

Zwischenbericht 1998 zum Forschungsprojekt

Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland des Elbeinzugsgebietes

Projektleitung: Prof. H.-R. Bork, Prof. J. Quast, Dr. J. Steidl

Zentrum für Agrarlandschafts-
und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V.
Eberswalder Str. 84, 15374 Müncheberg
Tel.: 033432-82200 Fax.: 033432-82223
033432-82300 033432-82301
e-mail: hydrologie@zalf.de

Berichtszeitraum: 01/1998 – 12/1998

Laufzeit des Vorhabens: 10/1997 – 10/2000

Eine Fördermaßnahme des BMBF

FKZ : 0339585

Forschungsverbund



Elbe-Ökologie

Zwischenbericht Ausgabenbasis

Zuwendungsempfänger: Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) e. V. Eberswalder Str. 84 15374 Müncheberg	Förderkennzeichen: 0339585
Vorhabenbezeichnung: Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland des Elbeeinzugsgebietes	
Laufzeit des Vorhabens: 10/1997 – 10/2000	
Berichtszeitraum: 01/1998 – 12/1998	

Bisher erreichte wissenschaftlich-technische Ergebnisse:

- Schaffung einer GIS-Datenbasis zum Elbetiefland, Beschaffung Wassergüte- und mengendaten ausgewählter Pegel
- Aufklärung des Stoffaustragsverhalten landwirtschaftlicher Standorte im Elbetiefland durch modellgestützte Untersuchungen
- 1. Machbarkeitsstudie zum Wasser- und Stoffrückhalt im Elbetiefland (Veröffentlichungsentwurf)
- vergleichende Systemanalyse und Ableitung von Nitrataustragstypen für Einzugsgebiete der Oberen Stör
- Morphometrische und hydrologische Charakteristik der Havel, Beschaffung und Aufbereitung der Daten zu Nährstoff- und Chlorophyll-a-gehalten in den Gewässerabschnitten
- Analyse des Ist-Zustandes des Stepenitzgebietes, Anpassung und Validierung des Modellierungssystems, erste Untersuchungen zu vorgegebenen Änderungsszenarien der Landnutzung
- Erschließung des InVeKos-Datenspeichers
- Entwicklung und Realisierung eines Modellkonzeptes zur Variantenrechnung zu maßnahmebedingten Auswirkungen anhand von Modellbetrieben

Die Ergebnisse der Projekte im Teilkomplex Landnutzung der „Elbe-Ökologie“ insbesondere des Projektes der KFA Jülich sind bekannt und werden in der weiteren Projektbearbeitung berücksichtigt.

Vom Zuwendungsempfänger wurden weder Erfindungen noch Schutzrechtsanmeldungen getätigt oder in Anspruch genommen.

Der erreichte Bearbeitungsstand entspricht im wesentlichen dem geplanten. Bis auf geringfügige Verzögerungen bei einer Teilaufgabe des IGB wurde der Zeitplan eingehalten. Die Bearbeitung des Forschungsvorhabens ist antragsgemäß fortgeschritten.

Aus den bisherigen Ergebnissen wird deutlich, daß durch die im Projektverbund favorisierte Herangehensweise einerseits eine schneller Überblick über das gesamte Zielgebiet gegeben werden konnte, der andererseits durch genestete Untersuchungen in Beispielsgebieten weitgehend unteretzt werden kann und muß. Dabei wurden auch Lücken zwischen der Bedeutung einzelner regional wirkender Prozesse und der geplanten Projektkapazität bekannt. Das betrifft den regional wirkenden Grundwassertransit, insbesondere die biogeochemischen Umsetzungsprozessen sowie die diffusen P-Einträgen in die Gewässer. Durch die Stärkung der Projektkapazitäten könnten diese Lücken weitestgehend geschlossen und eine wesentliche Qualifizierung der erwarteten Ergebnisse erreicht werden.

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis 3

1	Einleitung	7
2	Zielstellung des Gesamtvorhabens	8
3	Wissenschaftliche Projektkoordination	10
3.1	Projektstruktur und Bearbeitungskapazitäten	10
3.2	Organisation der Zusammenarbeit, Öffentlichkeitsarbeit	12
3.2.1	Zusammenarbeit innerhalb des Projektes	12
3.2.3	Öffentlichkeitsarbeit	14
3.3	Ausrichtung der inhaltlichen Arbeiten auf das Erreichen der Gesamtzielstellung	15
3.3.1	Entwicklung von Zielparametern	15
3.3.2	Begründung der Untersuchungsgebiete	17
3.3.2	Datengrundlagen	19
4.	Sachstand der Teilprojekte	21
4.1	Wasser- und Stoffrückhalt im Tieflandeinzugsgebiet der Elbe mit Nestung im Haveleinzugsgebiet	22
4.1.1	Aufgaben- und Zielstellung des Teilprojektes	22
4.1.2.1.	Hypothesen und Konzeptionen	23
4.1.2.2	Hydrologisch-ökologische Iststandsanalyse im Elbetiefeland	25
4.1.2.3	Modellgestützte Untersuchungen zum Stickstoffaustragsverhalten landwirtschaftlicher Standorte im Elbetiefeland	26
4.1.2.4	Prozeßanalyse der Senken- und Quellenwirkung von grundwasserregulierten Niedermoorgebiet	27
4.1.2.5	Grundsätzliche Möglichkeiten des Wasser- und Stoffrückhaltes im Elbetiefeland (1. Machbarkeitsstudie)	28
4.1.2.6	Entwicklung eines GIS-gestützten Modell- und Bewertungssystems	29

4.1.3	Kooperation mit anderen Teilprojekten	30
4.1.4	Vergleich des Arbeitsstandes mit dem Antrag	31
4.1.5	Ausblick und Erfolgsaussichten	31
4.2	Pufferzonenmanagement für Talniederungen am Beispiel der Stör	34
4.2.1	Problem- und Zielstellung des Teilprojektes	34
4.2.2	Teilergebnisse der ersten Projektphase	35
4.2.2.1	Methodisches Konzept	35
4.2.2.2	Vergleichende hydrologisch-stoffliche Systemanalyse der Teileinzugsgebiete der oberen Stör	37
4.2.2.3	Nitrataustragstypen	38
4.2.2.4	Modellentwicklung - Modellanwendung	39
4.2.2.5	Kausalanalyse zu Stoffausträgern der Buckener Au	40
4.2.3	Kooperation mit anderen Teilprojekten	41
4.2.4	Stand der Arbeiten, Vergleich mit dem Antrag	42
4.2.5	Ausblick und Erfolgsaussichten	43
4.3	Zielvorgaben für die Nährstoffbelastung der Havel und ihrer Nebenflüsse aus gewässerökologischer Sicht	46
4.3.1	Problem- und Zielstellung des Teilprojektes	46
4.3.2	Teilergebnisse der ersten Projektphase	47
4.3.2.1	Istzustand des Gewässersystems	47
4.3.2.2	Bestimmung der Phytoplanktonbiomasse, -zusammensetzung und der internen Phosphorgehalte des Phytoplanktons	49
4.3.2.3	Zusammenhänge zwischen Chlorophyll-a und Nährstoffkonzentrationen	50
4.3.2.4	Bilanzierung der Phosphorbelastung des Gewässersystems und ihr Reduzierungspotential bei alleiniger Verringerung der Einträge aus Kläranlagen	51
4.3.4	Kooperation mit anderen Teilprojekten	56
4.3.5	Stand der Arbeiten, Vergleich mit dem Antrag	56
4.3.6	Ausblick und Erfolgsaussichten	57

4.4	Dynamische skalenübergreifende Modellierung des Wasser- und Stoffhaushalts in Gebieten des pleistozänen Tieflandes - Modellgebiet Stepenitz –	
	59	
4.4.1	Problem- und Zielstellung des Teilprojektes	59
4.4.2	Teilergebnisse der ersten Projektphase	59
4.4.2.1	Methoden	60
4.4.2.2	Räumliche Disaggregation und Aggregation	60
4.4.2.3	Räumliche Interpolation meteorologischer Eingangsgrößen	61
4.4.2.4	Untersuchungen zum Einfluß von Landnutzungsänderungen	61
4.4.	Kooperation mit anderen Teilprojekten	64
4.4.4	Stand der Arbeiten, Vergleich mit dem Antrag	66
4.4.5	Ausblick und Erfolgsaussichten / Schwerpunkte der weiterführenden Forschungsarbeiten	66
4.5	Analyse und Bewertung der sozioökonomischen Auswirkungen von Maßnahmen zur Erhöhung des Wasser- und Stoffrückhaltes	69
4.5.1	Aufgaben und Zielstellung des Teilprojektes	69
4.5.2	Teilergebnisse der ersten Projektphase	70
4.5.2.1	Makroökonomische Analyse	70
4.5.2.2	Variantenrechnungen zu Auswirkungen	72
4.5.2.2.1	Modellansatz	73
4.5.2.2.2	Auswahl der Varianten	74
4.5.2.3	Vertiefende Untersuchungen in Teileinzugsgebieten	76
4.5.4	Kooperation mit anderen Teilprojekten	76
4.5.5	Stand der Arbeiten	77
4.5.6	Ausblick und Erfolgsaussichten	77
5.	Zusammenfassung und weitere Vorgehensweise	78
5.1	Vergleich des Arbeitsstandes mit dem Antrag	78
5.2	Weitere Vorgehensweise	78
Literatur		80

A N H A N G 83

1 Einleitung

Das Forschungsprojekt „Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland des Elbeeinzugsgebietes“ (WaStor) wurde zum 01.10.1997 vom Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie im Rahmen des Forschungsverbundes „Elbe-Ökologie“ unter dem Förderkennzeichen: 0339585 bewilligt. Die Laufzeit des Forschungsprojektes ist bis zum 30.09.2000 geplant. Einer Empfehlung des Wissenschaftlichen Beirates „Elbe-Ökologie“ vom 13.12.1996 folgend, ist WaStor als Gemeinschaftsprojekt zur Zusammenführung mehrerer vormaliger Einzelaktivitäten zum Komplex „Tiefland“ im Forschungskomplex „Landnutzung im Einzugsgebiet“ der Forschungskonzeption „Elbe-Ökologie“ des BMBF konzipiert. Die Leitung und Koordination des Gemeinschaftsprojektes liegen beim Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) Müncheberg (Prof. Dr. H.-R. Bork, Prof. Dr. J. Quast, Dr. J. Steidl).

In die Bearbeitung sind einbezogen:

- Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) Müncheberg,
 - Institut für Hydrologie (Prof. Dr. J. Quast, Dr. J. Steidl),
 - Institut für Landschaftsmodellierung (Dr. K.-O. Wenkel, Dr. C. Kersebaum)
- Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK, Dr. A. Becker)
- Ökologie-Zentrum der Universität Kiel (ÖZK, Prof. Dr. P. Widmoser, Dr. W. Kluge)
- Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei Berlin (IGB, Dr. H. Behrendt)
- Landesanstalt für Landwirtschaft Brandenburg (LfL, Dr. G. Neubert)

Die Liste aller Projektmitarbeiter ist in der Anlage beigefügt.

Es bestehen enge Kooperationen mit den Landesbehörden Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (LANU) und Landesumweltamt Brandenburg (LUA).

Die inhaltliche Einordnung in die Gesamtaktivitäten im Teilkomplex „Landnutzung im Einzugsgebiet“ ist über die Projektgruppe „Elbe-Ökologie“ bei der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) gewährleistet.

Der Zwischenbericht behandelt den Zeitraum vom 1.1.1998 (1.10.1998) bis 31.12.1998. Ausgehend von einer zusammenfassenden Darstellung der Ziele des Gesamtvorhabens, der Koordinierungsaktivitäten innerhalb des Projektes und mit dem Forschungsverbund Elbe-Ökologie sowie mit Behörden und anderen wissenschaftlichen Partnern wird zu jedem Teilprojekt ein Überblick über die spezifischen Zielstellungen, den Bearbeitungsstand im Soll-Ist-Vergleich, die ersten Ergebnisse sowie den weiteren Arbeitsablauf und die Erfolgsaussichten gegeben. Abschließend wird der erreichte Arbeitsstand auf der Basis des Projektantrages zusammenfassend bewertet.

Aus den vorliegenden inhaltlichen Teilergebnissen zeichnet sich ein Bedarf für gewisse methodische Präzisierungen und teilweise auch Erweiterungen des Projektes ab, der abschließend in diesem Bericht begründet wird.

2 Zielstellung des Gesamtvorhabens

Im Forschungsprojekt *WaStor* sollen zugunsten der Besserung der ökologischen Situation der Gewässer im pleistozänen Tiefland des Elbeeinzugsgebietes Möglichkeiten für einen Wasser- und Stoffrückhalt aufgezeigt und hinsichtlich ihrer Wirksamkeit bewertet werden. Unter dieser Zielstellung sind Methoden und Instrumentarien zur Analyse des hydrologischen Systemverhaltens komplexer Einzugsgebiete des Elbetieflandes zu erarbeiten, die die Wechselwirkungen und Rückkopplungen innerhalb der Flußsysteme des Elbetieflandes berücksichtigen und die Ableitung von Entscheidungshilfen für die Vorbereitung von Maßnahmen zum Wasser- und Stoffrückhalt gestatten.

Die Methoden und „Werkzeuge“ sind für genestete Teileinzugsgebiete des Elbetieflandes derart zu erproben, daß ihre Nutzbarkeit für die gesamte Vielfalt der naturräumlichen und anthropogen beeinflussten Bedingungen im Elbetiefland beurteilt werden kann. Dazu sind sowohl historische Entwicklungen und die gegenwärtigen Bedingungen als auch potentielle Szenarien künftiger Entwicklungen hinzuzuziehen. Das betrifft die Wirkungen der landwirtschaftlichen Nutzungen in den potentiellen Eintrags- und Rückhaltegebieten, die hydrologischen Wirkungen und wasserwirtschaftlichen Eingriffsmöglichkeiten sowie die zu erwartenden ökologischen und sozioökonomischen Auswirkungen konkreter Maßnahmen bzw. erforderliche restriktive Vorgaben zur Gewährleistung von Zielgrößen der Nährstoffbelastungen.

Diese Gesamtzielstellung ist unter Berücksichtigung der Arbeitsschwerpunkte und der realisierbaren Kapazitäten der Projektpartner in Teilziele unterteilt worden (s. Tab. 2.1). Auf Anregung des wissenschaftlichen Beirates Elbeökologie ist dabei für das erste Bearbeitungsjahr eine Zielstellungserweiterung (bei befristeter anteiliger Kapazitätserweiterung) zur Erarbeitung einer ersten Machbarkeitsstudie für den Wasser- und Stoffrückhalt im Elbeeinzugsgebiet vorgenommen worden (Teilziel 3, s. Tab. 2.1). Mit dieser Machbarkeitsstudie sollte zum einen eine erste Grobeinschätzung zur differenzierten Wasserhaushaltssituation im Elbetiefland und zu den realen Möglichkeiten für einen künftigen Wasser- und Stoffrückhalt gegeben werden und zum anderen bei Abschätzung des Reaktionsverhaltens und der Sensibilität differenzierter Einzugsgebietsstrukturen eine Konzentration der wissenschaftlichen Bearbeitung auf ergebnisträchtige Schwerpunkte begründet werden.

Über diese unmittelbaren Zielstellungen hinaus sollen mit den genesteten Untersuchungen im Elbetiefland im Sinne der Rahmenkonzeption von BECKER et al. (1995) auch Aussagen zum Skalenverhalten von Einzugsgebietsmodellen und „Skalenbeziehungen“ zur skalenübergreifenden Modellübertragung abgeleitet werden. Dies dient der Stützung großräumiger Modellanwendungen im Elbegebiet im Projekt „Auswirkungen der Landnutzung auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Elbe und ihres Einzugsgebietes“ (BECKER & BEHRENDT, 1998).

Tab. 2.1: Teilziele und Arbeitsschwerpunkte des Forschungsprojektes

Teilziele/Arbeitsschwerpunkte	Bearbeitung
1. Hydrologisch-wasserwirtschaftliche Iststandsanalyse des Elbetieflands hinsichtlich Wirkungsgefüge, Einflußgrößen und Abflußbilanzen - GIS-Datenmanagement	ZALF, Kiel (<i>in Kooperation mit ÖZK, PIK, LUA und LANU</i>)
2. Entwicklung und Erprobung eines Modell- und Beratungssystems für einzugsgebietsbezogene Verhaltensanalysen zu Wasser- und Stoffausträgen aus Tieflandeinzugsgebieten sowie zur Beurteilung von Möglichkeiten und Auswirkungen für den Wasser- und Stoffrückhalt - Erstanwendungsgebiete Rhin/Havel	ZALF, ÖZK (<i>in Kooperation mit PIK, LfL, IGB, LUA, LANU</i>)
3. Grobabschätzung der hydrologischen Verhaltenscharakteristik der Einzugsgebiete im Elbetiefland und der Machbarkeit von Maßnahmen zum Wasser- und Stoffrückhalt - 1. Machbarkeitsstudie nach einem Bearbeitungsjahr	ZALF (<i>in Kooperation ÖZK, PIK, LfL, IGB, LUA</i>)
4. Prüfung der Anwendbarkeit dynamischer skalenübergreifender Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes in Gebieten des pleistozänen Tieflands - Modellgebiet Stepenitz und Aussagen zur Anwendbarkeit in anderen Gebieten	PIK (<i>in Kooperation mit ÖZK, ZALF, LfL, LUA</i>)
5. Entwicklung eines Fuzzy-Modellsystems zur Bewertung der hydrologisch-stofflichen Pufferfunktion von Talniederungen für den diffusen Austausch zwischen Einzugsgebiet und Gewässern - Beispielsgebiet Obere Stör	ÖZK Kiel (<i>in Kooperation mit ZALF, PIK, IGB, LANU</i>)
6. Ableitung von Zielvorgaben für die Belastung von Gewässern im Elbetiefland - Beispielsgebiet Havel und Nebenflüsse	IGB Berlin (<i>in Kooperation mit LUA, ZALF</i>)
7. Sozioökonomische Analysen und Bewertungen für Maßnahmen zum Wasser- und Stoffrückhalt in Agrarregionen des Elbetieflands - Zielvorgaben für Flächennutzungsbedarf und Bewertung der sozioökonomischen Wirkungen von Wasser- und Stoffrückhalt in Beispielsregionen (Havel, Spree, Rhin, Stepenitz)	LfL Brandenburg (<i>in Kooperation mit ZALF</i>)
8. Szenarioanalysen zum Wasser- und Stoffrückhalt im Elbetiefland als Planungsgrundlagen für künftiges nachhaltiges Flußgebietsmanagement - Genestete Analysen für Teileinzugsgebiete und für die Gesamtregion Elbetiefland	ZALF, ÖZK, PIK, IGB, LfL (<i>in Kooperation LUA, LANU</i>)

3 Wissenschaftliche Projektkoordination

3.1 Projektstruktur und Bearbeitungskapazitäten

Die Bearbeitung des Forschungsprojektes erfolgt gemäß Antrag in der in Abb. 3.1 dargestellten Projektstruktur. Die Teilaufgaben werden von den Projektpartnern in enger Kooperation untereinander und mit den Fachbehörden der Länder bearbeitet.

Antragsgemäß stehen für die Projektbearbeitung 6/2 Projektstellen für wissenschaftliche Mitarbeiter und eine Projektstelle für einen wissenschaftlich-technischen Mitarbeiter über die gesamte Projektlaufzeit zur Verfügung. Zur Abdeckung der für die Machbarkeitsstudie erforderlichen zusätzlichen Recherche-, Koordinierungs- und redaktionellen Arbeiten wurde dem ZALF befristet für ein Jahr eine Projektaufstockung um 1/2 Wissenschaftlerstelle gewährt (Tab. 3.1).

Zusätzlich zu diesen Projektstellen sind bei allen Projektpartnern des Verbundprojektes in erheblichem Umfang wissenschaftliche und wissenschaftlich-technische Haushaltskapazitäten einbezogen, durch die eine erfolgreiche Projektbearbeitung überhaupt erst möglich wird.

Tab. 3.1: Übersicht über die Projektstellen und deren Aufgabenbereiche

Projekt-partner	Projekt-stelle	Aufgabenbereich	Ein-stellung
ZALF	0,5 Wiss.	Hydrologische Analyse, Bewertung der Beispielsgebiete, Ermittlung und Bewertung von Maßnahmen zur Erhöhung des Wasser- und Stoffrückhaltes, modellgestützte Ableitung von Zielvorstellungen für den Wasser- und Stoffrückhalt in Teilgebieten	02/98
ZALF	0,5 Wiss.	Harmonisierung der GIS-Sachthemen, modellgestützte Abschätzung der diffusen N-Austräge, Expertensystem zur Abschätzung der Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf regionaler Ebene, Entwicklung und Abstimmung von Szenarien, integrative Gesamtbewertung der Szenarien	10/97
ZALF	0,5 Wiss.	Studie zu den grundsätzlichen Bedingungen und Möglichkeiten des Wasser- und Stoffrückhaltes im Elbetiefeland (Recherche-, Koordinierungs- und redaktionelle Arbeiten)	10/97-12/98
ÖZK	0,5 Wiss.	Pufferzonenmanagement für Talniederungen, Hydrologisch-hydrochemische Gebietsanalyse zur Buckener Au, Typisierung und Stoffretention Talniederungen, Bewertungssystem für diffuse Einträge und Pufferzonenmanagement (bes. Stickstoff)	11/97
PIK	0,5 Wiss.	Dynamische skalenübergreifende Modellierung des Wasser- und Stoffhaushalts in Gebieten des pleistozänen Tieflandes -Stepenitz-	
PIK	Techniker	Unterstützung des LUA bei der Datenerfassung und -aufbereitung, Mitarbeit bei Simulationsrechnungen und Ergebnisvisualisierung	10/97
IGB	0,5 Wiss.	Ableitung von Zielvorgaben für die Nährstoffbelastung der Havel und ihrer Nebenflüsse aus gewässerökologischer Sicht	11/97
LfL	0,5 Wiss.	Sozioökonomische und betriebswirtschaftliche Analyse in den Beispielsgebieten, Bewertung von Maßnahmenkomplexen zur Erhöhung des Wasser- und Stoffrückhaltes, Entwicklung von Szenarien, Szenariountersuchungen	10/97

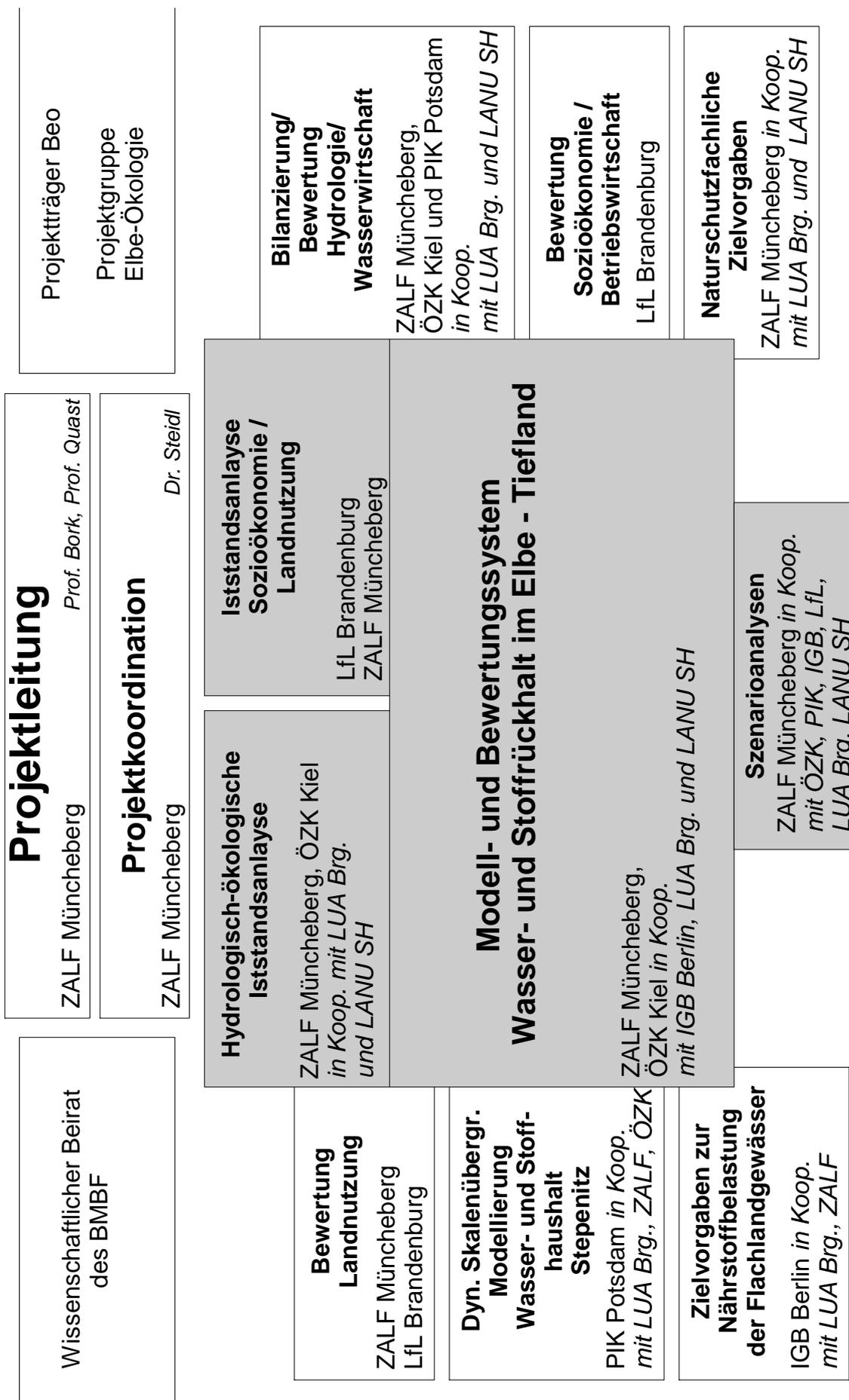


Abb. 3.1: Organisationsstruktur Projekt "Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland des Elbeinzugsgebietes"

3.2 Organisation der Zusammenarbeit, Öffentlichkeitsarbeit

3.2.1 Zusammenarbeit innerhalb des Projektes

Zur Koordination der Zusammenarbeit der Projektpartner wurden mehrere Arbeitstreffen und Projektberatungen durchgeführt. In Tab. 3.2 sind nur die Beratungen aufgeführt, die im Sinne der Koordination der inhaltlichen Gesamtzielstellung durchgeführt wurden. Abgesichert wurde eine reibungslose Übernahme des Projektteils der Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft (LVGF) Paulinenaue nach deren Auflösung durch die LfL Brandenburg zum Jahreswechsel 97/98.

Darüber hinaus wurden bei Bedarf weitere Treffen einzelner Projektpartner durchgeführt. Über die internen Arbeitstreffen hinausgehend sind auch die projektübergreifenden Arbeitstreffen innerhalb des Forschungsverbundes „Elbe-Ökologie“ für Koordinierungen zwischen den am Projekt WaStor beteiligten Partnern genutzt worden.

Tab. 3.2: Liste der Arbeitstreffen und Koordinierungsberatungen innerhalb des Projektes

Thema des Treffens	Zeitpunkt	Ort	Teilnehmer
Projektaufakt, inhaltliche Koordinierung 1. Projektphase, Koordinierung Machbarkeitsstudie	17.10.97	BMBF, Berlin	alle PP ¹ , LUA, BMBF
Vorstellung des Forschungsprojektes, Koordination der Zusammenarbeit mit dem LUA, Benennung von Schwerpunktgebieten	07.11.97	LUA, Potsdam	alle PP, LUA
Strategie der sozioökonomischen Untersuchungen, Schnittstellen zwischen naturwissenschaftlichen und sozioökonomischen Untersuchungen	19.11.97	ZALF	LVGF, ZALF
Koordinierung der naturwissenschaftlichen und sozioökonomischen Untersuchungen	31.03.98	ZALF	LfL, ZALF
Ziele der Machbarkeitsstudie, Anforderungen und Mitwirkung des LUA Brandenburg	14.05.98	LUA, Potsdam	LUA, ZALF
Arbeitsfortschritte und Koordinierung der Arbeiten zwischen PIK und ÖZK	05.06.98	PIK, Potsdam	PIK mit dem ÖZK und dem ZALF
Abstimmung naturwissenschaftlicher und sozioökonomischer Untersuchungen im Stepenitzzeinzugsgebiet	06.11.98	PIK, Potsdam	PIK, LfL
Diskussion Konzept der Machbarkeitsstudie, Beiträge der Projektpartner	20.08.98	BMBF, Berlin	alle PP
Zwischenbegutachtung des Forschungsprojektes	12. u. 13.11.98	TU Dresden	wiss. Beirat, BMBF, alle PP
Auswertung Zwischenbegutachtung inhaltliche Koordinierung der nächsten Projektphase	18.12.98	BMBF, Berlin	alle PP, BMBF, PG ¹ Elbe-Ökologie

¹ PP – Projektpartner, PG - Projektgruppe

3.2.2 Projektübergreifende und externe Kooperationen

Die Arbeitstreffen bei der Projektgruppe „Elbe-Ökologie“ zu den Themenbereichen

- Landschaftswasser- und –stoffhaushalt im Elbeeinzugsgebiet,
- Stoffdynamik, Leitbildentwicklung und Bioindikation,
- Grundwasser sowie
- Nutzungs- und Entwicklungskonzepte in Auen

und die Arbeitsberatungen innerhalb des Forschungsschwerpunktes „Landnutzung im Einzugsgebiet“ wurden für die Abstimmung des inhaltlich-methodischen Vorgehens und für die erforderlichen Abstimmungen zur Paßfähigkeit des Verbundprojektes WaStor im Forschungsverbund genutzt.

Um die zuständige Fachbehörde des Landes Brandenburg in das Projekt einzubeziehen, sind zwei Informationsveranstaltungen beim LUA Brandenburg (vgl. Tab. 3.2) durchgeführt worden, in deren Ergebnis Vorschläge zu Schwerpunktgebieten sowie zu inhaltlichen Aspekten ausgearbeitet wurden. Außerdem sind ausgewählte Meßwerte zu Grund- und Oberflächenmeßstellen (Menge und Güte) bis zum Juli 1998 vom LUA an das ZALF übergeben worden.

Zu tangierenden Forschungsprojekten wurden Kooperationsbeziehungen aufgebaut:

Forschungszentrum Jülich GmbH (Dr. Wendland, Dr. Kunkel): Austausch von Methoden, Untersuchungsergebnissen und Daten zur großgebietlichen Simulation des Wasser- und Stoffhaushaltes im Einzugsgebiet der Elbe

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (Dr. Becker, Dr. Haberlandt): Koordination der Modellanwendungen, Vereinheitlichung der Datenbasis und der Zielvorgaben, Zusammenführung von Untersuchungsergebnissen zur genesteten Einzugsgebietsmodellierung

Technische Universität Dresden (Dr. Schwarze): Diskussion von Lösungsansätzen und Methoden; Zusammenführung von Untersuchungsergebnissen zur genesteten Einzugsgebietsmodellierung

Technische Universität Potsdam (Prof. Grünwald, A. Beblík): Abstimmung der Modellnutzung und Modellentwicklung und Parametersätzen im Bereich der N-Modellierung

Umweltforschungszentrum Halle–Leipzig (Prof. Krönert): Diskussion von Lösungsansätzen und Methoden; Zusammenführung von Untersuchungsergebnissen, Leitbilddiskussion

Landesumweltamt Brandenburg (Prof. Jungfer, Frau Gierk): Kooperation bei der Bereitstellung von wasserwirtschaftlichen Daten, Informationsaustausch zu wasserwirtschaftlichen Planungen, Begleitung der Arbeiten im Stepenitzgebiet

Landesamt für Natur und Umwelt Schleswig-Holstein (über ÖZK): Kooperation bei der Bereitstellung von wasserwirtschaftlichen Daten, Informationsaustausch zu wasserwirtschaftlichen und naturschutzfachlichen Planungen, Begleitung der Arbeiten in der Buckener Au

3.2.3 Öffentlichkeitsarbeit

Vorstellen des Projektkonzeptes zum Wasser- und Stoffrückhalt im Elbetiefeland vor Mitarbeiter/innen des Landesumweltamtes Brandenburg, Potsdam 07.11.1997

(Referenten: Quast, J., Becker, A., Steidl, J.)

