschaftet werden und dass alle Projektpartner im Rahmen von Unteraufträgen am Projekt beteiligt sind. Die angegebenen Personalstellen sind auf der Basis der Standardsätze des AZA-Formulars berechnet (Durchschnitt 2004-06 Bat Ib: 5245- €/Monat, Bat Iia: 4.925- €/Monat bei 12 Monaten/Jahr). Daten werden, sofern sie von Gesamtinteresse für GLOWA-Danube durch das Projekt „Zentrale Projektkoordination und Datenverwaltung“ beschafft. In Ausnahmefällen, vor allem dann, wenn die Daten nur für das jeweilige Projekt von Relevanz sind, erscheinen die Daten in den Projektanträgen. Die für die Daten angegebenen Kosten beinhalten bereits Forschungsrabatte. Mögliche Kostenreduktionen durch Amtshilfe im Rahmen von BMBF-Vorhaben bzw. in Form einer Beteiligung der Länder Bayern und Baden-Württemberg werden im Fall der Bewilligung gesondert geprüft. Details über die beantragten Mittel sowie deren Begründung sind den Anträgen der Projektpartner zu entnehmen.

Tab. 6: Gesamtüberblick über die beantragte Ergänzungsausstattung

Beantragte Förderung der einzelnen Projektpartner für GLOWA-DANUBE (in T€)										
Bereiche	2004	2005	2006	S <sub>1</sub>	S	Stellen	Personal	Geräte	Daten	etc
<b>Psychologie</b>	209	170	174	553		2,5 lia	475	6		72
<b>Ökonomie</b>	161	155	158	474		2,5 lia	418	8	3	45
<b>Tourismus</b>	136	130	130	397		0.5+1.5 lia	371	7	3	17
<b>Agrarökon.</b>	171	167	167	506		2,0+0.5 lia	471	11	4	21
<b>Summe Sozialwissenschaften</b>					<b>1.930</b>					
<b>Hydrologie/FE</b>	182	172	173	527		2,5 lia	479	14		34
<b>Grundwasser</b>	179	174	177	531		2,5 lia	501	6		24
<b>Glaziologie</b>	78	74	69	221		1,0 lb	207	5		10
<b>Ober. Gewäs.</b>	186	187	163	536		1,5 lia	453	2		82
<b>Summe Wasserwissenschaften</b>					<b>1.816</b>					
<b>Meteor./MM5</b>	119	104	103	326		1,5 lia	276	17		33
<b>Meteor./Beob.</b>	81	68	52	200		1,0 lia	166	12		23
<b>Nied./Fernerker.</b>	95	66	66	226		0..5+0.5 lia	178	31		18
<b>Summe Meteorologie</b>					<b>753</b>					
<b>Naturn. Öko.</b>	86	77	70	234		1,0 lia	185	12		36
<b>Agrar. Öko.</b>	137	113	116	366		1,5 lia	307	26		34
<b>Informatik</b>	170	164	165	499		2,5 lia	443	9		47
<b>Human Cap.</b>	50	50	50	151			144			7
<b>Zentral Verw.</b>	253	132	129	514		1 Ila, 0.5 VIb	274	23	66	151
<b>Zentral Stake.</b>	143	126	127	398		1,0 lia	101			298
<b>Summe</b>	<b>2.440</b>	<b>2.231</b>	<b>1.990</b>	<b>6.661</b>		25,5+3.5 lia	<b>5.447</b>	<b>18</b>	<b>75</b>	<b>951</b>

