

## ERFOLGSKONTROLLBERICHT

Zuwendungsempfänger: <b>Bundesanstalt für Gewässerkunde</b>	Förderkennzeichen: <b>01LW0314</b>
Vorhabensbezeichnung: Verbundvorhaben: Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbeinzugsgebiet – Risiken und Optionen (GLOWA Elbe II); Teilprojekt 9: Beeinflussung des Elbestroms durch Veränderungen in den Stoffeinträgen und der Wasserverfügbarkeit im Teileinzugsgebiet der Saale in Folge des globalen Wandels	
Bewilligungszeitraum: Teilprojekt 9: 01.11.2004 – 30.09.2007 Verbundvorhaben: 01.10.2004 – 30.09.2007	
Berichtszeitraum: 01.11.2004 - 30.09.2007	

### **1. Beitrag zu den förderpolitischen Zielen des Förderprogramms GLOWA**

In dem hier geförderten Projekt wurden die Auswirkungen des Globalen Wandels auf die Wasserverfügbarkeit und auf die Gewässergüte untersucht.

Als Grundlage für diese Untersuchungen wurden die Modelle WBalMo und QSim weiterentwickelt, die im Sinne der Ziele des Programms GLOWA des BMBF dabei helfen können, den Herausforderungen des Globalen Wandels zu begegnen. Gleichzeitig wurde und wird daran gearbeitet, diese Modelle an die Modelle der Projektpartner anzupassen, damit sie letztlich (im BMBF-Projekt GLOWA-Elbe III) in einem System zusammengeführt werden können, das eine Gesamtbetrachtung ermöglicht.

Die Wassermengenbewirtschaftung unter dem Einfluss des globalen Wandels wurde im Vorhaben III mit Hilfe von an der BfG entwickelten Modulen des Wasserbewirtschaftungsmodells WBalMo GLOWA Elbe simuliert.

Zur Simulation zukünftiger Szenarien der Gewässergüte wurden sowohl unterschiedliche mögliche Realisationen des Klimawandels als auch die Folgen veränderter Landnutzung auf ihre Wirkungen auf die Elbe hin untersucht. Anschließend wurden mögliche Maßnahmenprogramme zur Nährstoffreduktion daraufhin getestet, ob sie zu einer Erreichung des „guten ökologischen Zustandes“ der Elbe im Sinne der Wasserrahmenrichtlinie (WRRL) beitragen können. Mit dem Gewässergütemodell QSim steht nach Abschluss des Förderprogramms ein wirksames Mittel zur Beantwortung solcher Fragen zur Verfügung.

## **2. Wissenschaftlich-technische Ergebnisse und Erfahrungen**

### **A Wassermengenbewirtschaftung**

#### **2.1 Entwicklung von Wasserbewirtschaftungsmodellen für das Elbegebiet**

Im Rahmen des Vorhabens III „Konfliktbereich Oberflächenwasserverfügbarkeit“ wurden die Module der Wasserbewirtschaftungsmodelle Saale, Weiße Elster, Bode und Berlin für den Import in das WBalMo GLOWA-Elbe aufbereitet. Diese vier Wasserbewirtschaftungsmodelle waren von der BfG für Dienstaufgaben entwickelt oder genutzt worden. Grundlage waren die bereits für andere Aufgaben erarbeiteten Langfristbewirtschaftungsmodelle ArcGRM Saale und GRM Bode der BfG (BfG 2003), das WBalMo Berlin der BfG (BfG 2007B) sowie das WinLBM Weiße Elster des Regierungspräsidiums Leipzig. Die Wassernutzungsdaten und die Steuerregeln der Talsperren wurden nach Recherchen in den zuständigen Landesbehörden und bei einigen wassernutzenden Betrieben direkt aktualisiert. Dadurch wurde der Istzustand der Wassernutzung und -bewirtschaftung in den vier Gebieten erfasst. Außerdem wurden einige Informationen zu Vorstellungen der Landesbehörden zur Entwicklung des Wasserbedarfs eingeholt, die für die Parametrisierung der maßgeblichen Wassernutzungen wertvoll waren.

Für die Teilgebiete Saale, Bode und Weiße Elster wurden WBalMo-Module erzeugt, getestet und an DHI-WASY zur Implementierung in das WBalMo Elbe übergeben. Die Besonderheiten der Module wurden beschrieben, Schnittstellen zwischen den Modulen erarbeitet und für die Aufnahme in das WBalMo GLOWA Elbe vorgeschlagen.