Gemeinschaftsposter zum Projekt WaStor im Forschungsverbund Elbe-Ökologie des BMBF

- 8. Magdeburger Gewässerschutzseminar, Karlsbad, CR 10/1998
- Wiss.-Tagung „Aspekte einer nachhaltigen Landschaftsentwicklung und Landnutzung“, 24.-26. November 1998, Müncheberg

Erste Machbarkeitsstudie zum Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland des Elbeeinzugsgebietes

(Bearbeiter: J. Quast, J. Steidl, A. Ritzmann, O. Bauer)

Manuskript für ZALF-Report (erscheint 1999)

KERSEBAUM, K. C. (1999): Simulation standortspezifischer Effekte unterschiedlicher Fruchtfolge- und Anbausysteme im ökologischen und konventionellen Landbau auf den Wasser- und Stickstoffhaushalt als Grundlage für regionale Szenarienrechnungen. Tagungsband der 5. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau in Berlin (im Druck).

JELINEK, S., KLUGE, W., WIDMOSER, P. (1999): Über das Abflußverhalten kleiner Einzugsgebiete am Beispiel der oberen Stör in Schleswig-Holstein. Deut. Gewässerkundl. Mitt., Heft 1.

JELINEK, S., KLUGE, W., WIDMOSER, P. (1998): Wasserhaushaltsbilanzen nach neueren Verfahren in Tiefland-Einzugsgebieten am Beispiel der oberen Stör Schleswig-Holstein (Poster). Tagung zum Hydrologischen Atlas Deutschland, vom 6.-7.10.1998, Univ. Freiburg

JELINEK, S. (1998 eingereicht): Wasser- und Stoffhaushalt im Einzugsgebiet der oberen Stör. Diss., Univ. Kiel

KLUGE, W., JELINEK, S., MARTINI, M. (1998): Gewässerschutz durch Pufferzonen-Management in Talniederungen des norddeutschen Tieflandes (Poster). 8. Magdeburger Gewässerschutzseminar "Gewässerschutz und Wassernutzung im Einzugsgebiet der Elbe", 20.-23.10.1998, Karlovy Vary

KLUGE, W., JELINEK, S. (in Vorb.): Anforderungen an die Modellierung des Wasser- und Stofftransportes in Tieflandseinzugsgebieten Schleswig-Holsteins - Erfahrungen aus dem Bornhöved- und dem Stör-Projekt (Vortrag). Workshop zur Modellierung des Wasser- und Stofftransportes in großen Einzugsgebieten. SFB 299 Univ. Gießen und GHS Kassel, 19.-20.11.1998, Tagungsband Kassel Univ. Press

Diplomarbeiten:

KESSLER, M. (1998): Analyse des Niederschlags-Abfluß-Verhaltens des Osterausystems (Schl.-H.). Dipl.-Arbeit, Geogr.-Inst. der Univ. Kiel

OFFEN, T. (1998): Modellgestützte Analyse des unterirdischen Wasser- und Stoffaustausches in Talniederungen am Beispiel der Stör. Dipl.-Arbeit, Geologisch-Paläontologisches Institut der Univ. Kiel

WEHKAMP, A. (in Vorb.): Quartärgeologische Kartierung zur Genese der Talniederung der Buckener Au. Dipl.-Arb., Geologisch-Paläontologisches Institut der Univ. Kiel

2 Pressemitteilungen in Landeszeitungen zur Elbe-Ökologie

Lahmer, W. und Becker, A. (1997). GIS-gestützte regionale hydrologische Modellierung. Proceedings zum Symposium „Modellierung in der Hydrologie“ aus Anlaß des 30-jährigen Bestehens der Dresdener Schule der Hydrologie, TU Dresden, 22. - 24. Sept. 1997, S. 353.

Lahmer, W. (1998). Macro- and Mesoscale Hydrological Modelling in the Elbe River Basin (presentation). In: Proceedings of the Conference 'Catchment Hydrological and Biochemical Processes in Changing Environment' in Liblice, Czech Republic, September 22-24, 1998, p.57-61.

Lahmer, W. und Becker, A. (1998). Auswirkung von Landnutzungsänderungen auf den Wasserhaushalt eines mesoskaligen Einzugsgebietes. Vortrag auf dem 8. Magdeburger Gewässerschutzseminar „Gewässerschutz im Einzugsgebiet der Elbe“ vom 20. bis 23. Oktober 1998 in Karlovy Vary (Karlsbad). B.G. Teubner Stuttgart, Leipzig 1998, p. 315-318.

Lahmer, W., Pfütznern, B., Becker A. (1998). Großskalige hydrologische Modellierung von Landnutzungsänderungen vor dem Hintergrund unsicherer Eingangsdaten. Vortrag im Rahmen des 2. Workshops „Modellierung des Wasser- und Stofftransports in großen Einzugsgebieten“ am 19./20. November 1998 in Rauschholzhausen bei Gießen (Veröffentlichung Anfang 1999).

3.3 Ausrichtung der inhaltlichen Arbeiten auf das Erreichen der Gesamtzielstellung

3.3.1 Entwicklung von Zielparametern

Das Weg-Zeit-Verhalten der Abflußprozesse in Agrarlandschaften einschließlich des Stoffflusses aus diffusen Quellen der Landnutzung bis zum Stoffeintrag in Gewässer und Feuchtgebiete ist äußerst differenziert und wird durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Neben den natürlichen Einflußfaktoren wie Orographie, Geomorphologie, Gewässerstrukturen, Vegetation und Niederschlägen wirken anthropogene Einflußfaktoren, wie agrarische Landnutzung mit Düngung und chemischen Wirkstoffen, Entwässerung von staunassen Flächen und Trockenlegung von Feuchtgebieten in Niederungen sowie flußbauliche Maßnahmen für die Hochwasserableitung, die Schifffahrt und die Energiegewinnung bzw. Wasserspeicherung. Die Abflußdauer vom Ort der Abflußbildung bis zum Eintrag der

Stoffe aus diffusen Quellen der Landnutzung in die Gewässer kann in den pleistozänen Agrarlandschaften des Elbetieflandes von wenigen Minuten und Stunden bei Oberflächenabfluß über Tage, Wochen und Monate bei Versickerung und Grundwasserabfluß in gewässernahen Bereichen bis zu Jahrzehnten und mehreren Jahrhunderten bei gewässerfernen Versickerungsstandorten, wie z. B. dem Fläming, betragen. Landnutzung und Landnutzungsänderungen wirken daher in sehr differenziertem Maße gewässerbelastend.

Aus dieser Problemlage im Elbetiefland wurden zu den folgenden Schwerpunkten Zielparameter abgeleitet, die einerseits während der Projektbearbeitung orientierenden Charakter für die Teilprojekte haben, andererseits als hilfreich für die Bewertung von konkreten Maßnahmen zum Wasser- und Stoffrückhalt angesehen werden können:

- ◆ Reduzierung potentiell gewässerbelastender diffuser Stoffausträge aus der Landnutzung bei flächendifferenzierter Rangigkeit von Landnutzungsänderungen in Gebieten mit Austragszeiten von
 - < 20 a
 - 20 .. 50 a
 - 50 a
 - Zielparameter: N_{ges} , P_{ges} –Fracht beim Eintritt in Feuchtgebiete und Gewässer
- ◆ Sauberes Grundwasser bei hohem Dargebot (Maximale GW-Neubildung bei minimalen Stoffausträgen)
 - Zielparameter: N_{ges} , P_{ges} -Konzentration im Grundwasser
- ◆ Maximale Reaktivierung des Senkenpotentials von Niederungen, Feuchtgebieten und Gewässern für Wasser- und Stoffrückhalt
 - Zielparameter: N_{ges} , P_{ges} – Fracht aus dem Gebiet
 - Zielparameter: Grundwasserflurabstand (Dauerlinie)
- ◆ Ökologisch verträgliche Begrenzung bzw. Steuerung der Stoffausträge aus diffusen Quellen in Gewässer des Elbetieflands
 - Zielparameter: N_{ges} , P_{ges} -Konzentration im Oberflächengewässer
 - Zielparameter: N/P - Verhältnis
- ◆ Gesamtfracht der Stoffausträge aus dem Elbetiefland in die Elbe
 - Zielparameter: N_{ges} , P_{ges} –Fracht zur Elbe

- ◆ Sicherung nachhaltiger sozioökonomischer und ökologischer Gebietsentwicklung
 - Zielparameter: Anteil sensibler austragsdisponierter Flächen an der landwirtschaftlichen Nutzfläche im Einzugsgebiet
 - Zielparameter: Flächenbedarf Grünland in potentiellen Rückhaltegebieten
 - Zielparameter: GV-Besatz/ ha LF bzw. Bodenfläche
 - Zielparameter: N-Saldo (Primärbilanz)
 - Zielparameter: Ak-Besatz (Landwirtschaft)
 - Zielparameter: Einkommenspotential der landwirtschaftlichen Nutzung je ha und je AK

3.3.2 Begründung der Untersuchungsgebiete

Das gesamte Elbetiefeland, das mit 58730 km² 40% des gesamten Elbeeinzugsgebietes umfaßt, ist das Zielgebiet des Forschungsprojektes (vgl. Abb. 3.2). Die südliche Begrenzung dieses Gebietes ist durch den Übergang vom Lockergesteins- zum Festgesteinsbereich am Lausitzer Grenzwall und im Mittelsächsischen Hügelland bzw. durch die Grenze zum mitteldeutschen Lößgebiet gegeben. Die nördliche Begrenzung des Untersuchungsgebietes wurde aus inhaltlich-methodischen Gründen über die sonst übliche Begrenzung des Untersuchungsraumes bei Geesthacht hinaus unter Einschluß des Störeeinzugsgebietes festgelegt. Im Nordosten ist das Elbeeinzugsgebiet durch die Endmoräne des pommerschen Stadiums der Weichseleiszeit im Verlauf des Mecklenburger Landrückens und des Choriner Endmoränenbogens begrenzt. Im Osten reicht das Untersuchungsgebiet mit dem Einzugsgebiet der Spree bis nahe an den Flußverlauf der Neiße und den Mittellauf der Oder. Ähnlich nahe reicht das Haveleinzugsgebiet auf dem Barnim und der Lebusener Hochfläche an das Oderbruch heran. Der linksseitige Anteil des Tieflandeinzugsgebietes der Elbe ist mit 13565 km² erheblich kleiner als das rechtsseitige Tiefland und mit seinen kleinen, direkt in die Elbe mündenden Flüssen wie Ohre, Biese, Aland, Jeetze, Ilmenau, Luhe, Este bis hin zur Schwinge kleinräumiger strukturiert, hat aber mit dem großen Niedermoorgebiet im Drömling, den Flußauen der Altmärker Wische, den Stauwasserstandorten im Jeetseeinzugsgebiet sowie den Flußmarschen und Geesten im Wendland und im Alten Land intensiv landwirtschaftlich genutzte Flächen mit einem relativ hohen Stoffaustragspotential.

Insgesamt werden ab der Einmündung der Schwarzen Elster 380 km des Elbestroms, das entspricht etwa 37 % der Gesamtlängelänge der Elbe, durch Abflüsse und Stoffeinträge aus dem Elbetiefeland beeinflusst. Innerhalb des Elbetieflandes selbst werden tausende Kilometer Flußläufe und angrenzende Niederungen, hunderte durchflossener Seen, mehrere hunderttausend Hektar Feuchtgebiete sowie viele tausend Kleingewässer durch diffuse Stoffausträge aus land- und forstwirtschaftlich genutzten Flächen beeinflusst.

Die Erarbeitung der methodischen Grundlagen und die Feldanalysen für WaStor erfolgen durch Schwerpunktsetzung auf genestete Beispielsregionen (Abb. 3.2) mit strikter Orientierung der Übertragung von Ergebnissen auf das gesamte Zielgebiet.

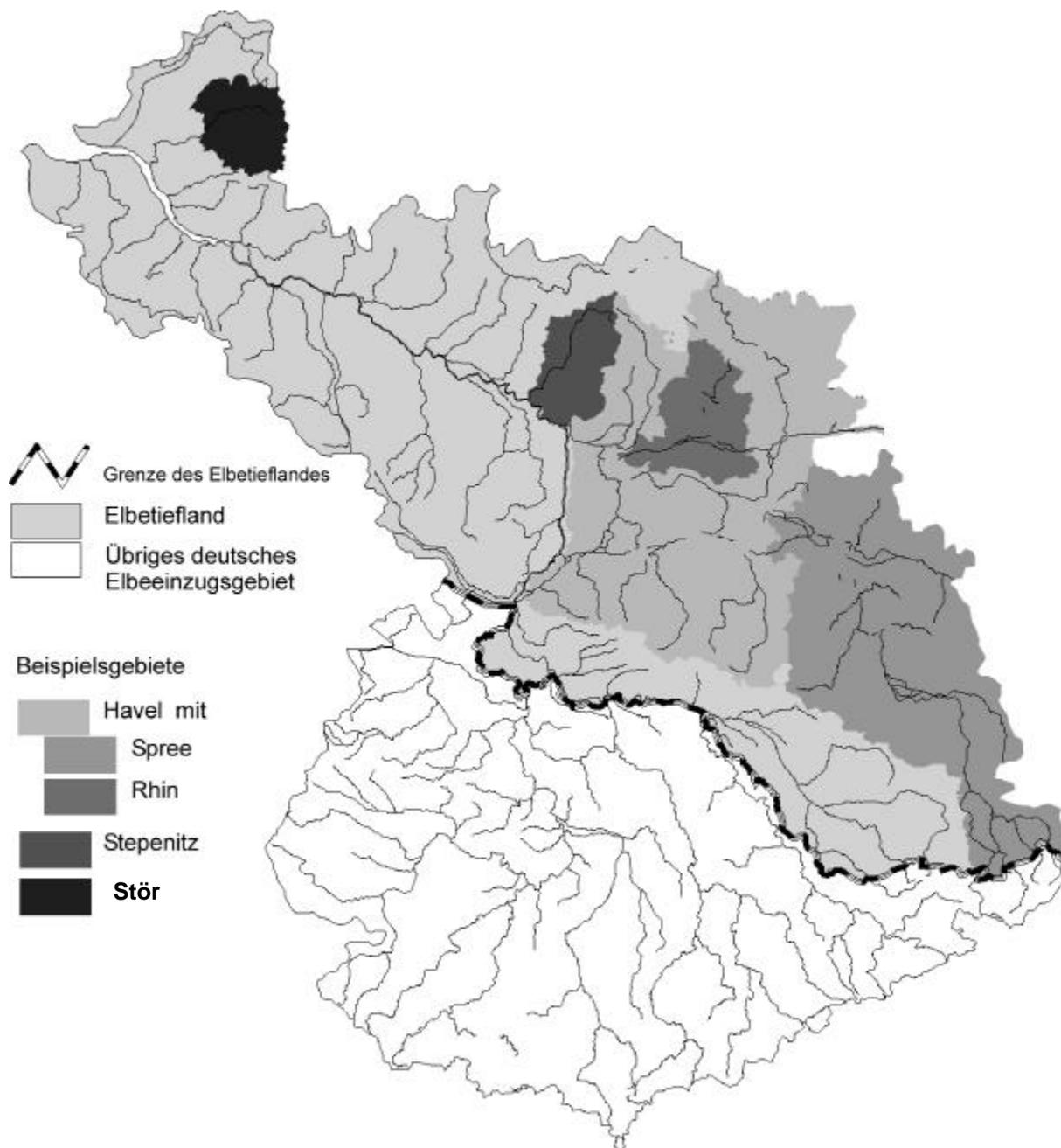


Abb. 3.2: Die Lage der Beispielsgebiete im pleistozänen Elbetiefland

Die Beispielsregionen wurden so gewählt, daß die Vielfältigkeit der naturräumlichen und sozioökonomischen Verhältnisse bei den grundlegenden Untersuchungen berücksichtigt werden können. So ist das gesamte Elbetiefland mit Ausnahme der Stepenitz und benachbarter kleiner Direktzuflüsse im rechtsseitigen unteren Mittelbebegebiet durch einen trägen Landschaftsabfluß mit relativ langen Verweilzeiten und damit einem hohen natürlichen Potential für den gebietlichen Wasser- und Stoffrückhalt gekennzeichnet. Dies trifft insbesondere für das gesamte Haveleinzugsgebiet und die Spree ab dem Spreewald zu. In dieser Region liegen die Beispielsgebiete Rhin- und unteres Haveleinzugsgebiet, in denen das ZALF seine Arbeiten hinsichtlich der Wasserhaushalts- und Wassermanagementanalysen

zunächst konzentriert. Diese Gebiete zeichnen sich insbesondere durch die großflächigen wasserwirtschaftlichen Eingriffe und Regulierungsmaßnahmen in den ausgedehnten Niederungsgebieten aus.

Das ÖZK konzentriert seine Untersuchungen zum Wasser- und Stoffrückhalt durch Pufferzonenmanagement in Flußniederungen auf das Einzugsgebiet der Oberen Stör. Die infolge des stark maritim geprägten Klimas ganzjährig stattfindende Grundwasserneubildung unterscheidet dieses Gebiet bei sonst vergleichbaren naturräumlichen Verhältnissen vom übrigen Elbetiefland. Weiterhin unterscheiden sich die sozioökonomischen Verhältnisse wesentlich von den Teilen des Elbetieflands, die in den neuen Bundesländern liegen. Dies resultiert einerseits aus der unterschiedlichen Betriebsstruktur, andererseits aber auch aus den differenzierten Standortverhältnissen.

Die Arbeiten des PIK zur dynamischen skalenübergreifenden Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes in Gebieten des pleistozänen Elbetieflandes konzentrieren sich im Modellgebiet Stepenitz, das gegenüber den übrigen Gebieten Hochwassergefährdung aufweist. Die dort entwickelten Methoden der flächendifferenzierten Modellierung sollen auf das Einzugsgebiet der Oberen Stör ausgeweitet werden, das als gemeinsames Testgebiet für verschiedene Modellansätze auch Aussagen zu Skaleneffekten und zur Validität/Übertragbarkeit dieser Ansätze liefern soll.

Diese Gebietsgliederung bietet ebenfalls die Möglichkeit, die Einsatzgrenzen und die Aussagefähigkeiten unterschiedlicher hydrologischer Modellkonzepte unter den besonderen hydrologischen Bedingungen der Tiefländer zu untersuchen und damit die großräumigen Modellanwendungen im Elbegebiet zu stützen.

Die gewässerökologischen Untersuchungen des IGB konzentrieren sich auf die maßgebenden Flußseen und Staubereiche im Elbetiefland (Haveleinzugsgebiet).

Die Herangehensweise der LfL unterscheidet sich insofern von der der anderen Partner, als daß zunächst eine makroökonomische Situationsanalyse im gesamten brandenburgischen Elbeeinzugsgebiet durchgeführt wird. Nach hinreichendem Vorlauf der hydrologisch-wasserwirtschaftlichen Untersuchungen werden vertiefende sozioökonomische Analysen zu maßnahmebedingten Auswirkungen anhand von Modellbetrieben sowie in dann auszuwählenden Teileinzugsgebieten durchgeführt.

3.3.2 Datengrundlagen

Während der Bearbeitung des ersten Teilziels (s. Tab. 2.1) wurde im Projekt auf der Basis des Geographischen Informationssystems ARC/INFO ein Bestand räumlich verteilter digitaler Daten aufgebaut, der überwiegend flächendeckend für das gesamte Elbetiefland zur Verfügung steht (Tab. 3.3).

Dieser Bestand wurde gleichzeitig für die Vereinheitlichung der in den einzelnen Teilaufgaben benötigten räumlichen Daten genutzt und bildet die Grundlage für ein flächendeckendes GIS. Dieses System wird in der nächsten Projektphase mit den in den Beispielsregionen erarbeiteten hydrologisch/wasserwirtschaftlich sowie sozioökonomisch relevanten räumlichen Daten in der Verantwortung der einzelnen Teilprojekte untersetzt (s. Tab. 3.4). Dies ist notwendig, da einerseits die für die

Erarbeitung der methodischen Grundlagen benötigten detaillierteren Informationen (z. B. Höhenmodell, Landnutzung) nicht für das gesamte Zielgebiet zur Verfügung stehen, andererseits werden sie damit verfügbar gemacht.

Gleichzeitig wurden die im Projekt verfügbaren Daten mit den innerhalb des Teilkomplexes „Landnutzung im Einzugsgebiet“ verwendeten Datenbeständen abgeglichen. Dazu fanden innerhalb des genannten Teilkomplexes diverse Beratungen auch mit Fachbehörden (z. B. BGR, DWD) statt, in die die entsprechenden Fachkollegen des ZALF integriert wurden. Das Ziel war die Vereinheitlichung und Bereitstellung flächendeckender räumlicher Daten.

Die so entwickelte GIS-Datenbasis ist den Projektfortschritten entsprechend erweiterbar und im Gesamtrahmen des Forschungsverbundes „Elbe-Ökologie“ abgestimmt.

Tab. 3.3: GIS-Datenbasis

Karte	Beschreibung	Quelle	Typ	Anmerkung
Landnutzung	Satellitengestützte Landnutzungskartierung (M ca. 1: 100 000)	CORINE	Polygon	flächendeckend
MMK	Mittelmaßstäbige landwirtschaftliche Standortkartierung	Bundesanstalt für und Gewässerkunde Rohstoffe (BGR)	Polygon	nur NBL
Digitales Höhenmodell	25 x 25 m	USGS	Raster	
Potentialhöhe Grundwasser	250 x 250 m	WASY GmbH, Berlin	Raster	nur NBL
Fließgewässersystem	1 : 50 000, 1 : 100 000	MUNR	Line	nur Brandenburg
Stillgewässer	1 : 50 000, 1 : 100 000	MUNR	Polygon	nur Brandenburg
Bodenwasserregulierungsanlagen	1 : 200 000	ZALF	Polygon	Anlagen > 500 ha
Einzugsgebietsgrenzen	1 : 200 000	Hydrographisches Kartenwerk der DDR, FZ Jülich, STE	Polygon	nur NBL
Gemeindengrenzen	1 : 100 000	LVA Brandenburg	Polygon	nur Brandenburg

Tab. 3.4: Überblick über die zur Modellierung des Stepenitzgebietes verwendeten digitalen räumlichen Grundlagenkarten

Karte	Beschreibung/ Auflösung	Quelle	Typ	Anmerkungen
Landnutzung	30 x 30 m	ESRI	Polygon	19 Klassen basierend auf LANDSAT 1986-90 Szene, im Norden ergänzt durch CORINE Landnutzungskarte
Bodenarten	Boden- übersichtskarte 1:1 000 000 (BUEK1000)	Bundesanstalt für Gewässerkunde und Rohstoffe (BGR)	Polygon	7 Bodeneinheiten
Digitales Höhenmodell (DHM)	25 x 25 m	Landesvermessungs- amt Brandenburg (1994-98), Landesumweltamt (LUA)	Raster	Generiert aus TK25 (AS) anhand von 10m Isolinien und einzelnen Höhenpunkten
Grundwasser- flurabstand	250 x 250 m	WASY GmbH, Berlin	Raster	11 Klassen
Teileinzugs- gebiete		LUA	Polygon	64 Teileinzugsgebiete
Fließgewässer- system		LUA	Linie	Gesamtlänge 239.5 km

4. Sachstand der Teilprojekte

4.1 Wasser- und Stoffrückhalt im Tieflandeinzugsgebiet der Elbe mit Nestung im Haveleinzugsgebiet

*Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF)
Müncheberg*

Institut für Hydrologie

*Prof. J. Quast, Dr. J. Steidl, Dr. D. Balla sowie A. Ritzmann und
O. Bauer (Projektstellen)*

Institut für Landschaftsmodellierung

Dr. K.-O. Wenkel, Dr. K.-Ch. Kersebaum

4.1.1 Aufgaben- und Zielstellung des Teilprojektes

Im TP ZALF werden Aufgaben verschiedener Projektebenen bearbeitet.

- Die wissenschaftliche Koordinierung beinhaltet die vorstehend unter Abschn. 3 abgehandelten Aufgaben einschließlich Datenmanagement und Gewährleistung der Paßfähigkeit der Projektergebnisse im Gesamtrahmen des Elbeökologiekonzeptes des BMBF.
- Erarbeitung des methodischen Rahmens für eine genestete hydrologische Gebietsanalyse zum Wasser- und Stoffhaushalt von differenziert strukturierten Tieflandeinzugsgebieten sowie Ableitung von Entscheidungshilfemethoden (Decision Support Systems) zum nachhaltigen Wasser- und Stoffrückhalt im Elbetiefland mit Integration der Ergebnisse aus den Teilprojekten ÖZK (Stör), PIK (Stepenitz), IGB (Havel) und LfL (Sozioökonomie) sowie der eigenen Ergebnisse aus dem genesteten Haveleinzugsgebiet.
(Methodenkatalog – Hydrologische Gebietsanalysen und Entscheidungshilfen für das Zielgebiet Elbetiefland)
- Untersetzte hydrologische Gebietsanalysen und Untersuchung zu Möglichkeiten des Wasser- und Stoffrückhaltes für die spezifischen Bedingungen im staugeregelten und großflächig meliorierten Havelflußgebiet.
(Fallstudien für staugeregeltes Havelgebiet)

Zielstellungen für das erste Bearbeitungsjahr (1998, ab Projektbeginn 10/97) waren unter Bezugnahme auf die Teilaufgaben (TA) im Projektantrag:

- Erarbeitung der Grundstrukturen für eine auf den Wasser- und Stoffrückhalt orientierte hydrologisch-wasserwirtschaftliche Ist-Standsanalyse des Elbetieflandes hinsichtlich Wirkungsgefüge, Einflußgrößen und Abflußbilanzen (einschließlich Archivrecherchen zur historischen Entwicklung), Aufbau der Grundstrukturen für ein GIS-Datenmanagement (TA 1.1 und 1.2).
- Herausarbeitung und Begründung grundsätzlicher Steuerungsmöglichkeiten für den Wasser- und Stoffrückhalt im Elbetiefland und flächendifferenzierte Charakterisierung grundsätzlicher potentieller Anwendungsumfänge (TA 1.3).

- Prüfung grundsätzlicher Einsatzmöglichkeiten für Modelle zur hydrologischen Gebietsanalyse für die spezifischen naturräumlichen und antropogen beeinflussten Bedingungen in genesteten Teileinzugsgebieten des Elbetieflandes (TA 2.1).
- Prozeßanalysen zum Wasser- und Stoffrückhalt in Staubereichen des Oberen Rhinluchs in Verbindung mit tangierenden Arbeiten zur Wiedervernässung von Niedermooren im BMBF-Vorhaben „Ökosystemmanagement von Niedermooren“ (TA 2.1).
- Erstellung eines diskussionsfähigen Grobkonzeptes zum angestrebten GIS-gestützten Modell- und Bewertungssystem für den Wasser- und Stoffrückhalt im Elbetiefland (TA 2.1).
- Quantifizierung des Stoffaustragsverhaltens landwirtschaftlicher Standorte im Elbetiefland mittels modellgestützter Szenarioanalysen (TA 2.2).
- Ausarbeitung eines publikationsfähigen Manuskriptes für eine „Erste Machbarkeitsstudie zum Wasser- und Stoffrückhalt im Elbetiefland“

4.1.2.1. Hypothesen und Konzeptionen

Die Vorgehensweise und das methodische Grundkonzept für das Teilprojekt ZALF und auch für die Koordination des Gesamtprojektes WaStor waren durch hypothetische Annahmen bestimmt, die aus dem Stand des Wissens und aus eigenen Arbeiten zur hydrologischen Systemanalyse im Elbetiefland und in vergleichbaren Tieflandeinzugsgebieten des südlichen Ostseeraums geschlußfolgert wurden.

- ⇒ Der Landschaftsabfluß im Elbetiefland wird durch den Basisabfluß über den Pfad Niederschlag → Versickerung → Grundwasserneubildung → Grundwassertransit → Entlastungsgebiete in Niederungen/Feuchtgebiete/Gewässer dominiert. Es wird unterstellt, daß auch der Stoffaustrag aus Landnutzung im Elbetiefland maßgeblich über diesen Pfad erfolgt.
- ⇒ Oberflächenabfluß mit direkten Stoffeinträgen in die Gewässer gibt es bei Starkniederschlägen auf kuppigen Grund- und Endmoränenstandorten, von unmittelbar gewässernahen Flächen sowie im saalekaltzeitlich geprägten Stepenitz-Einzugsgebiet (und kleinerer benachbarter Teileinzugsgebiete). Insgesamt ist diese Abflußkomponente Elbetiefland aber auf Teilflächen beschränkt.
- ⇒ Die ausgedehnten Niederungen mit Grundwassersandstandorten, Niedermooren und Flußauen wirken als Entlastungsgebiete gleichzeitig potentiell abflußhemmend und als Stoffsenken.
- ⇒ Größere Gebietsanteile haben durch ihre geomorphologische Prägung den Charakter von Binnenentwässerungsgebieten, d. h. sie entwässern in abflußlose Sölle bzw. Seen, können aber teilweise über den Boden und Grundwasserpfad auch in externe Fließgewässersysteme entwässern. Die Binnenentwässerungsgebiete sind an Stoffausträgen aus der Landschaft in die Gewässer nicht bzw. bei anteiligem Grundwasserabfluß nur in sehr geringem Maße beteiligt. Diese Isolation ist bei künstlichem Vorflutanschluß aufgehoben.
- ⇒ Der Gebietsabfluß über die gefällearmen, ursprünglich häufig stark mäandrierenden und insbesondere im Havelgebiet durch viele Flußseen gegliederte Fließgewässer ist träge und reagiert kaum auf das aktuelle Niederschlagsgeschehen im Einzugsgebiet. Extreme Hochwasserabflüsse sind nur aus der Stepenitzregion bekannt.
- ⇒ Die historisch in den Niederungen allgemein vorherrschenden Feuchtgebiete sind im Interesse einer ertragreichen Landwirtschaft größtenteils entwässert worden. Es sind umfangreiche Grabensysteme angelegt worden. Gewässer sind begradigt und staureguliert. Der Abfluß im gesamten Elbetiefland wird heute weniger durch naturräumliche Gesetzmäßigkeiten als durch die

Stauregulierung der Niederungen, Seen und Fließgewässer bestimmt.

- ⇒ Eine Reduzierung der Stoffausträge/Gewässerbelastung läßt sich vorzugsweise erreichen durch:
- Reduzierung der Nährstoffüberschüsse und –austräge auf versickerungsbestimmten sandigen Standorten (Nutzungsänderung von Acker in Grünland bzw. Wald, Fruchtfolgegestaltungen, Verminderung der Düngeraufwendungen)
 - Wasserrückhalt in den Entlastungs-/Feuchtgebieten durch Reduzierung von Entwässerungsmaßnahmen, gezielter Wiedervernässung sowie durch Staubetrieb
 - Anordnung von Pufferzonen in Gewässernähe (z. B. Gewässerrandstreifen)
 - Die Fließwege und Fließzeiten über den Grundwassertransfer vom Versickerungsstandort bis in die Gewässer lassen sich mit den verfügbaren hydrologischen Analysemethoden und Modellen bereits hinreichend quantifizieren und ermöglichen eine Gliederung der Einzugsgebiete in austragsrelevante Hydrotope. Völlig unzureichend sind dagegen die Kenntnisse über Stoffwandlungen und Stoffreduktion während der Versickerung und des Grundwassertransfers).
- ⇒ Für die Quantifizierung der Stoffflüsse in die Gewässer gibt es keine befriedigenden Methoden und Modelle. Dies gilt gleichermaßen für die Basiszuflüsse, aber auch für die Oberflächenzuflüsse und den Interflow zu Gewässern. Eine näherungsweise indirekte Quantifizierung der Stoffeinträge und der Stoffreduktion in den Gewässern scheint durch abschnittsweise indirekte Quantifizierung des Stoffhaushaltes der Gewässer auf der Basis von Abfluß und Konzentrationsmessungen möglich.
- ⇒ Für die zielstellungsgemäße hydrologische Systemanalyse des Elbetieflandes mit der Orientierung auf Wasser und Stoffrückhalt empfiehlt sich eine Orientierung auf relativ einfache stabile Bilanzmodelle für entkoppelbare Kompartimente der komplizierten Systemstrukturen und einer anschließenden Wiedervernetzung zu Verhaltensmodellen für genestete Einzugsgebiete.
- ⇒ Bei stark stauregulierten Abflußsystemen, wie z. B. im Havelgebiet, sind übliche Einzugsgebietsmodelle nur sehr bedingt oder nicht einsetzbar. Die Anwendung des Einzugsgebietsmodells ARC-EGMO bleibt deshalb bewußt auf die Stepenitz beschränkt. Für die Stör werden Anwendungsmöglichkeiten geprüft. Für die Spezifik des rückgestauten Havel-einzugsgebietes wird der Aufbau eines geeigneten kompartiment-gegliederten Modellsystems den Schwerpunkt der Arbeiten für das GIS-gestützte Modell und Beratungssystem im Elbetiefland bilden.

