



Büro für Angewandte Hydrologie Berlin

BMBF-Forschungsprojekt GLOWA "Integrierte Analyse der Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Umwelt und die Gesellschaft im Elbegebiet (GLOWA-Elbe)"

Einzelvorhaben: 2.10 und 3.5

Ermittlung des Wasserdargebotes im Großraum Berlin/Havel und in der Unstrut unter sich verändernden Bedingungen

innerhalb der Teilprojekte

2.3

Integrierte Wasserbewirtschaftung nach Menge und Güte im Großraum Berlin/Untere Havel unter den Bedingungen des globalen Wandels

3

Das Unstrutgebiet als Beispiel für einen durch intensive Landwirtschaft geprägten funktionalen Landschaftstyp im Mittelgebirgsvorland

SCHLUSSBERICHT

Auftragnehmer: Büro für Angewandte Hydrologie Kennzeichen:203021
Wollankstr. 117
13187 Berlin

Laufzeit des Auftrags: 01.05.2000 bis 30.04.2003

Berichtsautor: Dr. rer. nat. Bernd Pfützner

Berlin, den 31. Oktober 2003

I – Kurzdarstellung

1. Aufgabenstellung

Gegenstand dieses Vorhabens war es, unter Berücksichtigung von Klima- und Landnutzungsänderungen das quasi-natürliche Wasserdargebot in seiner räumlichen und zeitlichen Verteilung im Großraum Berlin zzgl. Haveleinzugsgebiet (TP 2.3) und in Teilgebieten der Unstrut (TP 3) zu ermitteln.

Damit sollten wichtige Impaktgrößen für die Teilprojekte

- SP 2 - Spree/Havel, TA 2.3 - Ballungsraum Berlin / Gesamtspreet / Havel und
- SP 3 - Unstrut

geliefert werden.

Innerhalb dieser beiden Teilvorhaben waren unterschiedliche Aufgaben zu erfüllen:

Wasserdargebotsermittlung für den Berliner Raum (VH 2.10)

Die Zielstellung der Arbeiten im Vorhaben 2.10 lag in der Ermittlung des Eigenwasserdargebotes im Berliner Raum unter Beachtung des gegebenen Entwicklungsrahmens, der definiert wurde über

- verschiedene trendbehaftete Klimaszenarien (Zeitraum 2000 bis 2055) und
- die Entwicklung des urbanen Großraumes Berlin, hier insbesondere hinsichtlich der Flächennutzung und der Versiegelung.

Für die Ermittlung des Eigenwasserdargebotes waren zeitlich und räumlich hochaufgelöste Wasserbilanzmodelle für den Berliner Raum und die Havel aufzubauen, die sensibel auf Klima- und Landnutzungsveränderungen reagieren.

Beiträge zum Wasser- und Stoffhaushaltsmodell für das Unstrutgebiet (VH 3.5)

Innerhalb des Teilprojekts Unstrut waren als Werkzeuge für die ökosystemaren Impaktanalysen in den vorgesehenen drei räumlichen Skalenebenen leistungsstarke Einzugsgebietsmodelle zu erarbeiten, mit denen die skalenspezifischen Gebietseigenschaften hinreichend genau abbildet werden können und die sensibel auf Klima- und Landnutzungsveränderungen reagieren.

Im Vorhaben VH 3.5 waren folgende, grundlegende Beiträge für die Erstellung dieser Modelle zu leisten:

- Entwicklung eines Ansatzes zur mesoskaligen Beschreibung der Retention in Oberflächengewässern bezüglich Wassermenge als Grundlage für die Modellierung von Stofftransportprozessen im Gewässernetz (Kooperation PIK)
- Untersuchung zur Häufigkeit und Dauer von hochwasserbedingten Überflutungen im Auenbereich der Unstrut (Kooperation PIK)

- Untersuchungen zur verbesserten Abbildung der komplexen Wechselbeziehungen zwischen Grundwasserneubildung/-zehrung und der Retentionswirkung von Feuchtflächen in den Auenbereichen bezüglich der Wassermenge in mesoskaligen Einzugsgebietsmodellen (Kooperation DGFZ, PIK)
- Entwicklung einer Schnittstelle des Modellsystems ArcEGMO zur effektiven Anbindung der vom SP „Klima und atmosphärische Prozesse“, abgeleiteten Klima- und Depositionsszenarien
- Implementierung der innerhalb des beantragten Projektes entwickelten Module zur Beschreibung des Stofftransportes in ArcEGMO (Kooperation PIK)

2. Voraussetzungen, unter denen der FE-Auftrag durchgeführt wurde

Wasserdargebotsermittlung für den Berliner Raum (VH 2.10)

Das geringe Wasserdargebot im Berliner Raum verschärft nicht nur das Güteproblem, auch mengenseitig muss die Wasserverfügbarkeit kritisch gesehen werden. Dies rührt einmal aus den durch die Sanierungsmaßnahmen in den Tagebaugebieten der Niederlausitz bedingten, schon jetzt geringen und in Zukunft phasenweise weiter absinkenden Zuflüssen, zum anderen auch aus einem zukünftig weiterhin angespannten Eigendargebot der Berliner Einzugsgebiete und der Zuflüsse aus der oberen Havel, verursacht durch Klimaänderungen und Veränderungen in der Landnutzung im urbanen Großraum Berlin.

