

Conference Paper, Published Version

**Lange, Klaus-Peter; Kranich, Johannes; Hesse, Norbert**

## **Die Anwendung des Fließgewässergütemodells FGSM des ATV für die Gestaltung von städtischen Gewässern am Beispiel des Leipziger Gewässerknotens als Grundlage für ein integriertes Gewässerkonzept**

Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen

Zur Verfügung gestellt in Kooperation mit/Provided in Cooperation with:

**Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik**

---

Verfügbar unter/Available at: <https://hdl.handle.net/20.500.11970/103953>

Vorgeschlagene Zitierweise/Suggested citation:

Lange, Klaus-Peter; Kranich, Johannes; Hesse, Norbert (2003): Die Anwendung des Fließgewässergütemodells FGSM des ATV für die Gestaltung von städtischen Gewässern am Beispiel des Leipziger Gewässerknotens als Grundlage für ein integriertes Gewässerkonzept. In: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik (Hg.): Gewässer in der Stadt. Dresdner Wasserbauliche Mitteilungen 24. Dresden: Technische Universität Dresden, Institut für Wasserbau und technische Hydromechanik. S. 81-95.

### **Standardnutzungsbedingungen/Terms of Use:**

Die Dokumente in HENRY stehen unter der Creative Commons Lizenz CC BY 4.0, sofern keine abweichenden Nutzungsbedingungen getroffen wurden. Damit ist sowohl die kommerzielle Nutzung als auch das Teilen, die Weiterbearbeitung und Speicherung erlaubt. Das Verwenden und das Bearbeiten stehen unter der Bedingung der Namensnennung. Im Einzelfall kann eine restriktivere Lizenz gelten; dann gelten abweichend von den obigen Nutzungsbedingungen die in der dort genannten Lizenz gewährten Nutzungsrechte.

Documents in HENRY are made available under the Creative Commons License CC BY 4.0, if no other license is applicable. Under CC BY 4.0 commercial use and sharing, remixing, transforming, and building upon the material of the work is permitted. In some cases a different, more restrictive license may apply; if applicable the terms of the restrictive license will be binding.





Wasserbaukolloquium 2003  
„Gewässer in der Stadt“

## **Die Anwendung des Fließgewässergütemodells FGSM des ATV für die Gestaltung von städtischen Gewässern am Beispiel des Leipziger Gewässerknotens als Grundlage für ein integriertes Gewässerkonzept**

Dr. rer.nat. Klaus-Peter Lange\*  
Dipl.-Biol. Johannes Kranich\*  
Dr. rer.nat. Norbert Hesse\*

### **1 Charakterisierung der Situation**

Die Weiße Elster unterliegt gegenwärtig und zukünftig einer im Vergleich zu anderen Flusseinzugsgebieten besonders intensiven Nutzung durch Wasserentnahmen und punktuelle sowie diffuse Belastungen.

Das Ziel einer langfristigen Entwicklung und Sicherung eines „guten ökologischen Zustandes“ dieses Gewässersystems gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie ist bei gleichzeitiger Berücksichtigung und Steuerung der bereits gegenwärtig begonnenen und zukünftigen Veränderungen durch

- die Umgestaltung der wasserwirtschaftlichen Verhältnisse durch den Sanierungsbergbau (LMBV) und die Weiterführung der Braunkohlenförderung (MIBRAG),
- die Sanierung der WISMUT
- die weitere Entwicklung bzw. Revitalisierung der industriellen Ansiedlung
- die Entwicklung der kommunalen Infrastruktur

mit Hilfe einer gezielten Bewirtschaftung erreichbar.

Hierzu ist ein länderübergreifender Bewirtschaftungsplan gemäß EU-Wasserrahmenrichtlinie erforderlich, für den mit dem vorliegendem Gutachten für den Flussabschnitt von Zeitz bis zur Mündung in die Saale wesentliche Grundlagen geschaffen wurden. Dieser Bewirtschaftungsplan sollte das gesamte Einzugsgebiet der Weißen Elster mit Schwerpunkt der Fließstrecke zwischen Plauen und der Mündung in die Saale sowie unter Einbeziehung der wesentlichen Speicher umfassen.

