

# 1 Mesoskalige N-Modellierung und Elbeökologie

## 1.1 Einleitung

Im Rahmen der von der Projektgruppe Elbe-Ökologie zu bearbeitenden Themenbereiche stellt die Quantifizierung von Nährstoffflüssen auf unterschiedlichen Maßstabsebenen einen Schwerpunkt dar. Während eine Vielzahl von Arbeiten zu diesem Themenkomplex auf der Prozessebene sowie auf einer kleinräumigen Betrachtungsebene im lokalen Maßstab vorliegen, existieren solche Verfahren, die für eine mesoskalige Anwendung in Frage kommen nur in geringer Anzahl. Gerade auf dieser Maßstabsebene aber findet ein Großteil der konkreten Landnutzungen und deren Planung statt.

Am Anfang dieser Studie wurde der Begriff mesoskalig für einen Flächenbereich von ca. 1 - 1000 km<sup>2</sup> verwendet (eine genauere Definition folgt später (s. Kap. 3.1)). Dabei soll dieser Begriff weniger durch einen festen Flächenbereich, sondern eher durch die zu beschreibenden Prozesse in Abgrenzung zur Mikro- bzw. Makroskala definiert sein. Bezüglich der Skalendefinitionen sei darüber hinaus auf die Arbeit von KLEEBERG & CEMUS (1992) verwiesen.

In der vorliegenden Studie soll zunächst der Themenbereich „mesoskalige Modellierung von Stickstoffflüssen“ in das Forschungsprogramm Elbe-Ökologie eingeordnet werden. Aufgrund der in der Forschungskonzeption festgehaltenen Ziele sollen sodann die Zielvorgaben für die Stickstoffmodellierung im mesoskaligen Bereich formuliert und das Profil der bearbeiteten Modelle eingeordnet werden.

Allgemeines Ziel der Studie ist es, vor dem Hintergrund der bestehenden Modellkonzepte und der formulierten Zielvorgabe innerhalb der Elbe-Ökologie den aktuellen, vorwiegend nationalen Forschungsstand auf dem Gebiet der regionalen Stickstoffmodellierung aufzuzeigen und Empfehlungen für Modellanwendungen im Rahmen des Forschungsprogramms Elbe- Ökologie zu liefern. Es stand weniger die detaillierte Beschreibung jedes einzelnen Modellansatzes im Vordergrund. Vielmehr sollten die Probleme und Defizite aller recherchierten Modelle in diesem Bereich in einer Zusammenschau herausgearbeitet werden. Da im Rahmen dieser Studie eine eingehende Prüfung der verschiedenen Modellansätze nicht möglich war, wurde den beteiligten Modellautoren auf einem Workshop (Teilnehmerliste s. Anhang) die Möglichkeit gegeben ihre Modellansätze zu präsentieren

## 1.2 Einordnung der „mesoskaligen N-Modellierung“ in das Forschungsprogramm Elbe- Ökologie (BMBF 1995)

Das Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technologie (BMBF) verfolgt mit seinem Förderschwerpunkt " Ökologische Konzeptionen für Fluß- und Seenlandschaften" das übergreifende Ziel, Entscheidungsgrundlagen für die vollziehende Praxis zu schaffen. Dazu ist es notwendig,

- den Erkenntnisstand über das natürliche Funktionieren von Ökosystemen zu verbessern,
- umwelt-, wirtschafts- und sozialverträgliche Sanierungs- und Gestaltungsstrategien aufzuzeigen und darauf aufbauend
- Managementkonzepte für eine nachhaltige, d.h. dauerhaftumweltgerechte Entwicklung zu erarbeiten.

Zur Erreichung dieser Ziele sollen innerhalb der Elbe- Ökologie anwendungsorientierte Forschungsvorhaben gefördert werden (BMBF 1995). Das Rahmenkonzept der Elbe- Ökologie unterteilt die prioritären Forschungsaufgaben in die drei gesonderten Teilkonzepte

- Ökologie der Fließgewässer
- Ökologie der Auen
- Landnutzung im Einzugsgebiet.