Die wichtigsten Projektpartner für dieses Teilvorhaben waren:

- *Bundesanstalt für Gewässerkunde*
lieferte: Wassernutzungsdaten und Ergebnisse von Wasserhaushaltsuntersuchungen zur Verifizierung und Plausibilisierung der Niederschlag-Abfluss-Modelle
erhielt: Wasserdargebotsdaten für verschiedene Bilanzquerschnitte des Bewirtschaftungsmodells GRM für verschiedene Szenarien und Zeithorizonte
- *Potsdam Institut für Klimafolgenforschung*
lieferte: Klimaszenarien
erhielt: Ausgewählte Szenarienergebnisse aus ArcEGMO als Grundlage für die Bewertung
- *Freie Universität Berlin, Institut für Meteorologie*
lieferte: Klimaszenarien

Beiträge zum Wasser- und Stoffhaushaltsmodell für das Unstrutgebiet (VH 3.5)

Das Unstrutgebiet diente innerhalb des Projektverbundes GLOWA-ELBE als Beispielgebiet für den Übergangsbereich von Mittelgebirge und Mittelgebirgsvorlandbereich mit intensiver Landwirtschaft als Haupterwerbszweig der Region mit allen daraus resultierenden Problemen für die Umwelt.

Für die Untersuchungen im TP Unstrut wurde ein integrativer und interdisziplinärer Forschungsansatz entwickelt, der auf einem ausgewogenen Verhältnis von Wirtschaftsanalysen, Modellsimulationen, Messungen und Wirtschaftsprognosen beruht.

Grundlage für die Modellsimulationen war komplexes Flussgebietsmodell, für das im Einzelvorhaben 3.5 wichtige Beiträge mit programmtechnischen Entwicklungsarbeiten am Niederschlagsabflussmodell und bei der Kopplung des NA-Modells mit dem Grundwassermodell zu liefern waren.

Die wichtigsten Projektpartner für dieses Teilvorhaben waren:

- Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) mit Modellierung des einzugsgebietsbezogenen Wasser- und Stoffhaushalts sowie Teilprojektleitung und –koordination
- Dresdner Grundwasserforschungszentrum (DGFZ) mit der Erstellung des Grundwassermodells, Erfassung und Auswertung von Daten zur Parametrisierung des GW-Modells und programmtechnischen Entwicklungsarbeiten am Grundwassermodell zur Kopplung des Grundwassermodells mit dem NA-Modell
- Thüringer Landesanstalt für Landwirtschaft (TLL) mit Stofftransportuntersuchungen im Feldmaßstab und agrarökonomischen Berechnungen und Entwicklungen von Landnutzungszenarien

3. Planung und Ablauf des Auftrages

Planung und Ablauf der Projektarbeiten wurden im Verlaufe der Bearbeitung immer wieder neu abgeglichen.

Wasserdargebotsermittlung für den Berliner Raum (VH 2.10)

1. Jahr

- Datenaufbereitung, Aufbau und erste Verifizierung der NA-Modelle als Grundlage für die Dargebotsermittlung
- Durchführung erster Simulationsrechnungen für das Referenzklima und die derzeitige Landnutzung (Ist-Zustand ca. 1992) für obere Havel, Notte, Löcknitz, Fredersdorfer Fließ, Neuenhagener Fließ, Wuhle, Panke, Nordgraben und Tegeler Fließ
- Schaffung der programmtechnischen Grundlagen für eine effektive Verarbeitung der Klimaszenarien (Massendaten im GigaByte-Bereich, da ArcEGMO im Tagesschritt und hoher räumlicher Auflösung simuliert)

2. Jahr

- weitere Datenaufbereitungen mit präzisierten Landnutzungs- und Klimadaten, die durch das PIK in 2001 geliefert wurden, Aufbau und erneute Verifizierung der NA-Modelle als Grundlage für die Dargebotsermittlung
- Durchführung weiterer Simulationsrechnungen für das Referenzklima und die derzeitige Landnutzung (Ist-Zustand ca. 1992)
- Durchführung erster Simulationsrechnungen für ein vorab vom PIK bereitgestelltes Klimaänderungsszenario (linearer Trend, 1,5 K Temperaturänderung)

- Testung und Erweiterung der programmtechnischen Grundlagen für eine effektive Verarbeitung der Klimaszenarien (Massendaten im GigaByte-Bereich, da ArcEGMO im Tagesschritt und hoher räumlicher Auflösung simuliert)

3. Jahr

- Durchführung von Simulationsrechnungen zur Dargebotsermittlung für das Klimaänderungsszenario A1 (linearer Trend, 1,4 K Temperaturänderung) für obere Havel, Notte, Löcknitz, Fredersdorfer Fließ, Neuenhagener Fließ, Wuhle, Panke, Nordgraben und Tegeler Fließ
- Integration von Landnutzungsänderungen (Abbildung von Urbanisierungseffekten) für verschiedene Zeithorizonte (2010, 2015) für verschiedene Entwicklungsszenarien (A1, B2) in die Modelldatenbasis
- Durchführung von Simulationsrechnungen für die Landnutzungszustände 2010 und 2015 mit dem Klimaänderungsszenario A1 (linearer Trend, 1,4 K Temperaturänderung)
- Recherchen zur fundierten Berücksichtigung von einzelflächenbezogenen Maßnahmen zur Reduzierung des Regenwasserabflusses, dazu umfangreiche Kontakte zu Berliner Einrichtungen wie SenStadtUm und Berliner Wasserbetriebe
- Rechnungen zur Abschätzung der Auswirkungen von Maßnahmen zur Regenwasserbehandlung

