

Zwischenbericht

zum Forschungsvorhaben

Dynamische skalenübergreifende Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes in Gebieten des pleistozänen Tieflandes

- Modellgebiet Stepenitz -

Projektleiter: Dr. Alfred Becker
Projektbearbeiter: Dr. Werner Lahmer

Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)
Postfach 60 12 03, 14412 Potsdam



Potsdam, Februar 1998

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung.....	1
2	Gebietsuntergliederung	1
3	Auswahl und Aufbereitung der räumlichen Grundlagendaten	1
4	Aufbereitung der Zeitreihendaten	3
5	Konzepte zur modelltechnischen Umsetzung.....	3
6	Ausblick.....	4
7	Literaturhinweise	4

1 Einführung

Die Arbeiten am Vorhaben “Dynamische skalenübergreifende Modellierung des Wasser- und Stoffhaushaltes in Gebieten des pleistozänen Tieflandes - Modellgebiet Stepenitz” als Teilprojekt zum Projekt “Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland des Elbeeinzugsgebietes” (WaStor) (Bork 1997) wurden planmäßig aufgenommen. Nachfolgend wird über die im Zeitraum 01.10.1997 bis 31.12.1997 durchgeführten Arbeiten berichtet, die sich an den im Projektantrag definierten Teilaufgaben orientieren. Diese Aufgaben umfassen neben ersten Aufbereitungsarbeiten der benötigten räumlichen und zeitlichen Daten konzeptionelle Ansätze zur Berücksichtigung von Landnutzungsänderungen und zu deren technischer Umsetzung im verwendeten Modellierungssystem.

2 Gebietsuntergliederung

Die Festlegung der mit Hilfe von ARC/EGMO und SWIM zu modellierenden Gebiete und Teilgebiete (*Teilaufgaben A1 und B4*) für die genestete Modellierung ist für die Stepenitz bereits erfolgt. Vorteilhaft war, daß im Rahmen des Vorhabens “Auswirkungen der Landnutzung auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Elbe und ihres Einzugsgebietes” (Förderkennzeichen 39577) bereits Modellierungsarbeiten mit SWIM durchgeführt worden waren, über die im Zwischenbericht zu diesem Vorhaben vom Januar 1998 berichtet wird (Becker & Behrendt 1998). Analoges gilt für das Störgebiet in Zusammenhang mit dem 1997 abgeschlossenen DFG-Vorhaben (Lahmer et al. 1997, Becker & Lahmer 1997). Weitergehende Untersuchungen sind hier in Kooperation mit der Arbeitsgruppe Kiel vorgesehen, wozu konkrete Abstimmungen im Februar/März 1998 erfolgen werden.

Im Fall der Stepenitz sollen die Modellierungsarbeiten zunächst auf das Gebiet bis zum Pegel Wolfshagen (575 km²) beschränkt werden, da dieser nicht durch Rückstau aus der Elbe beeinflusst ist. Bis zu diesem Pegel liegt auch ein Höhenmodell in einer besseren Auflösung vor, allerdings mit einer unerwünschten Überrepräsentierung der 10m-Niveaus in der Vertikalen (vgl. hierzu Kap. 3). Für Modellierungsarbeiten mit ARC/EGMO wurde das Gebiet - wie für die oben erwähnten Modellierungsarbeiten mit SWIM - nach der Karte des LUA Brandenburg relativ fein untergliedert, und zwar in insgesamt 64 Teileinzugsgebiete von 0.22 bis 33.33 km² Größe (Durchschnittsgröße 8.98 km²), die sich entsprechend der ebenfalls vom LUA bereitgestellten Karte des Fließgewässersystems ergeben.

3 Auswahl und Aufbereitung der räumlichen Grundlagendaten

Die Beschaffung und Aufarbeitung der für die Modellierung benötigten räumlichen und Zeitreihendaten (*Teilaufgabe A2*) ist für das Gebiet der Stepenitz abgeschlossen. Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die zur Zeit der Berichtserstellung verfügbaren räumlichen Grundlagenkarten. Diese wurden im Hinblick auf die geplante Anwendung von ARC/EGMO im Rahmen der Datenaufbereitung zur sog. “Elementarflächenkarte” (EFL-Karte) verschnitten, die die Basis für alle durchzuführenden Modellierungsarbeiten darstellt.