Seit Mitte der 90iger Jahre werden im Auftrag des Staatlichen Umweltfachamts Leipzig und der Landestalsperrenverwaltung des Freistaats Sachsen, Talsperrenmeisterei Untere Pleiße Untersuchungen durchgeführt, um wasserwirtschaftliche und wasserbauliche Probleme in dem sächsischen Teileinzugsgebiet der Weißen Elster zu lösen.

Ein wesentliches Ergebnis des Gutachtens zur Bewirtschaftung der Weißen Elster im Bereich von Zeitz bis zur Mündung in die Saale (Uhlmann et al. 2002) war, dass die Notwendigkeit besteht, den Leipziger Gewässerknoten so umzugestalten, dass der ökologische Zustand verbessert, eine Durchgängigkeit für Geschiebe, Sedimente und Organismen erreicht und die Selbstreinigungskapazität erhöht wird. Die Lösung dieses Problems ist nur bei gleichzeitiger Betrachtung von Wassermenge und -beschaffenheit sowie den hierzu gehörenden wasserbaulichen Anlagen möglich. Die gleichzeitig durch die Stadt Leipzig vornehmlich aus Gründen des Städtebaus und der Entwicklung des Wassersports und Tourismus durchgeführten Aktivitäten zur Öffnung des Pleißemühlgrabens und des Elstermühlgrabens erforderten, diese Ausbauvorstellungen in das Gesamtkonzept für die Entwicklung des Gewässersystems der Weißen Elster zu integrieren und notwendige Randbedingungen speziell für die Offenlegung des Elstermühlgrabens abzuleiten.

Die Hochwasserereignisse im August 2002 haben dazu geführt, diese Vorstellungen auch unter dem Aspekt des Hochwasserschutzes zu überprüfen und anzupassen. Aus diesem Grund wurde im Jahr 2002 eine Studie zur Auslegung und Steuerung des Leipziger Gewässerknotens gemeinsam vom Institut für Wasserbau und Technische Hydrodynamik und ECOSYSTEM SAXONIA GmbH erarbeitet. Die komplexe Struktur des Leipziger Gewässerknotens und Ergebnisse werden im Beitrag von Bobbe, Horlacher und Möricke (2003) in diesem Kolloquium dargestellt. In diesem Beitrag wird der Schwerpunkt auf methodische Erfahrungen zur Lösung der aus den unterschiedlichen Nutzungsanforderungen entstehenden Konfliktpotentiale für die Gestaltung städtischer Fließgewässerabschnitte gelegt.

## **2 Konfliktpotentiale der Nutzungsanforderungen**

Für den Leipziger Gewässerknoten sind folgende Rahmenbedingungen und Anforderungen zu berücksichtigen:

- Sicherung des Hochwasserschutzes,
- EU-Wasserrahmenrichtlinie: Herstellung und Sicherung eines guten ökologischen Zustands, Herstellung der Durchgängigkeit für die Weiße Elster, Pleiße und Parthe,

- städtebauliche Gesichtspunkte insbesondere zum Erhalt der Wasserfläche des Elsterbeckens,
- Gestaltung des Leipziger Gewässerknotens unter dem Aspekt der Konzeption zu Olympia und der Fußballweltmeisterschaft 2006,
- Tourismus/Wassertourismus.

Zukünftig werden die wasserwirtschaftlichen Verhältnisse im Gesamtsystem der Weißen Elster und Ihrer Nebenflüsse durch folgende Schwerpunkte geprägt:

- Entwicklung der Industriestandorte Böhlen (BSL) und Raum Zeit (deutliche Erhöhung des Wasserbedarfs und punktuelle Belastungserhöhung),
- Sanierungsbergbau Braunkohle und WISMUT (Änderungen im Wasserhaushalt und Sulfatbelastung),
- Steuerung des veränderten Wasserdargebots und mögliche Klimaveränderungen (Zunahme von Extremereignissen wie Hoch- und Niedrigwasser).