Beiträge zum Wasser- und Stoffhaushaltsmodell für das Unstrutgebiet (VH 3.5)

In diesem Teilvorhaben waren Modifizierungen hinsichtlich der Zeitaufwendungen für die Arbeiten zur Kopplung mit dem Grundwassermodell notwendig, da diese wesentlich mehr Zeit in Anspruch genommen haben als ursprünglich geplant war. Auf Grund personeller Veränderungen im PIK wurde das ursprünglich vorgesehene Gesamtmodell nicht komplett fertiggestellt und somit auch nur partiell angewendet. Dies bedeutet für das VH 3.5, dass der Funktions- und Leistungsnachweis für Entwicklungsarbeiten, die der Qualifizierung des Gesamtmodells dienen, nicht in allen Fällen möglich war.

1. Jahr

- Systemanalyse Unstrutgebiet, Datenrecherchen, Datenaufbereitungen und –analysen
- Stakeholdergespräche zur wasserwirtschaftlichen Situation im Unstrutgebiet,
- Abstimmung der Schnittstellen zwischen Flussgebietsmodell Unstrut (auf Basis des hydrologischen Einzugsgebietsmodell ArcEGMO) und dem dynamischen Grundwasserleitermodell MODFLOW (VH 3.3),
- Die Kopplung des N-A-Modells mit dem Grundwassermodell erfolgt offline, indem zeitschrittweise Modellrechnungen mit jeweils einem Modell durchgeführt werden. Das Pre-Processing erfolgt jeweils innerhalb des Modelltools NA-Modell bzw. Grundwassermodell.
- Beginn der Programmierarbeiten zur Kopplung des Flussgebietsmodells mit GW-Modell

2. Jahr

- Weiterführung der Datenaufbereitungen und –analysen, vorrangig zur Integration
 - a. wasserwirtschaftlicher Anlagen (Speicher, Talsperren) und

- b. der Ergebnisse diverser durch Thüringer Landesbehörden beauftragter hydraulischer Untersuchung für die Unstrut in das Flussgebietsmodell (FGM).
 - o Schaffung der programmtechnischen Grundlagen für a) und b) und Weiterführung der Programmierarbeiten zur Kopplung des FGM mit GW-Modell
 - o Entwicklung und Implementierung einer Schnittstelle des Modellsystems ArcEGMO zu den Atmosphärenmodellen
- 3. Jahr
 - o Abschluss der Datenaufbereitungen und –analysen, vorrangig zur Integration
 - a. wasserwirtschaftlicher Anlagen (Speicher, Talsperren) und
 - b. der Ergebnisse diverser durch Thüringer Landesbehörden beauftragter hydraulischer Untersuchung für die Unstrut in das Flussgebietsmodell (FGM).
 - o Schaffung der programmtechnischen Grundlagen für a) und b) und Weiterführung der Programmierarbeiten zur Kopplung des FGM mit GW-Modell
 - o Entwicklung und Implementierung einer Schnittstelle des Modellsystems ArcEGMO zu den Atmosphärenmodellen

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand vor dem Vorhaben

Wasserdargebotsermittlung für den Berliner Raum (VH 2.10)

Als Werkzeug für die lt. Zielstellung vorgesehenen Untersuchungen stand das hydrologische Modellierungssystem ArcEGMO zur Verfügung. ArcEGMO hat seine Eignung für die mesoskalige hydrologische Modellierung, speziell die flächendifferenzierte Beschreibung des regionalen Wasserhaushaltes in mehreren Forschungsprojekten bewiesen. Eine ausführliche Beschreibung des Modells und seiner skalenübergreifenden Anwendungsmöglichkeiten ist unter www.arcegmo.de enthalten.

Beiträge zum Wasser- und Stoffhaushaltsmodell für das Unstrutgebiet (VH 3.5)

Das Ziel der Arbeiten innerhalb des TP Unstrut war u.a. die Entwicklung eines prognosefähigen gekoppelten Flussgebietsmodells, das für die Bearbeitung wasserwirtschaftlicher Fragestellungen von Flusseinzugsgebieten mit einer Größe von bis 5.000 km² handhabbar wird und die Prozesse der oberirdischen und unterirdischen Abflussbildung hinreichend genau abbildet.

Als Basissoftware für den Aufbau dieses Flussgebietsmodells bot sich ArcEGMO, gekoppelt mit einem Grundwassermodell, an, da ArcEGMO durch seinen modularen Aufbau die notwendigen Weiterentwicklungen zur

- Beschreibung des Stoffhaushaltes (Stickstoff und Kohlenstoff),
- Identifikation und Quantifizierung von Retentionsmechanismen auf den lateralen Fließwegen, insbesondere in Auen und Feuchtgebieten bzw. im Gewässernetz selbst gestattet.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Die enge Zusammenarbeit zwischen den Kooperationspartnern innerhalb der beiden Teilprojekte, in denen die VH 2.10 und 3.5 angesiedelt waren, sowie mit Fach- und Vollzugsbehörden in den Untersuchungsgebieten Berlin und Unstrut war wesentliche Voraussetzung für die Bearbeitung des Projektes.