Für die Struktur- und Datenanalyse zum Elbetiefland, als einem Schwerpunkt des Bearbeitungsjahres 1998, sind neben den allgemein verfügbaren Dateien, Kartenunterlagen und veröffentlichten Untersuchungsergebnissen insbesondere auch Archivbestände recherchiert worden, um notwendige Angaben zur historischen Entwicklung der Landnutzung sowie der wasserbaulichen und meliorativen Eingriffe im Betrachtungsgebiet zu erhalten. Die benötigten räumlich verteilten Informationen werden unter Nutzung eines geographisches Informationssystems zusammengefaßt. Dazu werden eigene Datenbestände, öffentliche Archive aber auch, nach Abstimmung mit den jeweiligen Bearbeitern, die in Forschungsprojekten der Elbe-Ökologie, insbesondere beim PIK und der KFA Jülich, bereits erarbeiteten digitalen Datengrundlagen genutzt.

Ausgewählte Teileinzugsgebiete der Havel werden dann hinsichtlich ihrer hydrologischen und stofflichen Eigenschaften unter Berücksichtigung ihres Systemverhaltens, insbesondere des Retentions- und Retardationsverhaltens, analysiert. Die Systemanalyse, deren Schwerpunkt auf die Analyse der lateralen Pfade gerichtet ist, wird durch Anwendung spezifischer physikalisch oder konzeptionell begründeter Prozeßmodelle unterstützt. Aufbauend auf der Systemanalyse lassen sich Teilgebiete ausweisen, die hinsichtlich ihrer hydrologischen Funktion, insbesondere ihres Weg-Zeitverhaltens beim Wasser- und Stofftransport, als ähnlich betrachtet werden können.

Für die Untersuchung der Wirkungsweise und Effektivität bestehender oder zu entwickelnder gebietlicher Handlungsalternativen zur Reduzierung der Stoffausträge in die Gewässer müssen insbesondere sensible Teilgebiete durch detailliertere Informationen zur hydrogeologischen Situation und Entstehung, zur spezifischen Topographie, zur Hydrologie und Hydrochemie weiter strukturiert werden. Dabei sind ebenfalls die kulturtechnische Erschließung (Be- und Entwässerungsanlagen) sowie die nutzungsspezifischen Verhältnisse zu berücksichtigen. Die Charakterisierung des Retentions- und Retardationsverhaltens der Gebietstypen sichert die Übertragbarkeit der Ergebnisse auf das Zielgebiet. Diese Gebietstypen bilden die Grundlage für das zu entwickelnde Modell- und Bewertungssystem zum Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland. Mit ihrer Hilfe werden das Wissen strukturiert und Bewertungsalgorithmen entwickelt, auf deren Basis Aussagen zu möglichen gebietlichen und punktuellen Handlungsalternativen einschließlich der Bewertung ihrer Effizienz möglich sind.

In dieser Bearbeitungsphase ist die direkte Kopplung zwischen den grundwasserfernen Einzugsgebieten, den nicht überfluteten Talniederungen, den zeitweise überfluteten Uferfeuchtgebieten und den Gewässern herzustellen. Die Entwicklung dieses weitgefaßten Ansatzes baut auch auf die Untersuchungen der anderen Teilprojekte auf, die unter anderen klimatischen, urbanen und teilweise auch naturräumlichen Verhältnissen im Einzugsgebiet der Stör und Stepenitz entweder ähnliche Konzepte entwickeln oder andere detaillierte Fallstudien erarbeiten.

4.1.2.2 Hydrologisch-ökologische Iststandsanalyse im Elbetiefland

Für die hydrologisch-ökologische Iststandsanalyse im Elbetiefland wurde im abgelaufenen Projektzeitraum Kartenmaterial beschafft und teilweise digital aufbereitet. Dabei handelt es sich um Bodeninformationen (Landnutzung, MMK), hydrologische Daten (Einzugsgebietsgrenzen von Flüssen bis zur VI. Ordnung, Verdunstungs- und Niederschlagskarten [wird ausgetauscht gegen die vom PIK bereitgestellte gemeinsame Datengrundlage], Bodenwasserregulierungsanlagen in Brandenburg, Grundwasserflurabstände, das Fließgewässersystem Brandenburgs sowie Zeitreihen zu Wassermengen- und -gütepegeln [noch nicht vollständig]. Siehe auch Tab. 3.3.

Problematisch ist die Beschaffung eines hinreichend genauen Höhenmodells. Alle verfügbaren Modelle weisen gerade in den für den Wasser- und Stoffrückhalt interessanten Niederungsgebieten große Fehler in den Höhenwerten auf. Hier bieten neue Technologien, wie die Höhenvermessung mittels Laser, Chancen, auch größere Niederungsgebiete mit hinreichend genauen Höheninformationen zu versehen, die dann mit bestehenden Höhenmodellen verknüpft werden können. Diese Möglichkeiten sind umgehend zu klären.

In Verbindung mit der Datenbeschaffung wurden die Gebiete der Wasser- und Bodenverbände Rhin-Havelluch, Oberer Rhin/Temnitz, Großer Havelländischer Hauptkanal und Plane/Buckau befahren und die Verbände konsultiert. So konnte vorhandenes Kartenmaterial um kulturtechnische Bauwerke wie Stauwehre ergänzt und auf den aktuellen Stand gebracht werden und Hinweise auf notwendige Schwerpunkte eines Entscheidungshilfemodells aufgenommen werden. Zum

gleichen Zweck wurde eine Beratung mit den Referaten W 8 und W 2 des Landesumweltamtes Brandenburg durchgeführt.

Zur theoretischen Fundierung diente neben der Literaturrecherche in Verbindung mit dem Aufbau einer entsprechenden Datenbank vor allem die Teilnahme an Seminaren und Tagungen zu den Problemen des Wasser- und Stofftransports (ausgerichtet von der Justus-Liebig-Universität in Gießen), zur Verwendung von Digitalen Höhenmodellen (DVWK-Seminar an der Universität der Bundeswehr in München), zur Auenproblematik (Tagung des Schwerpunktes „Auenökologie“ des BMBF-Projektes „Elbe-Ökologie“) sowie weitere Veranstaltungen im Rahmen des eigenen Projektverbundes.

4.1.2.3 Modellgestützte Untersuchungen zum Stickstoffaustragsverhalten landwirtschaftlicher Standorte im Elbetiefland

Für die modellgestützte Abschätzung der diffusen Stickstoffbelastung der Aquifere (TA 2.2) wurde zunächst die aktuelle Belastungssituation für diffuse N-Austräge im Elbetiefland dargestellt. Aufgrund der bislang vorliegenden Daten beschränkte sich die Berechnung auf den brandenburgischen Teil des Elbetieflandes. Ausgehend von der aktuellen Situation wurde ein Szenario berechnet, welches das Potential zur Reduktion der N-Austräge durch Umstellung der Bewirtschaftungspraxis, d. h. ohne eine Umstellung in der Landnutzung, abschätzen sollte. Als eine mögliche Maßnahme, der in der derzeitigen Diskussion zur Lösung vieler ökologischer Probleme eine wichtige Rolle zugeschrieben wird (u. a. Sachverständigenrat für Umweltfragen, 1994 und 1996), wurde der ökologische Landbau (EU-Verordnung EWG 2092/92, 1991) gewählt. Aufgrund der limitierten Viehdichte und des Verzichtes auf Zukauf von mineralischem Stickstoff wird vom ökologischen Landbau ein geringeres Auswaschungsrisiko für Nitrat aus der Wurzelzone erwartet. Zur Ermittlung der potentiellen Reduktion wurde eine Umstellung der gesamten landwirtschaftlich genutzten Fläche auf ökologischen Landbau angenommen, wengleich realistisch lediglich mit einem deutlich geringeren Umfang an Umstellungen zu rechnen ist.

Die Simulation der N-Dynamik wurde auf der Basis eines prozeßorientierten deterministisch-empirischen Modells nach Kersebaum (1989) vorgenommen. Grundlage für die Simulation sind die gemeindespezifischen Angaben über die Flächenanteile der zusammengefaßten Bodenarten der Gemeindedatei des Datenspeichers Boden (Lieberoth et al., 1976). Die klimatische Zonierung des Untersuchungsraumes erfolgte in Anlehnung an Krumbiegel & Schwinge (1991). Die mittleren Niederschlagsmengen wurden aus den Niederschlägen der Jahre 1975 - 1989 für die angegebenen Repräsentativstationen der einzelnen Zonen ermittelt. Da das Modell auf der Basis täglicher Witterungsdaten arbeitet, wurde für die Simulation ein jeweils typischer Witterungsverlauf ausgewählt und auf den Gebietsmittelwert transformiert.

Statistische Angaben von 1995 (Landkreis oder Landesebene) und Expertenschätzungen bilden die Grundlage für die Beschreibung der derzeitigen Situation der Landwirtschaft. Mit kulturspezifischen Ertragsfunktionen und den an die Bodenverhältnisse und Betriebstypen angepaßten Modellfruchtfolgen (Piorr, 1999) für den ökologischen und konventionellen Landbau ließen sich für die einzelnen

Gemeinden die Erträge und die wahrscheinlichen Anbauverhältnisse ermitteln.

Es wurde ein "mittlerer Viehbesatz" mit 0,5 GV/ha (entspricht im Mittel dem derzeitigen Stand der Tierhaltung unter konventionellen Bewirtschaftungsbedingungen in Brandenburg) mit einer entsprechenden Fruchtfolge zur Erzeugung einer angepaßten Futtermenge gewählt.

Diese Ergebnisse bilden die Grundlage für den Vergleich ökologischer und konventioneller Vergleichsbetriebe. Zur Ermittlung des Wirtschaftsdüngeranfalls wurden die landkreisbezogenen Viehbesatzstärken herangezogen. Die Mineraldüngermenge für die konventionelle Vergleichsvariante wurde in Anlehnung an Roth (zit. in Bork et al., 1995) berechnet.

Eine detaillierte Beschreibung der Methodik geben Kersebaum (1999) und Piorr et al. (1999).

Darüberhinaus wurde das beschriebene Modellsystem (Kersebaum, 1989) genutzt, um für einige repräsentative Bodeneinheiten des Gebietes den Einfluß des Düngenniveaus bei Acker- und Grünlandnutzung auf die Nitratfracht im Sickerwasser zu untersuchen.

Die detaillierten Ergebnisse dieser Vorstudien sind in der Machbarkeitsstudie dargestellt.

4.1.2.4 Prozeßanalyse der Senken- und Quellenwirkung von grundwasserregulierten Niedermoorgebieten

Zur Prozeßanalyse der Senken- und Quellenwirkung von grundwasserregulierten Niedermoorgebieten wurden für einen Ausschnitt eines Staubereichs, der die kleinste steuerbare Einheit für den Grundwasserstand darstellt, zwei Varianten untersucht, die für das Grundwassermanagement des Oberen Rhinluchs typisch sind:

1. Grundwassersteuerung derart, daß in der Staubereichsmittle Zielgrundwasserstände erreicht werden, die gemäß der TGL 42 812 für eine intensive Pflanzenproduktion empfohlen wurden. Überschüssiges Wasser wurde dabei durch Pumpstationen in kurzen Zeiträumen abgeführt (2-3 Wochen). Der dominierende Grundwasserströmungsprozeß ist der Einstau aus dem Graben in den Aquifer. Dieses Szenario spiegelt die Verhältnisse wider, wie sie vor 1991 vorhanden waren.
2. Aus ökonomischer Sicht werden ab 1991 die Pumpstationen im Gebiet kaum noch betrieben; die Wasserabführung aus dem Gebiet erfolgt hauptsächlich über eine freie Vorflut. Das verlängert die Dauer der Entwässerungsphase mit ihrer Quellenwirkung auf ca. 4 Monaten (Dez.-März).

Für diese Untersuchungen wurde das Finite-Differenzen-Modell MODFLOW genutzt, das die Grundwasserdynamik mit einem instationären Modellansatz berücksichtigt und insbesondere durch einen erweiterten Ansatz zur Berücksichtigung der grundwasserstands- und vegetationsabhängigen Evapotranspiration für Prozeßstudien dieser Art in Niedermoorgebieten geeignet ist. Mit Hilfe der Particle

tracking - Methode wurden für die zwei Varianten des Grundwassermanagements Bahnlinienberechnung zur Stoffverlagerungen errechnet.

Die mit Hilfe der Modellierung gewonnenen Ergebnisse zeigen, daß für die erste Variante durch die vorrangige Wasserzuströmung nur in einer kleinen Zone in der Nähe der Regulierungsgräben ein Stoffaustrag in die Vorfluter stattfindet, der übrige Grundwasserkörper in einer, in Abhängigkeit vom Grabenabstand wechselnden Amplitude zwar vertikal bewegt wird, aber nicht am Stoffaustrag beteiligt ist.

Gebietlich gesehen bedeutet das, daß die Senkenwirkung zum einen durch die Wasserzuführung von Oberflächenwasser und der Verbleib von Stoffen im Gebiet gegeben ist, zum anderen wird auch das Grundwasser im Gebiet zurückgehalten, das durch anthropogene Einflüsse mit Stoffen angereichert ist. Mit Hilfe von gebietlichen Stoffkennwerten und Wassermengenberechnungen, die im BMBF-Verbundvorhaben "Ökosystemmanagement für Niedermoore" (1992-1998) ermittelt wurden, wurden gebietliche Stoffbilanzrechnungen durchgeführt. Sie ergeben, daß bei einer kurzfristigen Entwässerung eine spezifische Stickstofffracht von $< 3,5 \text{ kg N}_{\text{an}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$ in die unterhalb des Gebietes liegenden Gewässer eingetragen wird. Bei längerfristiger Entwässerung nimmt die Quellwirkung des Grundwassers zu. Das bedeutet, gleiche Stoffkonzentrationen im Grundwasser vorausgesetzt, eine spezifische Stickstofffracht von ca. $> 5 \text{ kg N}_{\text{an}} \text{ ha}^{-1} \text{ a}^{-1}$. Die Modellierung der Grundwasserströmung und der Bahnlinien macht deutlich, daß einerseits eine Reaktivierung der Senkenwirkung von ehemals intensiv genutzten Flächen durch hohe Grundwasserstände bis hin zum Überstau der Flächen möglich ist. Andererseits sind hohe Fließgradienten zu benachbarten Flächen zu vermeiden, die zu einer Abströmung von stoffangereichertem Grundwasser führen.

4.1.2.5 Grundsätzliche Möglichkeiten des Wasser- und Stoffrückhaltes im Elbetiefeland (1. Machbarkeitsstudie)

Innerhalb des ersten Projektjahres wurde eine Studie zu den grundsätzlichen Möglichkeiten eines effizienten Wasser- und Stoffrückhaltes zugunsten der ökologischen Situation im gesamten Tiefland der Stromlandschaft Elbe erarbeitet. Ausgehend von einer Analyse der hydrologisch/wasserwirtschaftlichen, ökologischen, land- und forstwirtschaftlichen Verhältnisse und deren historischen Entwicklung wurden die für den Wasser- und Stoffrückhalt relevanten Prozesse

- Oberflächenabfluß
- Versickerung, Grundwasserneubildung
- Grundwasserströme und die
- Senken- bzw. Quellfunktion von Feuchtgebieten

identifiziert, hinsichtlich ihrer Wirkungsweisen und Steuerungsmöglichkeiten diskutiert. Weiterhin wurden die Flächenanteile von Gebieten ausgewiesen, deren natürliches hydrologisches und stoffliches Verhalten eine geringe Dämpfung des stofflichen Inputs aufweisen oder Senken darstellen (sensible Regionen, vgl. Tab. 4.1). Diese Gebiete sind zumeist durch meliorative Maßnahmen in ihrem Dämpfungsverhalten beeinflußt bzw. steuerbar und bergen damit das Risiko der Quellenwirkung für akkumulierte oder aufgenommene Stoffe.

Damit sind etwa bis zu 30 % der Flächen des Elbetieflandes als sensible Regionen

für den Wasser- und Stoffrückhalt einzuschätzen. Nimmt man die Speisungsgebiete der Niedermoore und der übrigen Grundwasserstandorte hinzu, müssen etwa 40 ... 50 % der Fläche berücksichtigt werden.

Tab. 4.1: Ausgewiesene sensible Regionen im Elbetiefland

Regionen	reagieren sensibel	Fläche in km ²
genutzte und entwässerte Niedermoorstandorte	auf das Stauregime (werden durch Gebiete mit einer Gesamtfläche von etwa 13000 km ² gespeist)	2500
Grundwasserstandorte	auf Einträge aus der landwirtschaftlichen Nutzung und auf Grundwasserstandsabsenkungen	6000
eingedeichte Auenstandorte (Polder)	in Entwässerungssituationen bei ackerbaulicher Nutzung (Risiko der Umkehr vom Charakter eines Entlastungsgebietes in den eines Speisungsgebietes)	5000
Binneneinzugsgebiete	bei Anschluß an ein Vorflutsystem (Verlust ihrer Senkenfunktion, großer Gebietsanteil ist angeschlossen)	4500
Stauwasserstandorte	bei Dränung (betrifft 30 – 40 % der Fläche)	3500
gewässernahe Bereiche	auf den Stoffinput (reagieren schnell und unmittelbar, < 50 Jahre)	4000
Flußseen und die Stau-bereiche im Flußsystem	auf den Stoffinput (Retentions-, Retardations- und Akkumulationsbereiche mit unbekannter Restkapazität)	100

Unter der Zielsetzung der Realisierung nachhaltiger Kompromißlösungen von ökologischen und naturschutzfachlichen, landwirtschaftlichen und regionalen sozioökonomischen sowie wasserwirtschaftlichen Einzelzielen sind steuernde Eingriffe hinsichtlich der aus der Landnutzung im Einzugsgebiet resultierenden Beeinflussung des hydrologischen Wirkungsgefüges und der Stoffausträge im wesentlichen nur durch Minderung der Einträge in Speisungsgebieten und durch Rückhalt sowie Festlegung im Boden und in der pflanzlichen Biomasse in Entlastungsgebieten, vorzugsweise auf potentiellen Feuchtstandorten, möglich.

Die Studie wurde dem BMBF sowie dem wissenschaftlichen Beirat zur Zwischenbegutachtung im Veröffentlichungsentwurf vorgelegt.

4.1.2.6 Entwicklung eines GIS-gestützten Modell- und Bewertungssystems

Zielstellung ist es, ein Modell zu entwickeln, das als Entscheidungshilfswerkzeug zur Umsteuerung auf eine an Wasser- und Stoffrückhalt orientierte Bewirtschaftung von Wasser- und Bodenressourcen dient.

Grundlage muß ein hydrologisches Gebietsmodell sein, daß zum einen das Scaling-Problem aufgrund der festgestellten geringen Datendichte im Gebiet umgeht, den Besonderheiten des nordostdeutschen Tieflandes (s. Abschn. 4.1.2.1) gerecht wird und schon in der Gebietsdiskretisierung die Flächen möglicher Eingriffe (Einstau, Anstau von grundwasserregulierten Gebieten) berücksichtigt und einzeln ausweist.

So wird nach einem Konzept der Elementierung des Untersuchungsgebietes in

hydrologisch-funktionale Phänotypen vorgegangen. Das Gebiet wird im Rahmen einer GIS-gestützten hydrologischen Systemanalyse in Gebietskompartimente unterteilt:

- a) Austragstypen, in denen ein (endogener) Prozeß dominiert, der eine quantifizierbare Veränderung einer hydrologisch-hydraulischen und/oder stofflichen Inputgröße bewirkt. Diese Einteilung ist u. a. abhängig vom geologischen Aufbau, dem hydrogeochemischen Milieu, der Durchlässigkeit des Bodens.
- b) Belastungstypen, in denen eine (exogene) Belastung dominiert, die eine quantifizierbare hydrologisch-hydraulischen und/oder stofflichen Input zur Folge hat, so z. B. bestimmte Landnutzungsformen und Grundwasserregulierungsmaßnahmen.

Durch Verschneidung dieser Typen werden einzelne Elemente als Prozeßeinheiten erhalten, die, miteinander über Wasser- und Stoffflüsse verkoppelt, das Gesamtgebiet abbilden (s. a. Abschn. 4.1.2.1).

Die prozeß- und ergebnisorientierte Diskretisierung ermöglicht für Szenariorechnungen die flächenscharfe Aufprägung von Steuergrößen im Modell dort, wo in der Realität entsprechende Steuermöglichkeiten zur Verfügung stehen (z. B. Dränanlagen oder Grundwasserregulierungsanlagen).

Die anschließende Bewertung von Szenarien konzentriert sich auf die Einschätzung des Wandels der Belastungstypen. Input- und Outputwerte treten hier als miteinander rückgekoppelte Größen auf, die durch eine Beurteilung nach ökologischen und sozioökonomischen Kriterien einen Bewertungsrahmen für mögliche Steuermaßnahmen aufspannen.

4.1.3 Kooperation mit anderen Teilprojekten

Die Kooperation mit den anderen Teilprojekten von WaStor diene dem Erreichen der Gesamtzielstellung. Dafür wurden vom ZALF mehrere Arbeitstreffen organisiert. Mit den Projektpartnern haben sich während der Bearbeitung der ersten Projektphase intensive Kooperationen zu den unter genannten Schwerpunkten entwickelt:

mit dem ÖZK:

- Simulation des N-Eintrags ins Grundwasser mit dem Modell HERMES (für ÖZK)
- Erarbeitung eines Indikatorkataloges zum Auffinden sensibler Flächen in Niederungen, Entwicklung von Maßnahmen/Eingriffen und Managementstrategien für die Erhöhung und Stabilisierung der Retentionswirkung.

mit dem PIK:

- Parametrisierung von Bodenwasser- und -stoffhaushaltsmodellen
- Definition von Änderungsszenarien der Landnutzung und Landschaftsgestaltung

mit dem IGB:

- Ermittlung der Punkteinträge in Gewässer des Haveleinzugsgebietes
- Bewertung des Stoffrückhalts- und Umsetzungspotentials von kleinen

Fließgewässern

mit der LFL:

- Abstimmung der Brandenburgischen Teileinzugsgebiete und der Gruppierungskriterien für die makroökonomische Analyse
- Abstimmung der Maßnahmen und Zuarbeit von naturalen Verfahrensparametern für die Variantenrechnung
- Abstimmung zu untersuchender Landnutzungsszenarien im Rhineinzugsgebiet für ihre sozioökonomische Bewertung
- Abstimmung gesamtgebietlicher Hochrechnungen und Szenarienbetrachtungen

4.1.4 Vergleich des Arbeitsstandes mit dem Antrag

Das Forschungsvorhaben ist im Berichtszeitraum entsprechend dem bestätigten Arbeits- und Zeitplan bearbeitet worden. Trotz der verspäteten Arbeitsaufnahme einer Projektstelle (s. Abschn. 3.1) gibt es keine wesentlichen inhaltlichen Differenzen zum Projektantrag. In Tab. 4.2 ist der Arbeitsstand der im ersten Jahr geplanten und begonnen Teilaufgaben dargestellt.

Die 1. Machbarkeitsstudie wurde im Veröffentlichungsentwurf fristgemäß zur Zwischenbegutachtung am 12./13.11.1998 in Dresden vorgelegt und wird im ersten Quartal 1999 als ZALF-Bericht veröffentlicht.

Tab. 4.2: Arbeitsstand nach dem ersten Bearbeitungsjahr

Teilaufgabe	Status
Erarbeitung einer ersten Machbarkeitsstudie	abgeschlossen, Veröffentlichung für 4/99 in Vorbereitung
TA 1: Hydrologisch-ökologische Iststandsanalyse des Elbetieflandes	Überblick in Machbarkeitsstudie erstellt
TA 1.1: Bereitstellung der für die Iststandsanalyse benötigten Daten in einem GIS	weitgehend abgeschlossen
TA 1.2: Hydrologische Analyse der Beispielsgebiete	begonnen, Strukturanalysen, erste Szenariorechnungen
TA 1.3: Erarbeitung eines Maßnahmenkataloges für die Erhöhung des Wasser- und Stoffrückhaltes in der Meso- und Mikroskala des Elbetieflandes	weitgehend abgeschlossen
TA 2: Entwicklung eines GIS-gestützten Modells und Bewertungssystems	begonnen
TA 2.1: Beschreibung des Wasser- und Stoffrückhaltepotentials von Einzugsgebieten	begonnen

4.1.5 Ausblick und Erfolgsaussichten

Mit den inhaltlichen Ergebnissen und insbesondere auch mit der Machbarkeitsstudie, mit der grundsätzliche Zusammenhänge des Stoffaustragsgeschehens und der Wasser- und Stoffrückhaltungsmöglichkeiten im Tiefland des Elbeeinzugsgebietes geklärt wurden, liegt ein guter Bearbeitungsstand

dieses Teilprojektes sowohl für das Einzugsgebiet der Havel als auch für das Zielgebiet vor. Gleichzeitig leitet sich aus diesen Ergebnissen ebenfalls ein Bedarf an methodischen Projektpräzisierungen und teilweise auch -erweiterungen ab. So werden sich die nachfolgenden Arbeiten schwerpunktmäßig auf die ausgewiesenen sensiblen Gebiete konzentrieren (ca. 40 ... 50 % des Einzugsgebietes). Der Einfluß der Landnutzung in weniger sensiblen Gebieten auf den Gebietswasser- und Stoffhaushalt sowie auf das Austragsverhalten in die Gewässer muß jedoch ebenfalls charakterisiert werden. Neben der damit notwendigen Vervollständigung des Datenbestandes für das Gesamtgebiet und dessen Abgleich mit den sonstigen Datenspeichern im Elbeökologieverbund sind methodisch und ausgerichtet auf die differenzierten Einzugsgebietsstrukturen insbesondere folgende Schwerpunkte zu bearbeiten, die teilweise über den ursprünglichen Projektantrag hinausgehen oder die Präzisierung der inhaltlichen Aufgabenstellung für vorhanden Projektstellen bedeuten.

Hinsichtlich der Beurteilung der Stoffaustragsdynamik entlang wesentlicher Fließwegabschnitte zeichnet sich die Notwendigkeit einer besseren Berücksichtigung des Retardations-, Retentions- und Stoffabbauverhaltens in den kleinen Fließgewässern des Elbetieflandes ab. Dies gilt um so mehr, wenn diese Fließgewässer bei gegebenen geringen Gefälleverhältnissen sehr träge fließen und über eine hohe Makrophyten- bzw. Phytoplanktonproduktion Nährstoffe binden, die bei Unterhaltungsarbeiten exportiert werden. Es wird deshalb für zielführend gehalten, eine halbe Projektstelle des ZALF auf die Analyse und Wirksamkeitsabschätzung dieser Austragspfadabschnitte zu orientieren (s. Anlage erste Projektstelle ZALF).

Die zweite halbe Projektstelle des ZALF sollte sich dagegen noch stärker als bisher im Projektantrag vorgesehen auf die Ausarbeitung von Entscheidungshilfen für wasserwirtschaftlich wirksame Minderungsstrategien zu Stoffausträgern aus diffusen Quellen bzw. Stoffeinträgen in die Gewässer konzentrieren (s. Anlage erste Projektstelle ZALF). Dabei sind sowohl die möglichen landwirtschaftlichen Produktionsstrukturen als auch die regionalen naturschutzfachlichen Zielstellungen und die sozioökonomischen Regionalprobleme zu berücksichtigen. Die im Projektantrag ursprünglich stärker betonte Modellierung des Stoffaustrags aus den landwirtschaftlichen Produktionsflächen kann für die beabsichtigten Szenarioanalysen auf bestimmte Austragstypen und Austragsklassen als Eingangsgrößen für die im Grundwasseraustritt real wirkenden genesteten Austragspfade reduziert werden (s. Anlage zweite Projektstelle ZALF).

Die bislang durchgeführten Arbeiten zur hydrologischen Gebietsanalysen zeigen, daß Aussagen zum regional wirkenden Grundwassertransit von Speisungs- zu Entlastungsgebieten bei Vorhandensein mehrstöckiger Aquifere sowie zur Beurteilung und Bewertung dieses Transits für das Austragsverhalten von Gebieten benötigt werden. Neben der Aufklärung des Transitpfades werden Kenntnisse zur Transportzeit und insbesondere zum biogeochemischen Stoffabbau während der Grundwasserpassage benötigt. Die für diese Untersuchungen notwendige Aussagesicherheit kann mit der vorhandenen Projektkapazität nicht abgesichert werden. Deshalb wird vorgeschlagen, für die Bearbeitung einer solchen Teilaufgabe den Lehrstuhl Umweltgeologie des Institutes für Boden-, Luft- und Gewässerschutz an der TU Cottbus zu gewinnen und damit die bisherigen Kooperationen mit der TU

zu erweitern. Für die Bearbeitung dieser Aufgabenstellung werden zusätzliche Personalmittel in Höhe von 150 000 DM benötigt.

4.2 Pufferzonenmanagement für Talniederungen am Beispiel der Stör

*Ökologie Zentrum der Universität Kiel (ÖZK)
Dr. W. Kluge und M. Martini (Projektstelle)*

4.2.1 Problem- und Zielstellung des Teilprojektes

In den breiten, nahezu ebenen und häufig dränierten Talniederungen des pleistozänen Tieflandes gelangen die diffusen Einträge vor allem über den gesättigten lateralen bzw. Grundwasser-Pfad und über Dränagen in die Gewässer. Durch eine Vielzahl wasserwirtschaftlicher und kulturtechnischer Maßnahmen haben die landwirtschaftlich genutzten Talniederungen ihre natürliche Filter- und Retentionsfunktion für Nährstoffe weitgehend verloren. Weitflächig verbreitete, entwässerte Niedermoore wirken noch immer als Nährstoffquellen (JELINEK, 1998), obwohl die betreffenden Eingriffe bereits viele Jahre zurückliegen können. Gebietsrepräsentative, valide und übertragbare Kennwerte, die die Filter-, Retentions- und zeitweise auch Quellwirkung von zusammenhängenden Niederungsflächen beschreiben, gibt es nicht. Ebenso bereitet die Abbildung des lateralen Stickstofftransportes durch Talniederungen in makro- bis mikroskaligen Landschaftsmodellen große Probleme. Für den Austausch von Phosphor, Pestiziden und Schwebstoffen existieren praktisch keine geeigneten Modelle. Das liegt sowohl an der raumzeitlichen Variabilität der hydrologisch-standortkundlichen Bedingungen, dem Vorherrschen instationärer, präferentieller Abflußprozesse als auch an der komplizierten Struktur hydrochemischer Sprungschichten im Untergrund (KLUGE & JELINEK, 1998).

Für die Umsetzung von Förderprogrammen der Länder im Rahmen des integrierten Einzugsgebiets-, Feuchtgebiets- und Gewässerschutzes fehlen objektiv nachvollziehbare Methoden zur Auswahl der Flächen, die sensitiv auf Maßnahmen reagieren und damit die Effizienz von hydroökologischen Maßnahmen sicherstellen.