Für den Bereich des Leipziger Gewässerknotens sind die sich daraus ergebenden Konfliktpotentiale in der folgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1      Konfliktpotentiale aus den unterschiedlichen Nutzungsanforderungen auf die Gestaltung der Fließgewässerabschnitte im Leipziger Gewässerknoten

Nutzungsanforderung	
Hochwasserschutz	Sicherung eines freien Abflussquerschnitts für HQ 100 bis HQ150 bei möglichst niedrigem Wasserspiegel und Fließgeschwindigkeiten < 1,5 m/s,  Vermeidung von die Hochwassersicherheit beeinträchtigenden Sedimentablagerungen
Entwicklung eines guten ökologischen Zustands	Flussprofil auf den mittleren Abfluss und die Niedrigwassersituation abgestimmt zur Sicherung einer ausreichenden Fließgeschwindigkeit,  natürlicher Gewässerverlauf/Gewässerstruktur,  strukturiertes Gewässerbett mit unterschiedlichen Sedimenten,  Vermeidung von Sedimentablagerungen und Rückstau,  Sicherung eines Mindestabflusses bei Niedrigwasserbedingungen,  geringe stoffliche Belastung,  wechselnde Beschattungsverhältnisse
Städtebau	möglichst große zusammenhängende Wasserflächen nur durch Rückstau und sehr niedriger Fließgeschwindigkeiten erreichbar, häufig eingetiefter und kanalartiger Gewässerverlauf im innerstädtischen Bereich

Nutzungsanforderung	
Wassersport und Wassertourismus	Gewässerbreite > 5 m, Gewässertiefe > 1 m, Durchgängigkeit für den Bootsverkehr, Beeinträchtigung der Flusssohle durch den Bootsverkehr
Ableitung von Regenwasser und behandeltem Abwasser	rückstaufreie Einleitung der Mischabwässer aus der Kanalisation, ausreichende Transport- und Selbstreinigungskapazität für die behandelten Abwässer und die eingeleiteten Mischwässer

Daraus ist erkennbar, dass die Notwendigkeit besteht, ein Konzept für den Gewässerknoten zu erstellen, das sowohl die Hochwasserbedingungen als auch die ausgeprägten Niedrigwasserverhältnisse berücksichtigt. Die Gewässerstruktur ist so auszustatten, dass eine möglichst hohe Selbstreinigungskapazität erreicht wird, um die nicht vermeidbaren Belastungen ohne das Auftreten von Algenmassenentwicklungen, Fischsterben und ähnlichen Erscheinungen im Gewässer umsetzen zu können.

### 3 Analyse der ökologischen Verhältnisse im Leipziger Gewässerknoten

Der Leipziger Gewässerknoten ist nicht nur durch die Vielzahl der Verzweigungen und Zusammenflüsse im Gewässersystem der Weißen Elster und ihrer Nebenflüsse gekennzeichnet. Weiterhin beeinflussen Rückstaubereiche die Beschaffenheit und wird der ausgeprägte Einfluss der Sedimente auf die Wasserbeschaffenheit deutlich.

Hierzu ist eine Analyse der wesentlichen Einflussfaktoren erforderlich durch die Kombination von

- Vor-Ort- und Laboruntersuchungen,
- die Bilanzierung wesentlicher Einflussgrößen zum gegenwärtigen und perspektivischen Zustand und
- modellgestützte Betrachtung des Fließgewässerökosystems.

Hierbei ist durch die Erfassung der Abflussverhältnisse und der Wasserentnahmen und -einleitungen sowie der weiteren vor allem diffusen stofflichen Belastungen im Gesamteinzugsgebiet zu sichern, dass die Maßnahmen im Teileinzugsgebiet Leipziger Gewässerknoten sich in das Gesamtsystem des Flussgebiets integrieren.

Aufbauend auf dem Gutachten zur Bewirtschaftung der Weißen Elster von Zeitz bis zur Mündung in die Saale, in dem bereits ausführlich die ökologische Struktur der Flussabschnitte dargestellt ist, wurde der Schwerpunkt der Vor-Ort-Untersuchung in der Bestimmung des Sedimenteinflusses auf die Wasserbeschaffenheit gelegt. Dieser ist wesentlich durch die Belastung des Sauerstoff-

haushaltes, die Rücklösung von Stickstoff- und Phosphorverbindungen und die Resuspendierung von Schwebstoffen geprägt.