Wasserdargebotsermittlung für den Berliner Raum (VH 2.10)

Die wichtigsten Kooperationspartner und ihre Leistungen sind nachstehend aufgelistet.

- Senatsverwaltung für Stadtentwicklung, Berlin
Hydrologische, Landnutzungs- und Wassernutzungsdaten und Informationen zur Stadtentwicklung, Vorgaben für Szenarien
- Berliner Wasserbetriebe
Daten von Wasserentnahmen der Wasserwerke und Einleitungen der Klärwerke sowie Überleitungen, Informationen zur geplanten Entwicklung
- Landesumweltamt Brandenburg
Hydrologische, Landnutzungs- und Wassernutzungsdaten und Informationen zur Entwicklung des Umlandes von Berlin

Beiträge zum Wasser- und Stoffhaushaltsmodell für das Unstrutgebiet (VH 3.5)

Die Teilnehmer des Teilprojektes wurden bis zu einem personellen Wechsel beim Teilprojektpartner PIK zentral koordiniert. Neben den unter 2. aufgeführten Partnern des Teilprojektes 3 wurde im Rahmen des Forschungsprojektes mit folgenden Stellen zusammen gearbeitet, die im Folgenden mit den entsprechenden Schwerpunkten der inhaltlichen Zusammenarbeit aufgelistet sind:

- Thüringer Landesanstalt für Umwelt und Geologie; Referat Wasser:
Hydrologische Daten, Profilvermessungen, Ergebnisse hydraulische Untersuchungen
- Staatliches Umweltamt Sondershausen, Ref. Oberflächenwasser:
Messstellen und Oberflächenwasserganglinien; Wasserfassungen und dazugehörige Mengenangaben, hydrologisch relevante Angaben zu den Speicherbecken, Gewässervermessungen
- Staatliches Umweltamt Erfurt, Ref. Oberflächenwasser:
Messstellen und Oberflächenwasserganglinien; Wasserfassungen und dazugehörige Mengenangaben, hydrologisch relevante Angaben zu den Speicherbecken, Gewässervermessungen

II. Eingehende Darstellung

Wasserdargebotsermittlung für den Berliner Raum (VH 2.10)

1. Erzielte Ergebnisse

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist dem Bericht zum Teilprojekt 2.3 „Ballungsraum Berlin / Untere Havel“ zu entnehmen. In dem Schlussbericht zum Vorhaben soll deshalb nur eine kurze Zusammenstellung der wesentlichen im BAH erzielten Ergebnisse erfolgen.

Anhand der Klimaszenarien A1 und B2 wurde die Entwicklung der Niederschläge und der potenziellen Verdunstung als wesentliche Randbedingung für das Wasserdargebot untersucht. Das Szenario A1 weist nur eine leichte, nicht signifikante Abnahme der Jahresniederschlagssummen auf. Die potentielle Jahresverdunstung nimmt dagegen stetig zu. Daraus ergibt sich eine deutliche Abnahme der jährlichen klimatischen Wasserbilanz. Für die potentielle Verdunstung gilt diese mittlere Tendenz für alle Teile des Untersuchungsgebietes, während für die Niederschläge größere regionale Unterschiede festgestellt wurden.

Das Klimaszenario B2 weist eine wesentlich höhere Dynamik der Jahreswerte der potenziellen Verdunstung und damit der energetischen Randbedingung für die Abflussbildung gegenüber A1 sowie eine leichte Zunahme des Niederschlages bei in etwa gleichbleibender Verdunstung gegenüber gleichbleibenden Niederschlägen und beträchtlich zunehmender Verdunstung in A1 auf.

Zur Ermittlung des Einflusses der Urbanisierung auf das Wasserdargebot wurde in den Szenarien A1 und B2 Annahmen zur Entwicklung der Wohn-, Gewerbe- und Verkehrsflächen begründet und lokalisiert.

Für das Untersuchungsgebiet konnten aus den Klimaszenarien jeweils 100 Realisierungen 2001 bis 2055 für die regional benötigten Stationen zur Berechnung des Wasserdargebots mit dem Niederschlags-Abfluss-Modell übernommen und mit den weiteren Szenario-Annahmen wie z.B. den zur Entwicklung der Urbanisierung verschnitten werden. Die Arbeiten mit dem Niederschlags-Abfluss-Modell lieferten analoge 100 Realisierungen des Wasserdargebots für die Teilgebiete des Untersuchungsraums, die in das Wasserbewirtschaftungsmodell einfließen.