Vorwiegend im letztgenannten Teilkonzept sind die allgemeinen Ziele formuliert, die eine mesoskalige Stickstoffhaushaltsmodellierung notwendig erscheinen lassen. Große Flüsse und Ströme sind über ihre Nebengewässersysteme mit der Landschaft verbunden. Da der Kontakt zwischen der Vielzahl kleiner Fließgewässer und ihrem Umland besonders intensiv ist, hängt der Wasser- und Stoffhaushalt großer Ströme insbesondere von der naturräumlichen Ausstattung der Landschaft und ihrer Nutzung ab. Deshalb führt nur eine ganzheitliche, auf das Einzugsgebiet bezogene Betrachtungsweise zu einem ausreichenden Verständnis der natürlichen Funktionen und Wechselbeziehungen im Fließ gewässer- Ökosystem. Sie ist eine Grundvoraussetzung für die Lösung von Problemen, die im Zusammenhang mit der Landnutzung, insbesondere der Landbewirtschaftung, entstehen.

In diesem Zusammenhang heißt es beispielsweise im nationalen Bericht der Bundesrepublik Deutschland zur Konferenz für Umwelt und Entwicklung der UN 1992 in Rio: *„Trotz (...) positiver Umweltleistungen waren (...) noch keine Anzeichen für eine nachhaltige Trendwende in der Naturbelastung durch die Landwirtschaft erkennbar. Die Umwelt- und Agrarminister von Bund und Ländern sind sich einig in der Erkenntnis, dass hier erheblicher Handlungsbedarf besteht . (...) Dabei wird die Situation in den neuen Ländern eine besondere Rolle spielen.“*

Etwa 73 % der Fläche der neuen Bundesländer lässt sich dem Einzugsgebiet der Elbe zuordnen, das entspricht ca. 54 % des Gesamteinzugsgebiets (PROJEKTGRUPPE ELBE-OKOLOGIE, 1995)<sup>1</sup>. Nach der „Wende“ konnten die punktuellen Einleitungen durch wirtschaftliche Umstrukturierungen und durch den Bau von Kläranlagen deutlich reduziert werden. Auf diese Weise traten die diffusen Stoffeinträge zunehmend in den Vordergrund. Der diffuse Stickstoffeintrag aus dem Elbe-Einzugsgebiet betrug 1989 ca. 130000 t/a und wird etwa zu zwei dritteln über die Grundwasserpassage eingetragen. Der Anteil der Landwirtschaft an den diffusen Stickstoffeinträgen dürfte über 80 % liegen. Aktuelle Daten über die Eintragungssituation liegen z.Zt. nur für Teilgebiete vor.

Etwa 12-13 % der gesamten derzeitigen Stickstoff-Eintragsbelastung der Nordsee stammen aus dem Elberaum. Die Erzielung einer deutlichen Reduzierung der Stickstoffeinträge in die Nordsee mit dem Elbe-Strom ist nur durch die kurzfristige Umsetzung flächendeckender Gewässerschutzkonzepte im Einzugsgebiet zu erreichen. Die durchzuführenden Maßnahmen dienen gleichzeitig dem Schutz des Grund- und Trinkwassers. Die Verwirklichung der von der Bundesrepublik auf der internationalen Nordseeschutzkonferenz eingegangene Verpflichtung zu einer 50 %-igen Reduzierung der Nährstoffeinträge ist insbesondere für Stickstoff sonst nicht einzuhalten.

Als vorrangiges Ziel der Forschung im Rahmen der Elbe-Ökologie des BMBF wird daher in der Forschungskonzeption angesehen, im Einzugsgebiet der Elbe Projekte zu fördern, die Wege aufzeigen, wie gemeinsam mit den zuständigen Behörden Konzepte für eine dauerhaftumweltgerechte Landnutzung in die Praxis umgesetzt werden können. Es sind Managementkonzepte zu entwickeln, die eine flächendeckende Umsetzung sozioökonomisch akzeptierter und an die ökologische Tragekapazität der Standorte angepasster Nutzungsformen erlauben.