#### **2.2 Weitere Tätigkeiten und Erfahrungen im Projekt**

Die Implementierung der vier Module der BfG in das WBalMo GLOWA Elbe erfolgte durch DHI-WASY. Die BfG begleitete die Implementierung durch spezielle Auskünfte über Details der Module und der Schnittstellen.

Der Stakeholder Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost beauftragte die BfG mit der Koordinierung der Beantwortung von Anfragen an die Wasser- und Schifffahrtsverwaltung des Bundes aus allen Vorhaben des Projektes. So führte die BfG für weitere WBalMo-Module die Recherche nach schifffahrtsrelevanten Wassernutzungsdaten wie Speisungs- und Entlastungswassermengen der Kanäle sowie Steuerregeln für Pumpwerke, Speicher und Überleitungen durch. Sie unterstützte DHI-WASY bei der Festlegung der Bilanzprofile. Außerdem übergab die BfG die Werte der Durchflüsse bei gleichwertigen Wasserständen (QGIW) sowie oberen Betriebswasserständen (QBW10) mit etwa 10-tägiger Überschreitungsdauer für die Elbe. Diese Werte wurden als Mindestabflüsse in die entsprechenden Module des WBalMo aufgenommen. Zur Vorbereitung der Interpretation der Ergebnisse der WBalMo-Rechnungen wurde der Einfluss von Durchfluss und Flussbettgestalt auf die verfügbare Wassertiefe für die Schifffahrt am Beispiel der frei fließenden Elbe dargestellt.

Die BfG unterstützte außerdem die Bearbeiter des Vorhabens II „Regionalisierung“ bei der Ermittlung von Schleusendaten und bei der Berechnung von Schleusenwassermengen.

## **B Gewässergütemodellierung**

### **2.3 Modellierung der Gewässergüte mit QSim**

Das Modell QSim erwies sich als gut geeignet, um die Gewässergüte der Elbe zu modellieren. Die Validierung zeigte, dass Abflussdynamik und Wassertemperatur im Modell gut abgebildet werden können. Auch die Chlorophyllkonzentrationen werden gut getroffen, zeitweise Abweichungen sind weitgehend auf fehlende Eingangswerte (beispielsweise für Zooplankton) aus dem Gütemonitoring der Länder zurückzuführen und lassen keine Regelmäßigkeit erkennen.

### **2.4 Klimabedingte Veränderungen der Gewässergüte**

Um die Bandbreite der möglichen Entwicklungen abzudecken, wurde eine trockene, eine mittlere und eine feuchte Klimarealisation betrachtet (ReaT, ReaM und ReaF), die von den Projektpartnern am Potsdam Institut für Klimafolgenforschung (PIK) zur Verfügung gestellt wurden. Die Güteentwicklung dieser Realisationen wurde mit einem Referenzzeitraum verglichen, der durch Mittelung der Messwerte der Jahre 1996 bis 2004 als mittlerer Jahresgang nachmodelliert worden war.

Die veränderten Klimabedingungen führen in der trockenen (ReaT) und mittleren Realisation (ReaM) zu einem verstärkten Phytoplanktonzuwachs auf der Fließstrecke. Besonders stark wirkt sich dies im mittleren Elbeabschnitt aus. So sind z.B. in Dommitzsch (Elbe-km 173) die Chlorophyllkonzentrationen von ReaT und ReaM deutlich höher als die der Referenz. Ursachen sind das gegenüber dem Referenzzeitraum verbesserte Lichtklima und die erhöhten Wassertemperaturen aufgrund von erhöhter Globalstrahlung. Dadurch verringert sich gegenüber der Referenz die Lichtlimitation der Algen und es wird eine höhere Wachstumsrate erreicht. Für ReaT wirkt sich zudem der im Vergleich zur Referenz deutlich niedrigere Abfluss aus, wodurch sich die Wasseraufenthaltszeit verlängert und dadurch mehr Zeit für das Phytoplanktonwachstum bleibt. Ein gegenläufiger Effekt tritt in der feuchten Realisation (ReaF) ein, in der die Abflüsse höher ausfallen als in der Referenz. Die größere Wassertiefe verschlechtert zudem das durchschnittliche Lichtklima in der Wassersäule und damit die Bedingungen für das Phytoplanktonwachstum.