Eine Tendenz zur Abflussabnahme ist bei beiden Klimaszenarien gegeben, wenn auch unterschiedlich stark ausgeprägt. Im Szenario A1 sinkt z.B. der mittlere Jahresabfluss der oberen Havel (Pegel Borgsdorf) gegenüber den derzeitigen Verhältnissen von 11,9 m³/s im Jahre 2003 auf 8,9 m³/s im Jahre 2052, d.h. um 29%. Für den Zeithorizont 2050 verringern sich die Mediane der mittleren Monatsabflüsse gegenüber dem Referenzzeitraum für alle zwölf Kalendermonate. Nach B2 sind zwar etwas höhere Winterabflüsse zu erwarten, die dann zu einem zeitlich verschobenen tieferen Jahres-Minimum erst im Herbst führen.

Der Einfluss der Bebauungsentwicklung auf das Wasserdargebot und die mittleren Abflussverhältnisse ist dagegen (maßstabsbedingt) relativ gering. Durch Maßnahmen zur

Regenwasserbehandlung können die geringfügigen Abflusserhöhungen, die sich auf Grund der zunehmenden Versiegelung ergeben, reduziert werden.

2. Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die genutzte Methodik zur Ermittlung des Wasserdargebotes kann auf das gesamte Havel- bzw. Elbegebiet angewendet werden.

Die Ergebnisse der Untersuchungen flossen in die Modelluntersuchungen der BfG mit ArcGRM GLOWA ein und stehen somit den betroffenen Behörden wie der Senatsverwaltung für Stadtentwicklung Berlin, dem Landesumweltamt Brandenburg und den Wasser- und Schifffahrtsämtern Berlin und Brandenburg zur eigenen Nutzung zur Verfügung (s. Verwertung der Ergebnisse im TP 2).

Im Ergebnis eines Workshops zu den Ergebnissen bekundeten die Entscheidungsträger und Stakeholder ihr Interesse an weiteren Szenarienuntersuchungen mit den eingesetzten Modellen ArcEGMO und ArcGRM GLOWA zur Klärung spezieller Fragen aus ihrem Verantwortungsbereich. Gleichzeitig bedauerten sie jedoch auch den Mangel an personellen und finanziellen Ressourcen zur qualifizierten Weiterführung der Arbeiten außerhalb des GLOWA-Projektes.

Die Erfahrungen bei der Dargebotsermittlung und Bewirtschaftungsmodellierung eines Ballungsgebietes können auf andere Ballungsgebiete, speziell der Elbe, angewendet werden.

3. Fortschritt auf dem Gebiet des Auftrages an anderen Stellen

Während der Bearbeitung wurde an keiner anderen Stelle versucht, das Wasserdargebot für die untersuchten Gebiete für verschiedene Entwicklungsszenarien (Klima, Landnutzung) zu ermitteln.

4. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Bisher wurden Teile der Forschungsergebnisse in folgenden Publikationen veröffentlicht:

Schriften:

- Ströbl, B., Wenzel, V. & B. **Pfützner** (2003): Simulation der Siedlungsflächenentwicklung als Teil des Globalen Wandels und ihr Einfluss auf den Wasserhaushalt im Großraum Berlin, PIK-Report Nr. 82, ISSN 1436-0179
- Rachimow, C., Eidner, R., Finke, W., Oppermann, R., **Pfützner**, B. und V. Wenzel: Integrierte Analyse der Auswirkungen des globalen Wandels auf die Wasserverfügbarkeit, die Gewässergüte und die Sozioökonomie in der Region Berlin/Spree und untere Havel. In: Die Elbe – neue Horizonte des Flussgebietsmanagements. 10 Magde-

burger Gewässerschutzseminar, Teubner Stuttgart, Leipzig, Wiesbaden, S. 345-348, 2002

- Rachimow, C., **Pfützner**, B. und W. Finke: Untersuchungen zum Einfluss des globalen Wandels in Klima und Gesellschaft auf Wasserdargebot und –verfügbarkeit im Großraum Berlin. BfG-Bericht 1387, September 2003
- Rachimow, C., **Pfützner**, B. und W. Finke: Wasserdargebot und Wasserverfügbarkeit im Großraum Berlin – Einfluss des globalen Wandels in Klima und Gesellschaft. BfG-Mitteilungen (2004)
- W. Finke, Rachimow, C. und B. **Pfützner**: Untersuchungen zu Wasserdargebot und Wasserverfügbarkeit im Ballungsraum Berlin im Rahmen des Verbundprojektes GLOWA Elbe. Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 2004

Poster:

- B. **Pfützner**, B. Ströbl, F.Voß (2003): Untersuchungen zu möglichen Entwicklungen des Wasserdargebotes im Großraum Berlin/Havel. Tag der Hydrologie, 20. – 21. März 2003, Freiburg
- B. **Pfützner** & B. Ströbl (2003): Untersuchungen zu möglichen Entwicklungen des Wasserdargebotes im Großraum Berlin/Havel. Ökologietage Brandenburg 2003, 5. – 6. Juni 2003, Potsdam

Beiträge zum Wasser- und Stoffhaushaltsmodell für das Unstrutgebiet (VH 3.5)

1. Erzielte Ergebnisse

Eine ausführliche Darstellung der Ergebnisse ist dem Bericht zum Teilprojekt 3 „Unstrut“ zu entnehmen. In dem Schlussbericht zum Vorhaben soll deshalb nur eine kurze Zusammenstellung der wesentlichen im BAH erzielten Ergebnisse erfolgen.