Aus der kurz geschilderten Situation leiten sich für dieses Vorhaben folgende, im Vergleich zum Antrag aktualisierte Teilziele ab:

- Entwicklung eines alternativen methodischen Konzeptes zur integrativen Bewertung der stofflichen Quell-/Retentionswirkung von Talniederungen im Elbetiefland, das weitgehend auf vorhandenes Wissen aufbaut und den Anforderungen der Praxis genügt (vgl. Abb. 4.2.1),
- hydrologisch-stoffliche Typisierung von Teileinzugsgebieten und Talniederungen im Einzugsgebiet der oberen Stör (Grundlage sind: GIS, Datenbanken, Archivdaten, einfache Modelle u.a.),
- fortlaufende Integration des methodischen Ansatzes des ÖZK Kiel (vgl. Abb. 4.2.1) in das Gesamtkonzept von WaStor (vgl. 4.2.3),
- Test der Übertragbarkeit bzw. Repräsentanz verschiedener makro- und mesoskaliger Modellansätze (Wasserhaushaltsmodelle des FZ Jülich (Programmgruppe STE), ARC/EGMO und SWIM des PIK Potsdam, HERMES des ZALF Müncheberg und WASMOD/STOMOD des ÖZK) in ausgewählten

Testgebieten der oberen Stör,

- Überprüfung der Auswirkung langfristiger Landnutzungsänderungen in Schleswig-Holstein (erhöhter Grünlandanteil, Wartung von Gräben und Dränagen, Renaturierung von Niederungen und Gewässern, u.a.) auf das Abflußregime und den Stoffaustrag in die Gewässer,
- Erarbeitung eines Maßnahmenkatalogs zur Verminderung der Stoffausträge in Gewässer durch aktive Erhöhung der Retentionswirkung von Talniederungen bezüglich N und im begrenzten Umfang auch für P für die Gebiete des Elbetieflandes mit ganzjährlichem Niederschlagsüberschuß in Zusammenarbeit mit dem ZALF,
- Anwendung des Konzepts zur Erhöhung der Stoffretention in Talniederungen bzw. zur Verminderung der diffusen Nährstoffeinträge anhand eines Gewässerstressplanes im Testgebiet Buckener Au der oberen Stör in Zusammenarbeit mit dem LANU Schleswig-Holstein

4.2.2 Teilergebnisse der ersten Projektphase

4.2.2.1 Methodisches Konzept

Weil die Untersuchungsergebnisse zum Wasser- und Nährstoffhaushalt von Niederungsfeuchtgebieten nur begrenzt übertragbar sind und geeignete Modelle zum lateralen Wasser- und Stoffaustausch durch Niederungsfeuchtgebiete nicht existieren, besitzt die Erarbeitung und Erprobung eines alternativen methodischen Konzepts, bei dem die integrierte Bewertung der hydrologisch-stofflichen Funktion der Talniederungen im Mittelpunkt steht, im Teilvorhaben zentralen Stellenwert. Mit Hilfe eines Bewertungssystems sollen die jeweilige hydrologisch-stoffliche Situation eingeschätzt, für Stoffretentionen sensitive Naturräume bzw. Flächen ausgewählt und Vorschläge für abgestimmte Maßnahmen sowohl zur Verminderung der Stoffausträge aus den Niederungen selbst sowie zum Rückhalt von Nährstoffen aus den umgebenden, intensiv genutzten Flächen abgeleitet werden.

Die Aufklärung der Wasser-Transportpfade zwischen den grundwasserfernen Einzugsgebieten und Gewässern, die unterschiedlichen Verweilzeiten sowie die Vermischung von Wässern unterschiedlicher Genese in den Feuchtgebieten und die Aufklärung des Einflusses von Wasserregulierung (Gräben, Dränagen u.a.) und Nutzung auf Nährstofffreisetzung bzw. -retention in Abhängigkeit vom hydrochemischen Milieu liefert den Zugang zur Abschätzung des Einflusses der Talniederungen auf den diffusen Stoffeintrag in Kleingewässer.

In Abb. 4.2.1 sind die Stufen, die bei der Entwicklung eines Bewertungssystems zu durchlaufen sind, dargestellt. Mit Hilfe eines breiten Datenfundus, der sich aus Daten des Stör-Projektes (RIPL 1996), des Bornhöved-Projektes, der Archive von Ämtern und der Literatur zusammensetzt, werden die für die Landschaftsräume Schleswig-Holsteins charakteristischen hydrologischen und stofflichen Verhältnisse/Austräge im Rahmen einer vergleichenden Systemanalyse im Maßstab von Teileinzugsgebieten ausgewertet. Wie in den folgenden Ausführungen am Beispiel des Stickstoffs nachgewiesen wird, lassen sich unter Zuhilfenahme von

Modellen hydrologisch-stoffliche Einzugsgebietstypen ableiten, die die Basis für ein Bewertungssystem bilden werden. Um der besonderen Bedeutung der stofflich-hydrologischen Funktion der Talniederungen gerecht zu werden, sind diese Systemanalysen auf die sensiblen Flächen der Teileinzugsgebiete bei höherer räumlicher Auflösung, z.B. im Testgebiet der Buckener Au, zu erweitern. Die in zwei Skalen abzuleitenden Struktur- und Verhaltenstypen, die sich für Stickstoff und Phosphor grundsätzlich unterscheiden werden, bilden die Basis für die Strukturierung einer Wissensbasis und die Ableitung von Indikatoren für Bewertungsalgorithmen. Derartige Entscheidungssysteme bilden die Grundlage für Planungsvorschläge inklusive von Aussagen zur möglichen Effizienz der jeweils vorzuschlagenden Maßnahmen.

Die schrittweise Realisierung und Erprobung dieses umfangreichen Konzeptes in ausgewählten Teileinzugsgebieten steht im Mittelpunkt des ÖZK-Antrages. Lückenhafte, fehlerbehaftete, häufig zu kurze Datenreihen, das Fehlen prozeßrelevanter Informationen (z.B. zur Hydrochemie im Untergrund), mangelnde Kenntnisse zu Dränagen, zwischenzeitliche Veränderungen der Landnutzung u.a. begrenzen den Erkenntnisfortschritt. Sind bezüglich Stickstoff relativ solide Aussagen zu erwarten, so befinden sich die Arbeiten zum Phosphor auch international noch in einem Anfangsstadium.

Das speziell für die Arbeiten im Rahmen der Elbe-Ökologie entwickelte methodische Konzept garantiert eine optimale Nutzung der vielen heterogenen Informationen (GIS und sonstige Datenbestände, Modelle und Expertenwissen), sichert die praktische Anwendbarkeit und umgeht die vielen Probleme, die durch die Lücken in den Datenbeständen, durch die Regionalisierung und die Komplexität prozeßbasierter Modelle entstehen, zumindest zum Teil.

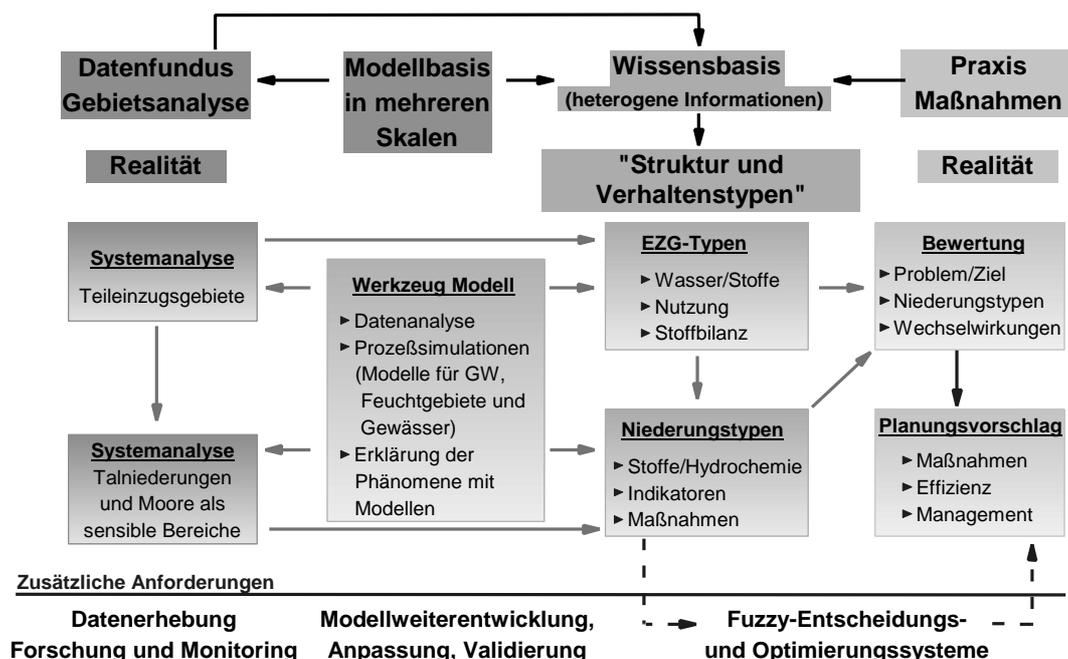


Abb. 4.2.1: Konzept und Stufen bei der Entwicklung eines integrierten Bewertungssystems zur Vorbereitung von Maßnahmen zur Erhöhung der

Stoffretention von Talniederungen im Landschaftsverbund

4.2.2.2 Vergleichende hydrologisch-stoffliche Systemanalyse der Teileinzugsgebiete der oberen Stör

Die folgenden Ausführungen informieren über ausgewählte Teilergebnisse, die bei der Umsetzung des oben beschriebenen methodischen Konzepts (Systemanalyse im Maßstab von Teileinzugsgebieten) bereits erzielt wurden:

- Die mit dem zweidimensionalen analytischen Grundwasserströmungsmodell TWODAN abgegrenzten Grundwassereinzugsgebiete weichen zum Teil erheblich von den Einzugsgebietsgrenzen der amtlichen gewässerkundlichen Flächenverzeichnisse ab. Die Berechnung mittlerer Grundwasserflurabstände liefert wichtige Hinweise zum Abfluß- und Stoffaustragsverhalten von Teileinzugsgebieten.
- Die Analyse der Niederschläge belegt die Bedeutung von Verteilungsmodellen, da die Niederschläge im Störeinzugsgebiet einen West-Ost-Trend aufweisen und die orographischen Verhältnisse durch Steigungsregen widerspiegeln. Die Jahreswerte der klimatischen Wasserbilanz sind - außer in extremen Trockenjahren - immer positiv, und auch im Sommer führen hohe Niederschlagswerte zu einer Grundwasserneubildung.
- Die Analyse des Abflußverhaltens von 26 Teileinzugsgebieten anhand von Durchflußganglinien mit Verfahren der Kreuzkorrelation, Ganglinienseparation (DIFGA: Schwarze, 1991) und von gewässerkundlichen Hauptzahlen weist auf starke Schwankungsbreiten im Abflußregime der Tieflandeinzugsgebiete hin. Der Untergrundpfad (überwiegend Grundwasser) stellt im Mittel mit ca. 90 % immer den zentralen Abflußpfad dar. Die Systemreaktionen der Teileinzugsgebiete auf Niederschlagsereignisse reichen von geringer Niederschlags-speicherwirkung bei stark ausgeprägter Saisonalität des Abflusses bis hin zu stark gedämpften Grundwasserabflußtypen mit hohem Speichervermögen. An dieser Stelle muß explizit auf Forschungsbedarf zu Abflußbildungsprozessen, speziell über das durch ausgeprägte Grundwasserdynamik bedingte Abflußverhalten im Tiefland, hingewiesen werden.
- Die Analyse der Stoffausträge und der Gewässerchemie der Teileinzugsgebiete zeigt deutliche Zusammenhänge zu den oben genannten Abflußpfaden (Abflußregimen). Weiterhin kann gezeigt werden, daß entwässerte/genutzte Niedermoorbereiche (Talniederungen) immer Problemräume mit deutlich erhöhten Nährstoffexporten darstellen. Bezüglich des Stickstoffhaushaltes zeigt sich, daß der Einfluß der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung kaum einen Einfluß auf die Austragsmuster ausübt. Mineralisierungs- und Denitrifikationsprozesse überlagern die Eintragsmuster deutlich. Die Nährstoffausträge aus dem Störeinzugsgebiet liegen im nationalen Vergleich auf einem mittleren bis geringen Niveau. Die Austräge für Nitrat-Stickstoff schwanken im Jahr 1993 beispielsweise zwischen 5 und 50 kg/ha-a bei einem Mittelwert von 16 kg/ha-a. Für Phosphor (P_{tot}) zwischen 0,1 kg/ha-a und 1,4 kg/ha-a bei einem Mittelwert von 0,6 kg/ha-a.
- Die Abflußhöhen und Abflußanteile (nach DIFGA) weisen für den Zeitraum 1980

bis 1993 im Störeinzugsgebiet signifikante Trends auf, die auf Landnutzungsänderungen zurückgeführt werden können. Neben anderen Einflußfaktoren, wie dem Bau von Regenrückhaltebecken, Auenrenaturierungen und Veränderungen der Siedlungsstrukturen, bewirkt eine deutliche Zunahme des Grünlandanteils (+15 %) bei gleichzeitiger Abnahme des Ackeranteils (-20 %) eine Reduzierung des Gesamtabflusses. Dabei verringern sich die schnellen Abfluß-Komponenten deutlich zugunsten des langsamen Grundwasserabflusses.

Alle genannten Ergebnisse stehen in Datenfiles und GIS-Karten zur Verfügung und werden für weiterführende Kooperationen mit dem IGB, dem FZ Jülich, dem PIK und dem ZALF bereitgestellt.

4.2.2.3 Nitrataustragstypen

Basierend auf den oben genannten Ergebnissen der Datenauswertungen, Modell- und Berechnungsverfahren konnten über ein Fuzzy-Clustering-Modell (ECO-FUCS) fünf funktional und stukturell ähnliche Landschaftseinheiten bezüglich der Nitrataustragsgefährdung abgeleitet werden. Anhand folgender ausgewählter Parameter wurde die Klassifikation vorgenommen:

- die mittlere Nitratkonzentration für das Jahr 1993 in den Fließgewässern als stabiler Gewässergüteparameter,
- die Amplitude der ersten Welle der Niederschlag-Abfluß-Kreuzkorrelationsfunktion, die Rückgangskonstante des schnellen Grundwassers und der Direktabflußanteil (DIFGA-Ergebnisse) als dynamische, das Abflußverhalten beschreibende Parameter,
- der mittlere Grundwasserflurabstand auf den Ackerflächen und die Abfluß-Konzentrations-Beziehung als Maß für Stoffpfade und Prozesse,
- der Geländehöhen-Index als Strukturparameter, der einen Indikator für die Ursache des Abflußverhaltens darstellt und
- der Ackeranteil in den Teileinzugsgebieten, der die Stoffeinträge charakterisiert.

Die Mittelwerte der verwendeten Indikatoren der jeweiligen Cluster (Typen) sind in Tab. 4.2.1 generalisiert dargestellt. Diese Typen dienen der konkreten Ableitung von Management-Strategien zur Verminderung von Stickstoffausträgen in sensiblen Landschaftsarealen auf Teileinzugsgebietsebene. Weiterhin ermöglichen sie durch die Systematisierung der wesentlichen Prozesse und Strukturen einen fundierteren Diskurs über den Landschaftsstoffhaushalt.

Die bisher durchgeführten Untersuchungen bestätigen die generelle Umsetzbarkeit des oben erläuterten methodischen Konzeptes. Mit dem Übergang vom Maßstab der Teileinzugsgebiete zu den eigentlich sensiblen Flächen in den Talniederungen geht eine Verschlechterung der Datenlage und ein Ansteigen der Probleme einher.

Typ Merkmale	Mineralisationstyp	Retentionstyp	Austragstyp Niedere Geest	Austragstyp Östliches Hügelland	Austragstyp Hohe Geest
Geologie/Böden	Kegelsander mit Holozän	Rinnensander mit holozäner Füllung	Kegelsander ohne Holozän	Jungmoränen mit schwebenden Grundwasser	Altmoränen mit Niedermoor
Relief	überwiegend hoch	flach mit Niederung	flach	wellig	hügelig mit breiten Niederungen
Mittlerer Grundwasser-Flurabstand (Acker)	2-4 m	1-3 m	2-5 m	2-10 m	2-20 m
Landnutzung 1. Ackeranteil 2. Niederung	1. 30% 2. 40%	1. 60% 2. 20%	1. 60% 2. 30%	1. 50% 2. 20%	1. 40% 2. 30%
Abflußregime 1. schneller Anteil 2. langsamer Anteil	1. 15% (Dränung) 2. deutlich saisonal	1. 10% 2. ausgeglichen	1. 25% (Dränung) 2. saisonal	1. 20% (Stauflächen, schwebendes GW) 2. deutlich saisonal	1. 20% (Stauflächen, Dränagen) 2. ausgeglichen
mittlere Nitrat-N Konzentration in mg/l (1993)	7,5	2	4	4	3,5
Abfluß-Konzentrations-Beziehung	deutlich umgekehrt proportional	direkt proportional	deutlich direkt proportional	deutlich direkt proportional	direkt proportional
N-Austräge ins Gewässer in kg/ha*a (1993)	13-48	5-16	12-27	14-20	12-25

Tab. 4.2.1: Charakteristische Merkmale für Teileinzugsgebiete der oberen Stör unter besonderer Berücksichtigung des Stickstoffaustrages

4.2.2.4 Modellentwicklung - Modellanwendung

Zum besseren Verständnis der Quell-/Retentions-Funktion der grundwasserbeeinflussten Talniederungen ist der Einsatz von prozeßbasierten Modellen unumgänglich. Mit Hilfe der kommerziell vertriebenen Grundwasser-Stofftransportmodelle FLOTRANS und MODFLOW/MT3D wurden eine Reihe von Varianten zum Einfluß von Talniederungen und Gewässern auf die Grundwasserpfade, die Verweilzeiten und den Abbau von Nitrat durch Denitrifikation durchgeführt. Erste Ergebnisse belegen (OFFEN, 1998), daß die Verweilzeiten und die räumliche Struktur des hydrochemischen Milieus (Verlauf der Redox-Chemoklinen und deren zeitliche Veränderungen) für den Nitratabbau im Untergrund entscheidend sind. Da Untersuchungen zur Hydrochemie der oberflächennahen grundwasserführenden Schichten im Stör-Einzugsgebiet kaum vorhanden sind, dienten diese Simulationen lediglich der prozeßbasierten Analyse dieses wichtigen Teilsystems. Die mit MODFLOW/MT3D zum Nitrataustrag eines Geesteinzugsgebiets durchgeführten Langzeitszenarien (von 1900 bis 2030) bestätigen, daß die Abbildung der vertikalen hydrochemischen Gradienten und der kurzzeitig variablen hydrologischen Randbedingungen in Grundwassertransportmodellen große Probleme bereitet.

Aus dieser Sicht wurden die im ÖZK in Grundversionen vorhandenen dynamischen Prozeßmodelle zum lateralen Wasser- und Stickstoffaustausch mit dem Grundwasser zwischen Gewässern und ihrem Umland (FEUWA, FEUNA) auf die im Störeinzugsgebiet anzutreffenden Verhältnisse erweitert. Wegen der Vielzahl der in diese Modelle eingehenden Parameter, was der Komplexität der in Feuchtgebieten ablaufenden Prozesse entspricht, dienen derartige Modelle sowohl dem besseren Verständnis der für die Stoffretention in Feuchtgebieten charakteristischen Phänomene als auch der prozeßbasierten Begründung von Niederungstypen.

Die vielfältigen Aktivitäten zur Modellierung werden im Jahr 1999 fortgesetzt. Zum Vergleich von Simulationsergebnissen in mehreren Skalen wird auf die Ausführungen zu den Kooperationsbeziehungen verwiesen.

4.2.2.5 Kausalanalyse zu Stoffausträgen der Buckener Au

Das ca. 60 km² große Einzugsgebiet der Buckener Au im Nordwesten des Störgebiets wurde in Abstimmung mit dem LANU Schleswig-Holstein als gemeinsames Testgebiet zur Ableitung von Management-Strategien im Rahmen des integrierten Gewässerschutzes ausgewählt. Die inhaltlichen Arbeiten konzentrierten sich auf folgende Schwerpunkte:

- Zusammenstellung eines abgeglichenen Datensatzes zum Gebiet (Ganglinien und Raumdaten im GIS),
- Simulation der Grundwasserströmungsverhältnisse und die Abgrenzung der unterirdischen Wasserscheiden von Meßstellen, Kleingewässern und des Gesamtgebiets (vgl. Abb. 4.2.2),
- Ganglinienseparation der drei Landespegel mit dem Programm DIFGA der TU Dresden (Dr. Schwarze),
- GIS-gestützte multitemporale Satellitenbilddauswertung zur Abgrenzung von nicht dränierten Feuchtgebieten,
- erste Input-Output-Bilanzierung für Stickstoff an sieben hydrochemischen Meßstellen.

Eine Weiterführung der Arbeiten zur Ergänzung des Datensatzes, zur Ableitung von Niederungstypen und zur Erprobung des Bewertungssystems, zur Überprüfung verschiedener Modellansätze zwischen den Kooperationspartnern betrifft folgende Schwerpunkte:

- geometrische Korrektur, Ergänzung und Verschneidung der Raumdaten im GIS,
- Erarbeitung einer geologischen Karte (WEHKAMP in Vorb.),
- hydrologische Gebietsanalyse einschließlich der Kartierung der Dränagesysteme zur Analyse der Wasserpfade in den Teileinzugsgebieten,
- hydrochemische Gebietsanalyse des oberflächennahen Grundwassers, der Fischteiche, der Gräben, Dränagen und kleinen Fließgewässer
- Analyse der punktuellen Einleitungen und der aktuellen Landnutzung.

Die weitgehend auf das Stör-Projekt zurückgehenden Daten erweisen sich bei der geforderten Pfad-Retentions-Analyse, die die Niederungsstrukturen und die für Nährstofffreisetzung und -retention sensiblen Flächen explizit berücksichtigt, als lückenhaft und müssen ergänzt werden. Die Arbeiten in einem derartigen Testgebiet sind für den Erfolg des Vorhabens entscheidend, da im Gebiet der Buckener Au die verschiedenen methodischen Konzepte von der makro- und mesoskaligen Modellierung, der Bewertung der diffusen Stoffausträge bis zum

Vorschlag von praxisgerechten Managementstrategien zu erproben sind.

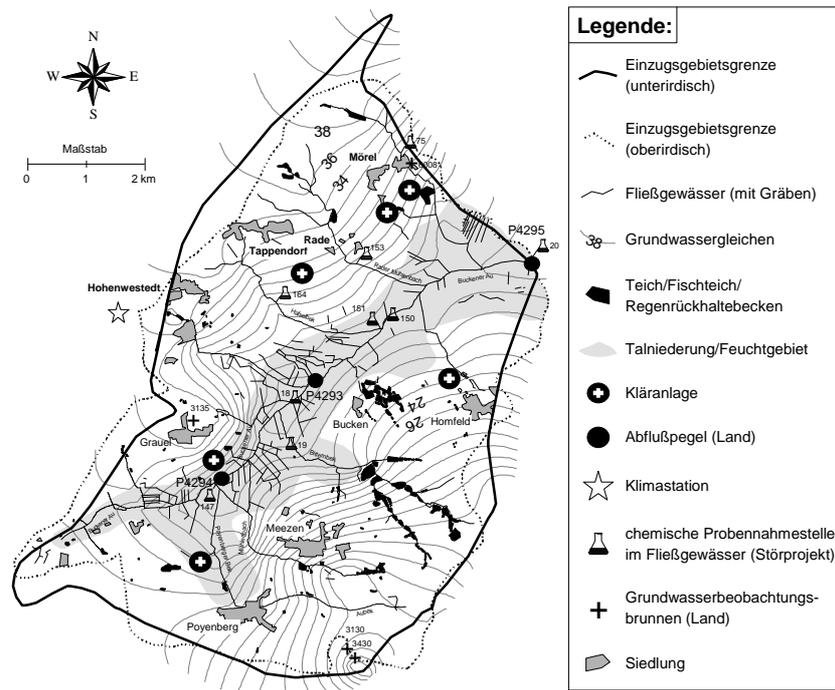


Abb. 4.2.2: Das Einzugsgebiet der Buckener Au mit der Lage der Meßeinrichtungen und erste Ergebnisse zur Grundwassermodellierung

4.2.3 Kooperation mit anderen Teilprojekten

Zur Vorbereitung der Kooperation fanden bisher 12 Koordinierungsberatungen mit den Vertretern der anderen Teilprojekte und dem LANU Schleswig-Holstein statt. Die folgende Zusammenstellung informiert über die zukünftig gemeinsam zu erbringenden Leistungen:

- Anwendung von Wasser- und Stoffhaushaltsmodellen in verschiedenen Skalen im Einzugsgebiet der oberen Stör:
 - (1) „Übertragung und Repräsentanz einer makroskaligen Wasserhaushaltsmodellierung im Gebiet der oberen Stör“ mit dem FZ Jülich (Programmgruppe STE, Dr. Wendland, Dr. Kunkel) als gemeinsam betreute Diplomarbeit am ÖZK,
 - (2) „Gekoppelte Wasser- und Stoffhaushaltsmodellierung für gegebene und geänderte Landnutzungsverhältnisse im Störgebiet sowie in ausgewählten Teilgebieten (Buckener Au)“ mit dem PIK (Dr. Becker, Dr. Lahmer), ÖZK übergibt ergänzte und abgestimmte Datensätze und beteiligt sich aktiv an der Auswertung/Validierung/Interpretation der Simulationsergebnisse,
 - (3) „Entwicklung von Modellkonzepten zur Erfassung von Nährstoff-Retentionspotentialen für Talniederungen in mesoskaligen Wasser- und Stoffmodellen auf der Grundlage von hydrologisch-stofflichen Niederungstypen“

gemeinsam mit dem PIK (Dr. Becker, Dr. Lahmer),

(4) Vergleich von Ergebnissen zur Niederschlags-Abfluß-Modellierung für die Osterau im Einzugsgebiet der Stör zwischen WASMOD/STOMOD (ÖZK, Dr. Reiche) und MIKE SHE (TU Dresden, Dr. F. Lennartz),

- Bilanzierung des Stickstoffinputs für repräsentative Standorte und Landnutzungsformen als Basis für Input-Output-Stoffbilanzen für Teilgebiete: Simulation des Stickstoff-Eintrags ins Grundwasser mit dem Modell HERMES (Dr. Kersebaum im ZALF),
- Erarbeitung eines Kataloges von Indikatoren zum Auffinden der sensiblen Flächen in den Talniederungen mit Vorschlägen zu Maßnahmen/Eingriffen und Managementstrategien, die eine Erhöhung der Retentionswirkung bewirken, gemeinsam mit dem ZALF für Schleswig-Holstein und Brandenburg,
- Unterstützung des LfL bei der Zusammenstellung der Daten für die Grobabschätzung der sozioökonomischen Auswirkungen von Managementstrategien im Gebiet der oberen Stör,
- Entwicklung eines einfachen Verfahrens zur Bewertung von Abbau/Transformation des gelösten Stickstoffs in den Kleingewässern der oberen Stör gemeinsam mit IGB (Dr. Behrendt).

Die Nutzung der Stör als gemeinsames Testgebiet für verschiedene Modellansätze verspricht Ergebnisse mit Aussagen zu Skaleneffekten und zur Validität/Übertragbarkeit bei der Modellanwendung. Die Kooperation, die die gesamte Palette der zu bearbeitenden Aufgaben betrifft, bildet die Basis für weitere, hier nicht explizit erwähnte Abstimmungen in *WaStor*.

Für das ÖZK bedeuten derartige Aktivitäten erhöhten Bearbeitungsaufwand, der mit der bisher zur Verfügung stehenden Stelle (0,5 BAT 2a) allein nicht geleistet werden kann. Im folgenden Abschnitt sind die aus den Kooperationen resultierenden zusätzlichen Personalmittel aufgelistet.

4.2.4 Stand der Arbeiten, Vergleich mit dem Antrag

Die bisherigen Projektarbeiten wurden planmäßig durchgeführt. Nach Sichtung der Daten aus dem Störprojekt (RIPL, 1996) und den Abstimmungen mit dem LANU Schleswig-Holstein ergab sich, daß zusätzliche Arbeiten erforderlich waren. Das betrifft sowohl die vergleichende Systemanalyse zur Bewertung der hydrologisch-stofflichen Situation der oberen Stör, die Auswahl repräsentativer Testgebiete als auch das mühsame Zusammenstellen konsistenter meteorologischer, hydrologischer, standortkundlicher und hydrochemischer Datensätze zum Gesamtgebiet.

Die umfangreichen und z.T. über den Antrag hinausgehenden Ergebnisse konnten in dieser Breite und Komplexität nur erzielt werden, weil ein Mitarbeiter aus einem Graduiertenkolleg zur „Integrativen Umweltbewertung“ (JELINEK, 1998), Diplomanden (KESSLER, OFFEN, WEHKAMP) sowie Hiwi-Leistungen und Kapazitäten von Wissenschaftlern für Modellierung, GIS und Koordinierungsarbeiten

aus dem ÖZK in Anspruch genommen wurden. Da sich das Bornhöved-Projekt gegenwärtig in der Auslaufphase befindet, können diese Aktivitäten nicht fortgeschrieben werden. Für die Realisierung der oben beschriebenen Kooperationen werden vor allem zusätzliche Personalmittel (Werk- und Hiwi-Verträge) benötigt. Das betrifft folgende Leistungen:

- Ergänzung und Anpassung des GIS-Datenbestandes für die verschiedenen Modelle des PIK und des FZ Jülich (z. B. Ergänzung der Boden- und Nutzungskarten für die unterirdischen Einzugsgebiete, Generalisierung des Fließgewässernetzes, Erstellen einer geologischen Grundkarte im GIS, Verschneiden der multitemporalen Satellitenbilddatenauswertung für die Buckener Au, Anpassung des DGM-Höhenmodells an die unterirdischen Einzugsgebiete, Abgleich und Verschneiden von ATKIS-Daten [Amtl. topogr.-kartogr. Informationssystem der Landesvermessungsämter als digitales Landschaftsmodell 25/1 mit Geometrien bis 1:5000] zur Extraktion der Fließgewässer/Entwässerungsgräben und der Flächennutzung, Überführung des gesamten Meßnetzes und von Modellergebnissen ins GIS, u.a.)

600 Stunden Werkvertrag für GIS-Spezialisten: DM 20 000,

- Zusätzliche Geländearbeiten zur Validierung der Simulationsergebnisse in Problembereichen (Schwerpunkte: Geologie, hydroökologische Gebietsanalyse, Befragungen zur Landnutzung und Dränung, hydrochemische Gebietsanalyse des oberflächennahen Grundwassers, der Gräben, Dränagen, Fischteiche u.a.):

12 Menschmonate für Hiwi-Verträge: DM 16 000,

- Laborkosten im ÖZK für 600 Wasserproben zum Schließen der Lücken in den Datensätzen des Störprojektes und des LANU (jeweils für mehrere N- und P-Fraktionen): DM 20000.

Diese Leistungen sind im bisher vorliegenden Antrag zum Teilvorhaben des ÖZK nicht enthalten.

4.2.5 Ausblick und Erfolgsaussichten

Die zum Einzugsgebiet der oberen Stör bereits erreichten und noch zu erzielenden Ergebnisse sind für die küstennahen, niederschlagsreichen Bereiche des Elbe-Einzugsgebietes repräsentativ. Die Marschen im Gebiet der tidebeeinflussten unteren Stör bleiben, wie im Antrag festgeschrieben, ohne Berücksichtigung. Die vergleichende Systemanalyse hat wesentlich zum besseren Verständnis der in Tieflandeinzugsgebieten relevanten Prozesse und zur Formulierung neuer Konzepte beigetragen.

Die laufenden Untersuchungen unterstreichen die große Bedeutung, die die Talniederungen mit ihren sensiblen Bereichen (Niedermoore, Überflutungsflächen, naturnahe Uferstreifen und Niederrückwälder u.a.) für die Verminderung der diffusen Stoffeinträge in die Kleingewässer und die Retention von Nährstoffen aus den intensiv landwirtschaftlich genutzten, grundwasserfernen Einzugsgebieten haben. Die hydrologische, stoffliche und nicht zuletzt biozönotische Bedeutung dieser Übergangsbereiche wurde bisher unterschätzt und in makro- und

mesoskaligen Einzugsgebietsmodellen kaum berücksichtigt.