In der unteren Mittelelbe nähern sich die Chlorophyllkonzentrationen von ReaT und ReaM wieder der Referenz an, da das Phytoplankton durch aufwachsendes Zooplankton reduziert wird. Die Zahl der wichtigsten Organismen des Zooplanktons (der Rotatorien) bei Schnackenburg liegt im Saisonmittel (April bis Oktober) in ReaM um etwa 40% und in ReaT sogar um 350% höher als in der Referenz. Dadurch wird die weiter stromauf gegenüber der Referenz noch stark erhöhte Chlorophyllkonzentration bei Schnackenburg deutlich gedämpft, liegt aber immer noch um 25-30% höher als in der

Referenz (Saisonmittel Referenz 136 µg Chl<sub>a</sub>/l, ReaT 184 µg Chl<sub>a</sub>/l, ReaM 170 µg Chl<sub>a</sub>/l). In ReaF liegt dagegen das Saisonmittel mit 87 µg Chl/l deutlich niedriger als in der Referenz.

Eine Zunahme der nährstoffbedingten Begrenzung der Phytoplanktonentwicklung zeigt sich nur in ReaT. Zunächst steigt in Dommitzsch die Nährstoffabhängigkeit Anfang Juli kurzfristig an, ist jedoch bis Elbe km 320 bereits wieder abgefallen, was auf Nachlieferung von Nährstoffen aus der Saale zurückzuführen ist. Eine längerfristige Nährstofflimitierung wird erst bei Schnackenburg wirksam, bedingt durch eine mangelnde Siliziumversorgung der Algenzellen.

## **2.5 Wirkung sozioökonomischer Veränderungen auf die Gewässergüte**

Mit den Modellen REGE, Landusescanner und RAUMIS wurden zwei Entwicklungsrahmen entsprechend den IPCC-Szenarien A1 und B2 auf das Elbeeinzugsgebiet angewendet, um die Spannweite möglicher sozioökonomischer Änderungen zu untersuchen. Zusätzlich wurden diese Entwicklungsrahmen mit den Bausteinen „unveränderte“ oder „verstärkte Umweltorientierung“ zu vier verschiedenen Baseline-Szenarien kombiniert. Die resultierenden Stoffeinträge wurden wiederum mit dem Stoffeintragsmodell MONERIS bilanziert. Die Ergebnisse der Projektpartner zeigen, dass diese möglichen sozioökonomischen Entwicklungspfade zu sehr ähnlichen Stoffeintragsituationen führen (PIK 2008). Sie sind somit für die Gewässergüte der Elbe von untergeordneter Bedeutung und es wurden für die vier Baseline-Szenarien keine getrennten Szenariorechnungen mit QSim durchgeführt.

## **2.6 Wirkung reduzierter Nährstoffeinträge auf die Gewässergüte**

Zur Untersuchung der Wirkung reduzierter Phosphoreinträge auf die Gewässergüte der Elbe wurden zwei Handlungsalternativen getestet, die jeweils auf die Klimarealisationen ReaM und ReaT angewendet wurden. Die Handlungsalternativen setzen sich aus Maßnahmen zum Erosionsschutz sowie zur Reduktion der Einträge aus Kläranlagen und Siedlungsflächen zusammen, wobei die zweite Handlungsalternative (redP2) höhere Anforderungen bezüglich der Eintragsreduktion des Phosphors stellt als die erste (redP). Nach den Modellergebnissen mit QSim wird mit der ersten Handlungsalternative (redP) im Unterlauf der Mittleren Elbe (Elbe-km 475) eine Gesamtphosphorkonzentration von 0,12 mg P/l erreicht (Saisonmittelwerte April – Oktober). Mit der zweiten Handlungsalternative (redP2) sinkt die Konzentration auf 0,08 mg P/l. Mit redP2 wird damit die Zielkonzentration von 0,09 mg P/l unterschritten, die nach WRRL als typspezifischer Orientierungswert für den „guten ökologischen Zustand“ der Elbe gilt.