Überblick über die für die Stepenitz vorhandenen digitalen räumlichen Grundlagenkarten (Stand: Februar 1998)

Karte	Beschreibung	Quelle	Typ	Anmerkungen
Landnutzung	30 x 30 m	ESRI	Polygon	<ul style="list-style-type: none"> • im Norden durch die CORINE Landnutzungskarte ergänzt • insgesamt 20 Landnutzungsklassen
Bodenarten	Bodenübersichtskarte 1:1000000 (BUEK1000)	Bundesanstalt für Gewässerkunde und Rohstoffe (BGR)	Polygon	
Digitales Höhenmodell (DHM)	25 x 25 m	Landesumweltamt (LUA) Brandenburg	Raster	generiert aus einer 1:25.000 Karte anhand von 10m Isolinien
Grundwasserflurabstand	250 x 250 m	WASY GmbH, Berlin	Raster	insgesamt 12 Klassen
Teileinzugsgebiete		LUA	Polygon	
Fließgewässersystem		LUA	Line	

Als primäre Grundlage für die EFL-Karte diente die hoch aufgelöste Landnutzungskarte, die im ersten Bearbeitungsschritt mit der Bodenkarte verschnitten wurde. Den dadurch ausgewiesenen Flächen wurden anschließend die Informationen aus dem Höhenmodell (Höhen und Hangneigungen) sowie der Grundwasserflurabstandskarte als zusätzliche Attribute zugewiesen.

Die von der ESRI GmbH bereitgestellte **Landnutzungskarte** mit 30 x 30 m Auflösung weist für das Stepenitzgebiet insgesamt 20 verschiedene Landnutzungsklassen aus. Es dominiert die landwirtschaftliche Nutzung: Acker- und Weideland machen etwa 80% der Gesamtfläche aus. Bei der Bearbeitung wurde darauf geachtet, Linienstrukturen (wie z.B. Straßen oder Eisenbahnlinien) im Rahmen der Beseitigung von "Splitterpolygonen" nicht zu entfernen.

Als **Bodenkarte** diente die Bodenübersichtskarte 1:1.000.000 (BUEK1000) der BGR, die für Gesamtdeutschland 71 Bodeneinheiten in verschiedenen Horizonten ausweist, wovon in der Stepenitz insgesamt 10 vorkommen.

Das digitale Höhenmodell (**DHM**) hat eine relativ hohe horizontale Auflösung von 25 m. Da dieses Höhenmodell aber aus 10m-Höhenlinien (Maßstab 1:25.000) abgeleitet wurde und die Interpolation nicht gründlich genug erfolgte, sind die 10m-Niveaus in der Vertikalen deutlich überrepräsentiert. Dies bedeutet, daß die Ungenauigkeiten in der Vertikalauflösung die Simulationsergebnisse negativ beeinflussen dürften. Ähnliche Probleme bestehen auch beim Höhenmodell des Landesvermessungsamtes Brandenburg mit einer horizontalen Auflösung von 50 m. Erwähnt sei, daß die Verwendung des 30" Globaldatensatzes TOPO1000 (US Geological Survey, EROS Data Center) bei Modellierungen im Elbegebiet bestätigt hat, daß ein DHM mit einer horizontalen Auflösung von 1 km in keinem Fall für die Einzugsgebietsmodellierung ausreichend ist. Die unter Verwendung dieses Höhenmodells bereits früher durchgeführte Datenaufbereitung mußte deshalb nach Beschaffung des höher aufgelösten DHM erneut durchgeführt werden (**Teilaufgabe B2**). Angesichts der generellen Probleme ist zu überlegen, ob nicht das sehr hoch aufgelöste DHM MILGEO des Militärischen Geographischen Dienstes beschafft werden könnte, das eine horizontale Auflösung von ca. 33 m und eine Vertikalauflösung von 1 m aufweist.