Das unter 4.2.2.1 beschriebene methodische Konzept wurde so entwickelt, daß es sowohl auf andere Stoffe erweitert als auch auf andere Gebiete übertragen werden kann, weil die zugrundeliegende Wissensbasis ständig erweitert werden kann. Es nutzt heterogenes Wissen (beobachtete und simulierte Daten für verschiedene Gebiete ebenso wie Modelle) und ist auf die praktische Anwendung ausgerichtet.

Der Prototyp eines Bewertungskonzeptes für Stickstoff wird gemeinsam mit dem LANU Schleswig-Holstein und den nachgeordneten Ämtern im Gebiet der Buckener Au erprobt werden. Dafür sind die unter 4.2.2.3 beschriebenen Nitrataustragstypen für Talniederungen mit ihren jeweils sensiblen Bereichen in höherer raumzeitlicher Auflösung zu ergänzen. Wegen der Mehrskaligkeit der in den Talniederungen ablaufenden Prozesse erhöht sich der Forschungsaufwand und die Anforderungen an die Daten, wie die bereits durchgeführten Untersuchungen zur Buckener Au belegen.

Für Phosphor reicht der Kenntnisstand zu den lateralen Austauschprozessen in Talniederungen unter Berücksichtigung des hydrochemischen Milieus und der Datenlage (verschiedene Bindungsformen) nicht aus, um einen dem Stickstoff äquivalenten Bearbeitungsfortschritt zu erzielen. Geeignete, prozeßorientierte Modelle existieren für Phosphor ebenfalls nicht.

Das speziell für die Elbe-Ökologie entwickelte methodische Konzept (vgl. Abb. 4.2.1) ist übertragbar und integriert sich als alternatives Konzept zur traditionellen mesoskaligen Modellierung gut in *WaStor*.

Die vorgelegten Ergebnisse sind im Verhältnis zur geringen Bearbeiter-Kapazität zu messen. Mit den gegenwärtig im Rahmen der Elbe-Ökologie dem ÖZK zur Verfügung stehenden Mitteln kann die Entwicklung des Fuzzy-Modellsystems zur Bewertung der hydrologischen-stofflichen Pufferwirkung von Talniederungen nur bis zur Entwicklung eines Prototyps vorangetrieben werden. Durchgeführte Literatur- und eigene Fallstudien des ÖZK belegen, daß bezüglich folgender Themenschwerpunkte noch beträchtliche Lücken im Prozeßwissen existieren: (1) den Einfluß des hydrochemischen Milieus im oberflächennahen Grundwasser auf die diffusen Stoffausträge, (2) die Ableitung von Niederungstypen für die diffusen Austräge von Phosphor, (3) die Quantifizierung des Einflusses von Dränagen, Gräben und Überflutungsflächen auf die diffusen Austräge.

Der bisher beschrittene Weg ist, obwohl er von einer Reihe von Problemen tangiert wird, erfolgversprechend und besitzt einen hohen Neuheitswert.

4.3 Zielvorgaben für die Nährstoffbelastung der Havel und ihrer Nebenflüsse aus gewässerökologischer Sicht

*Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) Berlin
Dr. H. Behrendt und B. Eckert (Projektstelle)*

4.3.1 Problem- und Zielstellung des Teilprojektes

Die erhöhten Nährstoffzufuhren in die Flüsse führen nicht nur in den Meeren, sondern auch in den Flüssen selbst zunehmend zu Eutrophierungserscheinungen, die die Nutzung des Flußwassers einschränken. Insbesondere in den Flußsystemen des Tieflandes sind die Eutrophierungserscheinungen hoch. Dementsprechend müssen sich Maßnahmen zur Verringerung der Nährstoffbelastung auch an einer deutlichen Verbesserung der Wasserqualität der Flüsse des Tieflandes orientieren. Das notwendige Maß der Verminderung muß aus dem Vergleich von Ist- und Sollzustand abgeleitet werden. Basis eines solchen Vergleiches muß demnach ein System einer Klassifikation sein, mit dessen Hilfe sich sowohl der Istzustand als auch der anzustrebende Sollzustand quantitativ einschätzen und aus dem Vergleich beider der Handlungsbedarf ableiten läßt.

Die auf der Basis einer Klassifizierung mögliche Istzustandsbeschreibung kann aber nur ein erster Schritt bei der Rückdrängung der Gewässereutrophierung sein. Eine Lösung ist nur möglich, wenn als Bestandteil einer Klassifizierung für die Flußseen von Spree und Havel spezifische Zusammenhänge zwischen der Güte bzw. dem Zustand der Gewässer und ihrer Belastung abgeleitet werden. In einem Folgeschritt ist eine Analyse der Herkunft der Belastung der Gewässerabschnitte notwendig, d.h. die dem Gewässer auf den unterschiedlichen Eintragspfaden zugeführten Nährstofffrachten müssen bestimmt werden. Entsprechend den Anteilen von punktuellen und diffusen Nährstoffeinträgen und deren Reduzierungspotential können dann die Möglichkeiten für eine Verbesserung der Güteklasse abgeleitet werden.

Ziel des Teilprojektes ist die Ableitung von Güteklassen- oder zustandsbezogenen Grenzwerten für die Nährstoffkonzentrationen und die -belastungen in den Flußseen von Havel und Spree. Über diese wissenschaftliche Zielstellung hinaus sehen wir es als eine wesentliche Aufgabe dieses Teilprojektes an, die umweltpolitische Zielstellung des Gewässerschutzes des Bundes und der Länder "Erreichung der Güteklasse II für die Fließgewässer und die überwiegende Zahl der Standgewässer" durch quantitative Aussagen zur Einschätzung des Istzustandes und des Handlungsbedarfes für Gewässerabschnitte von Havel und Spree zu untersetzen. Da nicht nur Untersuchungen auf der Basis vorhandener Daten sondern auch umfangreiche experimentelle Erhebungen durchgeführt werden, können nach dem Beginn des Meßprogrammes im März 1998 zunächst nur einige Teilergebnisse vorgestellt werden. Darüber werden im folgenden auch erste Ergebnisse zu den möglichen Auswirkungen einer weiteren Verminderung der P-Einträge aus Kläranlagen vorgestellt, die zunächst jedoch als vorläufig eingestuft werden müssen, da die Abschätzungen der diffusen P-Einträge auf Annahmen beruhen, die erst durch weitere Untersuchungen zu den einzelnen diffusen Eintragspfaden untersetzt werden können.

4.3.2 Teilergebnisse der ersten Projektphase

4.3.2.1 *Istzustand des Gewässersystems*

Zur Bearbeitung der Fragestellung wurde das Gewässersystem der Havel und der unteren Dahme und Spree in 21 Abschnitte eingeteilt. Die Abschnitte wurden ausgehend vom Beprobungsraster von LUA und ITOX so gewählt, daß eine Charakterisierung der Gütesituation und eine Quantifizierung des Nährstoffinputs und -outputs möglich ist. Der Zustand der Gewässerabschnitte wurde nach dem von BEHRENDT & OPITZ (1996) entwickelten Klassifikationssystem für planktondominierte Fließgewässer und Flußseen im Berliner Raum bewertet. Zur Charakterisierung der einzelnen Abschnitte wurde eine in dem Abschnitt liegende Gütemeßstelle ausgewählt und die Jahresmittelkonzentration des Gesamtphosphors aus den vorhandenen Grunddaten für die Jahre 1995 bis 1997 berechnet (Tab. 4.3.1). Es ergibt sich folgendes Bild:

Die Spree bringt die niedrigsten P-Konzentrationen mit, so daß der Dämeritzsee nur knapp in die Güteklasse III fällt und der Seddinsee, der über den Gosener Kanal und den Oder-Spree-Kanal Spreewasser zugeführt bekommt, sogar noch der Klasse II-III zugeordnet werden kann. Die Spree nimmt auf ihrem Weg durch Berlin immer mehr Phosphor auf, so daß sie bei ihrer Mündung in die Havel (Sophienwerder) bereits mit 155 mgTP/m³ an der Grenze zur poly-hypertrophen Klasse (III - IV) liegt². Die Dahme verbessert ihre Güteklasse kurz vor ihrer Mündung in die Spree infolge des übergeleiteten Spreewassers um eine Kategorie auf Klasse III. Die Phosphorkonzentrationen der Oberhavel vor Berlin (Hennigsdorf) liegen bereits im polytrophen Bereich. Eine Ausnahme stellt der Tegeler See dar, der in Klasse II eingeordnet werden kann. Die Phosphorgehalte seiner Zuflüsse werden durch eine Phosphoreliminationsanlage stark reduziert. Nach dem Einmünden der Spree in die Havel verschlechtert sich der Zustand zur Güteklasse III-IV hin. Die höchste TP-Konzentration mit 326 mg/m³ und damit die Klasse IV wird im Schiellowsee erreicht. Auf dem weiteren Fließverlauf nimmt die TP-Konzentration bis zur Havelmündung langsam ab, bleibt aber über 200

Tab. 4.3.1: Klassifikation der Gewässerabschnitte

Abschnitt	Gütemeßpegel	TP _{Mittel}	Klassifikation
		[mg/m ³]	nach
		1995-97	Behrendt & Opitz
D1	Zeuthener See	170	III-IV
D2	Seddinsee	90	II-III
D3	Langer See	128	III
S1	Dämeritzsee	93	III
S2	Müggelsee	114	III
S3	Dammbrücke		
S4	Baumschulenweg	136	III
S5	Sophienwerder	155	III-IV
H1	Hennigsdorf	138	III
H2	Konradshöhe	135	III
H3	Tegeler See	39	II
H4	Großes Fenster	186	III-IV
H5	Humboldtbrücke	220	III-IV
H6	Templiner See	229	III-IV
H7	Schiellowsee	326	IV
H8	Alt-Töplitz	267	III-IV
H9	vor Brandenburg	237	III-IV
H10	Plaue	218	III-IV
H11	Milow	235	III-IV
H12	Havelberg	200	III-IV
R1	Gahlberg Mühle	162	III-IV

² Für den Abschnitt S3 liegen für diesen Zeitraum keine TP-Werte vor.

mgTP/m³ und damit in Klasse III-IV. Der Rhin, der vor Havelberg in die Havel mündet, liegt ebenfalls im poly-hypertrophen Bereich.

4.3.2.2 Bestimmung der Phytoplanktonbiomasse, -zusammensetzung und der internen Phosphorgehalte des Phytoplanktons

Das Klassifikationssystem von Behrendt & Opitz beruht auf Parametern der Phytoplanktonentwicklung (interner Nährstoffgehalt) und der Nährstoffsituation im Gewässer. Um zu überprüfen, ob der für die Berliner Gewässer ermittelte Zusammenhang des internen Phosphorgehalts des Phytoplanktons und des Gesamtphosphorgehalts des Wassers auch für die Havelgewässer zutrifft, wurde an verschiedenen Stellen der interne Phosphorgehalt des Phytoplanktons bestimmt. Ebenso ist es von Bedeutung die Biomasse und die Zusammensetzung des Phytoplanktons zu kennen, um den Gewässerzustand bewerten zu können. So wurde an den Stellen, für die keine Biomassebestimmungen durch LUA oder ITOX (Institut für Umweltanalytik und Humantoxikologie) vorgenommen wurden, eine quantitative und qualitative Phytoplanktonanalyse durchgeführt.

Phytoplanktonbiomasse und -zusammensetzung

Die Phytoplanktonbiomasse für die Probestellen im unteren Dahme-/Spreegebiet und für die Stellen Havel Höhe Konradshöhe, Havel Höhe Grunewaldturm und Tegeler See werden von ITOX bestimmt. Diese Daten liegen uns zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht vor. Für die verbleibenden vier Stellen (Templiner See, Havel vor Brandenburg, Havel vor Havelberg und Rhin bei Gahlberg Mühle) liegen die Werte bis Anfang September vor (Abbildung im Anhang).

Die Frühjahrsentwicklung der Phytoplanktonbiomasse an den vier Stellen verläuft relativ ähnlich: Das Frühjahrsmaximum wird Mitte April mit Biomassen zwischen 17 und 24 mg/l erreicht, und anschließend fällt die Biomasse bis zum Klarwasserstadium Ende Mai rapide ab. Der Aufbau des Sommerphytoplanktons erfolgte im Templiner See und vor Brandenburg in mehreren Schüben, wohingegen vor Havelberg und im Rhin bei Gahlberg Mühle ein kontinuierlicher Anstieg der Biomasse bis zum Sommermaximum am 20. Juli zu beobachten war. Auch die Höhe des erreichten Biomassemaximums variierte an den Stellen stark. In der Havel vor Brandenburg und vor Havelberg wurden nur 14 bzw. 17 mg/l Biomasse erreicht, wohingegen im Templiner See 39 mg/l und im Rhin sogar 89 mg/l Biomasse als Spitzenwerte gemessen wurden.

Die Zusammensetzung der Phytoplanktonbiomasse wird im Frühjahr durch Diatomeen (vor allem zentrische Diatomeen und *Synedra acus*) dominiert. Auch im Frühsommer dominieren Kieselalgen (*Aulacoseira*) und erst Anfang Juli kommt es zum Anstieg des Blaualgenanteils. Im Rhin erreichen die Blaualgen einen Anteil an der Gesamtbioasse von über 90%. In der Havel herrschen vor allem *Microcystis*-Arten vor, wohingegen im Rhin bei Gahlberg Mühle fast ausschließlich *Anabaena*-Arten dominieren.

Interner Phosphorgehalt des Phytoplanktons

Die Saisonmittelwerte der internen Phosphorgehalte des Phytoplanktons sind für die untersuchten Stellen in Abb. 4.3.1 dargestellt. Da die Saisonmittel der TP-Konzentrationen von LUA und ITOX von 1998 noch nicht vorliegen, können noch keine Zusammenhänge der beiden Größen abgeleitet werden. Die Saisonmittelwerte des internen Phosphorgehalts sind in dieser Abbildung nach den TP-Mittelwerten aus Tab. 4.3.1 geordnet³.

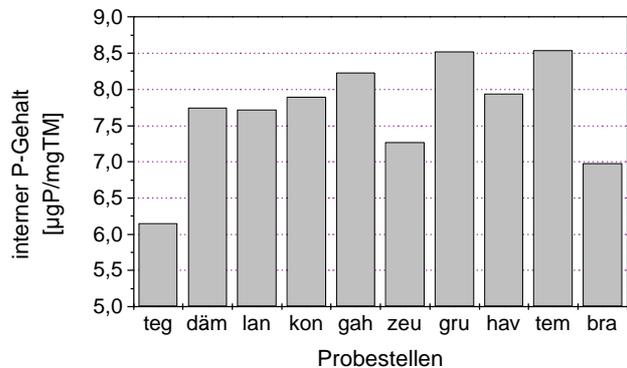


Abb 4.3.1: Saisonmittelwerte des internen P-Gehalts des Phytoplanktons

Die niedrigsten internen P-Konzentrationen wurden erwartungsgemäß im Tegeler See gemessen, da aufgrund der PEA auch für 1998 die niedrigsten Phosphorkonzentrationen im Wasser zu erwarten sind. Die höchsten Werte mit 8,5 µgP/mgTM wurden in der Unterhavel an der Stelle Grunewaldturm und im Templiner See gemessen. Noch unklar ist, wieso in Brandenburg und im Zeuthener See relativ niedrige interne P-Konzentrationen gemessen wurden. Hier müssen die Phosphorwerte von 1998 abgewartet werden.

4.3.2.3 Zusammenhänge zwischen Chlorophyll-a und Nährstoffkonzentrationen

In Abb. 4.3.2 sind die Saisonmittelwerte des Chlorophyll-a-Gehalts an den untersuchten Probstellen gegen die TP-Saisonmittelkonzentrationen aufgetragen. Datengrundlage sind die Jahre 1992 bis 1997 - soweit Werte vorlagen. Für die Stellen Havel Höhe Grunewaldturm lagen für diesen Zeitraum überhaupt keine TP-Werte und für den Rhin bei Gahlberg Mühle keine Daten zum Chlorophyll-a-Gehalt vor.

Die Kurve zeigt die nach BEHRENDT & OPITZ (1996) abgeleitete maximale mittlere Chlorophyll-a-Konzentration an, die erreicht werden kann wenn Phosphor der allein limitierende Faktor ist. Die Abbildung zeigt, daß die abgeleiteten Chlorophyll-a-Werte die Saisonmittelwerte als obere Grenze einhüllen. Der Zeuthener See und der Templiner See erreichen fast

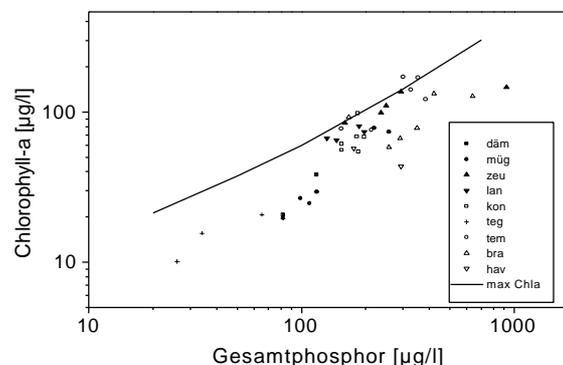


Abb. 4.3.2: Zusammenhang zwischen Chlorophyll-a und TP für die untersuchten Probstellen. ³ Für die Stelle Havel Höhe Grunewaldturm, die im Abschnitt H4 liegt, wurden die Werte der nahegelegenen Stelle Havel Höhe Großes Fenster gewählt, da für Grunewaldturm keine TP-Werte vorliegen.

jedes Jahr diese maximalen Chlorophyll-a-Mittelwerte, d.h., daß in diesen Seen Phosphor der limitierende Faktor für das Phytoplanktonwachstum ist. Eine Überschreitung dieser maximalen Chlorophyll-a-Kurve, die für das gesamte Phytoplankton berechnet wurde, ist dann möglich, wenn Blaualgen sehr dominant sind, da sie einen höheren Chlorophyll-a-Gehalt besitzen als andere Algengruppen.

4.3.2.4 Bilanzierung der Phosphorbelastung des Gewässersystems und ihr Reduzierungspotential bei alleiniger Verringerung der Einträge aus Kläranlagen

Bisher liegen uns von den zur Berechnung der Phosphorfrachten notwendigen Daten nur die Gesamtposphorkonzentrationen aller Gütemeßstellen im untersuchten Gebiet von 1992 bis 1997 vor. So konnten aufgrund der bisher fehlenden Abflußwerte noch keine abschnittweisen Frachtberechnungen vorgenommen werden (Werte liegen seit Mitte Dezember nun vor). Es liegen jedoch Ergebnisse zur Phosphoremission aus kommunalen Kläranlagen sowie eine erste Näherung über die diffusen Einträge im Havelinzugsgebiet vor.

Phosphoremissionen aus kommunalen Kläranlagen

Im Einzugsgebiet der Havel lebten im Jahr 1995 etwa 5,5 Mio. Menschen, von denen 83% an öffentliche Kläranlagen angeschlossen waren. In der Großstadt Berlin leben 63% der Bevölkerung des Havelgebiets. Während in Berlin ca. 98% an die öffentliche Abwasserentsorgung angeschlossen waren, wurden in den Einzugsgebieten von Havel und Spree ober- und unterhalb von Berlin nur Anschlußgrade zwischen 54% und 66% erreicht.

Im Jahr 1995 existierten im Einzugsgebiet der Havel 229 kommunale Kläranlagen (STAT-ABW 1995). Die Karte im Anhang zeigt die regionale Verteilung aller 1995 im Havelgebiet vorhandenen Anlagen. Tab. 4.3.2 gibt für ausgewählte Gütemeßpegel des Havelgebiets detaillierte Informationen über die Anzahl der Kläranlagen sowie über die P-Emissionen für 1985 und 1995.

Der Schwerpunkt der Abwassereinleitungen aus kommunalen Kläranlagen liegt im Raum Berlin. Die Konzentration von acht Klärwerken der Größenklasse 5 in und um Berlin verdeutlicht diesen Sachverhalt. Nach den Berechnungen von SCHMOLL (1998) wurden 1995 im Einzugsgebiet der Havel 364 t P/a emittiert. Gegenüber dem Jahr 1985 entspricht dies einer Reduktion um etwa 81%. Dabei wird 1995 insgesamt eine einwohnerspezifische Emission von 0,2 g P/(E·d) und eine mittlere Reinigungsleistung der Kläranlagen von 88% erreicht. Das somit insgesamt als niedrig einzustufende Emissionsniveau resultiert in erster Linie aus den guten Werten, die in Berlin und seinem Umland realisiert werden. Während in Spree und Havel ober- und unterhalb der Stadt spezifische Emissionen im Bereich von 0,6-0,8 g P/(E·d) und mittlere Reinigungsleistungen zwischen 53% und 65% erreicht werden, liegen die entsprechenden Werte für Berlin inklusive seiner Zuflüsse bei 0,1 g P/(E·d) und 95%. Oder anders formuliert: Obwohl im Berliner Raum knapp 80% aller im Havelgebiet an öffentliche Kläranlagen angeschlossenen Einwohner behandelt werden, beträgt der Anteil der Emissionen nur 30%.

Tab. 4.3.2: Phosphoremissionen ($E(KA)_{TP}$) der Jahre 1985 und 1995 sowie abwasserstatistische Angaben, einwohnerspezifische Phosphoremissionen ($P_{E(E)}$) und mittlere Reinigungsleistungen des Jahres 1995.

Gütemeßpegel Einzugsgebiet	Kläranlagen 1995				$E(KA)_{TP}$ 1985	$E(KA)_{TP}$ 1995	$E(KA)_{TP}$ 1985- 95	$P_{E(E)}$ 1995	KA- Eliminierung 1995
	Summe	M	B	B(P)					
	Anzahl				(t/a)	(t/a)	%	(g/(E·d))	%
Havel bei Henningsdorf (oh. Berlin)	23	4	8	11	68	26	-62	0,7	60
Spree und Dahme (oh. Berlin)	86	12	58	16	429	124	-71	0,8	53
Berlin (inklusive Zuflüsse) ⁴	25	0	17	8	949	110	-88	0,1	95
Havel unterhalb Berlin	81	11	55	15	422	104	-75	0,6	65
Havel bei Toppel/Havelberg	215	27	138	50	1.868	364	-81	0,2	88

Phosphoreinträge aus diffusen Quellen

Aus den Angaben über die im Gewässer gemessenen Phosphorfrachten und den Emissionen kommunaler Kläranlagen jeweils für die Perioden 1983-87 und 1993-97 kann summarisch der Anteil der diffusen Phosphoreinträge in die Gewässer abgeschätzt werden. Auf Basis einer Massenbilanz und unter Berücksichtigung der Retention schätzte SCHMOLL (1998) in einer ersten Näherung die diffusen Einträge im Havelgebiet ab. Sie sind in Tab. 4.3.3 dargestellt.

Tab. 4.3.3: Gesamtemissionen ($E(T)_{TP}$), Diffuse Emissionen ($E(D)_{TP}$) und Emissionsanteil kommunaler Kläranlagen ($E(KA)_{TP}$) in den Perioden 1983-87 und 1993-97.

Gütemeßpegel	$E(T)_{TP}$		$E(D)_{TP}$		$E(KA)_{TP}/E(T)_{TP}$	
	(tP/a)		(tP/a)		%	
	1983-87	1993-97	1983-87	1993-97	1983-87	1993-97
Havel oberhalb von Berlin (Henningsdorf)	161	120	93	94	42%	22%
Spree oberhalb Berlin	758	360	330	236*	57%	34%
Havel bei Toppel/Havelberg	2.594	1.097**	726	733**	72%	33%

* die ausgewiesene Verringerung der diffusen P-Einträge von Spree ist allein durch die um ca. 26% verminderten Abflüsse in der Periode 1993-1997 im Vergleich zu 1983-1987 zurückzuführen.

**Mittelwerte nur für Zeitraum 1993 und 1994, da bisher keine Abflüsse für 1995 bis 1997 verfügbar.

⁴ Zuflüsse aus den unterhalb der die Berliner Stadtgrenze markierenden Pegel Neuzittau, Wernsdorf und Neue Mühle im Einzugsgebiet der Spree sowie Henningsdorf an der Havel. Im einzelnen sind dies der Nordgraben, die Panke, der Nottekanal, die Wuhle, die Erpe (Neuenhagener Mühlenfließ) und das Flakenfließ.

Tab. 4.3.3 dokumentiert deutlich die abnehmende Bedeutung kommunaler Kläranlagen an den gesamten P-Einträgen im Havelgebiet. An allen Pegeln verringerte sich im Zeitraum zwischen den beiden betrachteten Perioden der Anteil der kommunalen Kläranlagen an den Gesamtemissionen signifikant. Für die gesamte Havel reduzierte er sich von 72% auf 33%, in der Spree oberhalb Berlins von 57% auf 34%.

Reduktionsmöglichkeiten der Phosphorbelastung kommunaler Kläranlagen

Ausgehend von der Emissionssituation des Jahres 1995 kann auf Grundlage verschiedener Szenarios eine in Zukunft mögliche Phosphorbelastung aus kommunalen Kläranlagen im Einzugsgebiet der Havel abgeschätzt werden. In diesem Zusammenhang müssen jedoch erfolgte und geplante Veränderungen der Struktur der Abwasserentsorgung v. a. im Raum Berlin berücksichtigt werden (vgl. ausführlicher Zwischenbericht Nov. 98).

Über die Verlagerung der Abwasserströme auf weniger Klärwerke hinaus verfolgen die *BWB* die Strategie, in allen genannten Kläranlagen den sogenannten „Ruhlebener Standard“ der P-Elimination zu realisieren. Die Kläranlage Berlin-Ruhleben - mit etwa 220.000 m³/d die größte Anlage im Havelgebiet – erzielt auf Grundlage einer biologischen P-Elimination im Mittel eine Ablaufkonzentration von $C_{TP(AB)} = 0,27$ mg P/l (1994-1997). In den Anlagen Waßmannsdorf, Stahnsdorf und Münchehofe werden im Mittel zur Zeit nur Konzentrationen zwischen 0,58 und 0,74 mg P/l erreicht (PAWLOWSKI, 1998).

In Kenntnis der Veränderungen und Planungen der Abwassersituation werden folgende vier Szenarios zur Abschätzung zukünftiger P-Emissionen im Havelgebiet betrachtet:

- **Szenario 1** basiert auf der Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen nach den Maßstäben der *EU-Richtlinie Kommunales Abwasser*, die in den sogenannten „empfindlichen Gebieten“ für alle Anlagen einer Ausbaugröße von $EW_{AB} > 10.000$ EW eine biologische Grundreinigung zusammen mit einer weitergehenden P-Elimination fordert. Darüber hinaus wird für alle Kläranlagen kleinerer Ausbaugröße eine biologische Behandlung vorausgesetzt. Für die Berliner Klärwerke werden im Rahmen dieses Szenarios die Emissionen des Jahres 1997 zu Grunde gelegt.
- **Szenario 2** geht zusätzlich von einer Ausdehnung der Phosphorelimination auf alle Kläranlagen mit einer Ausbaugröße von $EW_{AB} > 2.000$ EW aus.
- **Szenario 3** berücksichtigt zusätzlich die von den *BWB* angestrebten Veränderungen sowohl in der Struktur der Abwasserbehandlung im Raum Berlin als auch bei der Erfüllung des „Ruhlebener Standards“.
- **Szenario 4** geht zusätzlich von der Einführung der 4. Reinigungsstufe in Form einer Mikrofiltration in den von den *BWB* betriebenen Kläranlagen Waßmannsdorf, Stahnsdorf, Münchehofe und Wansdorf aus. Dabei wird von einer P-Konzentration im Ablauf der Kläranlagen von $C_{TP(AB)} = 50$ µg P/l ausgegangen.

Alle vier Szenarios basieren grundsätzlich auf dem der Emissionsabschätzung für 1995 zu Grunde liegenden Datenbestand über die Kläranlagenstandorte. Modifiziert wurde er jedoch durch die Entfernung der Kläranlage Oranienburg aus den o. g. Gründen sowie die Aufnahme sechs weiterer Standorte (Kläranlagen Malz, Heidefeld, Bützer, Niemegek und Görzke), die in der Abwasserzielplanung des Landes Brandenburg als im Bau befindlich bzw. als in Betrieb genommen ausgewiesen sind. Zusätzlich wurde angenommen, daß sich der Anschlußgrad an öffentliche Kläranlagen im Einzugsgebiet der Havel von 83% auf 87% bzw. von 59% auf 68% im von Berlin unabhängigen Teil des Einzugsgebiets steigert (vergl. SCHMOLL, 1998).

Tab. 4.3.4: Gesamtposphoremissionen aus kommunalen Kläranlagen ($E(KA)_{TP}$) 1995 sowie für verschiedene Szenarios.

Gütemeßpegel	$E(KA)_{TP}$				
	(t/a)				
	1995	Szenario 1	Szenario 2	Szenario 3	Szenario 4
Havel oberhalb Berlin	26	9	8	8	8
Spree oberhalb Berlin	124	44	37	37	37
Berlin (inklusive Zuflüsse)	110	105	102	51	13
Havel unterhalb Berlin	103	53	41	41	37
Havel bei Toppel/Havelberg	364	212	187	136	94

Tab. 4.3.4 gibt einen Überblick über die nach den Szenarios zu erwartenden Phosphoremissionen. Alleine durch die Erfüllung der gesetzlichen Vorgaben der EU (Szenario 1) kann im gesamten Havelgebiet eine Reduktion der P-Emissionen von 42% erreicht werden. In den Gebieten von Spree und Havel ober- und unterhalb Berlins sind die Rückgänge mit Werten zwischen 50% und 65% aufgrund der 1995 niedrigen Anschlußwerte an Phosphor eliminierende Anlagen noch deutlicher. Die Ausdehnung der Phosphorelimination auf kleinere Kläranlagen (Szenario 2) bringt im gesamten Einzugsgebiet eine weitere Verringerung von 7%. Die zusätzliche Realisierung des „Ruhlebener Standards“ (Szenario 3) verringert die Phosphoremissionen aus dem Raum Berlin um 54%, was zu einer Gesamtreduktion im Havelgebiet von 63% führen würde. Eine weitere deutliche Reduktion der Phosphoreinträge in das Havelgebiet unterhalb von Berlin wird durch eine Einführung der 4. Reinigungsstufe in den von den *BWB* betriebenen Klärwerken erreicht (Szenario 4). Im Berliner Raum würden dann etwa 88% weniger Emissionen aus den Kläranlagen in die Gewässer gelangen, als dies 1995 der Fall war, und das obwohl zu diesem Zeitpunkt bereits alle Klärwerke mit Stufen der P-Elimination ausgestattet waren. Im gesamten Havelgebiet führt diese Maßnahme zu einer Reduktion von 75%.

Auswirkungen auf die Gewässerqualität

Um die Auswirkungen der aufgezeigten möglichen Reduktionen der P-Emissionen kommunaler Kläranlagen auf die Gewässerqualität zu ermitteln, werden die nach den Szenarios zu erwartenden Konzentrationen von Gesamtphosphor (C_{TP}) für die ausgewählten Gütemeßpegel bestimmt. Dabei wird davon ausgegangen, daß die Abflußverhältnisse in Zukunft dem Mittel der Periode 1993-97 entsprechen und

somit die Höhe der Emissionen diffuser Quellen aus Tab. 4.3.3 nicht verändert sind. In Abb. 4.3.3 sind die auf Basis der verschiedenen Szenarios zur Reduktion der Phosphoremissionen zu erwartenden Phosphorkonzentrationen an den ausgewählten Gütemeßpegeln im Einzugsgebiet der Havel dargestellt. Zusätzlich sind in der Darstellung die Grenzkonzentrationen der Güteklassen nach Behrendt & Opitz (1996) eingezeichnet.