Trotz der starken Absenkung der Phosphorkonzentrationen trat jedoch keine Limitierung der Phytoplanktonentwicklung durch P-Mangel ein. Damit ergab die Reduktion der P-Einträge nach den Handlungsoptionen redP und redP2 weder für ReaM noch für ReaT eine Verbesserung in der Wertstufe der Gewässergüte der Elbe nach WRRL, die für den „guten ökologischen Zustand“

maximal 52 µg Chl<sub>a</sub>/l fordert. Ursache ist die P-Speicherfähigkeit der Algen, die es dem Phytoplankton ermöglicht, über eine gewisse Zeit unabhängig von der niedrigen Außenkonzentrationen an gelöstem Phosphor weiterzuwachsen.

## **2.7 Weitere wissenschaftliche Erfahrungen aus dem Projekt**

Angeichts der Bandbreite möglicher klimatischer Entwicklungen sind aus den Szenariorechnungen orientierende Aussagen zu erwarten, die zwar keine spezifischen, jedoch typische Jahregänge abbilden können. Der modellhafte Ansatz beschränkt sich somit auf die Abbildung durchschnittlicher oder exemplarischer Gegebenheiten. Insgesamt kann resümiert werden, dass sich das Modell QSim mit den für die Anwendung auf die Elbe vorgenommenen Modelleinstellungen zur Abbildung der Transport- und Stoffumsatzprozesse auf der Fließstrecke eignet und die durchschnittliche Phytoplanktonentwicklung zufriedenstellend wiedergibt.

Natürlich ist die Qualität eines Modells abhängig von der Qualität der gemessenen Eingangsdaten. Ein Teil der Phytoplanktondynamik, die insbesondere auf Änderungen in der Zooplanktonpopulation zurückzuführen ist, kann aufgrund fehlender Eingangsdaten für Zooplankton nur bedingt validiert werden. Eine Erweiterung der bestehenden Messprogramme um die jahreszeitliche Entwicklung des Zooplanktons würde daher die Bedingungen für die Gewässergütemodellierung der Elbe deutlich verbessern.

In den Realisationsmodellierungen ReaT und ReaM bewirken die Klimaänderungen (erhöhte Globalstrahlung, erhöhte Temperatur und reduzierter Abfluss) eine erhöhte Bruttoprimärproduktion und damit einen deutlich erhöhten Biomassezuwachs des Phytoplanktons auf dem ersten Teil der Fließstrecke etwa bis Magdeburg. Im unteren Teil der Fließstrecke wird dieser Effekt durch einen erhöhten Grazingdruck und durch Selbstbeschattung der Algen weitgehend kompensiert. Dabei ist die Biomassezunahme in Schnackenburg gegenüber der Referenz im Verhältnis zur Änderung der klimatischen Einflussfaktoren bei ReaM, das als Perzentil 50-Realisation die höchste statistische Eintrittswahrscheinlichkeit hat, stärker als bei ReaT. Zu beachten ist jedoch, dass sich zwar die absolute Algenbiomasse in Schnackenburg im Saisonmittel gegenüber der Referenz nicht sehr stark ändert, aber der Sauerstoffhaushalt, da die durch Zooplankton entfernte Biomasse, von der ein großer Anteil kurzfristig wieder ausgeschieden wird, unter Sauerstoffverbrauch abgebaut wird. Dabei ist auch in gewissem Maße ein Recycling des Phosphors aus der Algenbiomasse denkbar.

## **2.8 Prognosefähigkeit der Modellrechnungen mit QSim**

Grundsätzlich ist für die Interpretation der Modellergebnisse aus QSim zu berücksichtigen, dass die vorgenommene Extrapolation in die Zukunft keine Variation der bestehenden Prozessgrößen berücksichtigt. Die Modelleinstellungen wurden am Status quo validiert und sind nicht ohne weiteres anwendbar, wenn sich die ökologischen Randbedingungen ändern. Beispielsweise kann eine mögliche Verschiebung des Artenspektrums infolge der klimatischen Veränderungen auch veränderte Wachstumsraten und Temperatur-

optima der Phyto- und Zooplanktongemeinschaft bedingen und damit zu abweichenden Entwicklungen der Gewässergüte führen. Zudem sind Verschiebungen in der Nahrungsnetzstruktur denkbar. Beispielsweise könnten sich größerer Muschelpopulationen etablieren, die aufgrund ihrer Filtrierleistung die ökologischen Prozesse und Stoffflüsse in der Elbe verändern und die Phytoplanktonentwicklung beeinflussen würden.