Die Karte der **Grundwasserflurabstände** wurde im Hinblick auf die Anforderungen der geplanten detaillierten Modellierung nicht vorklassifiziert (wie z.B. für das Elbegebiet oder das Land Brandenburg in drei Klassen mit $< 1\text{m}$, $1\text{-}2\text{ m}$ und $> 2\text{ m}$ Flurabstand, vgl. Lahmer 1997), sondern in der gegebenen Auflösung in die Aufbereitungsoperationen einbezogen. Dieses Vorgehen ist insbesondere im Hinblick auf eine möglichst genaue Wiedergabe der Vegetationsdynamik wichtig, die maßgeblich über die Wurzeltiefen gesteuert wird (Erreichbarkeit des Grundwasserkapillarsaums).

Im Rahmen der Verschneidungen entstandene "Splitterpolygone" (Flächen $< 10.000\text{ m}^2$) wurden abschließend aus der EFL-Karte eliminiert. Davon ausgeschlossen wurden lediglich offene Gewässer wie Flüsse und Seen (wegen ihres hohen Verdunstungsbeitrages) sowie sämtliche in der Landnutzungskarte vorliegenden Linienstrukturen.

4 Aufbereitung der Zeitreihendaten

Untersuchungen in anderen Einzugsgebieten hatten gezeigt, daß die räumliche Verteilung der meteorologischen Eingangsparameter erheblichen Einfluß auf die Simulationsergebnisse haben kann (insbesondere bei der makroskaligen Modellierung) (Lahmer 1997). Deshalb sollen für die Wasserhaushaltsrechnungen im Stepenitzgebiet alle im Gebiet vorhandenen meteorologischen Informationen genutzt werden. Um eine hohe räumliche Differenzierung der meteorologischen Eingangsgrößen bei der Flächeninterpolation sicherzustellen, müssen sowohl innerhalb als auch außerhalb des Bearbeitungsgebietes Stationswerte bereitgestellt werden. Außerhalb des Gebietes liegende Stationen berücksichtigen dabei die besonderen Erfordernisse des verwendeten Interpolationsverfahrens (erweitertes Quadrantenverfahren, Pfützner et. al. 1997).

Zur Zeit der Berichterstellung lagen Zeitreihen für 7 Niederschlagsstationen im Einzugsgebiet vor. Neben diesen werden für die Simulationsrechnungen mindestens weitere 15 Stationen außerhalb des Gebietes berücksichtigt. Für die anderen meteorologischen Eingangsgrößen (mittlere Tagestemperatur, relative Luftfeuchtigkeit und Sonnenscheindauer) sollen bis zu 9 Klimahauptstationen verwendet werden, die alle außerhalb der Gebietsgrenzen liegen.

Die für die Simulationsrechnungen benötigten Zeitreihen von Tageswerten der wichtigsten meteorologischen Eingangsgrößen wurden vom DWD zur Verfügung gestellt. Die zur Modellvalidierung benötigten, an Pegeln gemessenen Durchflüsse wurden von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) und den für das Elbegebiet zuständigen Landesämtern und -behörden für Umwelt und Wasserwirtschaft bereitgestellt.

Alle für die Simulationen verwendeten meteorologischen und hydrologischen Zeitreihendaten liegen in der am PIK aufgebauten ORACLE-Datenbank vor, aus der sie über entsprechende Abfragen (SQL-Skripts) in einem auf die Anforderungen des jeweils verwendeten Modells zugeschnittenen Format extrahiert werden können.

5 Konzepte zur modelltechnischen Umsetzung

Grundlegende Voraussetzung zur Umsetzung der im Forschungsvorhaben definierten Teilziele sind allgemein anwendbare Modellierungssysteme für den Landschaftswasser- und -stoffhaushalt, mit deren Hilfe die Auswirkungen anthropogener Einflüsse in verschiedenen räumli-

chen Skalen untersucht werden können. Die dafür vorgesehenen und am PIK vorhandenen Modellsysteme ARC/EGMO (Pfützner et. al. 1997) und SWIM (Krysanova et al. 1996) sind prinzipiell geeignet (Becker & Behrendt 1998), müssen jedoch in ihren Anwendungsmöglichkeiten ggf. noch verbessert und speziell validiert werden.