Abbildung 1 und 2 zeigen beispielhaft die Untersuchungsanordnung für die Bestimmung des In-Situ-Sauerstoffverbrauchs der Sedimente und daraus gewonnene Ergebnisse. Es wird deutlich, dass trotz der Reduzierung der Gewässerbelastung auch die neuen Sedimente einen durchschnittlichen Sauerstoffbedarf von  $3,2 \text{ g/m}^2 \cdot \text{d}$  haben. In rückgestauten Flussabschnitten führt dieser Sauerstoffbedarf zu einem deutlichen Sauerstoffdefizit. Ganz besonders problematisch sind jedoch die Auswirkungen einer Resuspendierung der Altsedimente und der plötzlich auftretende Sauerstoffbedarf durch das Austreten von Methanblasen aus dem Sediment bei starken Luftdruckschwankungen. In beiden Fällen besteht die Gefahr des Auftretens eines Sauerstofftotaldefizits.

#### Messprinzip in-situ $\text{O}_2$ -Zehrungsaktivität des Sediments

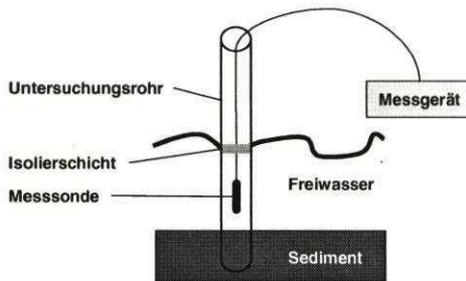


Abbildung 1 Schema zur Methode der in-situ Messung der Sauerstoffzehrung im Gewässer

Eine wesentliche Schlussfolgerung daraus stellt die Forderung der Herstellung einer Durchgängigkeit für Sedimente und Schwebstoffe dar. Weiterhin ist bei der Entschlammung der Flussabschnitte und des Elsterbeckens eine besondere Sorgfalt zur Vermeidung einer Sedimentresuspendierung zu beachten.

Das Elsterbecken und der Rückstaubereich des Palmengartenwehres einschließlich der Elsterflutrinne stellen dabei Schwerpunkte dar.

Die Bilanzierung der zukünftig zu erwartenden stofflichen Belastung zeigt, dass die Nährstoffverhältnisse insbesondere bezüglich des die Eutrophierung (Algen- und Wasserpflanzenmassenentwicklung) bestimmenden Phosphors zukünftig durch ein weiterhin hohes Level gekennzeichnet sind, während die überwiegend aus Abwassereinleitungen entstammende Ammonium-Belastung sinken wird. Die interne Belastung durch die Ammoniumfreisetzung aus den Sedimenten wird jedoch erfordern, diesem auch zukünftig Faktor ein besonderes Gewicht beizumessen. Hierbei wirkt sich die Kombination aus Ammoniumbelastung, pH-Wert und Wassertemperatur auf die Bildung des fischtoxischen Ammoniaks

aus. Wenn zusätzlich der Sauerstoffhaushalt durch ein Defizit geprägt ist, steigt die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Fischsterben, die unter allen Umständen zu vermeiden sind.

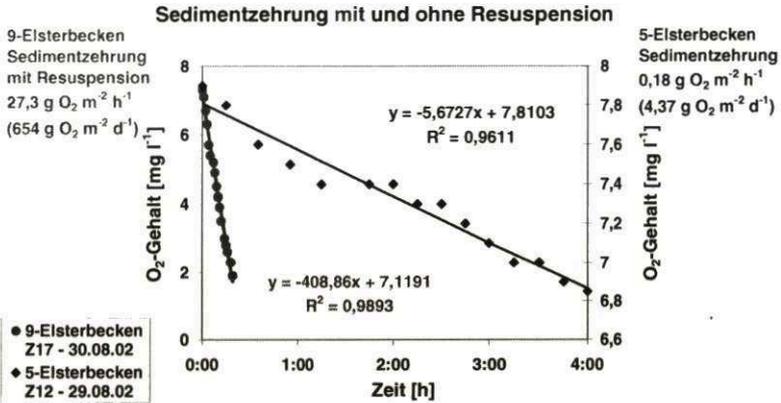


Abbildung 2 Ermittlung der Sedimentzehrung bei in-situ Experimenten im Elsterbecken mit und ohne Resuspension des Altsediments am Beispiel der Untersuchungen 5 und 9