Weiterhin ist zu berücksichtigen, dass veränderte Bedingungen im Einzugsgebiet und in den Nebenflüssen dazu führen könnten, dass sich die Chlorophyllkonzentrationen am oberen Modellrand und den mündenden Zuflüssen ändern, was wiederum die im Unterlauf resultierenden Chlorophyllwerte beeinflussen könnte. So können z.B. veränderte Wassertemperatur, Abflusssituation und Nährstoffkonzentration Veränderungen der eingehenden Chlorophyllkonzentrationen hervorrufen. Reduzierte Chlorophylleingangswerte könnten aus einer Nährstofflimitierung im Oberlauf der Elbe und ihrer Nebengewässer resultieren.

## **2.9 Zusammenfassung und Schlussfolgerungen**

Die Modellergebnisse zeigen also, dass zukünftig unter den angenommenen Klimaänderungen bei gleich bleibenden Stoffeinträgen mit einer deutlichen Zunahme der mittleren Chlorophyllkonzentration im Bereich Dommitzsch und einer leichten Zunahme im Bereich Schnackenburg zu rechnen ist. Dies ist unabhängig von der sozioökonomischen Entwicklung, da die untersuchten Entwicklungspfade nur zu minimalen Unterschieden in den Stoffeinträgen führen. Diese Aussage beschreibt einen durchschnittlichen Trend. Die jahresspezifische Entwicklung wird, wie im Referenzzeitraum auch, eine deutliche Dynamik aufweisen, zumal, wie die Unterschiede zwischen ReaT und ReaF zeigen, in der klimatischen Entwicklung eine erhebliche Schwankungsbreite möglich ist.

Die Reduzierung der P-Einträge in den unterschiedlichen Handlungsoptionen zeigte in den Modellläufen kaum Auswirkungen auf die in der unteren Mittel-elbe resultierenden Chlorophyllkonzentrationen, da es trotz z. T. drastischer Absenkung der Phosphorkonzentration nicht zu einer P-Limitierung des Phytoplanktons kam. Allerdings geben die Modellläufe nur mittlere Bedingungen wieder. Generell ist zu erwarten, dass sich bei reduzierten P-Einträgen die Wahrscheinlichkeit hoher Chlorophyllmaxima verringert. Jedoch erscheint nach den Modellergebnissen eine Reduktion des Chlorophyllniveaus auf  $52 \mu\text{g/l}$ , womit die Obergrenze des guten ökologischen Zustandes für die Elbe nach WRRL definiert wird, auch dann nicht wahrscheinlich, wenn der Orientierungswert für Gesamtphosphor von  $0,09 \text{ mg/l}$  eingehalten werden würde.

Angesichts des großen Wachstumspotenzials für das Phytoplankton in der Elbe ist die Reduktion von Nährstoffeinträgen in den Oberläufen besonders wichtig, da hier die Basis für die Algenentwicklung gelegt wird. Wenn die eingehenden Chlorophyllmengen deutlich reduziert werden können, ist am ehesten ein Effekt auch im Unterlauf der Elbe zu erwarten.

### **3. Fortschreibung des Verwertungsplans.**

Ergebnisse des Teilprojekts 9, aber auch des Gesamtprojekts werden direkt für Aufgaben der BfG sowie für weiterführende Entwicklungen und für nationale und internationale Forschungs Kooperationen genutzt.

#### **3.1 Wassermengenbewirtschaftung**

So wurden im Vorhaben II „Regionalisierung“ Gebietsmittel von Klimagrößen 1951 bis 2003 berechnet. Diese wurden für die Untersuchung des Langzeitverhaltens von Niedrigwasserkenngrößen in den Einzugsgebieten von Havel und Saale verwendet, um den Vergleich zwischen dem Verlauf der Klimagrößen und des Niedrigwassers durchführen zu können (Bfg 2007a, Bfg 2007c). Ergebnisse der Szenariorechnungen mit dem WBalMo werden im Auftrag der Wasser- und Schifffahrtsdirektion Ost für die Überarbeitung der gleichwertigen Wasserstände der Elbe herangezogen.

Die im Verwertungsplan vorgesehene Nutzung des WBalMo GLOWA Elbe durch die BfG kann bereits präzisiert werden. Vorgesehen sind WBalMo-Rechnungen im Rahmen des Projektes KLIWAS (Auswirkungen des Klimawandels auf die Wasserstraßen und Handlungsoptionen für Wirtschaft und Binnenschifffahrt, [www.kliwas.de](http://www.kliwas.de)) des BMVBS. Das Projekt wird von der BfG koordiniert.

