

3 Diskussionsergebnisse des Workshops

Vom 7. bis zum 8. April fand in Berlin in der Bundesanstalt für Gewässerkunde ein Workshop zur vorliegenden Machbarkeitsstudie "Darstellung und Bewertung von mesoskaligen dynamischen Stickstoffmodellen" statt. Neben der Präsentation bestehender Stickstoffmodelle aus dem deutschsprachigen Raum, die in der Fläche eingesetzt werden können, stand die Diskussion über Anforderungen und Möglichkeiten der mesoskaligen Stickstoffmodellierung für die Elbeökologie mit den beteiligten Modellentwicklern und -nutzern im Vordergrund. Die dabei sich aufzeigenden Unterschiede aber auch die Gemeinsamkeiten in den Vorstellungen und Ansichten sollen nachfolgend dargestellt werden.

3.1 Das Problem des Maßstabes (Skala)

Die Wahl des geeigneten Maßstabes ist abhängig von der Thematik der Modellierung. So wird beispielsweise bei der Modellierung der möglichen Klimaveränderung ein wesentlich größerer Raumabschnitt berücksichtigt, als bei der Modellierung von Wechselwirkungen zwischen Pflanzenwurzel und Bodenwasser.

Unter dem Begriff *mesoskalige Modellierung* sollten im Rahmen der Elbeökologie die Modellansätze verstanden werden, welche Aussagen für Gebietsgrößen treffen, die zwischen dem landwirtschaftlichen Einzelschlag (Mikroskala) und dem Gesamteinzugsgebiet eines größeren Flusssystemes (Makroskala) liegen. Im Sinne der im ersten Kapitel genannten Anforderungen der Elbeökologie kommen Modellansätze in Betracht, die die Wasser- und Stofftransport- und transformationsprozesse für Flächengrößen von 1 km² (Ufer-Ökoton) bis 10.000 km² (Gesamteinzugsgebiet mittlerer Flüsse) beschreiben können.

Die Betrachtung des Einzelschlages steht im Mittelpunkt vieler der hier vorgestellten Modelle (CANDY, HERMES, EXPERT-N etc.), die für Fragestellungen der landwirtschaftlichen Praxis entwickelt wurden und die für diese Skala als robust zu bezeichnen sind. Die obere Begrenzung der Mesoskala wird durch großräumige Ansätze wie die von Wendland³⁰ gegeben. Modelle wie ASGI, SWIM und WASMOD betrachten von ihrer Zielsetzung mesoskalische Flächengrößen mit Landschaftsbezug. Der Übergang von der Mikroskala auf die Mesoskala stellt den Modellierer vor folgende Probleme:

- Welche Zeiträume müssen betrachtet werden, um Kausalitäten zwischen Nutzung und Stoff-Input auf der einen Seite und vorflutbezogenen Stofffrachten auf der anderen Seite adäquat abzubilden?
- Welche Prozesse sind zusätzlich zu beschreiben, weil sie in größeren Zeit- und Raumskalen von entscheidender Bedeutung sind (z.B. laterale Flüsse)?
- Welche Nutzungs- bzw. Ökosystemtypen sind neu in die Modellierung aufzunehmen, weil sie einen erheblichen Einfluss auf Stoffumsatz und Gebietsbilanzen haben (z.B. Wald, Feuchtgebiets- und Niedermoorflächen, versiegelte Flächen)?
- Können bestimmte Prozesse ausser Acht gelassen werden, wenn größere Flächen bearbeitet werden sollen (z.B. die Dynamik des Kohlenstoff-Pools)? Gehen dabei wichtige Informationen verloren?
- Sind die angenommenen Erhaltungssätze der Mikroskala auf die Mesoskala zu übertragen oder gehen Kausalzusammenhänge beim "Upscaling" vielleicht verloren?

³⁰ WENDLAND, F.; ALBERT, H.; BACH, M.; SCHMIDT, R. (1993): Atlas zum Nitratstrom in Deutschland. Springer-Verlag Berlin, Heidelberg, New York, 96 S.