Durch die Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen (Szenario 1) verringert sich die Konzentration von Gesamtphosphor an allen Gütemeßpegeln deutlich. Die Reduktionen liegen zwischen 15%. Die weitere Reduktion der Emissionen nach Szenario 2 hat an allen Pegeln nur geringe Auswirkungen auf die Phosphorkonzentration im Gewässer. Die gegenüber Szenario 1 zusätzliche Verminderung liegt zwischen 1% und 3%. Für das Gewässersystem der Spree oberhalb Berlins drückt sich die Konzentrationsverminderung von im Mittel 123 auf 94 µg P/l nicht in einer Verbesserung der Güteklasse aus.

Die Szenarien 3 und 4 wirken sich nur noch auf den Havelpegel Toppel/Havelberg aus. Sie bringen gegenüber Szenario 2 eine weitere Konzentrationsminderung von jeweils etwa 5%. Obwohl nach Realisierung von Szenario 4 im Vergleich zu dem mittleren Wert der Periode 1993-1997 ein Konzentrationsrückgang von insgesamt

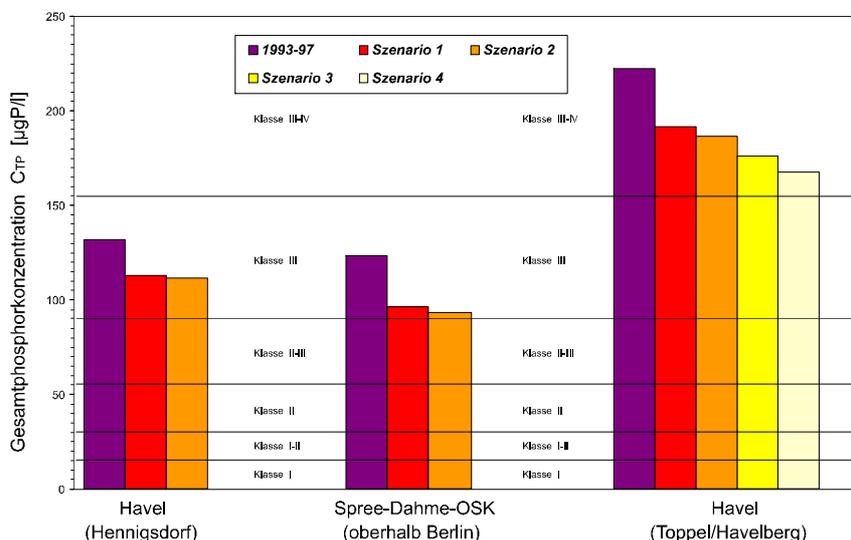


Abb 4.3.3: Auswirkungen der Reduktionsszenarios auf die Konzentration von Gesamtphosphor (C_{TP}).

25% erreicht wird, würde sich dieser nicht in einer Verbesserung der Gewässergüte ausdrücken. Die zu erwartende Phosphorkonzentration läge mit 168 µg P/l nach wie vor in der Güteklasse III-IV, also in einem poly- bis hypertrophen Zustand.

Mit Blick auf das angestrebte Qualitätsziel der Gewässergüteklasse II kann festgestellt werden, daß die alleinige Reduktion der Phosphoremissionen kommunaler Kläranlagen nicht zu der gewünschten Verbesserung führt. An allen ausgewählten Pegeln des Havelgebiets kann selbst bei Realisierung der auf Basis der Szenarios maximal möglichen Verringerung der P-Emissionen zwar jeweils eine deutliche Reduktion der Konzentration, aber bestenfalls die Gewässergüteklasse III erreicht werden. Die Tatsache, daß selbst das im Rahmen des Szenarios 4 berücksichtigte Verfahren der Mikrofiltration, das wohl zur Zeit als die *best available technology* bezüglich der Phosphorelimination angesehen werden kann, keine bedeutende Auswirkung auf die Gewässerqualität am Pegel Toppel/Havelberg zeigt, verdeutlicht die begrenzte Wirkung einer ausschließlichen Reduktion der Phosphoreinträge aus öffentlichen Kläranlagen hinsichtlich des Qualitätsziels der

Gewässergüteklasse II.

Auf Grundlage der bisherigen Betrachtungen sollte nicht gefolgert werden, daß eine Ausdehnung der P-Elimination über die zur Zeit geltenden gesetzlichen Vorschriften hinaus prinzipiell überflüssig ist. Vielmehr kann abgeleitet werden, daß zur Erreichung des formulierten Qualitätsziels zusätzlich bzw. parallel die diffusen Einträge drastisch zu senken sind. Der Anteil der Kläranlagen an den Gesamtemissionen liegt in der Periode 1993-97 für das gesamte Havelgebiet (Pegel Toppel/Havelberg) bei etwa 33%. Nach Erfüllung der gesetzlichen Anforderungen (Szenario 1) sinkt er auf 22% und nach Ausschöpfung aller technischen Möglichkeiten (Szenario 4) auf 11%. An den anderen Pegeln sind die Verhältnisse ähnlich.

4.3.4 Kooperation mit anderen Teilprojekten

In der ersten Phase des Teilprojektes waren die Arbeiten noch relativ unabhängig von den Arbeiten der anderen Teilprojekte von WaStor. Bei den Arbeiten zur Bestimmung des Ist- und des Sollzustandes der Herkunft der Gewässerbelastung der Havel ist das Teilprojekt unmittelbar auf die Ergebnisse der anderen Teilprojekte angewiesen. Neben einer intensiven Analyse hydrologischer Veränderungen und der N-Einträge betrifft insbesondere auch die Quantifizierung der P-Einträgen und die Ermittlung Verminderungspotentialen bei den einzelnen Eintragspfaden. Bei Stärkung der Kapazitäten im IGB und der konzipierte Modifikation der Projektstelle 1 im ZALF zur Ermittlung der Gewässereinträge (s. Anlage) würden sich Möglichkeiten zum Schließen der noch vorhandenen Arbeitslücke ergeben.

4.3.5 Stand der Arbeiten, Vergleich mit dem Antrag

Entsprechend dem Arbeitsplan waren im Berichtszeitraum folgende Aufgaben durchzuführen:

1. Festlegung der zu untersuchenden Teilabschnitte des Gewässersystems..
2. Erfassung morphometrischer und hydrologischer Charakteristika der Gewässerabschnitte.
3. Beschaffung und Aufbereitung der Daten zu Nährstoff- und Chlorophyll-a-gehalten in den Gewässerabschnitten
4. Quantifizierung der Nährstofffrachten in und zwischen den Gewässerabschnitten. Bilanzierung der äußeren und internen Belastungssituation und ihrer Veränderungen.
5. Ableitung von Zusammenhängen zwischen Chl-a und Nährstoffkonzentrationen in den Gewässerabschnitten
6. Bestimmung der Phytoplanktonbiomasse, der Zusammensetzung und der Nährstoffgehalte des Sestons und Phytoplanktons in ausgewählten Gewässerabschnitten.

Während die Aufgaben 1 bis 3 termingerecht abgeschlossen wurden, bestand bei der Teilaufgabe 4 bisher noch nicht die Möglichkeit der Berechnung der

Nährstofffrachten, da uns erst in der letzten Dezemberwoche die dafür notwendigen Abflußwerte übersandt worden sind. Die Frachtberechnungen für die Gewässerabschnitte werden in den Monaten Januar und Februar nachgeholt.

Bei den Teilaufgaben 5 und 6 laufen die Arbeiten wie geplant eine Zwischenauswertung für das gesamte Jahr 1998 wird bis März 1999 durchgeführt. Auf der Basis dieser Auswertung wird das Meßprogramm für das Jahr 1999 konkretisiert.

4.3.6 Ausblick und Erfolgsaussichten

Auf der Basis der bisher durchgeführten experimentellen Untersuchungen kann noch nicht eindeutig festgestellt werden, inwieweit die Flußseen des unteren Havelabschnittes analog zu den Berliner Gewässerabschnitten klassifiziert werden können. Unterstellt man dies jedoch, so liegen sämtliche Gewässerabschnitte der unteren Havel in der Güteklasse III-IV, der Schwielowsee sogar in der Güteklasse IV. Für den bisher ausgewerteten Untersuchungszeitraum (März-August 1998) konnte die bisherige These von der weitgehenden Dominanz der Blaualgen im unteren Havelabschnitt nicht bestätigt werden. Dies ist vermutlich auf die sehr wechselhafte Witterung über den gesamten Sommer 1998 zurückzuführen. Damit wird unterstrichen, daß diese Felduntersuchungen unbedingt auch im Jahr 1999 fortgeführt werden müssen, um Fehlschlüsse infolge nur eines untypischen Untersuchungsjahres zu vermeiden. Nach Auswertung aller Proben des Jahres 1998 soll im Januar und Februar 1999 das Meßprogramm jedoch optimiert werden, um so notwendigen Freiraum für die Bilanzierungen in den einzelnen Gewässerabschnitten zu schaffen. Als sehr positiv hat sich die Zusammenarbeit mit dem LUA und dem ITOX bezüglich der Abstimmung der Probenahmen und bei der Übergabe der Gütedaten erwiesen. Wesentliche Schwachstelle bei der Zusammenarbeit ist jedoch noch die Übergabe der Abflüsse für die ausgewählten Pegel in der unteren Havel.

Bezüglich der Ableitung möglicher Maßnahmen zur Verminderung der P-Belastung der Havel wurde zunächst untersucht, welche Effekte bzw. Sollzustände durch die Verringerung der P-Einträge aus kommunalen Kläranlagen in den Einzugsgebieten der Spree sowie der oberen und unteren Havel erreicht werden können. Entsprechende Szenarioanalysen belegen, daß sich auch bei weitestgehender Verringerung dieser punktförmigen P-Einträge insbesondere in der unteren Havel keine substantiellen Verbesserungen der Wassergüte (insbesondere des durch Phosphor verursachten Eutrophierungspotentials) erreichen lassen.

Aussagen zu den diffusen N- und P-Einträgen und den Anteilen der einzelnen diffusen Eintragspfade an den gesamten diffusen Einträgen können zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht getroffen werden, da die entsprechenden Arbeiten im Rahmen der anderen Projekte noch nicht abgeschlossen sind. Es muß jedoch darauf hingewiesen werden, daß im Gesamtkomplex des Projekt-Verbundes WaStor bisher keine Kapazitäten vorgesehen sind, um insbesondere zu den Fragestellungen der diffusen P-Einträge im Tiefland und insbesondere zu deren Verminderungspotential vertiefende Untersuchungen durchzuführen.

Demgegenüber unterstreichen aber bereits die ersten durchgeführten Analysen zur

P-Belastung der Gewässerabschnitte und zu den Auswirkungen einer Verminderung der P-Einträge aus kommunalen Kläranlagen die Bedeutung der diffusen P-Eintragsquellen für den Istzustand und den anzustrebenden Sollzustand der Havel.

Die bestehende Lücke zwischen der Bedeutung der diffusen P-Einträge für die Eutrophierung der Havel einerseits und dem eingesetzten Potential für vertiefende Untersuchungen zu den diffusen P-Einträgen und deren Verminderungspotential kann nicht durch den gegenwärtigen Umfang der Arbeiten im Teilprojekt 4 geschlossen werden.

4.4 Dynamische skalenübergreifende Modellierung des Wasser- und Stoffhaushalts in Gebieten des pleistozänen Tieflandes - Modellgebiet Stepenitz –

*Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK)
Dr. A. Becker und Dr. W. Lahmer (Projektstelle)*

4.4.1 Problem- und Zielstellung des Teilprojektes

Das Forschungsprojekt „Dynamische skalenübergreifende Modellierung des Wasser- und Stoffhaushalts in Gebieten des pleistozänen Tieflandes – Modellgebiet Stepenitz“ des PIK stellt einen Teil der auf das pleistozäne Tiefland bezogenen Forschungen im Rahmen der genesteten Untersuchungen zum Teil „Landnutzung im Einzugsgebiet“ des „Elbe-Ökologie“-Projektes dar. Aufbauend auf flächendifferenzierten Modellierungen des Landschaftswasser- und -stoffhaushaltes in den Einzugsgebieten der Stepenitz und der Oberen Stör sollen dabei Szenarioanalysen mit realisierbaren, ökonomisch vertretbaren und ökologisch günstigen Änderungsszenarien der Landnutzung und -bewirtschaftung zur Ableitung von Vorschlägen für Umsetzungskonzepte zur Verbesserung der wasserwirtschaftlichen und landschaftsökologischen Situation des Einzugsgebietes durchgeführt werden. Des weiteren sollen die Auswirkungen der geänderten Nutzungsverhältnisse auf den Hochwasserabfluß speziell im Stepenitzgebiet untersucht werden.

Eine wesentliche Aufgabe besteht darin, durch geeignete, flächendeckend anwendbare Modellansätze die Auswirkungen einer geänderten Landnutzung auf den Wasser- und Stoffhaushalt und die hydrologischen Prozesse zu untersuchen. Eine Voraussetzung dafür ist die Entwicklung realisierbarer Landnutzungsszenarien, die den wasserwirtschaftlichen und sozioökonomischen Erfordernissen gleichermaßen gerecht werden und deshalb auch Aspekte einschließen, die sich aus den Veränderungen des europäischen Agrarmarktes (Stichwort AGENDA 2000) ergeben. Die Entwicklung dieser Konzepte erfordert eine intensive Zusammenarbeit sowohl mit dem Landesumweltamt (LUA) Brandenburg als auch mit der Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Brandenburg (s. Abschn. 4.4.3 und 4.4.5).

Die im Stepenitzgebiet entwickelten Methoden und abgeleiteten Ergebnisse sollen durch entsprechende Vergleichsuntersuchungen im Einzugsgebiet der Oberen Stör überprüft und anschließend verallgemeinert werden. Bei den Modellierungen im Störgebiet sollen durch die Zusammenarbeit mit dem Ökologie-Zentrum der Universität Kiel (ÖZK) verbesserte Konzepte zur Beschreibung der Wirkung von Niederungsgebieten in verschiedenskaligen Modellen entwickelt und nach Möglichkeit in die am PIK vorhandenen Modellsysteme integriert werden. Dadurch soll den besonderen Anforderungen und hydrologischen Gegebenheiten des pleistozänen Tieflandes besser entsprochen werden (s. Abschn. 4.4.3 und 4.4.5).

4.4.2 Teilergebnisse der ersten Projektphase

Die in der ersten Projektphase erzielten Ergebnisse sind ausführlich im Statusbericht 10/98 des PIK dokumentiert (Lahmer und Becker 1998). Sie umfassen insbesondere die Anpassung und Validierung des eingesetzten Modellierungssystems, eine

ausführliche Analyse des gegenwärtigen Zustandes (Ist-Zustandes) des Stepenitzgebietes sowie erste Modellrechnungen unter vorgegebenen Änderungsszenarien der Landnutzung. Die Zwischenergebnisse zeigen, daß eine erfolversprechende Basis für die weitergehenden Untersuchungen der kommenden Projektphase vorhanden ist.

Im folgenden sollen lediglich einige besondere Aspekte der bislang durchgeführten Untersuchungen erläutert werden, die u.a. auch für das weitere Vorgehen in Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern des Forschungsverbundes wichtig sind. Etwas ausführlicher dargestellt werden lediglich die Ergebnisse erster Simulationsrechnungen unter Annahme zweier extremer Szenarien einer geänderten Landnutzung (Abschn. 4.4.2.4).

4.4.2.1 Methoden

Die Quantifizierung der Auswirkungen anthropogener Eingriffe auf den Landschaftswasser- und -stoffhaushalt erfordert zwingend Modelle, die in der Lage sind, in verschiedenen räumlichen Skalen flächendetailliert und prozeßbezogen Veränderungen zu prognostizieren. Ein bedeutender Schritt besteht in der Verwendung physikalisch basierter, an Geographische Informationssysteme (GIS) gekoppelter flächendetaillierter Modellsysteme wie ARC/EGMO (Pfützner et al., 1997) oder SWIM (Krysanova et al., 1996), die im Rahmen der Projektbearbeitung in ihren Anwendungsmöglichkeiten teilweise erweitert werden müssen.

Die bisherigen Arbeiten wurden primär mit dem Modellierungssystem ARC/EGMO durchgeführt, das über seinen polygon-basierten Ansatz auch kleine, aber hydrologisch wichtige Teilflächen berücksichtigen kann. ARC/EGMO zeichnet sich dadurch aus, daß die Möglichkeit einer variablen Unterteilung des Untersuchungsgebietes in interessierende Teilflächen beliebiger Größe besteht. Es erlaubt damit eine Modellierung auf der Basis von Raumeinheiten unterschiedlicher Größe und Heterogenität. Seine Eignung für die meso- bis makroskalige hydrologische Modellierung hat ARC/EGMO bei Untersuchungen im Tieflandeinzugsgebiet der Oberen Stör in Schleswig-Holstein (Größe ca. 1.200 km²) (Lahmer et al., 1997; Becker und Lahmer, 1997) und bei der elbweiten Anwendung im Rahmen des BMBF-Projektes des PIK „Auswirkungen der Landnutzung auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Elbe und ihres Einzugsgebietes“ bewiesen (Förderkennzeichen 39577) (Becker und Behrendt 1998, Lahmer 1997).

4.4.2.2 Räumliche Disaggregation und Aggregation

Die bereits in anderen Einzugsgebieten angewendeten Methoden der räumlichen Aggregation und Disaggregation wurden unter Berücksichtigung der besonderen Verhältnisse des Untersuchungsgebietes und der zur Verfügung stehenden Datenbasis auch im Stepenitzgebiet umgesetzt. Grundlage aller Modellierungen war die „Elementarflächen-Karte“, die sich im Rahmen der Datenaufbereitung durch Verschneidung der räumlichen Basiskarten (Landnutzung, Boden, Topographie, Grundwasserflurabstand, Gewässersystem, Teileinzugsgebiete; s. Tab. 4.3.4) ergibt und im Fall der Stepenitz 30.176 homogene Einzelflächen enthält, die bezüglich ihrer hydrologischen Eigenschaften als homogen betrachtet werden können.

Zur Reduzierung der Anzahl der zu modellierenden Flächeneinheiten - und damit auch der Rechenzeiten - wurden die Elementarflächen für die Simulationsrechnungen zu Hydrotopklassen aggregiert. Diese bereits früher erfolgreich eingesetzte Aggregierungsmethodik (Becker und Lahmer, 1997; Lahmer et al., 1997) orientiert sich vornehmlich an hydrologischen Gesichtspunkten und grenzt solche Flächen voneinander ab, die sich bezüglich ihres Verdunstungs- und Abflußbildungspotentials charakteristisch unterscheiden. Ergebnis dieses Aggregierungsschrittes war eine Einteilung des Stepenitzgebietes in insgesamt 10 Hydrotopklassen, wobei landwirtschaftlich genutzte grundwasserferne und grundwassernahe Flächen mit 51.3 % bzw. 15.1 % die dominierenden Klassen darstellen. Diese allen Rechnungen zugrundegelegte Hydrotopklassifizierung erwies sich durch Vergleich der berechneten mit den gemessenen Gebietsabflüssen anhand verschiedener Güterkriterien dem Untersuchungsgebiet als angemessen und ausreichend.

4.4.2.3 Räumliche Interpolation meteorologischer Eingangsgrößen

Bekanntlich hat die räumliche Verteilung des Niederschlages sowie anderer meteorologischer Eingangsparameter (wie z.B. mittlere Tagestemperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Sonnenscheindauer) insbesondere bei der größerskaligen Modellierung erheblichen Einfluß auf die Simulationsergebnisse (siehe auch Lahmer, 1997). Die Dichte der meteorologischen Stationen und die zeitliche Auflösung der Daten entscheidet darüber, ob die Systembelastung durch den Niederschlag in ausreichender Genauigkeit erfaßt wird. Um die hydro-meteorologische Variabilität hinreichend genau abzubilden, ist deshalb für meso- und makroskalige Einzugsgebiete eine Flächendetaillierung insbesondere für die Hochwassermodellierung äußerst wichtig. Um eine hohe räumliche Differenzierung der o.g. Parameter bei der Flächenübertragung sicherzustellen, wurden für die Simulationsrechnungen im Stepenitzgebiet alle verwertbaren meteorologischen Informationen (Zeitreihen von 9 Klimahaupt- sowie 24 Niederschlagsstationen des DWD) beschafft und genutzt. Die Flächenübertragung der Punktdaten erfolgte mit einem „erweiterten Quadrantenverfahren“ (Pfützner et. al., 1997), das sich als besonders effektiv erwiesen hat. Dies zeigte sich besonders bei der modellmäßigen Erfassung eines extremen Niederschlagsereignisses, das am 12. Juni 1993 im Stepenitzgebiet auftrat.

4.4.2.4 Untersuchungen zum Einfluß von Landnutzungsänderungen

Voraussetzung für eine Abschätzung der Auswirkungen anthropogen verursachter Einflüsse auf den Wasserhaushalt sind eine gründliche Analyse des „Ist-Zustands“ und der Nachweis, daß eine ausreichend realitätsnahe Nachbildung desselben mit Hilfe der verfügbaren Modelle möglich ist. Dieser Nachweis konnte geführt werden (s. Lahmer und Becker, 1998). Die Simulationsergebnisse für den Ist-Zustand können damit als Bezugsbasis für die Analyse der Auswirkungen von Änderungen der Landnutzung auf den regionalen Wasser- und Stoffhaushalt dienen.

Die Entwicklung von Änderungsszenarien der Landnutzung und Bewirtschaftung unter Berücksichtigung sozioökonomischer Aspekte ist eine komplexe Aufgabe, die erst in der nächsten Projektphase realisiert wird (s. Abschn. 4.4.3 und 4.4.5). Deshalb wurden zunächst einige extreme und mit ARC/EGMO direkt realisierbare

Landnutzungsänderungsszenarien vorgegeben und durchgerechnet. Bei diesen Landnutzungsänderungen handelt es sich um sog. „stationäre“ Änderungsszenarien, die für den gesamten Simulationszeitraum eine geänderte Landnutzung annehmen (im Gegensatz zu „transienten“ Szenarien, die auf einer sich dynamisch verändernden Nutzung beruhen).

Beim ersten Szenario wurde angenommen, daß alle in der Landnutzungskarte des Stepenitzgebietes als "Landwirtschaft" deklarierten Flächen (ca. 66.4 % der Gesamtfläche) in Flächen der Kategorie „sonstiger Wald“ umgewandelt werden. Dieses **Szenario 1** repräsentiert eine sehr drastische (und auch unrealistische) Änderung der Landnutzung, liefert aber eine obere Grenze für die überhaupt zu erwartenden hydrologischen Änderungen im Untersuchungsgebiet. **Szenario 2** beruht auf einer Erhöhung des Versiegelungsgrades der als „leicht bebauten Flächen“ ausgewiesenen Flächen, und zwar von 20% (Ist-Zustand) auf 100% (wie für die "stark bebauten Flächen"). Da der Gesamtflächenanteil der veränderten Flächen lediglich 2.23% beträgt, ist bei diesem Änderungsszenario nicht mit größeren Auswirkungen auf das hydrologische Regime zu rechnen. Dieses Szenario

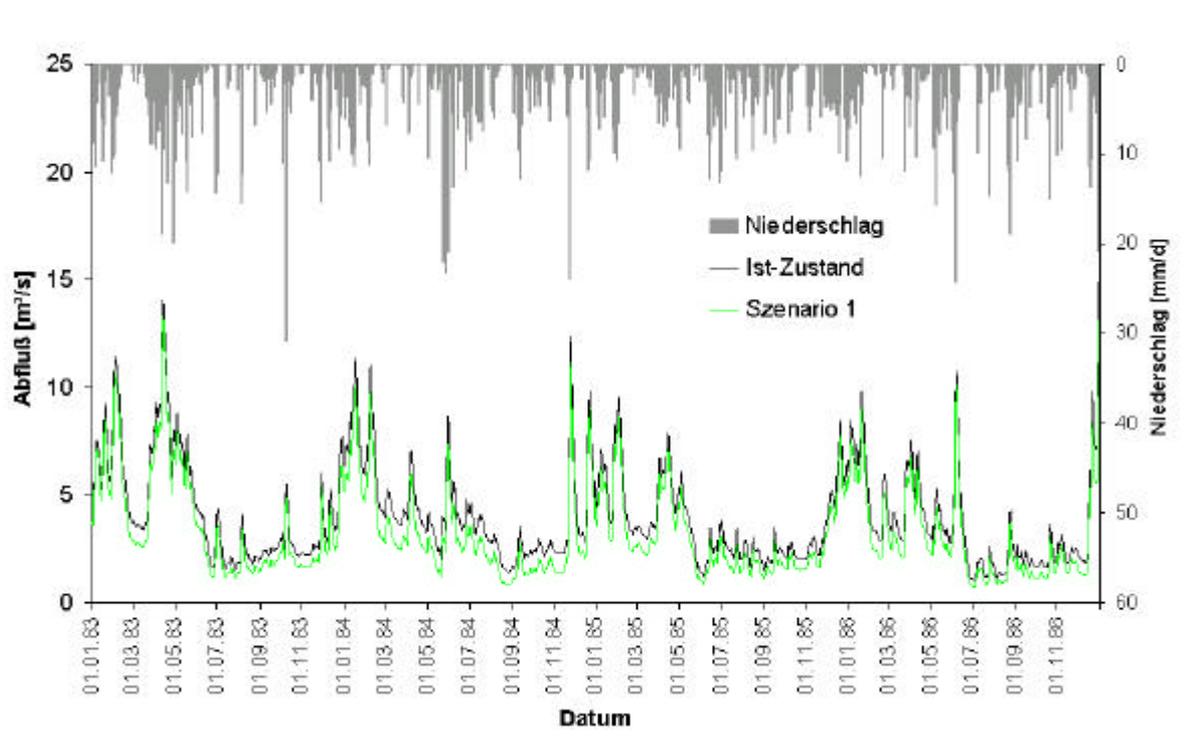


Abb. 4.4.1: Am Gebietsauslaß des Stepenitzgebietes (Pegel Wolfshagen) im Zeitraum 1983-1986 simulierter Abfluß für den Ist-Zustand und das Landnutzungsänderungsszenario 1

ist vielmehr ein Indikator für die Sensitivität des Modellierungsansatzes.

Die Auswirkungen der geänderten Landnutzung lassen sich für das Szenario 1 leicht in der simulierten Abflußganglinie selbst beobachten, die in **Abb. 4.4.1** für den Zeitraum 1983-1986 dargestellt ist. Deutlich erkennbar ist die Verringerung des Abflusses gegenüber dem Ist-Zustand (gegenwärtige Landnutzung), die in den Sommermonaten wegen der höheren Verdunstung der Waldflächen besonders hoch ausfällt und für den dargestellten Zeitraum insgesamt 18.5% erreicht. Für den niederschlagsarmen Zeitraum 1989-1991 werden sogar Werte von fast 37% erreicht.

Die Auswirkungen des Szenarios 2 auf die Wasserhaushaltsbilanz sind dagegen nur in zeitlich aggregierten Darstellungen der verschiedenen Wasserhaushaltsgrößen erkennbar, die in **Abb. 4.4.2** für den Ist-Zustand und die beiden Änderungsszenarien als Jahressummen für den Zeitraum 1981 bis 1993 dargestellt sind. Deutlich wird, daß die Beeinflussung der Wasserhaushaltsgrößen für das Szenario 1 wegen der größeren, von der Änderung betroffenen Fläche erheblich ausgeprägter ist.



Abb. 4.4.2: Jahressummen 1981-1993 der Verdunstung (oben links), der Sickerwasserbildung (unten links), der Oberflächenabflußbildung (oben rechts) und des Gebietsabflusses (unten rechts) für den Ist-Zustand und die beiden untersuchten Landnutzungsänderungsszenarien (Der untere Teil jeder Teilabbildung zeigt die Differenzen gegenüber dem Ist-Zustand; MW ist jeweils der für die Gesamtperiode berechnete Mittelwert).

Wie erwartet, erhöht sich die Gebietsverdunstung bei Umwandlung von Acker- in Waldflächen für die Gesamtperiode deutlich, und zwar um insgesamt 46 mm/Jahr oder 9.7 %. In den trockenen Jahren 1989 bis 1992 beträgt diese Erhöhung bis zu 67 mm (13.5 %). Die Sickerwasserbildung dagegen sinkt im Mittel um 47 mm/Jahr oder 36 %. Sehr geringe Werte ergeben sich für die trockenen Jahre 1989 bis 1992, wobei 1989 für das Gesamtgebiet sogar ein negativer Wert prognostiziert wird, der aus den hohen Verdunstungsraten grundwassernaher Standorte resultiert und einer Zehrung entspricht. Demgegenüber fallen die Änderungen der Oberflächenabflußbildung für das Szenario 1 eher gering aus. Der Mittelwert für die Gesamtperiode erniedrigt sich um lediglich 2.9 %. Nur 1993 wird eine Abnahme um

18.2 % gegenüber dem Ist-Zustand simuliert, was dem im Juni dieses Jahres aufgetretenen extremen Niederschlagsereignis zuzuschreiben ist. Durch die höhere Verdunstung und das höhere Versickerungsvermögen der Wälder kann hier wesentlich mehr Niederschlagswasser zurückgehalten werden, wodurch der Hochwasserabfluß gegenüber dem Ist-Zustand deutlich reduziert ist. Für den Gebietsabfluß ergibt sich eine deutliche Abnahme der mittleren Jahressumme um 49 mm/Jahr oder 24.4 %, die in den trockenen Jahren 1989 bis 1992 besonders ausgeprägt ist und im Jahre 1991 43.6 % gegenüber dem Ist-Zustand beträgt. Änderungen des Gebietsabflusses in dieser Größenordnung hätten erhebliche Konsequenzen für den Wasserhaushalt und die Trinkwasserversorgung. Insgesamt verdeutlichen diese Zahlen die bzgl. des Wasserrückhaltes dämpfende Funktion von Wäldern, die über eine erhöhte Verdunstung und eine verringerte Sickerwasserbildung größere Mengen Niederschlag zurückhalten als Ackerflächen. Dieses Potential zur Erhöhung des Wasserrückhaltevermögens soll bei den zukünftigen Untersuchungen besonders beachtet werden.

Für das Szenario 2, bei dem 2.23% der Gesamtfläche von der angenommenen Landnutzungsänderung betroffen sind, ergeben sich entsprechend kleinere (aber ebenfalls konsistente) Änderungen der Wasserhaushaltsgrößen. So verringert sich die Gebietsverdunstung in der Periode 1981-1993 im Mittel um insgesamt 5 mm/Jahr (1.1 %), wobei für die Einzeljahre keine erwähnenswerten Unterschiede auftreten. Die Sickerwasserbildung sinkt im Mittel um etwa 4.4 mm/Jahr (2.6 %) gegenüber der tatsächlichen Landnutzung, wobei etwas höhere Werte in der Trockenperiode zu beobachten sind. Die Oberflächenabflußbildung reagiert auf Erhöhungen des Versiegelungsgrades besonders sensibel und erhöht sich im Mittel gegenüber dem Ist-Zustand um etwa 26.6 %. Die Änderungen des Gebietsabflusses sind mit einer mittleren Zunahme von 4.4 mm (2.3 %) für die Gesamtperiode dagegen eher gering. Sowohl diese Zunahme als auch die geringen Schwankungen für die Einzeljahre entsprechen wegen des geringen Flächenanteils der betroffenen Flächen aber den Erwartungen.

Diese ersten Ergebnisse einer szenariobasierten Analyse von Landnutzungsänderungen auf den regionalen Wasserhaushalt des Stepenitzgebietes demonstrieren, daß der verwendete Modellierungsansatz geeignet ist, die Auswirkungen auch kleinerer Landnutzungsänderungen modellhaft zu beschreiben. Alle oben diskutierten Ergebnisse entsprechen sowohl in ihrer Richtung als auch in ihrer Größe den Erwartungen und bestätigen die generelle Umsetzbarkeit des entwickelten methodischen Konzeptes

4.4.3 Kooperation mit anderen Teilprojekten

Im Rahmen des WaStor-Projektes wurden Kooperationsbeziehungen insbesondere mit folgenden Institutionen und Forschergruppen entwickelt:

(a) Zentrum für Agrarlandschafts- und Landnutzungsforschung (ZALF) Müncheberg

Die Zusammenarbeit mit dem ZALF betraf neben den Beratungen und Abstimmungen zur Koordinierung der Forschungsarbeiten in WaStor die Probleme der Parametrisierung von Bodenwasser- und -stoffhaushaltsmodellen (Kersebaum) sowie die Definition von Änderungsszenarien der Landnutzung und Landschaftsgestaltung (Pierr, Wenkel).