#### **3.2 Gewässergütemodellierung**

Die Arbeit im Teilprojekt 9 hat wesentliche Verbesserungen des Gewässergütemodells QSim der BfG bewirkt. Insbesondere wurde der Phytoplanktonbaustein des Modells verbessert, indem die zweistufige Nährstoffaufnahme nach DROOP berücksichtigt wurde. Dies hat eine bessere Abbildung der gewässerinternen Prozesse zur Folge. Außerdem konnte im Rahmen des Projekts die Oberfläche von QSim benutzerfreundlicher gestaltet werden.

Das verbesserte Gütemodell (QSim, Version 11) wird an der BfG vielfältig genutzt, z.B. zur Untersuchung des Sauerstoffhaushalts staugeregelter Fließgewässer (Saar) und zur Gütemodellierung des geplanten Schleusenkanals Tornitz an der Saale. QSim erfährt derzeit eine verstärkte Nachfrage aus Landesbehörden. So werden beispielsweise vom Hessischen Landesamt für Umwelt und Geologie mit QSim Temperaturmodellierungen am Main vorgenommen. Das Bayerische Landesamt für Wasserwirtschaft nutzt QSim für Temperaturmodellierungen an der Donau. Im Auftrag der Senatsverwaltung für Gesundheit, Umwelt und Verbraucherschutz des Landes Berlin werden Prognosemodelle für den Stoff- und Wärmehaushalt des Berliner Gewässernetzes erarbeitet.

Weitere Innovationsschritte sind geplant. Aktuell wird ein zweidimensionales Modell zur Gütemodellierung in Tidegewässern entwickelt. Parallel läuft die Entwicklung eines Denitrifikationsbausteins, mit dem der Stickstoffumsatz im Gewässer und in den Sedimenten beschrieben werden sollen. In der Kombination können damit zukünftigen Nährstoffbelastungen der Küstengewässer besser abgeschätzt und Hinweise für die Maßnahmenprogramme der Länder

zur Umsetzung der WRRL gegeben werden. Außerdem wird derzeit wird in Zusammenarbeit mit dem staatlichen Umweltamt Gera am Beispiel des Erlbachs eine Anwendung für kleine Fließgewässer erprobt.

Es ergaben sich während der Projektlaufzeit mehrere nationale und internationale wissenschaftliche Kooperationen. An der Universität zu Köln, Arbeitsgruppe allgemeine Ökologie und Limnologie, erarbeitet ein Stipendiat der Deutschen Bundesstiftung Umwelt derzeit ein Modul für QSim zur Modellierung der benthischen Filtration durch Protozoen. Mit dem Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei wird im BMBF-Projekt Presto-Catch (FKZ 01SF0710) zum Thema Stickstoffrückhalt in Fließgewässern kooperiert. Eine weitere Kooperation zur Anwendung von QSim an der tschechischen Elbe wird zurzeit mit dem Masaryk Institut für Gewässerforschung in Prag begonnen.

#### **4. Arbeiten, die zu keiner Lösung geführt haben**

Keine

#### **5. Präsentationsmöglichkeiten für mögliche Nutzer**

Die im Rahmen von TP 9 weiterentwickelten Modelle WBalMo und QSim werden vielfach angewendet, auch außerhalb der BfG (s.o.). Die wissenschaftlichen Ergebnisse wurden und werden auf zahlreichen Fachkonferenzen und Workshops präsentiert.

#### **6. Ausgaben- und Zeitplanung.**

Ausgaben- und Zeitplanung wurden eingehalten

#### **7. Literatur**

##### **Zitierte Literatur**

BfG (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE) (2003): Aktualisierung des Wasserbewirtschaftungsmodells GRM Saale und Variantenrechnungen 2000 bis 2020. Bearbeiter: Finke W, Dornblut I, Haunschild A, Jankiewicz P & Krause S. BfG-Bericht 1364, Berlin

BfG (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE) (2007a): Untersuchungen des Langzeitverhaltens der Niedrigwasserabflüsse im Saalegebiet. Bearbeiter: Finke W & Krause S. BfG-Bericht 1536, Koblenz

BfG (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE) (2007b): Wasserwirtschaftliche Verhältnisse des Projektes 17 für den Bereich des WNA Berlin – 5. Fassung. Bearbeiter: Finke W, Krause S, Oppermann R & Klüssendorf-Mediger J. BfG-Bericht 1560, Koblenz