Vor dem Hintergrund dieser Zieldefinition wurden für das Teilkonzept Landnutzung unter anderem die Auswahl geeigneter Simulationsmodelle zur Prognose der Auswirkungen von

---

<sup>1</sup> PROJEKTGRUPPE ELBE- ÖKOLOGIE (1995): Forschungskonzeption: Ökologische Forschung in der Stromlandschaft Elbe (Elbe-Ökologie) des Bundesministerium für Bildung, Wissenschaft, Forschung und Technik (BMBF)

Nutzungsänderungen auf den Wasser- und Stoffhaushalt als prioritäre Forschungsaufgabe formuliert. Dabei sollen die diesbezüglichen Forschungsaktivitäten zunächst auf Modellprojekte in repräsentativen, mesoskaligen Untersuchungsgebieten konzentriert werden. In diesen Modellprojekten sind vor allem die Auswirkungen von Landnutzungsänderungen auf den Landschaftswasser- und stoffhaushalt zu untersuchen. Zu diesem Zweck sollen Simulationsmodelle zur Prognose und Bewertung der Auswirkungen regionaler Landnutzungsänderungen im Hinblick auf die ökologische und sozioökonomische Effizienz sowie Instrumente zur Erfolgskontrolle umweltpolitischer Maßnahmen angewendet und weiter entwickelt werden. Für den Fall, dass sich kein einsatzbereites Modellsystem für die zu lösenden Aufgaben finden lässt, sieht die Konzeption die Förderung der Weiterentwicklung von mesoskaligen Modellen des Bodenwasserhaushalts und der lateralen und vertikalen Stoffflüsse vor.

Aus den Anforderungen, die im Forschungskonzept der Elbe-Ökologie an die mesoskalige Stickstoffmodellierung formuliert wurden, lassen sich Zielvorgaben für das benötigte Modellsystem formulieren.

### 1.3 Anforderungen an die mesoskalige N-Modellierung

Folgende Anforderungen sollten an eine mesoskalige Modellierung gestellt werden:

- Das Modellsystem sollte mit allgemein verfügbaren Daten bzw. mit aus verfügbaren Daten abzuleitenden Größen zu betreiben sein
- Eine Überprüfbarkeit der Modellergebnisse anhand von Messdaten muss gewährleistet sein
- Für das Landnutzungsmanagement sollen konkrete Empfehlungen hinsichtlich der Reduzierung der diffusen Stoffeinträge gegeben werden können. Deshalb muss ein Kausalzusammenhang zwischen den möglichen Steuergrößen und dem N-Austrag ins Gewässer abgebildet werden. Dazu ist es notwendig,
  1. dass die räumliche Diskretisierung des Modells mit der räumlichen Variabilität der in die Modellierung eingehenden Standortfaktoren (z.B. Boden, Relief, Nutzung, Klime etc.) korrespondieren bzw. eine Aggregation vorgenommen wird, die die räumliche Kausalität abbildet;
  2. die zeitliche Diskretisierung sowohl für die Steuerungsgrößen, als auch für die Modellausgabe so zu wählen, dass der Zeitverlauf zwischen einer Veränderung der Steuergrößen und der damit in Zusammenhang stehenden Veränderung des Stoffeintrags ins Gewässer abgebildet werden kann;
  3. quantitative Aussagen hinsichtlich der Wasser- und Stoffausträge, die in einen definierten Gewässerabschnitt gelangen, treffen zu können. Damit wird die Überprüfung von Zielvorgaben hinsichtlich einer bestimmten Reduzierung der Gewässerbelastung möglich.

Als mögliche Steuergrößen sind in diesem Zusammenhang zu diskutieren:

- Bewirtschaftungsmaßnahmen inkl. organ. und mineralische Düngung
- Beweidung (Viehbesatz)
- Fruchtfolgealternativen
- Nutzungsänderungen (Aufforstung, Versiegelung)
- Bewässerung
- Vermeidung von Direkteinträgen
- Kulturtechnische Maßnahmen inkl. Dränagemanagement (v.a. bei Moorböden)
- Vermeidung von Oberflächenabtrag (z.B. durch Hecken)
- Klimaveränderungen (Niederschlag, Verdunstung, Deposition etc.)

Für die Modellauswahl sollte weiterhin die Berücksichtigung folgender Aspekte maßgebend sein:

- Lateralflüsse (Oberflächenabfluss, Interflow)

- Drainage
- Grundwasseranbindung und Transport in Fließgewässer (Weg-Zeit-Verhalten; Retentionszeiten etc.)
- GIS-Kopplung
- Flexibilität hinsichtlich unterschiedlich guter Datenverfügbarkeit (interne Ableitung von Parametern)
- Präprozessing, Interne Parameterableitung
- Pflanzenmodell, organ. Substanz
- Kopplung von C- und N-Haushalt
- Sourcecode sollte verfügbar sein