Unter anderem stellt sich damit die Frage nach dem **Komplexitätsoptimum** für die Modellierung spezifischer Maßstabebenen. Auf der einen Seite sollte der Grad der Komplexität das notwendige Maß nicht überschreiten, andererseits lässt sich die Validität einer vereinfachten Prozessbeschreibung nur durch einen Vergleich mit einer komplexen Variante nachweisen. Über das Problem des "Up-Scaling" hat Götz Richter, TU Braunschweig, auf dem Workshop ein Statement gegeben, welches im Anhang als Originalbeitrag aufgeführt ist. Dabei macht er deutlich, dass Upscaling immer auch ein Abwägen von Modellkomplexität, Inputgenauigkeit, Validierbarkeit und Szenarienfähigkeit beinhalten muss.

Als ein Ergebnis des Workshops kann festgehalten werden, dass es ein Ausschlusskriterium bei der Auswahl mesoskaliger Modelle für die ELBE- ÖKOLOGIE sein sollte, die Auswirkungen von Mangementmaßnahmen quantitativ abbilden zu können. Um die Anbindung an makroskalige Modelle (z.B. Wendland-Modell³¹), sollte die Größe des dem gewählten Vorfluterabschnitt zugeordneten Einzugsgebiets mindestens 200 - 400 km² erreichen.

3.2 Das Problem der Lateralflüsse

Bei den meisten vorgestellten Stickstoff-Modellen wurde ein Defizit ausgemacht, da diese mehr oder weniger ausführlich nur vertikale Flüsse beschreiben. Lateralflüsse bereiten erhebliche Schwierigkeiten aufgrund der Skalierungsproblematik (Skalierung bestimmter Landschaftsattribute und Parametrisierung der entsprechenden Modelle). Aufgrund der z.T. langen Retentionzeiten (Jahrzehnte) scheinen Kausalzusammenhänge zwischen Ursache und Wirkung sehr fraglich; dies gilt insbesondere für den Lockergesteinsbereich. Die Anwendung eines bestimmten Modells richtet sich somit auch nach dem Standort.

3.3 Das Problem der Datengrundlage

Beherrschendes Problem der mesoskaligen Modellierung ist die Verfügbarkeit der Daten und die Frage, wie die Modelle damit umgehen. Makroskalige Modelle setzen auf statistische Daten und vorhandenes Kartenmaterial. Mesoskalige Modelle brauchen je nach Komplexität Flächendaten, die oft noch nicht vorhanden sind. Eine Befragung der Landwirte im zu untersuchenden Gebiet von 1000 km² über die Bewirtschaftung ist unrealistisch und ein typisches Beispiel, wie in der Mikroskala erhältliche Daten in der Mesoskala nicht mehr oder nur noch schwer zu erhalten sind. Nicht nur die Möglichkeit der Erstellung digitaler Karten mittels GIS-Schnittstelle, sondern auch das Vorhandensein von geeigneten Parametrisierungsverfahren bestimmen die Eignung der Modelle für die Mesoskala.

3.4 Das Problem der Zieldefinition

Eine Hauptanforderung an eine mesoskalige Modellierung ist, dass die Modelle den Ist-Zustand bezogen auf Wasser- und Stickstoffhaushalt räumlich aufgelöst und überprüfbar darstellen können. Weiterhin aber sollen die Ergebnisse einer mesoskaligen Stickstoff-Modellierung Wissenschaftlern, Planern und Entscheidungsträgern auch Aussagen über Eingriffs- und Steuerungsmöglichkeiten geben, damit bestimmte Aussagen über Möglichkeiten der Verbesserung einer gegebenen Ausgangssituation gemacht werden können (Szenariofähigkeit). Die Eignung und der Einsatz bestimmter Modelle für die Planung wird daher entscheidend bestimmt durch:

- Welche Steuerungsmöglichkeiten sind vorhanden?
- Wer ist der Adressat? Wer greift ein? Wer macht die Planung?

³¹ WENDLAND berichtete auf dem Workshop, dass er bis zu Flächengrößen unter 400 km² heruntergehen kann

Beide Fragen sind nicht unabhängig voneinander. Ein Landwirt hat auf seiner Fläche andere Steuerungsmöglichkeiten (Produktionstechnik) als z.B. die Ämter der Wasserwirtschaft, die das wasserwirtschaftliche Management eines Fluss-Systems z.B. durch Einstau beeinflussen können.

Folgende Eingriffs- und Steuermöglichkeiten wurden auf dem Workshop ausgemacht (in Ergänzung zu den Ausführungen auf Seite 5).