BfG (BUNDESANSTALT FÜR GEWÄSSERKUNDE) (2007c): Untersuchungen des Langzeitverhaltens der Niedrigwasserabflüsse im Havelgebiet. Bearbeiter: Finke W & Krause S. BfG-Bericht 1561, Koblenz

PIK (POTSDAM INSTITUT FÜR KLIMAFOLGENFORSCHUNG) (2008): Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet - Risiken und Optionen. Schlussbericht zum BMBF-Vorhaben GLOWA-Elbe II

### **Weitere im Zusammenhang mit dem Projekt GLOWA-Elbe II entstandene Publikationen**

DEUTSCH B, VOSS M & FISCHER H (eingereicht): Nitrogen transformation processes in the free-flowing German part of the Elbe River: distinguishing between assimilation and denitrification by means of stable isotope ratios in nitrate

QUIEL K, FISCHER H, KIRCHESCH V, BECKER A & SCHÖL A (2008) Einfluss des globalen Wandels auf Phytoplankton und Nährstoffkonzentration in der Elbe. In: Wirkungen des globalen Wandels auf den Wasserkreislauf im Elbegebiet - Risiken und Optionen. Schlussbericht zum BMBF-Vorhaben GLOWA-Elbe II, Kapitel 4.3, im Druck

QUIEL K, FISCHER H, KIRCHESCH V & SCHÖL A (2008) Modellierung der Auswirkungen des Klimawandels auf die Gewässergüte der Elbe. In: Deutsche Gesellschaft für Limnologie (Hrsg.): Tagungsbericht 2007 (Münster), im Druck

FINKE W (2007)\* At site and regional Indices of low flow and drought periods. Book of Abstracts – Workshop "Low flows and droughts" Würzburg 25 and 26 September 2007, 19-26.

FISCHER H, KIRCHESCH V, QUIEL K & SCHÖL A (2007) Auswirkung von Klima- und Landnutzungsänderungen auf die Gewässergüte der Elbe – Simulationen mit dem Gewässergütemodell QSim. Forum Hydrologie und Wasserbewirtschaftung, 20.07 (Band 2), 103-106

WILCZEK S, WÖRNER U, PUSCH MT & FISCHER H (2007)\* Role of suspended particles for extracellular enzyme activity and biotic control of pelagic bacterial populations in a large lowland river. *Fundamental and Applied Limnology/Archiv für Hydrobiologie* 169, 153-168

FINKE W & KRAUSE S. (2006)\* Wahrscheinlichkeitsverteilungen von Niedrigwasserkenngößen, Untersuchungen an Durchflussreihen des Havelgebietes und der Elbe. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 50, 133-141.

MÜLLER A & FINKE W (2006)\* Niedrigwassermanagement im Berliner Gewässersystem – Auswirkungen einer potenziellen Oderwasserüberleitung auf die Gewässerbeschaffenheit. *Limnologie aktuell* 12, 229-249.

PUSCH M & FISCHER H (Hrsg.) (2006)\* Stoffdynamik und Habitatstruktur in der Elbe. – Konzepte für die nachhaltige Entwicklung einer Flusslandschaft. Weißensee Verlag, Berlin, 385 S

FINKE W & KRAUSE S (2005)\* Langzeitverhalten von Niedrigwasserkenngößen von Pegeln des Havelinzugsgebietes und der Elbe. *Hydrologie und Wasserbewirtschaftung* 49, 248-254.

FISCHER H, KLOEP F, WILCZEK S & PUSCH MT (2005)\* A river's liver - microbial processes in the hyporheic zone of a large lowland river. *Biogeochemistry* 76, 349-371

LINDENSCHMIDT K-E, SCHÖL A & CHRISTOFFELS E (2005)\* Vorschläge zur Verbesserung der Erhebung von Messdaten für aussagekräftige Modellierungen der biologischen und chemisch-physikalischen Gewässerbeschaffenheit der Fließgewässer. *gwf-Wasser/Abwasser* 146, 740-759

\*Die gekennzeichneten Publikationen entstanden weitgehend mit Hilfe anderer Fördermittel (zum Teil des BMBF), sind aber zu GLOWA-II themenverwandt und wurden von GLOWA-II Mitarbeitern im Projektförderzeitraum fertig gestellt.