(b) Landesumweltamt (LUA) Brandenburg

Vom LUA wurden viele für die Modellierungsarbeiten benötigte Basisdaten zur Verfügung gestellt. Darüber hinaus war das LUA während der ersten Projektphase in starkem Maße beratend und unterstützend tätig. Dies betrifft insbesondere die Beteiligung an der Entwicklung tragfähiger Konzepte zur Beschreibung von Landnutzungsänderungen und die Vermittlung entsprechender Informationsquellen und Gesprächspartner.

(c) Büro für Angewandte Hydrologie Berlin (BAH)

Bei dieser Kooperation ging es vorrangig um Erweiterungen des Modellierungssystems ARC/EGMO zur Erleichterung von Szenariorechnungen mit geänderter Landnutzung.

(d) Ökologie-Zentrum der Univ. Kiel (ÖZK)

Bei der Zusammenarbeit mit dem ÖZK geht es darum, die im Einzugsgebiet der Oberen Stör (1150 km²) seit mehreren Jahren durchgeführten Untersuchungen zum Wasser- und Stoffhaushalt beider Partner zusammenzuführen und auf einem höheren, den Anforderungen der Elbe-Ökologie entsprechenden Niveau kooperativ weiterzuführen. Zunächst sollen die Ergebnisse von Ist-Zustandsanalysen in verschiedenen Teilgebieten mit Unterschieden in der Vegetation, Landnutzung usw. vergleichend analysiert werden. In der Stör kommen hierfür z.B. die Teilgebiete Hallower Moor (ca. 4 km², 75 % Waldanteil) und Buckener Au (64 km²) in Frage, wobei die Buckener Au einen Schwerpunkt im Rahmen des Projektes des ÖZK darstellt (vgl. Abschn. 4.2.2.5).

Die Zusammenarbeit mit dem ÖZK bietet auch die wertvolle Möglichkeit, neue Konzepte zur Beschreibung der Prozesse in Niederungsgebieten, speziell zur verbesserten Erfassung ihrer Pufferwirkung und der Uferbereiche von Oberflächengewässern zu entwickeln. Abstimmungsberatungen zwischen beiden Arbeitsgruppen haben inzwischen zu einer Übergabe entsprechend vorbereiteter Daten geführt, mit denen Anfang 1999 neue Modellierungsarbeiten vorgesehen sind. Da diese Daten z.T. erheblich detaillierter sind als die bislang vorliegenden (z.B. Grundwasserflurabstände), sind gegenüber den zuvor im Rahmen eines DFG-Vorhabens (Lahmer et al., 1997; Becker und Lahmer, 1997) durchgeführten Untersuchungen erhebliche Verbesserungen bzgl. der Beschreibung des Ist-Zustandes zu erwarten.

(e) Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Brandenburg

Bei der Kooperation mit der LfL geht es primär darum, die Erfahrungen und Ergebnisse der von der LfL durchgeführten makroökonomischen Analyse zur Entwicklung realisierbarer, ökonomisch vertretbarer und ökologisch günstiger Änderungsszenarien der Landnutzung für die geplanten Modellierungsarbeiten des PIK nutzbar zu machen. Die Analysen des LfL für das Land Brandenburg umfassen eine großräumige Bestandsaufnahme auf Betriebsebene und die Erhebung einzelbetrieblicher Strukturdaten ausgesuchter landwirtschaftlicher Betriebe (z.B. Größe der Betriebe, Flächennutzung nach Vieh- oder Ackerwirtschaft, landwirtschaftliche Praktiken, Viehbestand etc.).

Die zu entwickelnden Änderungsszenarien der Landnutzung und die mit ihnen durchzuführenden Modellrechnungen am PIK sollen Aussagen darüber liefern, welche Auswirkungen Änderungen der Landnutzung auf den hierfür in Frage kommenden Teilflächen haben. Ausgehend davon sollen gemeinsam mit der LfL - auch unter Beachtung der Zielvorgaben der nationalen und europäischen Politik (Agenda 2000) - Planungsempfehlungen für das Land Brandenburg gegeben werden. Die speziell zu untersuchenden Teilgebiete sollen flächenmäßig eine oder mehrere Gemeinden überdecken, da die Analysen der LfL auf Gemeindebasis erfolgen. Die Änderungsszenarien sollen u.a. die Umstellung von konventionellen auf ökologischen Landbau (Ackerflächen), die Änderung von Ackerland in Grünland (auf Naßstandorten), Flächenstillegungen, Aufforstungen oder das Anlegen von Trockenrasen einschließen.

4.4.4 Stand der Arbeiten, Vergleich mit dem Antrag

Alle wesentlichen, für die erste Projektphase geplanten Projektarbeiten wurden termingerecht durchgeführt.

Die technische Mitarbeiterin, Fr. Dina Plehn, stand aufgrund ihres Mutterschaftsurlaubes seit August 1998 für die Projektarbeiten nicht mehr zur Verfügung. Deshalb mußten die ihr im Rahmen des Vorhabens obliegenden Arbeiten von anderen Mitarbeitern übernommen werden. Als Ausgleich konnte ab August 1998 Herrn M. Knieper am PIK eingestellt werden, jedoch nur mit der Hälfte der durchschnittlichen wöchentlichen Arbeitszeit eines entsprechenden vollbeschäftigten Angestellten. Verzögerungen der durchzuführenden Arbeiten konnten durch diese Einstellung dennoch vermieden werden.

Allerdings ist durch das Angestelltenverhältnis von Herrn Knieper ein Überhang an Lohnmitteln in Höhe von ca. 20.600,- DM entstanden, der 1999 durch Gewinnung einer weiteren Arbeitskapazität, z.B. einer stud. Hilfskraft, abgebaut wird. Die 1998 nicht ausgeschöpften Reisemittel in Höhe von insgesamt ca. 3.000,- DM werden für dringende Reiseverpflichtungen im Jahre 1999 benötigt.

4.4.5 Ausblick und Erfolgsaussichten / Schwerpunkte der weiterführenden Forschungsarbeiten

Die im Zwischenbericht 10/98 (Lahmer und Becker, 1998) beschriebenen Untersuchungen im Einzugsgebiet der Stepenitz werden entsprechend der im Projektantrag definierten Aufgabenstellung weitergeführt und auf das Einzugsgebiet der Stör ausgedehnt. Schwerpunkte der weiterführenden Forschungsarbeiten werden sein:

- (1) Die gekoppelte Wasser- und Stoffhaushaltsmodellierung für die gegebenen sowie für geänderte Landnutzungsverhältnisse im Stepenitz- und Störgebiet sowie in ausgewählten Teilgebieten beider Flußgebiete, entsprechend dem genesteten Ansatz

Kooperationspartner: ÖZK, ZALF

- (2) Die Entwicklung realisierbarer, d.h. landwirtschaftlich und ökonomisch akzeptabler sowie ökologisch günstiger Szenarien für Landnutzungsänderungen

und die Abschätzung der betriebsökonomischen und umweltseitigen Auswirkungen in ausgewählten Untersuchungsgebieten (speziell Stickstofflasten in den Gewässern)

Kooperationspartner: LfL

- (3) Die modellgestützte Untersuchung der Wirkung von Talniederungen und Uferzonen und ihrer Bewirtschaftung auf den Wasser- und Stoffrückhalt, speziell im Störgebiet

Kooperationspartner: ÖZK, IGB

- (4) Die Untersuchung der Auswirkungen der geänderten Nutzungsverhältnisse auf den Hochwasserabfluß, speziell im Stepenitzgebiet

Kooperationspartner: LUA

Zu (1)

Nachdem im ersten Bearbeitungsjahr die hydrologische Modellierung und der Nachweis der Leistungsfähigkeit des am PIK vorhandenen Modellierungssystems auch für die Untersuchung der Auswirkungen von Landnutzungsänderungen im Mittelpunkt der Projektarbeiten stand, geht es nun zuallererst um die Erweiterung der Untersuchungen auf den Stoffhaushalt in den Bearbeitungsgebieten Stepenitz und Stör. Dabei kann auf den mit SWIM in beiden Gebieten bereits erfolgten Modellierungsarbeiten aufgebaut werden. Durch Modellierungen in Gebieten unterschiedlicher Größe soll zur Entwicklung von Verfahren für größerskalige Modellierungen bzw. für die Extrapolation der Ergebnisse in andere und größere Gebiete beigetragen werden.

Zu (2)

Aufbauend auf den Ergebnissen der Makroökonomischen Analyse der LfL und unter Berücksichtigung umfangreicher Grundlagenarbeiten des ZALF sollen zunächst im Zusammenwirken zwischen den direkt beteiligten Projektpartnern potentiell realisierbare, den jeweiligen Gebietsbedingungen entsprechende Änderungsszenarien für die Landnutzung und -bewirtschaftung entwickelt werden. Sodann werden die aus diesen Szenarien resultierenden Auswirkungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt sowie auf den Abfluß und die Wasserqualität mit Hilfe der am PIK vorhandenen Modelle in den vorgegebenen Untersuchungsgebieten berechnet und die Ergebnisse gemeinsam von den Partnern bewertet. Ggf. werden alternative Änderungsszenarien entwickelt und analog durchgerechnet. Abschließend werden Empfehlungen erarbeitet für vernünftige, d.h. ökologisch günstige, ökonomisch tragbare und eine beständige Entwicklung garantierende Landnutzungs- und -bewirtschaftungsstrategien (mit ersten Hinweisen für bestehende Möglichkeiten der Verallgemeinerung).

Zu (3)

Bei dieser Aufgabe geht es darum, die umfassenden Kenntnisse und Ergebnisse bisheriger Untersuchungen des ÖZK und des Instituts für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB) Berlin zur Erfassung der Quell- und Retentionspotentiale für Nährstoffe im Boden- und Grundwasser von Talniederungen für die Erweiterung und Verbesserung der mesoskaligen, in großen Teilen des Elbeinzugsgebietes

anzuwendenden Modelle nutzbar zu machen. Dazu ist (unter Einbeziehung des IGB) zunächst eine Abstimmung zwischen dem bisherigen Ökotoptopkonzept (Hydrotopklassen) des PIK und der hydrologisch-hydrochemischen Typisierung der Talniederungen („Niederungsökotope“) des ÖZK zu erreichen. Anschließend sollen durch Einbindung eines vereinfachten konzeptionellen Niederungsansatzes in die verwendeten Modellierungssysteme Anwendungsrechnungen zuerst in der Buckener Au durchgeführt und Hinweise für die Möglichkeit der Anwendung vereinfachter Modelle zur Ableitung von Aussagen über die Wirkung der Niederungsgebiete auf die hydrologischen Prozesse und die Wasserbeschaffenheit gegeben werden.

Zu (4)

Diese Untersuchungen berücksichtigen die speziellen Hochwasserprobleme im Stepenitzgebiet sowie die hierzu vom LUA Brandenburg vorgegebenen Zielstellungen.

4.5 Analyse und Bewertung der sozioökonomischen Auswirkungen von Maßnahmen zur Erhöhung des Wasser- und Stoffrückhaltes

*Landesanstalt für Landwirtschaft (LfL) Brandenburg, Abt. Agrarökonomie,
Dr. G. Neubert und R. Thiel (Projektstelle)*

4.5.1 Aufgaben und Zielstellung des Teilprojektes

Veränderungen der Landnutzung zwecks Verbesserung des Wasser- und Stoffrückhaltes (WaStor) sind nur realisierbar und vertretbar, wenn sie die Wirtschaftlichkeit der landwirtschaftlichen Unternehmen, als Hauptnutzer, auf Dauer gewährleisten und ein möglichst hohes Beschäftigungsniveau im ländlichen Raum erhalten.

Das Ziel des Teilprojektes ist es, auf Grundlage einer Analyse der Ausgangssituation der landwirtschaftlichen Nutzung im Elbetiefeland, die sozioökonomischen Auswirkungen von Maßnahmen des WaStor und deren wesentliche Einflußfaktoren zu quantifizieren und in Gegenüberstellung zu den Umwelteffekten Entscheidungshilfen für realisierbare Änderungsszenarien abzuleiten. Ergebnisse aus bisherigen Arbeiten zu ähnlichen Fragestellungen sind auf die vorliegende Problematik nicht oder nur in Teilaspekten übertragbar und lassen fundierte Aussagen nicht zu.

Die sich aus dem gegenwärtigen Bearbeitungs- und Abstimmungsstand ergebende präzisierende Aufgabenstellung ist in Tab. 4.5.1 kurzgefaßt dargestellt.

Tab. 4.5.1: Aufgaben- und Zielstellung

Teilaufgabe	Ergebnisse
Makroökonomische Situationsanalyse im brandenburgischen Elbeeinzugsgebiet	<ul style="list-style-type: none"> - Landwirtschaftliche Betriebs- und Flächennutzungsstruktur nach Teileinzugsgebieten - Bewertung der Gebieteignung (Raumwiderstand, potentielle Effekte) - Ableitung von Betriebstypen für Variantenrechnung - Modellbasis für gebietliche Hochrechnungen
Variantenrechnung zu maßnahmebedingten Auswirkungen anhand von Modellbetrieben	<ul style="list-style-type: none"> - Naturale und ökonomische Richtwerte zu maßnahmeangepaßten Produktionsverfahren und Effekten - Betriebswirtschaftliche Auswirkungen von Maßnahmen in Abhängigkeit unterschiedlicher betrieblicher Faktorausstattung und Rahmenbedingungen
Vertiefende Untersuchungen in ausgewählten Teileinzugsgebieten	Sozioökonomische Auswirkungen gebietsspezifischer Maßnahmen zum WaStor nach Vorgaben der Partner in Gegenüberstellung zu den stofflichen Effekten
Zusammenfassende Ergebnisaufbereitung	<ul style="list-style-type: none"> - Bewertung sozioökonomischer Auswirkungen, Realisierungsmöglichkeiten und -grenzen - Bewertung, Einordnung von Förderinstrumentarien - Politikempfehlungen

4.5.2 Teilergebnisse der ersten Projektphase

Die bisherigen Arbeiten konzentrierten sich neben Literaturlauswertungen vornehmlich auf

- die Präzisierung der methodischen Ansätze und die Erstellung des Kalkulationsmodells sowie
- die Beschaffung der erforderlichen Ausgangsdaten für die makroökonomische Situationsanalyse und die Variantenrechnungen.

Nachfolgend wird die Vorgehensweise näher charakterisiert.

4.5.2.1 Makroökonomische Analyse

Die Realisierungschancen aber auch die zu erwartenden Effekte von Maßnahmen des WaStor sind neben den standörtlichen Voraussetzungen abhängig

- von der Struktur und Intensität der landwirtschaftlichen Flächennutzung sowie
- vom nachhaltigen Einkommenspotential und den Diversifikationsmöglichkeiten der Unternehmen.

Je höher das Einkommenspotential und je begrenzter die betrieblichen Anpassungsmöglichkeiten, umso geringer sind aus sozioökonomischer Sicht die Realisierungschancen einzuschätzen bzw. umso höher ist der Widerstand gegen die Implementierung von Landnutzungsänderungen (Raumwiderstand). Ein geringer potentieller Effekt von WaStor-Maßnahmen ist dort zu erwarten, wo bereits eine extensive und stoffaustragshemmende Landnutzung vorherrscht.

Anliegen der makroökonomischen Situationsanalyse ist es, für die einzelnen Teileinzugsgebiete des brandenburgischen Elbetieflandes die Realisierungschancen und die potentiellen Effekte von Maßnahmen des WaStor aus Sicht der gegenwärtigen landwirtschaftlichen Flächennutzung näher zu bestimmen und die Gebiete danach zu strukturieren bzw. zu gruppieren. Aus den zu erwartenden Unterschieden sind Aussagen zur Priorität von Gebieten ableitbar. Die Ergebnisse der makroökonomischen Analyse sind gleichzeitig Basis für teil- und gesamtgebietliche Szenariobetrachtungen und Hochrechnungen. Ferner dienen sie der Ableitung von repräsentativen Betrieben für die Modellrechnungen und vertiefenden Untersuchungen in ausgewählten Teileinzugsgebieten.

Für die **Auswahl der Teileinzugsgebiete** wird die neu digitalisierte Karte des LUA Brandenburg zugrunde gelegt. Inwieweit die Einzugsgebiete der Nebenflüsse der Havel, Spree und Elbe noch weiter untersetzt werden, bleibt der Abstimmung mit den Projektpartnern vorbehalten. Zweckmäßig ist eine weitere Untersetzung, die sich an gebietlichen Möglichkeiten der Wasserregulierung, den Einzugsbereichen von Meßstellen des Abflusses und der standörtlichen Gebietsausprägung (Niederungen, höher gelegene Gebiete) orientiert.

Bewertungskriterien

Die Realisierungs- und Effektpotentiale von WaStor-Maßnahmen aus Sicht der aktuellen landwirtschaftlichen Nutzung sind grundsätzlich unter Einbezug der natürlichen Standortfaktoren und des sich daraus ergebenden Gefährdungspotentials für die Gewässerbelastung (= natürliche Standorteignung oder –bedürftigkeit für WaStor-Maßnahmen) zu bewerten. Daher sind die Gebiete zunächst nach ihrer natürlichen Standorteignung zu gruppieren. Als Gruppierungskriterien werden hierfür die Gebietsflächenanteile unterschiedlicher Grundwasserflurabstände (GWFA), natürlicher Standorttypen, Ackerzahlen und landwirtschaftlicher Vergleichszahlen (LVZ) herangezogen (s. Tab. 4.5.2). Grundwasserflurabstand und Standorttyp bzw. Ackerzahl oder LVZ werden kombiniert verwendet (z. B. GWFA < 5 dm, LVZ < 22, 22-28, >28; etc.).

Tab. 4.5.2: Kriterien zur Bewertung der Standorteignung, der potentiellen Effekte und der sozioökonomischen Realisierungschancen (Raumwiderstand) von Maßnahmen des WaStor für Teileinzugsgebiete

	Kriterien	Ausprägung/Abstufung	Quelle
Natürliche Standorteignung (Gefährdungspotential)	Grundwasserflurabstand Standorttyp Ackerzahl (AZ) LVZ <i>Jeweils % an Gebiets-LF</i>	<5/5-10/10-15/>15 dm D1,2,3a/D1,2,3b/Mo/D3a-5,AL <28/29-35/35 <22/22-28/>28	WASY MMK Gemdat Gemdat, OFD
Potentieller Effekt aus Sicht der aktuellen Flächennutzung	Ökologisch u. extensiv genutzte(s) LF, GL, AL incl. Stilllegung GV-Besatz/ha LF Normativer Düngereinsatz (N,P,K je ha LF) und N-Saldo	% an Gesamtfläche (Abstufung ist zu validieren) <0,5/0,5-1/1-2/>2 hochgerechnet aus Anbaustruktur, Intensität AZ, GV-Besatz	InVeKoS
Raumwiderstand	Anteil/Anzahl Betriebstypen (untersetzt nach Rechts-, Erwerbsform und Größe) AK-Besatz (normativ) Tragfähigkeit (Gewinn/ha, Arbeitsertrag)	Marktfrucht/Futterbau etc. nach Intensität Kalkuliert aus Betriebsstruktur/-größe Kalkuliert aus Betriebsstruktur, -größe, Standortbonität	InVeKos (Akh-Richtwerte Anpassungshilfe)

Für die Bewertung der potentiellen Effekte und der sozioökonomischen Realisierungschancen wird auf einzelbetriebliche Strukturdaten (InVeKoS) zurückgegriffen. Diese Datenquelle ermöglicht gegenüber den Daten aus der Landwirtschaftsstatistik bessere Aussagen zur Intensität der landwirtschaftlichen

Nutzung, da die Teilnahme an Förderprogrammen mit entsprechenden Bewirtschaftungsauflagen erfaßt ist.

Kleinste mögliche räumliche Einheit für die Zuordnung der Betriebe – wie auch der obigen Standortkriterien - zu den Einzugsgebieten ist die Gemeinde. Hieraus ergeben sich zwangsläufig Ungenauigkeiten, zumal sich größere Betriebe oft über mehrere Gemeindefluren erstrecken und auch Einzugsgebietsgrenzen Gemeindefluren durchschneiden. Ungeachtet dessen ist mit einer hinreichenden Genauigkeit der mesoskaligen Aussagen zu rechnen.

Kriterien für die potentiellen Effekte aus Sicht der Intensität der aktuellen Flächennutzung sind die Flächenanteile der ökologisch und extensiv genutzten Flächen (Teilnahme an entsprechenden Förderprogrammen) incl. der Stilllegung, der GV-Besatz und der nach Normativen kalkulierte Düngereinsatz und N-Saldo.

Als **Kriterien für die Bewertung des Raumwiderstandes** erscheint zunächst der Anteil bzw. die Anzahl bestimmter Betriebstypen – differenziert nach Intensität, Betriebsgröße und Erwerbsform - im Gebiet aussagekräftig, da sich je nach Produktionsausrichtung unterschiedliche Anpassungsspielräume ergeben. So setzt z. B. eine hohe Anzahl von Milchviehbetrieben (bes. kleinere Einzelunternehmen im Haupterwerb) im Gebiet wegen der hohen Ausstattung an Anlagevermögen und der hohen Intensitätsansprüche an die Flächenbewirtschaftung deutlich stärkere Grenzen gegenüber Maßnahmen des WaStor wie z.B. Mutterkuhbetriebe auf extensiv bewirtschaftetem Grünland. Auch sind z. B. reine Marktfruchtbetriebe gegenüber Umwandlungsbestrebungen von Ackerland in Grünland aufgrund von i. d. R. nicht vorhandenen Stallplatzkapazitäten weit weniger anpassungsfähig (hohe Anpassungs- bzw. Ausgleichskosten).

Schließlich sind mit dem Ausweis der normativ ermittelten Kennwerte AK-Besatz, Gewinn je ha und Arbeitsertrag wesentliche Kriterien für die Beschäftigungssituation und die Tragfähigkeit der Landwirtschaft und damit für die Bewertung der sozioökonomischen Auswirkungen gegeben.

Die Eignung der einzelnen Kriterien für die Bewertung und ihre Untersetzung werden im Zuge der Auswertung zu validieren sein. Die Aufbereitung und Darstellung der Ergebnisse werden durch GIS unterstützt.

Es wird erwartet, mit diesem Ansatz eine Methode zu liefern, die es ermöglicht, für das gesamte Elbeeinzugsgebiet die Eignung der Teileinzugsgebiete für die Anwendung von WaStor-Maßnahmen aus sozioökonomischer Sicht fundierter, differenzierter und entscheidungsorientiert einschätzen zu können.

4.5.2.2 Variantenrechnungen zu Auswirkungen

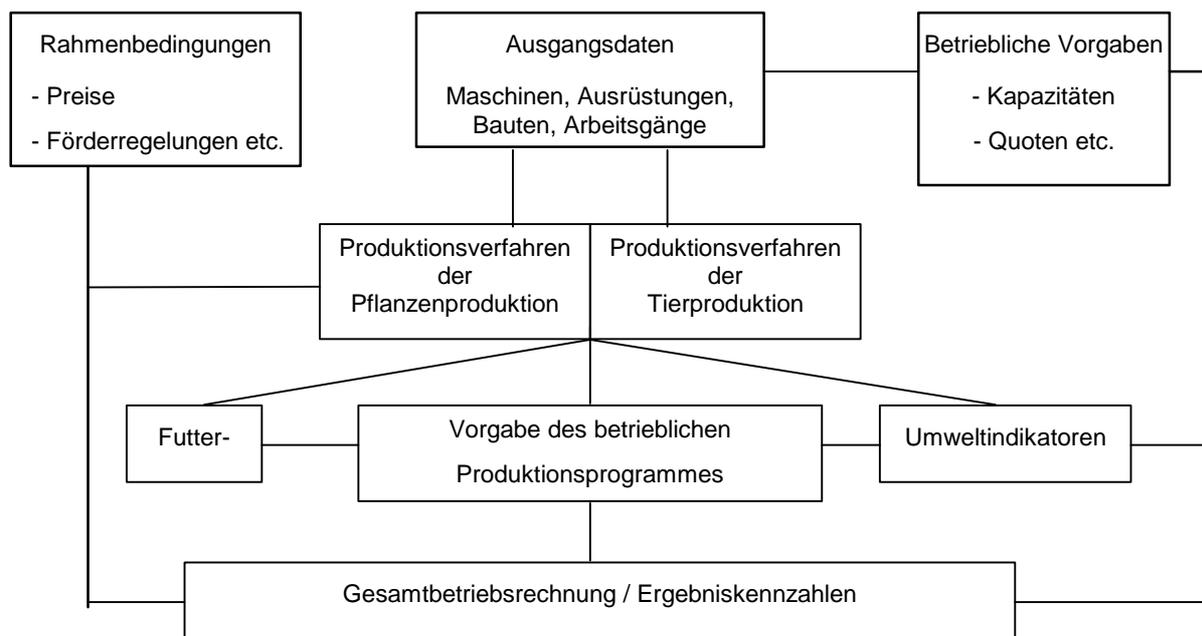
Die Variantenrechnungen anhand von ausgewählten Modellbetrieben dienen der Quantifizierung der betriebswirtschaftlichen Auswirkungen von Maßnahmen des WaStor und der Einflüsse unterschiedlicher betrieblicher Faktorausstattung und Rahmenbedingungen.

4.5.2.2.1 Modellansatz

Nach Prüfung neuerer, gleich gelagerter Modellansätze⁵ wurde ein Betriebskalkulationsmodell auf Basis von EXCEL gewählt (Modellstruktur s. Abb. 4.5.1). Dies vor allem deshalb, weil

- die Auswirkungen von vorzugebenden Maßnahmen, von unterschiedlichen betrieblichen Faktoren und politischen Rahmenbedingungen sowie von unterschiedlichen Anpassungsalternativen konkreter und nachvollziehbarer ausgewiesen werden können und
- auf eigene Modellbausteine und Anwendungserfahrungen zurückgegriffen werden kann.

Abb. 4.5.1: Vereinfachte Struktur des Kalkulationsmodelles



Prinzipiell werden die Auswirkungen durch Gegenüberstellung und Differenzbildung mehrerer Alternativvarianten zu einer Ausgang-(Basis-, Referenz-) Situation ermittelt. Da durch die Maßnahmen auch Veränderungen der Betriebsgröße (Flächenentzug) oder Veränderungen des Produktionsprogramms (z. B. Mutterkuhhaltung statt Milchviehhaltung oder Marktfruchtproduktion) zu berücksichtigen sind, reicht eine Auswirkungsrechnung auf Basis der Deckungsbeiträge nicht aus. Vielmehr ist die Veränderung des Gewinnbeitrages unter Berücksichtigung aller veränderlichen Leistungs- und Kostenpositionen zu ermitteln.

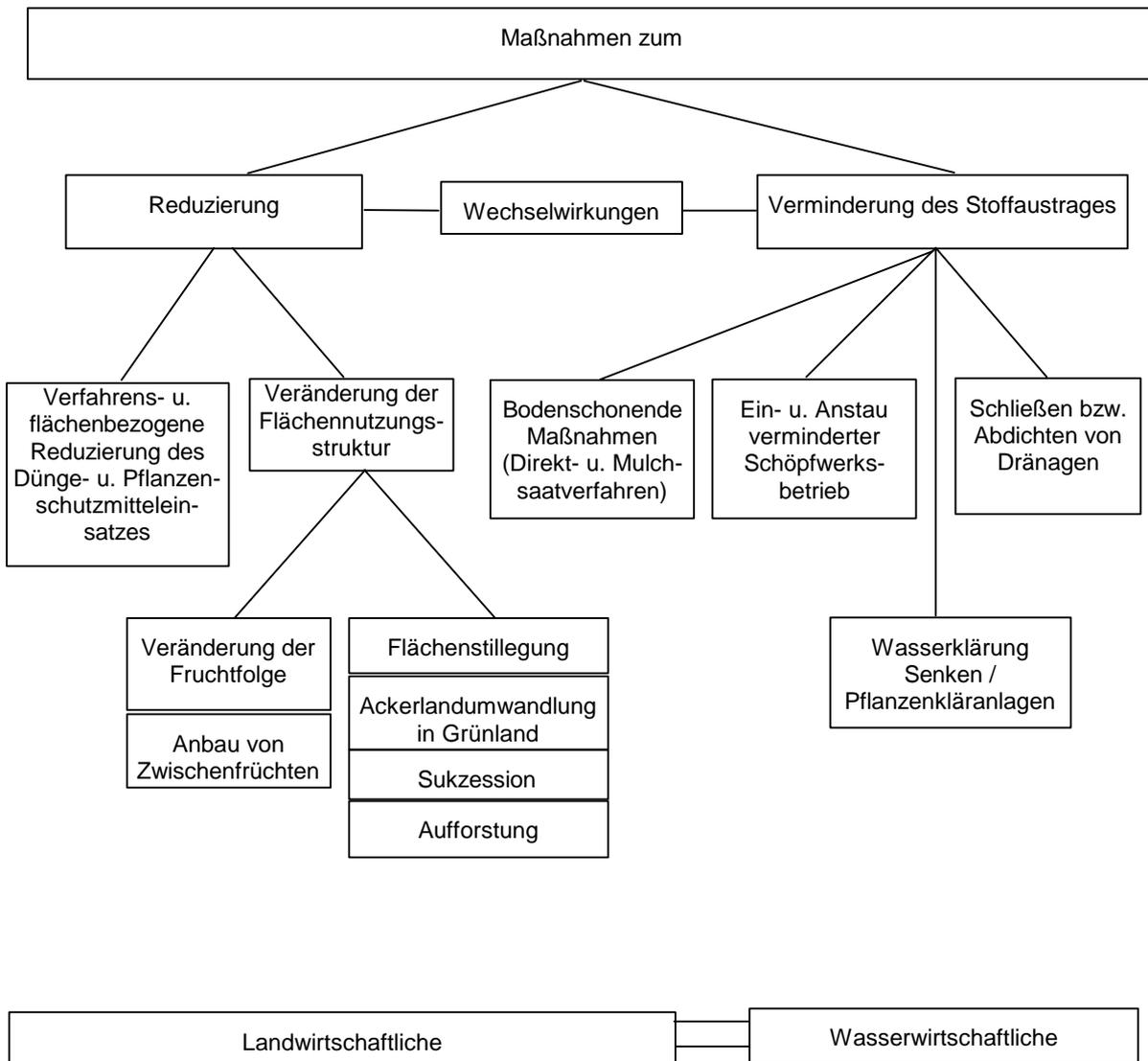
⁵ KÄRCHER (LP-Modell im Rahmen BMFB-Projekt Ökosyn Niedermoore) , KÄCHELE (LP-Modell MODAM), JASTER (LP-Modell Agroplan)

Der Erarbeitung des Moduls "Produktionsverfahren Pflanzen- und Tierproduktion" ist besondere Beachtung zu schenken. Die Produktionsverfahren sind so zu differenzieren, daß das gesamte Spektrum an zu untersuchenden ertrags- und kostenbeeinflussenden Faktoren hinreichend erfaßt ist. D. h. für die vorliegende Problematik, es ist neben den verschiedenen Fruchtarten und Bodenbonitäten nach Intensitäten und Grundwassereinfluß zu unterscheiden (s. Anlage 4.5.1). Selbst bei sehr grober Abstufung ergeben sich wenigstens ca. 500 Verfahren, für die entsprechende Parameter – u. a. Umweltindikatoren - aus unterschiedlichen Quellen zu ermitteln sind.

4.5.2.2 Auswahl der Varianten

Die Vielzahl an möglichen Maßnahmen des WaStor (s. Abb. 4.5.2) sowie die verschiedenen Faktoren, die ihre sozioökonomischen Auswirkungen beeinflussen, erfordern eine Eingrenzung der Variantenvielfalt und die Konzentration auf die für die Umsetzung besonders relevanten Aspekte.