- Fruchtfolgen
- Landnutzungsumstellung (Acker, Grünland, Forst, Sukzession, Urban, Feuchtgebiet)
- Wasserwirtschaftliches Management (Regime)
- Produktionstechnik (z.B. Düngung: min. und org.)
- Kulturtechnik

Weiterhin sind im Vorfeld die Fragen nach dem Ort des Eingriffs bzw. der Maßnahme und dem Akteur zu beantworten. Daraus ergibt sich die Zuordnung spezifischer Planungsebenen mit unterschiedlichen Fragestellungen.

Entsprechend dieser Anforderungen lassen sich Aussagen über den Grad der Eignung der unterschiedlichen Modellansätzen formulieren (s. Tabelle 3.1). Als Resultat scheint daher ein "genesteter" Ansatz geeignet, der durch die Integration von auf unterschiedlichen Skalenebenen anzuwendenden Modellen charakterisiert ist.

3.5 Schlussfolgerung

Durch die Diskussion mit Modellentwicklern und Nutzern wurde bestätigt, dass es kein adäquates mesoskaliges Modell für die dynamische Stickstoff-Modellierung mit den geforderten Anforderungen gibt. Eine Vielzahl von eindimensional vertikalen Modellen stammen aus der Mikroskala, wo sie robust arbeiteten, doch durch das Upscaling entstehen Probleme, die noch nicht hinreichend gelöst sind. Einige Modelle hingegen, die auch laterale Flüsse auf der Mesoskala berechnen können, sind z.T. noch in der Entwicklung oder besitzen noch kein Stickstoff- /Pflanzenmodul (z.B. ASGi).

SWIM hingegen kann ganze Flußgebiete modellieren (bis 10.000 km²). Es kombiniert dazu eine Reihe hydrotopbezogener detaillierter Prozeimodelle mit mesoskalig einsetzbaren, physikalisch begründeten konzeptionellen Modellen sowie einigen empirischen Ansätzen für einzelne Teilprozesse, z.B. Erosion. WASMOD/STOMOD versucht im Gegensatz dazu möglichst alle relevanten Prozesse einzubinden und ist daher sehr parameterintensiv. Trotzdem konnte dieser Ansatz schon erfolgreich für Flächengrößen von mehr als 200 km² eingesetzt werden.

Aufgrund der unterschiedlichen Aufgabenstellungen, die sich aus den Steuerungsmöglichkeiten und -erfordernissen ergeben (s. o.), erscheint es empfehlenswert, die beschriebenen Modelle hinsichtlich ihres jeweilig optimalen Arbeitsmaßstabes hierarchisch zu ordnen. Hieraus kann ein genester Ansatz entwickelt werden, in dem z.B. Ergebnisse der schlagbezogenen Modellierung (z.B. HERMES, MINERVA etc.) Datengrundlagen für die Betrachtung der Landschaftsebene liefern. Diese wiederum sind dann in der Lage wichtige Grundinformationen für makroskalige Modelle zur Verfügung zu stellen ("bottom-up"-Ansatz).

Tabelle 3-1: Zusammenfassung der wichtigsten Eigenschaften der dargestellten Modelle

Kriterium	Modell										
	ASGI	CANDY	DYNAMIT	MESCO-N	Expert-N	HERMES	MINERVA	SIMULAT	SWIM	WASMOD	
Wasserhaushalt											
Bodenwasserhaushalt	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Grundwasseranbindung	+	-	0	0 ²	-	-	-	+	+	+	
Laterale Flüsse	+	-	0	+	-	-	-	-	+	+	
Vorfuteranbindung	+	-	+	+	-	-	-	-	+	+	
Stickstoffumsetzung											
Pflanzenaufnahme	³	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Mineralisation	³	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Immobilisation	³	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Denitrifikation	³	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Stickstofftransport											
Wurzelzone		+	+		+	+	+	+	+	+	
bis zum GW											
bis zum Vorfuter	³			+				+	+	+	
Kohlenstoffhaushalt	-	+		+	-	-	-	+	-	+	
GIS-Anbindung	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	
Parametrisierungstools	+	+	+	k.A.	+	-	+	+	+	+	

¹ vollständig mit Interzeption, Evapotranspiration und Sickerung
² Anwendung im Festgesteinsbereich
³ Stickstoffmodell geplant