Für im Teilprojekt Unstrut vorgesehenen Impaktanalysen wurden Flussgebietsmodelle für die verschiedenen Untersuchungsräume erstellt. Der Modellaufbau und die Basisparametrisierung des Modells lag federführend beim PIK und wurde durch das BAH unterstützt.

Für die im PIK vorgenommenen Modulweiterentwicklungen

- PSCN (Plant-Soil-Carbon-Nitrogen Modul) zur Beschreibung der täglichen Abflussbildung in Verbindung mit dem Kohlenstoff/Stickstoffhaushalt des Systems Vegetation-Boden.
- Crop-Generator zur Abbildung komplexer Fruchtfolgezyklen (hier 40 gliedrig)

wurden durch das BAH die notwendigen, softwareseitigen Voraussetzungen zur Einbindung in ArcEGMO geschaffen.

Durch das BAH wurden folgende Teilleistung zur Modellentwicklung erbracht:

- Schaffung einer Schnittstelle zu Atmosphärenmodellen, indem das bisherige Datenmodell von ArcEGMO durch die Integration einer neuen Datenebene in der Raumauflösung der Atmosphärenmodelle erweitert wurde,
- Schaffung eines Moduls zur verbesserten Beschreibung der Gewässerretention auf der Basis des Kalinin-Miljukow-Ansatzes,
- Entwicklung eines Moduls zur Beschreibung der Talsperreneinflusses auf die wasserwirtschaftlich/hydrologischen Verhältnisse im Flussgebiet,
- Schaffung einer Softwarelösung zur Kopplung von ArcEGMO an MODFLOW, wobei der Datenaustausch über das vom DGFZ entwickelte Steuerprogramm CORRAM synchronisiert wird.

Zur Demonstration der Leistungsfähigkeit der entwickelten Modellansätze wurden verschiedene Modelluntersuchungen durchgeführt, die allerdings exemplarischer Natur waren, da statt des PSCN-Moduls die bisherigen EGMO-Ansätze verwendet wurden. Die Gründe dafür werden im gemeinsamen Endbericht dieses Projektes dargelegt.

Durchgeführt wurden Analysen:

- zur Gewässerretention, die zeigten wie sich Ausuferungshäufigkeiten unter geänderten klimatischen Randbedingungen verändern können und
- zur Entwicklung der Grundwasserneubildung und der Abflussverhältnisse im Gebiet und den daraus resultierenden Wahrscheinlichkeiten einer nicht mehr gesicherten Bedarfsdeckung bei Brauchwassertalsperren unter geänderten klimatischen Randbedingungen am Beispiel der Bewässerungswasserbereitstellung der TS Seebach.

So zeigten die vom PIK bereitgestellten Klimaszenarien anhand des mittleren Jahresganges der klimatischen Wasserbilanz für die Perioden 2018 bis 2022 und 2048 bis 2052 ein Absinken dieser für den Wasserhaushalt entscheidenden Randbedingung gegenüber der schon im derzeitigen Zustand (1981 bis 1996) angespannten Situation. Gleichzeitig ist damit eine starke Reduktion der Grundwasserneubildung insbesondere im Winterhalbjahr verbunden. Dies führt zu starken Abflussrückgängen in allen Monaten und einer weiteren Verschärfung der Niedrigwassersituation (s. Abbildung 1). In dieser Abbildung sind die Monatsmittelwerte mit ihren Eintrittswahrscheinlichkeiten dargestellt, die sich für die 100 Klimarealisierungen ergeben. Die stark gestauchte Form der Glockenkurve ist ein Maß für die Prognoseunsicherheit.

Dieses geringere Dargebot hat u.a. Einfluss auf die Bereitstellungssicherheiten von Trink- und Brauchwasser. Zur Abschätzung dieser Auswirkungen wurde die Talsperre Seebach mit ihrem derzeitigen Bewirtschaftungsplan in das Unstrutmodell integriert. Anschließend wurden Langzeitsimulationen mit den 100 Klimarealisierungen durchgeführt und für jeden Monat registriert, ob der volle Bewässerungsbedarf abgegeben werden kann und wie groß eventuelle Defizite sind. Die nachstehende Abbildung zeigt, dass die Wahrscheinlichkeit, die volle Beregnungswassermenge abzugeben, auf Werte zwischen 10 und 40 % sinkt. Die dabei auftretenden Defizite liegen allerdings nur zwischen 10 und 40 Tm³/Jahr, also bei ca. 5% des Bedarfs, was auf beträchtliche Möglichkeiten zur Verbesserung des Bewirtschaftungsregimes hindeutet.