Abb. 4.5.2: Strukturierung der Maßnahmen zum Wasser- und Stoffrückhalt



Einerseits ist die standörtliche Relevanz und Wirkung der Maßnahmen zu berücksichtigen (Tab. 4.5.3). Hieraus ergibt sich eine Konzentration der Untersuchungen

- für grundwasserferne Standorte auf extensive Nutzung des Ackerlandes und Aufforstung
- für die grundwasserbeeinflussten und –bestimmten Standorte auf die Wirkung der Extensivierung und besonders der Nutzungsartenänderung (AL zu GL bzw. GL zu Sukzession/Vernässung auf tiefer gelegenen Standorten/Senken) in Verbindung mit Maßnahmen des Wasserrückhaltes (Stau).

Tab. 4.5.3: Relevanz und Wirkung von Maßnahmen des WaStor in Abhängigkeit vom Standort

Standort	Extensivierung auf		Nutzungsartenänderung			
	Acker	Grünland	ohne		mit Wasserrückhalt	
			AL in Wald	AL in GL	AL in GL	GL zu Sukzession
Grundwasserfern	++	-	++	0(+)	-	-
Grundwasserbeeinflusst	+(+)	+	+	+	++	(-)
Grundwasserbestimmt (Senken)	-	++	-	-	-	++

Anmerkung: - nicht relevant
 + positive Wirkung, relevant
 0 kaum Wirkung (ggf. Langzeitwirkung)
 ++ besonders positive Wirkung, relevant

Andererseits ergeben sich aus der Sicht der vorherrschenden Betriebsstrukturen, der unterschiedlichen betriebswirtschaftlichen Relevanz und Konsequenzen der Anwendung bestimmter Maßnahmen sowie zu beachtender agrarpolitischer Regelungen Schwerpunktsetzungen.

Dies berücksichtigend sollen die Auswirkungsrechnungen auf folgende Fragestellungen und Fallbeispiele konzentriert werden:

1. Auswirkungen der Extensivierung
 - Marktfruchtbetrieb
 - Umstellung des Gesamtbetriebes (ökologischer Landbau)
 - Einfluß der Standortqualität (AZ) auf grundwasserfernen Standorten
2. Auswirkungen der Umwandlung von Ackerland in Grünland infolge Anhebung der Grundwasserstände (Stau, etc.)
 - Einfluß Betriebstyp (Marktfrucht/Futterbau-Milchvieh)
 - Einfluß des betrieblichen Umfangs der Umwandlung
 - Einfluß gleichzeitiger Extensivierung
3. Auswirkungen vernässungsbedingter Nutzungsaufgabe von Grünland
 - Mutterkuh-Grünland-Betrieb
 - Einfluß betrieblicher Umfang

- Einfluß Betriebsgröße
- 4. Auswirkungen der komplexen Anwendung von Extensivierung, AL-Umwandlung und vernässungsbedingter Nutzungsaufgabe
 - Futterbau-Milchviehbetrieb (mit Marktfrucht)
 - Einfluß Grünlandanteil, Marktfruchtanteil
 - Einfluß Betriebsgröße
 - Einfluß des betrieblichen Umfangs der Maßnahmen (Abstufung in Verbindung mit GL-Anteil/Betriebsgröße)

Für alle sind die gesetzten Rahmenregelungen (Agenda 2000) zu beachten und Auswirkungen möglicher veränderter Ausgestaltung zu prüfen. Letzteres wird vornehmlich die Förderung von Agrarumweltmaßnahmen betreffen.

Der dargestellte Ansatz wird im Verlaufe der Bearbeitung sicherlich zu konkretisieren und ggf. zu ändern sein.

4.5.2.3 Vertiefende Untersuchungen in Teileinzugsgebieten

Für die Teileinzugsgebiete Rhin, Stepenitz und Stör sind die sozioökonomischen Auswirkungen für von den Partnern vorgegebene Maßnahmeszenarien abzuschätzen. Im Falle des Rhin- und Stepenitzgebietes werden die Betriebsstrukturdaten aus der makroökonomischen Analyse zugrunde gelegt und anhand der Ergebnisse aus den Modellkalkulationen die Auswirkungen hochgerechnet. Vornehmlich in Teilbereichen, in denen die konkrete räumliche Ausprägung von Flächennutzungsänderungen eine maßgebliche Rolle für die Auswirkungen spielt (bes. bei Staumaßnahmen), wird eine weitgehend flächengenaue Erfassung der betrieblichen Nutzung vor Ort erforderlich werden.

Für das Störgebiet kann aus Kapazitätsgründen nur eine grobe Einschätzung der sozioökonomischen Auswirkungen vorgenommen werden. Sie erfolgt ausschließlich auf der Basis vorliegender betriebsanalytischer Unterlagen (Uni Kiel/LK Schleswig-Holstein). Herauszuarbeiten sind vornehmlich die Unterschiede zu den brandenburgischen Verhältnissen (Betriebsgröße, -typen, Nutzungsintensität).

4.5.4 Kooperation mit anderen Teilprojekten

Das Teilprojekt Sozioökonomie ist in hohem Maße - die Gewässerökologie (IGB) ausgenommen – auf Zuarbeiten von den Projektpartnern und eine ständige Abstimmung der Arbeiten angewiesen.

ZALF:

- Abstimmung der brandenburgischen Teileinzugsgebiete und der Gruppierungskriterien für die makroökonomische Analyse
- Abstimmung der Maßnahmen und Zuarbeit von naturalen Verfahrensparametern für die Variantenrechnung
- Abstimmung zu untersuchender Landnutzungsszenarien im Rhineinzugsgebiet für ihre sozioökonomische Bewertung

- Abstimmung gesamtgebietlicher Hochrechnungen und Szenarienbetrachtungen

PIK (unter Einbeziehung des LUA): Entwicklung realistischer Landnutzungsänderungen im Einzugsgebiet der Stepenitz und Abschätzung der sozioökonomischen Auswirkungen

Uni Kiel (ÖZK): Vorgabe/Abstimmung der Managementstrategien für das Einzugsgebiet der Stör und Unterstützung bei der Beschaffung erforderlicher Daten für die Grobabschätzung der sozioökonomischen Auswirkungen

Mit den Partnern fanden mehrere Abstimmungsrunden/-gespräche statt.

4.5.5 Stand der Arbeiten

Unter Berücksichtigung der gegenüber dem Antrag erforderlich werdenden Präzisierung der Aufgabenstellung – insbesondere der Implementierung der makroökonomischen Analyse für das gesamte Brandenburgische Elbeeinzugsgebiet – verlaufen die Arbeiten weitgehend gemäß dem Antrag.

Teilaufgabe	Stand der Arbeiten
Makroökonomische Situationsanalyse im brandenburgischen Elbeeinzugsgebiet	Datenbeschaffung (InVeKos) erfolgt, Auswertung läuft, vorgesehener Abschluß 7/99
Variantenrechnung zu maßnahmebedingten Auswirkungen anhand von Modellbetrieben	Modellaufbau weitgehend abgeschlossen, derzeit Dateneingabe, vorgesehener Abschluß 12/99
Vertiefende Untersuchungen in ausgewählten Teileinzugsgebieten	Vorabstimmung mit Partnern, Beginn 8/99, vorgesehener Abschluß 5/2000
Zusammenfassende Ergebnisaufbereitung	Beginn 3/2000

4.5.6 Ausblick und Erfolgsaussichten

Es kann davon ausgegangen werden, daß auch in der nächsten Projektphase die Bearbeitung weiter planmäßig vorangetrieben werden kann.

Die Zusammenarbeit mit den anderen Projektpartnern wird infolge der Interdependenz einzelner Teilergebnisse und Erkenntniszuwächse deutlich zunehmen.

Besonders aus der makroökonomischen Analyse sind Ergebnisse zu erwarten, die wesentliche Impulse und Grundlagen für die integrative Projektbearbeitung liefern und zu verbesserten gesamtgebietlichen Aussagen beitragen.

Insgesamt ist einzuschätzen, daß mit den dargestellten inhaltlichen und methodischen Ansätzen ausreichend fundierte Aussagen zu den sozioökonomischen Auswirkungen von Maßnahmen des WaStor und zu den Chancen und Voraussetzungen für deren Realisierung erbracht werden können.

5. Zusammenfassung und weitere Vorgehensweise

5.1 Vergleich des Arbeitsstandes mit dem Antrag

Alle für den Berichtszeitraum im Projektantrag geplanten Arbeiten wurden planmäßig durchgeführt und teilweise als Teilaufgabe zum Abschluß gebracht. Beim Teilprojekt des IGB ist lediglich eine Verzögerung bei der Berechnung der Nährstofffrachten in der Havel eingetreten, da die benötigten Abflußwerte seitens des LUA erst im Dezember 1998 bereitgestellt wurden. Diese Arbeiten werden jedoch bis März 1999 abgeschlossen sein, so daß die weiteren Arbeiten gemäß den Planungen durchgeführt werden können.

5.2 Weitere Vorgehensweise

Mit den vorliegenden ersten Ergebnissen wird deutlich, daß die im Projektverbund favorisierte Herangehensweise der Landschaftsanalyse im Top-Down-Ansatz gut geeignet ist, die Wirksamkeit und Steuerbarkeit der wesentlichen hydrologischen Prozesse und anthropogenen Einflüsse für das Austragsverhalten von Regionen systematisch auch in großen Räumen in relativ kurzer Bearbeitungszeit zu bewerten.

Der Schwerpunkt der weiteren Projektarbeiten liegt in erster Linie auf der Vertiefung der Untersuchungen in Beispielsregionen und sensiblen Bereichen, auf der Übertragung der Ergebnisse auf das Zielgebiet sowie auf der Umsetzung der entwickelten Modell-, Analyse- und Bewertungskonzepte.

Dabei ist die Ausrichtung der Arbeiten in den einzelnen Teilprojekten auf die Gesamtzielstellung des Projektes sicherzustellen. Um dies in einem besseren Maße als bisher organisieren zu können, wird die Entwicklung von Zielparametern als notwendig erachtet, die während der Projektbearbeitung orientierenden Charakter für die Teilprojekte haben sollen. Eine Liste der für die Gesamtzielstellung des Projektes relevanten Zielparameter wurde in Abschn. 3.3.1 des Berichts erarbeitet. In der anschließenden Projektphase sind diese Parameter in der Diskussion mit allen Teilprojekten zu präzisieren und, so weit möglich, zu quantifizieren. Durch diese Herangehensweise wird eine wesentliche Verbesserung der wissenschaftlichen Koordinierung des Gesamtprojektes erwartet.

Aus dem erreichten und erläuterten Sachstand der Teilprojekte wird deutlich, daß in dem Projekt gegenwärtig Kapazitäten für die Bearbeitung von Teilaufgaben fehlen, deren Ergebnisse für die Erfüllung der Gesamtzielstellung des Projektes jedoch äußerst nützlich wären. Die Teilaufgaben waren bereits während der Projektantragsphase geplant, jedoch wegen der seinerzeit begrenzten Mittelverfügbarkeit verworfen worden.

Durch die vorgeschlagene Präzisierung der Aufgaben der Projektstellen im ZALF wurde bereits auf diese Erkenntnis reagiert, so daß dafür die weitere erfolgreiche Projektbearbeitung abgestimmt ist. Darüber hinaus werden im Sinne der Gesamtzielstellung jedoch Projekterweiterungen (Projektstellen) zu folgenden Schwerpunkten als notwendig erachtet:

- ◆ Aufklärung des regional wirkenden Grundwassertransits von Speisungs- zu

Entlastungsgebieten bei Vorhandensein mehrstöckiger Aquifere sowie Beurteilung und Bewertung dieses Transits für das Austragsverhalten von Gebieten (vgl. Abschn. 4.1.5)

- ◆ Aufklärung P-sättigungsgefährdeter Gebiete im Flachland, Randstreifen abschätzungen, Abhängigkeit P-Gehalt im Wasser von P-Sättigung diffuser P-Einträge (vgl. Abschn. 4.4.5)

In der ersten Projektphase haben Kooperationen der Teilprojekte untereinander, zwischen den Teilprojekten und mit den anderen Projekten der „Elbe-Ökologie“ den Projektfortschritt begünstigt und sollen in der weiteren Projektarbeit erhalten und erweitert werden. Aus diesen Kooperationen haben sich bereits Vorhaben entwickelt die einerseits die Bearbeitung der Forschungsschwerpunkte des Projektes sinnvoll erweitern und vertiefen, für deren Ausführung andererseits zusätzliche finanzielle Aufwendungen erforderlich sind, die über den geplanten Umfang hinausgehen. Das betrifft insbesondere die Arbeiten des ÖZK bei der Bereitstellung der GIS-Daten für die Projektpartner und bei der hydrochemischen Gebietsanalyse für das oberflächennahe Grundwasser/Dränagen zur Ergänzung der Datensätze aus dem Stör-Projekt (vgl. 4.2.4).

Literatur

- BECKER, A.; BEHRENDT, H. (1998): Auswirkungen der Landnutzung auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Elbe und ihres Einzugsgebietes. Zwischenbericht, Januar 1998.
- BECKER, A.; LAHMER, W. (1997): Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben "Großskalige Hydrologische Modellierung" im Rahmen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) "Regionalisierung in der Hydrologie".
- BEHRENDT, H.; OPITZ, D. (1996): Ableitung einer Klassifikation für die Gewässergüte von planktondominierten Fließgewässern und Flußseen im Berliner Raum. Berichte des IGB, Heft 1, 1-26.
- BORK, H.-R.; DALCHOW, C.; KÄCHELE, H.; PIORR, H.-P.; WENKEL, K.O. (HRSG.) (1995): Agrarlandschaftswandel in Nordost-Deutschland unter veränderten Rahmenbedingungen - ökologische und ökonomische Konsequenzen. Berlin.
- BUSCH, K.-F.; LUCKNER, L.; TIEMER, K. (1993): Geohydraulik. Berlin, Stuttgart.
- DANNOWSKI, R.; QUAST, J.; BALLA, H.; FRITSCH, S. (1994): Diffuse Stickstoff- und Phosphoreinträge durch Übertritt von Grundwasser und durch Bodenerosion. - In: Werner, W.; Wodsak, H.-P. [Hrsg.]: Stickstoff- und Phosphateintrag in die Fließgewässer Deutschlands unter besonderer Berücksichtigung des Eintragsgeschehens im Lockergesteinsbereich der ehemaligen DDR; Schriftenreihe Agrarspectrum, Band 22; Verlagsunion Agrar, Frankfurt/Main
- JELINEK, S. (1998 eingereicht): Wasser- und Stoffhaushalt im Einzugsgebiet der oberen Stör. Diss., Univ. Kiel
- JELINEK, S.; KLUGE, W.; WIDMOSER, P. (1998): Wasserhaushaltsbilanzen nach neueren Verfahren in Tiefland-Einzugsgebieten am Beispiel der oberen Stör Schleswig-Holstein (Poster). Tagung zum Hydrologischen Atlas Deutschland, vom 6.-7.10.1998, Univ. Freiburg
- JELINEK, S.; KLUGE, W.; WIDMOSER, P. (1999): Über das Abflußverhalten kleiner Einzugsgebiete am Beispiel der oberen Stör in Schleswig-Holstein. Deut. Gewässerkundl. Mitt., Heft 1.
- JORDAN, H.; WEDER, H.-J. (1995): Hydrogeologie. Grundlagen und Methoden. Stuttgart.
- KERSEBAUM, K. C. (1989): Die Simulation der Stickstoff-Dynamik von Ackerböden. Diss., Universität Hannover.
- KERSEBAUM, K. C. (1999): Simulation standortspezifischer Effekte unterschiedlicher Fruchtfolge- und Anbausysteme im ökologischen und konventionellen Landbau auf den Wasser- und Stickstoffhaushalt als Grundlage für regionale Szenarienrechnungen. Tagungsband der 5. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau in Berlin (im Druck).
- KLEEBERG, H.-B. (HRSG.) (1994): Methoden der Regionalisierung Materialien (Regionalisierung in der Hydrologie, Schwerpunktprogramm in der Deutschen Forschungsgemeinschaft). München.
- KLUGE, W., JELINEK, S. (in Vorb.): Anforderungen an die Modellierung des Wasser- und Stofftransportes in Tieflandseinzugsgebieten Schleswig-Holsteins - Erfahrungen aus dem Bornhöved- und dem Stör-Projekt (Vortrag). Workshop zur Modellierung des Wasser- und Stofftransportes in großen Einzugsgebieten. SFB 299 Univ. Gießen und GHS Kassel, 19.-20.11.1998, Tagungsband Kassel Univ. Press
- KLUGE, W., JELINEK, S., MARTINI, M. (1998): Gewässerschutz durch Pufferzonen-Management in Talniederungen des norddeutschen Tieflandes (Poster). 8. Magdeburger Gewässerschutzseminar "Gewässerschutz und Wassernutzung im Einzugsgebiet der Elbe", 20.-23.10.1998, Karlovy Vary
- KRUMBIEGEL, D.; SCHWINGE, W. (1991): Witterung - Klima, Datenzusammenstellung für Mecklenburg-Vorpommern, Brandenburg und Berlin. Wetteramt Potsdam.

- KRYSANOVA, V.; MÜLLER-WOHLFEIL, D.-I.; BECKER, A. (1996): Integrated Modelling of Hydrology and Water Quality in mesoscale watersheds. PIK Report No. 18, July 1996.
- LAHMER, W. (1997): Flächendeckende Modellierung des Wasserhaushalts im deutschen Teil des Elbegebietes unter Anwendung großflächiger Aggregierungsprinzipien. Bericht an das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, unveröffentlicht.
- LAHMER, W.; BECKER, A. (1998): Statusbericht 10/98 zum Forschungsvorhaben „Dynamische skalenübergreifende Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes in Gebieten des pleistozänen Tieflandes, Modellgebiet Stepenitz“. PIK, Oktober 1998.
- LAHMER, W.; MÜLLER-WOHLFEIL, D.-I.; PFÜTZNER, B.; BECKER, A. (1997): GIS-based Hydrological Modelling with the Integrated Modelling System ARC/EGMO. International Conference on Regionalization in Hydrology, Braunschweig, FRG, March 10-14, 1997. Accepted for IAHS publication.
- LIEBEROTH, I.; ADLER, G.; SCHMIDT, I. (1976): Die Nutzung der Gemeindedatei des Datenspeichers Boden in der Landwirtschaft. Archiv für Acker- und Pflanzenbau und Bodenkunde 21: 687-697
- LUA BRANDENBURG (1996): Ausweisung von Gewässerrandstreifen; Studien und Tagesbericht Band 10; Eigenverlag, Potsdam
- MARCINEK, J.; NITZ, B. (1973): Das Tiefland der DDR – Leitlinien seiner Oberflächengestaltung. Gotha, Leipzig.
- QUAST, J. (1994): Wechselwirkung von Feuchtgebieten und Landschaftswasserhaushalt - Analysen und Management; Hohenheimer Umweltagung, 26; Stuttgart
- QUAST, J. (1995): Wasserhaushalt und Feuchtgebiete in einer Trockenlandschaft - Zustand - Konflikte - Maßnahmen; Zeitschr. f. Kulturtechnik und Landentwicklung 36;
- QUAST, J. (1997): Wasserdargebot in Brandenburgs Agrarlandschaften und gebotene wasserwirtschaftliche Konsequenzen; Archiv f. Nat. u. Landschaftsforschung, 1997 (Jg. 35, Nr. 4, S. 267-277); Harwood Academic Publishers, Netherlands
- NEUBERT, G. (1997): Agrarstrukturelle Vorplanung "Wasserregulierung Amt Rhinow". Studie Lehr- und Versuchsanstalt für Grünland und Futterwirtschaft Paulinenaue e. V. Paulinenaue.
- PAWLOWSKI, L. (1998): Stand der Abwasserbeseitigung in Berlin: Was wurde in den letzten 10 Jahren erreicht, welche Entwicklungen sind eingeleitet? Vortrag auf dem Symposium „Zukunft Wasser“ vom 17. bis 19. Juni 1998 in Berlin.
- PFÜTZNER, B.; LAHMER, W.; BECKER, A. (1997): ARC/EGMO - Programmsystem zur GIS-gestützten hydrologischen Modellierung. Überarbeitete Kurzdokumentation zur Version 2.0. Unveröffentlicht.
- PIORR, H.-P. (1999): Standortspezifische Biomassebildung, N-Fixierung und Nährstoffentzüge im ökologischen Landbau. Tagungsband der 5. Wissenschaftstagung zum ökologischen Landbau in Berlin (im Druck).
- PIORR, H.-P.; KERSEBAUM, K. C.; KOCH, A. (1999): Die Bedeutung von Extensivierung und ökologischem Landbau für Strukturwandel, Umweltentlastung und Ressourcenschonung in der Agrarlandschaft. Eberswalder Wissenschaftliche Schriften (im Druck).
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (1994): Umweltgutachten 1994: Für eine dauerhaft umweltgerechte Entwicklung. Stuttgart.
- SACHVERSTÄNDIGENRAT FÜR UMWELTFRAGEN (1996): Umweltgutachten 1996: Zur Umsetzung einer dauerhaft umweltgerechten Entwicklung. Stuttgart.
- SCHMOLL, O. (1998): Nährstoffeinträge aus kommunalen Kläranlagen in die Flußgebiete Deutschlands - Notwendigkeiten und Möglichkeiten ihrer weiteren Verminderung. Diplomarbeit an der Technischen Universität Berlin, 113 S.
- SIEMON, H. (1925): Die Kultivierung und Besiedlung des Havelländischen und Rhinluches. Berlin.

STAT-ABW (STATISTIK DER ÖFFENTLICHEN ABWASSERBESEITIGUNG) (1995): Tabellen 5.2/1, 5.2/5a und 5.2/6 des Aufbereitungstabellenprogramms.

WAGENBRETH, O.; STEINER, W. (1990): Geologische Streifzüge. Leipzig.

WERNER, W.; WODSAK, H.-P. (1994): Stickstoff- und Phosphateintrag in die Fließgewässer Deutschlands unter besonderer Berücksichtigung des Eintragungsgeschehens im Lockergesteinsbereich der ehemaligen DDR. Schriftenreihe Agrarspectrum, Band 22. Frankfurt/Main.

WOOD, E. F.; SIVAPLAN, M. ; BEVEN, K.; BAND, L. (1988): Effects of Spatial Variability and Scale with Implications to Hydrologic Modelling. *Journal of Hydrology*, 102, 29-47. Amsterdam.

A N H A N G

Anlage 4.1.1

Präzisierung erste Projektstelle ZALF:

Abschätzung der Wirkung von diffusen Stoffausträgen aus der Landnutzung in kleine Fließgewässer der Agrarlandschaft hinsichtlich Gewässerqualität, Stoffrückhalt und Stoffabbau sowie Ausweis von Steuerungsmöglichkeiten

Problemstellung

Mit ihrem Eintrag in die Fließgewässer entweder über den Basisabfluß aus Grundwasser oder über Oberflächenzuflüsse werden die Stofffrachten aus diffusen Quellen der Landnutzung im Einzugsgebiet zu einem bestimmenden Faktor der Gewässereutrophierung und damit der Lebensbedingungen für die Gewässerflora und -fauna. Gleichzeitig kommt es im Zusammenwirken von Habitatstrukturen, Fließweglänge und Fließzeiten zu Stoffrückhalt, Stoffwandlung und gegebenenfalls Stofffestlegungen in Sedimenten oder Biomasse. Diese Prozesse sind maßgebend für die Gewässerökologie im Einzugsgebiet und beeinflussen über den Abfluß nach unterhalb die ökologische Situation der dortigen Gewässer und gegebenenfalls auch der Auen. Bisher ist eine Quantifizierung der Prozesse in Fließgewässerabschnitten kaum möglich. Für die Ermittlung der Stoffausträge aus Einzugsgebieten der Agrarlandschaft und den Ausweis von geeigneten Steuerungsmöglichkeiten ist eine hinreichende Abschätzung der Stoffwirkungen sowie des Stoffrückhalts oder auch möglicher Stoffremobilisierung erforderlich.

Zielstellung der Arbeiten

Erarbeitung von Schätzverfahren für die Wirkung und die Reduktion von Stoffeinträgen in kleine Fließgewässer der Agrarlandschaft auf der Basis ökologischer Typisierungen, der Charakterisierung des Zuflußregimes sowie durch Analogieschlüsse aus publizierten Ergebnissen und anteilig eigenen Kontrollmessungen und Erhebungen zur Biomasseproduktion und zum hydrochemischen Regime in solchen Fließgewässern.

Methoden und Untersuchungsprogramm

- Recherchen zum Fließgewässersystem in den Agrarlandschaften des pleistozänen Elbetieflandes und zu den dort vorherrschenden Stoffeintragsbedingungen (einschließlich der Erfassung punktueller Stoffeinträge)
- Typisierung der Fließgewässer bzw. Fließgewässerabschnitte und Kennzeichnung ihrer ökomorphologischen Situation.
- Auswertung verfügbarer Wassergütedaten zu diesen Fließgewässersystemen
- Statistische Analysen und Versuche zur Ableitung hypothetischer Schätzmethoden/Modelle zur Stoffreduktion in Beispielsgewässern.
- Überprüfung der für mit Meßwerten belegten Beispielsgewässer ermittelten Schätzmethoden an anderen Gewässern, für die lediglich Meßwerte aus praxisüblichen Meßprogrammen vorliegen.
- Einschätzung der Machbarkeit hinsichtlich Interpretation des Stoffregimes und des ökologischen Zustandes kleiner Fließgewässer in Agrarlandschaften im Gesamtverbund der Aufgaben zum Wasser- und Stoffrückhalt.
- Die Arbeiten werden in Abstimmung und unter Nutzung von möglichen Synergiewirkungen aus anderen Projekten zur Fließgewässerforschung im Zielgebiet durchgeführt. Dazu gehören einschlägige Arbeiten des ZALF in den Fließgewässern des Rhinluchs, aber auch in nicht zum Zielgebiet gehörenden Gewässern des Schwerpunktgebietes „Uckermark“ des ZALF sowie die in Vorbereitung befindlichen Untersuchungen zum Wasser- und Stoffrückhalt im Spreewald im Rahmen des BMBF-Verbundvorhabens zur Wassergütemodellierung Spree.
- In enger Kooperation mit dem Teilprojekt IV „Havel“ und weiteren Projekten des IGB wird eine Nachnutzung von Ergebnissen des Kooperationspartners IGB erfolgen.

Anlage 4.1.2

Präzisierung zweite Projektstelle ZALF:

Erarbeitung von Algorithmen und Modellen zur GIS-gestützten genesteten einzugsgebietsorientierten Verknüpfung und Bewertung von Wirkungen der Landnutzung auf das Gesamtaustragsgeschehen im Elbetiefeland und zur Ableitung nachhaltiger Steuerungsmaßnahmen mit Ausweis ihrer Effizienz

Problemstellung: Die Belastung der Elbe (und damit der Nordsee) und ihrer Zuflüsse durch Stoffeinträge aus diffusen Quellen können einerseits durch Verminderung des direkten landwirtschaftlichen Eintrags verringert werden. Andererseits kommt es besonders während der Boden-Grundwasserpassage im Zusammenwirken von biogeochemischen Eigenschaften der Substrate, Fließpfade und Fließzeiten zu Rückhalt, Umsetzung und Festlegung von ausgetragenen Stoffen. Diese Prozesse werden maßgeblich durch die hydrologischen und hydrogeologischen Gebietseigenschaften bestimmt. Auf grundwassernahen Standorten und in den Gewässern selbst kann dann der Wasser- und Stoffrückhalt aktiv durch kulturtechnische und wasserwirtschaftliche Maßnahmen beeinflusst werden. Für die Ermittlung der Stoffausträge aus Einzugsgebieten und den Ausweis der Wirkungen von auf den Wasser- und Stoffrückhalt gerichteten Maßnahmen sind die Kenntnis und Quantifizierung der maßgebenden Prozesse unter den komplexen hydrologischen und stofflichen Verhältnissen des Tieflandes erforderlich. Bei der Planung und Umsetzung solcher Maßnahmen sind einerseits die Effizienz der eingesetzten Mittel, andererseits aber auch die unterschiedlichen und oft konkurrierenden Nutzerinteressen zu berücksichtigen. Es fehlen bisher Werkzeuge, mit denen sich unter den komplexen hydrologischen Bedingungen des Tieflandes die Wirkungen von austragsmindernden Maßnahmen beurteilen lassen.

Zielstellung: Ziel ist die Entwicklung von Werkzeugen zur hydrologischen und wasserwirtschaftlichen Verhaltenssimulation der am Stoffaustragsgeschehen wesentlich beteiligten Einzugsgebiete des Tieflandes, die die Wechselwirkungen und Rückkopplungen innerhalb der komplexen Flußsysteme des Tieflandes berücksichtigen und die Ableitung von Entscheidungshilfen für die Vorbereitung von Maßnahmen für den Wasser- und Stoffrückhalt gestatten. An Beispielsgebieten angewendet, soll es als Hilfsmittel vor allem den wasserwirtschaftlich planenden Behörden zur Entscheidungshilfe nutzbar gemacht werden können.

Methoden

- Ausweisen von Einzugsgebieten mit unterschiedlichem Austragsverhalten und Zuweisung hydrologischer Parameter.
- Ausweisung der in bezug auf das Austragsverhalten sensiblen (Teil-)einzugsgebiete mit Hilfe eines GIS unter Zugrundelegen der verfügbaren hydrologisch relevanten Gebietsdaten und der Analyse des regional wirkenden Grundwassertransits.
- Verknüpfung der so ausgewiesenen Gebietseinheiten untereinander innerhalb von ausgewählten Beispielsgebieten, Modellierung von Prozessen der Abflußbildung und der Abflußkonzentration. Dazwischenliegende Gebiete werden nur so weit wie nötig berücksichtigt. (vorgesehen: Einsatz des GIS-gestützten Einzugsgebietsmodells ARC/EGMO)
- Modellierung eines regulierbaren Fließgewässersystems mit den so erhaltenen Abflüssen unter Einbeziehung der wasserwirtschaftlichen Steuermöglichkeiten (Anstau, Aufstau, Dränung). (vorgesehen: Bewirtschaftungsmodell GRM-DYN)
- Entwicklung eines Optimierungsalgorithmus, der unter Variation der Landnutzung und der Wasserhaltung verschiedene Vorschläge zur Bewirtschaftung erbringt. Ansteuerung der Zielgrößen Stoff- und Wasserrückhalt, Ableitung der Randbedingungen z. B. aus den Forderungen der Sozioökonomie oder des Landschaftsschutzes. Als Eingangsgrößen für die zu erwartenden Stoffausträge aus den Flächen in das Grundwasser dienen zuvor berechnete Austragstypen.
- Berechnung von Varianten/Szenarien mit Ausweis der Erfolgswahrscheinlichkeit für das Erreichen der Zielgrößen.

Anlage 4.5.1**Abstufung der Grundwasserflurabstände (GWFA) in den ökonomischen Variantenrechnungen (Produktionsverfahren)**

Nutzungsform	GWFA ¹	Zeitraum - Monat	Nutzung	Ertragseinfluß ² in %	Bemerkung
Ackerland	> 120	Ganzjährig	Marktfruchtbau	-	-
	80 – 120	März – Okt.	Marktfruchtbau	+ 10...20	positive Ertragsbeeinflussung besonders bei Futterkulturen und Hackfrüchten
	< 80	Ganzjährig	Umwandlung in GL	-	optimaler GWFA für GL
Grünland	> 80	April – Okt.	Weide, Wiese	./ 10...20	zu trocken
	40 – 60	April – Mai	Weide, Wiese	-	
	60 - 80	Juni – Okt.			
	40 – 60	Juni – Okt.	(Feucht-)Wiese	+ 10...20	höhere Erträge insbesondere bei Rohrglanzgrasbeständen
	< 40	außer Juli / August	Streuwiese	-	kein Futtereinsatz in der Viehhaltung, ggf. Nutzung als Einstreu, Kompost oder nur Pflegeschnitt
< 40	Ganzjährig	Keine	-	evtl. Pflegeschnitt	

¹ Sand-/Niedermoorstandorte, im Mittel der Jahre² zur Normvorgabe der Verfahren