**Rote Markierung** = Erweiterung der beantragten personellen Ausstattung, alle Zahlen in Tausend € gerundet

## Statistik

### Beantragte Projektressourcen

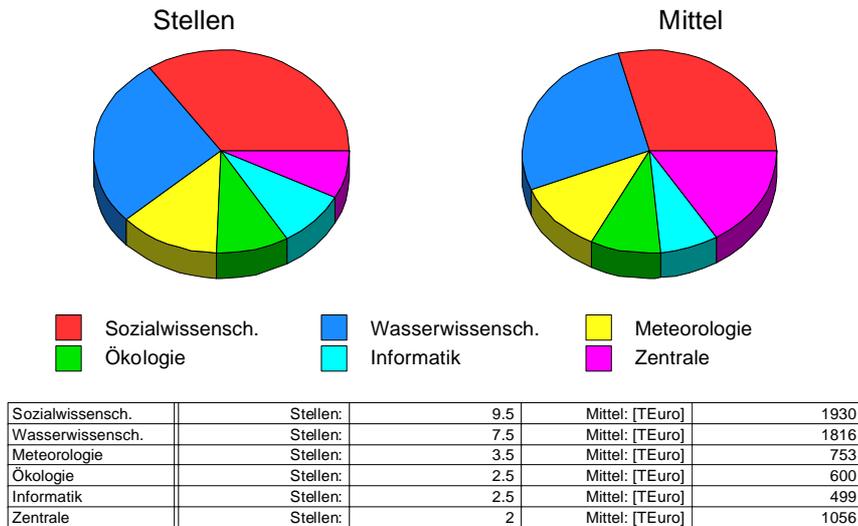


Abb.10: Übersicht über die beantragten Mittel nach Verwendungszweck

### Verteilung der Mittel nach Verwendung in %

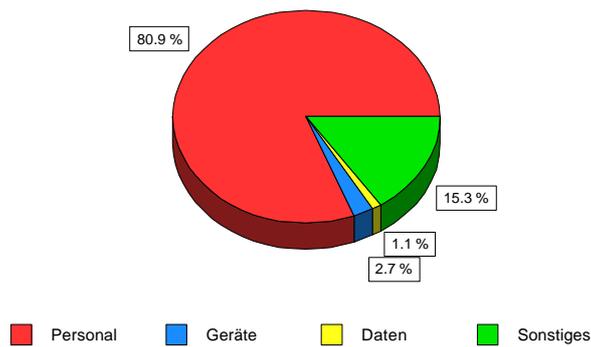


Abb.11: Übersicht über die beantragten Mittel nach Organisationen

### Verteilung der Mittel auf die Partner in TEuro

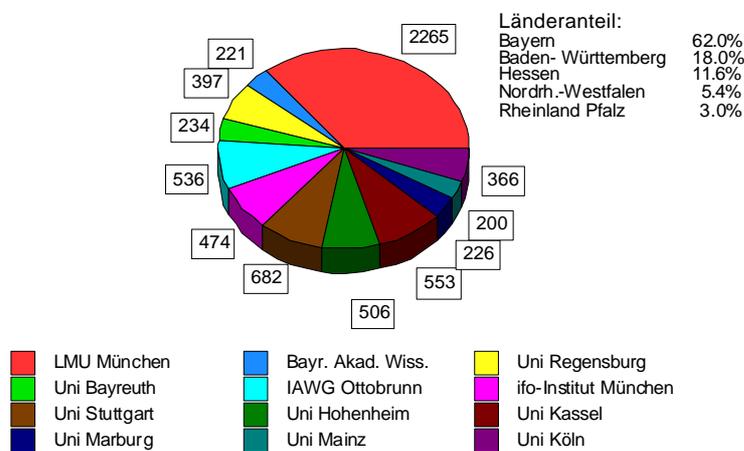


Abb.12: Verteilung der beantragten Mittel auf die Partner

## Literatur

**Berger, T. (2000):** Agentenbasierte räumliche Simulationsmodelle in der Landwirtschaft. Agrarwirtschaft, Sonderheft 168

**Booch, G., Rumbaugh J., Jacobson, I. (1999):** The Unified Modeling Language User Guide. Addison-Wesley, Object Technology Series.

**Falkenmark, M., Chapman, T. (ed. 1989):** Comparative Hydrology: An ecological approach to land and water resources, UNESCO, Paris

**UNESCO (2001):** The design and implementation strategy of the HELP initiative, IHP-V, Technical Documents in Hydrology No. H00/1, No.44, Paris

**Liverman, D., E.F. Moran, R.R. Rindfuss, P.C.Stern:** People and Pixels – Linking Remote Sensing and Social Sciences, National Academy Press, Washington D.C., 1998

**Parker, D.C., F.M. Mason, M.A. Jansson, M.J. Hoffmann, P. Deadman (2001):** Multi-Agent Systems for Simulation of Land-Use and Land-Cover: A Review, CIPEC Working Paper CW-01-05, Center for the Study of Institutions, Population and Environmental Change, Bloomington, Indiana, ([php.indiana.edu/~dawparke/](http://php.indiana.edu/~dawparke/))