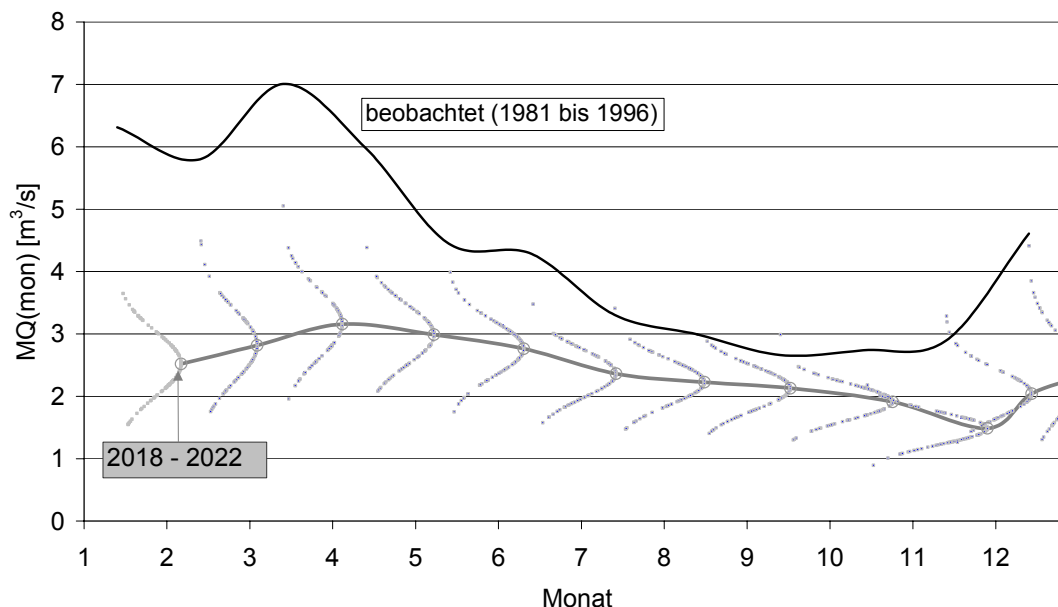


Abbildung 1: Mittlerer Abflussjahresgang am Pegel Nägelstedt für verschiedene Bezugsperioden

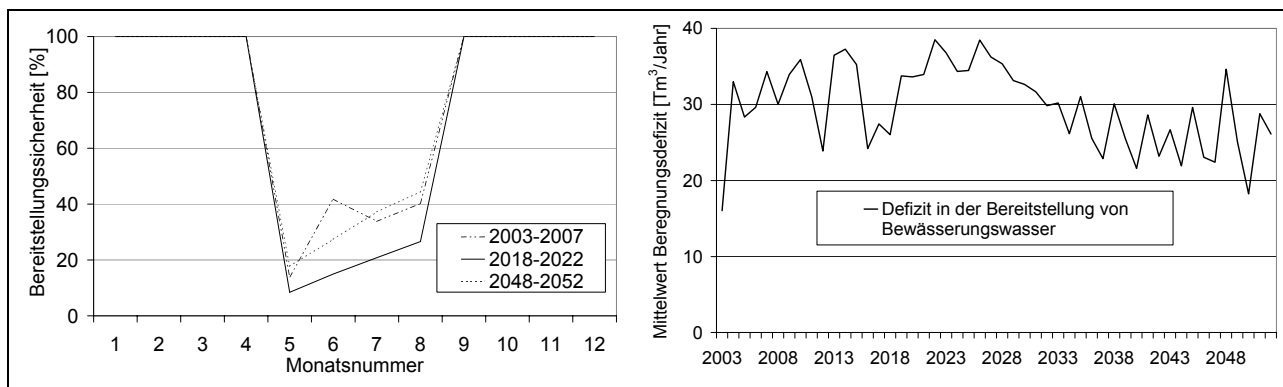


Abbildung 2: Mögliche künftige Defizite in der Nutzwasserbereitstellung am Beispiel der Talsperre Seebach

2. Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die entwickelte Methodik zur gekoppelten Modellierung der Oberflächen- und Grundwasserprozesse ist auf andere Gebiete übertragbar und bietet sich insbesondere zur Abschätzung der Auswirkungen des globalen Wandels auch Feuchtgebiete an.

So ist vorgesehen, in 2004 im Auftrage des Senats von Berlin für ein Feuchtgebiet im Nordosten Berlins gekoppelte Modelluntersuchungen vorzunehmen.

3. Fortschritt auf dem Gebiet des Auftrages an anderen Stellen

Während der Bearbeitung wurde an keiner anderen Stelle versucht, das Wasserdargebot für die untersuchten Gebiete für verschiedene Entwicklungsszenarien (Klima, Landnutzung) zu ermitteln.

4. Erfolge und geplante Veröffentlichungen

Bisher wurden Teile der Forschungsergebnisse in folgenden Publikationen veröffentlicht:

Schriften:

- **Pfützner**, B., Klöcking, B. (2003) : Hydrologische Modelluntersuchungen im Einzugsgebiet der Unstrut als eine wesentliche Grundlage für die Flussgebietsbewirtschaftung. Erfurter Geographische Studien, Bd. 11
- Klöcking, B., **Pfützner**, B., T. Sommer, Schmidt, C. (2002): Kopplung des Einzugsgebietsmodells ArcEGMO mit einem Grundwassermodell für die Simulation des Wasserhaushalts der oberen Unstrut. In: Wittenberg, H., M. Schöniger (Hrsg.) Wechselwirkung zwischen Grundwasserleitern und Oberflächengewässern, Forum für Hydrologie und Wasserbewirtschaftung 1 (ISBN 3-936514-22-4), 77-82.
- Klöcking, B., Ströbl, B., Knoblauch, S., Maier, U., **Pfützner**, B., Gericke, A. (2003): Development and allocation of land use scenarios in agriculture for hydrological impact studies. Physics and Chemistry of the Earth (accepted).
- Klöcking, B., Feige, H., Knoblauch, S., Sommer, Th., **Pfützner**, B. & Leinhos, S. (2002): Impact of Global Change on an Agricultural Region in the Mountain Forelands of Thuringia. In: GSF München (Hrsg.): GLOWA - German Programme on Global Change in the Hydrological Cycle, Status Report 2002, S. 22-24.
- Sommer, Th., B. Klöcking & B. **Pfützner** (2002): Aufbau eines Grundwassermodells im Einzugsgebiet der Unstrut und Kopplung an ein hydrologisches Flussgebietsmodell. In: „Grundwasserressourcen im Spannungsfeld zwischen Erschließung und Naturschutz.“ Fachtagung der FH-DGG, 9. – 11. Mai 2002, - Tagungsband, Schriftenreihe der Deutschen Geologischen Gesellschaft, H. 19 S. 25, Hannover 2002, ISBN 3-932537-19-X