Für die hier interessierenden Anwendungszwecke sind grundsätzlich nur solche Modelle geeignet, die die räumlichen Variabilitäten erfassen können, deren Parameter physikalisch interpretierbar sind (Modelleübertragbarkeit), die die natürlichen und anthropogen verursachten Änderungen berücksichtigen und die in mehreren räumlichen Maßstabsebenen angewendet werden können.

Das hydrologische Modellierungssystem ARC/EGMO hat seine Eignung für die meso- bis makroskalige hydrologische Modellierung bei Untersuchungen im Tieflandeinzugsgebiet der Oberen Stör in Schleswig-Holstein (Größe ca. 1.200 km²) (Lahmer et al. 1997, Becker & 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“ (Becker & Behrendt 1998) bewiesen. Im Rahmen der nun anstehenden, thematisch ausgedehnteren Untersuchungen ist das System noch weitergehend zu erproben und zu validieren, sowie ggf. weiterzuentwickeln.

6 Ausblick

Im Hinblick auf das Hauptziel der geplanten Untersuchungen - die Ermittlung der Auswirkungen von Landnutzungsänderungen - wurde mit grundlegenden Überlegungen zur Umsetzung (Erfassung) vorgegebener, erwarteter oder möglicher Landnutzungsänderungen in den einzusetzenden Modellsystemen begonnen, die kurz vor dem Abschluß stehen. Sie sollen auch die Einbindung von komplexen Wachstumsmodellen (Forst/Landwirtschaft) ermöglichen. Dabei wird angeknüpft an Konzepte, wie sie in der Vergangenheit bereits angewendet wurden, z.B. im Wasserhaushaltsmodell der TU Dresden (Münch 1996).

Auf der Basis der erstellten Datenbasis werden z.Z. erste Simulationsrechnungen und Modelltests im Gebiet der Stepenitz durchgeführt (*Teilaufgabe A3*). Dabei erfolgen in Kürze in Abstimmung mit dem LUA Brandenburg weitere Präzisierungen der anzuwendenden Flächendisaggregation- und -aggregationsschritte (*Teilaufgabe B3*). In diesen Abstimmungsgesprächen sollen gleichzeitig die Vorstellungen des LUA über die zu berücksichtigenden Landnutzungsänderungen erörtert und hinsichtlich ihrer technischen Umsetzbarkeit geprüft werden (*Teilaufgabe C1*). Aufbauend darauf wird das in Kapitel 6 erarbeitete Konzept präzisiert, das die Grundlage für die anschließenden Programmierarbeiten bilden soll.

7 Literaturhinweise

- Becker & Behrendt (1998). Auswirkungen der Landnutzung auf den Wasser- und Stoffhaushalt der Elbe und ihres Einzugsgebietes. Zwischenbericht, Januar 1998.
- Becker, A. und Lahmer, W. (1997). Abschlußbericht zum Forschungsvorhaben "Großskalige Hydrologische Modellierung" im Rahmen des Schwerpunktprogramms der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) "Regionalisierung in der Hydrologie".
- Bork (1997). Wasser- und Stoffrückhalt im Tiefland des Elbeeinzugsgebietes" (WaStor). Antrag an das BMBF.

- Krysanova, V., D.-I. 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., 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.
- Lahmer W. (1997). Erste flächendeckende Modellierung des Wasserhaushalts im deutschen Teil des Elbegebietes unter Anwendung neuer, großflächiger Aggregierungsprinzipien". Abschlußbericht an das Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, unveröffentlicht.
- Münch, A. (1996). AKWA-M, Wasserhaushaltsmodell Version 2.2. Programmdokumentation, Inst. Für Hydrologie und Meteorologie, Technische Universität Dresden.
- Pfützner B., Lahmer W. und Becker A. (1997). ARC/EGMO - Programmsystem zur GIS-gestützten hydrologischen Modellierung, überarbeitete Kurzdokumentation zur Version 2.0, unveröffentlicht.