+ vorhanden
- nicht vorhanden
0 z.T. vorhanden
k.A. keine Angaben

In Ergänzung hierzu ist dann im Sinne eines "top-down" -Ansatzes ein hydrologisches Standortkonzept einsetzbar (s. Abbildung 3.1). In diesem Konzept können über entsprechende (vielleicht sogar statische) Ansätze Flächen differenziert werden, welche aufgrund des Weg-Zeitverhaltens durch lange (slow response) bzw. kurze (quick response) Retentionszeiten gekennzeichnet sind. Hierauf aufbauend wird die Identifizierung sensibler Gebiete ("hot spots") möglich. Diese sind durch kurze Retentionszeiten gekennzeichnet; die Wahrscheinlichkeit, dass es zu hohen Stickstoffumsetzungs- und -verlagerungsraten kommt, ist hoch. Für Beispielsgebiete, die mit solchen Flächen ausgestattet sind, sollten Fallstudien durchgeführt werden. In diesem Rahmen wird die Anwendung komplexerer Modellansätze notwendig, so dass die Auswirkungen langfristiger Systemveränderungen (z.B. Torfmineralisation, Wiedervernässung) abbildbar werden. Dies stellt die Datengrundlage für einen größere Gebiete umfassenden "bottom-up-Ansatz" dar.

Hydrologisches Standortkonzept

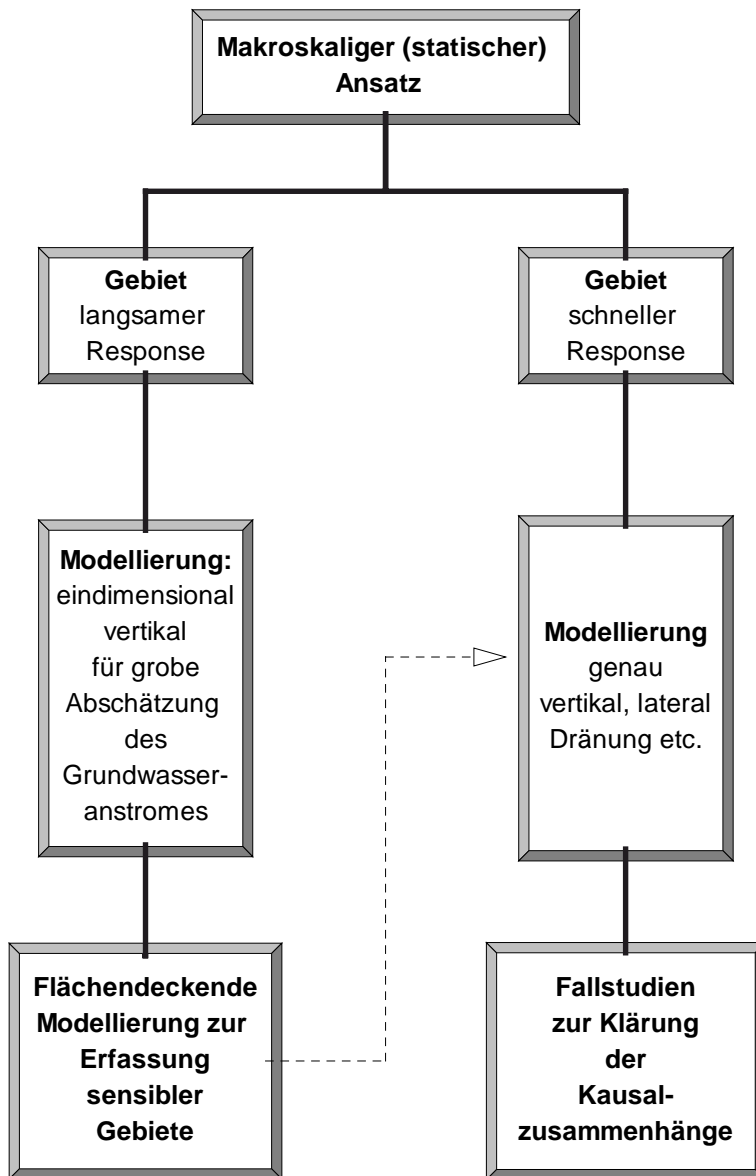


Abbildung 3-1: Hydrologisches Standortkonzept