Poster:

- Klöcking, B., H. Feige, S. Knoblauch, Th. Sommer, B. **Pfützner** & S. Leinhos (2002): Impact of Global Change on an agricultural region in the mountain if Thuringia. GLOWA-Statuskonferenz 3. – 5. Mai 2002, München. Download <Poster_TP3_Muenchen.pdf>: <http://elise.bafg.de/servlet/is/3517>
- H. Feige, B. Klöcking, S. Knoblauch, U. Maier, M. Müller, B. **Pfützner**, Th. Sommer (2002): Die Wirkung des Klimawandels auf den Wasser- und Stoffhaushalt im Unstrut-Einzugsgebiet. 9. Dresdner Grundwasserforschungstage 6. – 9. Oktober, Dresden, Download <GLOWA-Unstrut-Poster.pdf>: <http://elise.bafg.de/servlet/is/3517>

Weiterhin ist eine Publikation (Broschüre) unter Herausgabe des TMLNU zu den Ergebnissen des GLOWA-Projektes im Unstrutgebiet geplant

III. Erfolgskontrollbericht

1. Wissenschaftlich- technische Ergebnisse und Erfahrungen

Eine Zusammenfassung der wichtigsten Ergebnisse und Erfahrungen ist im Abschnitt II.1 zu finden

2. Erfindungen/Schutzrechtsanmeldungen

Es ergeben sich keine Schutzrechtsansprüche.

3. Wirtschaftliche Erfolgsaussichten

Es erfolgt keine Vermarktung der Ergebnisse. Die wirtschaftlichen Erfolgsaussichten beziehen sich vor allem auf Planungsvorhaben der Länder Berlin und Brandenburg und des Freistaates Thüringen. Im Ergebnis der Forschungsarbeiten sind dabei folgende Sachverhalte relevant:

- den mittel- und langfristigen Landes-Planungen kann ein wissenschaftlich begründeter Rahmen im Hinblick auf den zu erwartenden Wasserhaushalt gegeben werden,
- Flussgebiets- und Grundwassermodelle können als Planungshilfe genutzt werden.

4. Wissenschaftliche Erfolgsaussichten

Die wissenschaftlichen Erfolgsaussichten nach Projektende werden vor allem darin gesehen, dass die lateralen Abflüsse aus dem Einzugsgebiet und damit aus den Speisungsgebieten durch Kopplung des NA-Modells mit einem Grundwassermodell beschrieben werden und damit über den konzeptionellen Ansatz eines NA-Modells hinausgehen.

5. Wissenschaftliche Anschlussfähigkeit für eine nächste Phase

Eine Fortsetzung der Arbeiten in GLOWA II ist nicht vorgesehen. Dennoch wird für die Projektergebnisse vor allem eine wissenschaftliche Anschlussfähigkeit gesehen. Diese besteht in der weiteren Anwendung und dem Ausbau des hydrologischen Modellierungssystems ArcEGMO. Dies betrifft vor allem die Weiterentwicklung des PSCN-Moduls zur Abbildung Systems Vegetation-Boden, des Talsperrenbausteins und des Retentionsmoduls mit Anwendungen in verschiedenen, derzeit laufenden BMBF-Projekten zur Flussgebietsmanagement (Havel, Unstrut, Ems), aber auch die Nutzung des Kopplungs-Programms zur Verknüpfung von ArcEGMO mit einem Grundwassermodell.

6. Arbeiten, die zu keiner Lösung führten

Die im Antrag angebotenen Modelluntersuchungen (Berlin/Havel) und die vorrangig in der Teilvorhaben Unstrut vorgesehenen Modellentwicklungen wurden geleistet.

7. Präsentationsmöglichkeiten

Ein Abschluss-Workshop für das Teilprojekt Spree/Havel wurde im Juni 2003 mit allen Interessengruppen durchgeführt. Weitere Präsentationen finden innerhalb der geplanten Auswertungen des Gesamtprojektes GLOWA I statt.

8. Einhaltung der Kosten- und Zeitplanung

Die Einhaltung des Kostenplanes wurde durch einen einfachen Verwendungsnachweis gegenüber dem Auftraggeber nachgewiesen.

Der Zeitplan wurde, abgesehen von projektinternen zeitlichen Verschiebungen eingehalten.