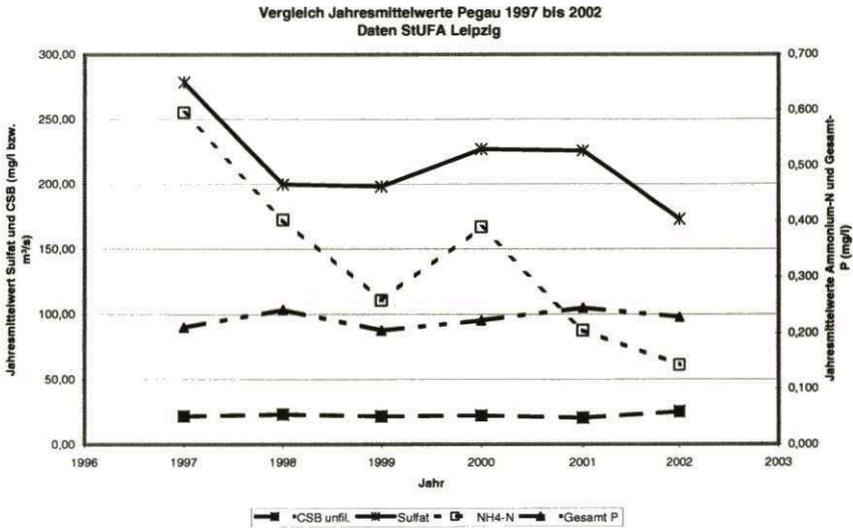


Abbildung 3 Tendenz der Entwicklung der stofflichen Vorbelastung der Weißen Elster an der Landesgrenze Sachsen/Sachsen-Anhalt auf Grund von Jahresmittelwerten von 1997 bis 2002

Die in Abbildung 3 dargestellte Tendenz der Auswertung der Jahresmittelwerte am Beispiel der Untersuchungsstelle Pegau oberhalb des Leipziger Gewässerknotens stimmt mit der Auswertung der Ergebnisse nach Behrendt et al. (1999) mit dem Modell Moneris und der Kalkulation für den Zeitraum bis 2010 überein.

Ausgehend von dem Leitbild für die Entwicklung des Fließgewässerökosystems und den daraus resultierenden Anforderungen für die ungestörte Entwicklung der wesentlichen Organismengruppen wurden Beschaffenheitsziele zur Beurteilung der Auswirkung von Maßnahmen zur Veränderung der Gewässerstruktur und von Veränderungen der Gewässerbelastung auf die Wasserbeschaffenheit abgeleitet.

Die hohe Komplexität der miteinander verbundenen Stofftransport- und chemischen sowie biochemischen Stoffumsatzprozesse führt dazu, dass die Analyse des Gewässersystems und der geplanten Maßnahmen für die Umgestaltung des Leipziger Gewässerknotens modellgestützt erfolgen muss.

Tabelle 2 Vorschlag für Beurteilungskriterien zur Wasserbeschaffenheit der Weißen Elster und ihrer Nebenflüsse unter Berücksichtigung des ökologischen Zustandes

Kriterium	Einheit	Ist-Stand	Mittelfristziel	Langfristziel
		ohne gezielte Bewirtschaftungsmaßnahmen bis 2005	bis 2011	nach 2011
Maximale Wassertemperatur im Sommer	°C	24 ... 26/28,5*	28	25
Aufwärmspanne Kühlwassereinleitung	grad	2,5*	2	2
pH		7 ... 9	7 ... 8,5	7 ... 8,5
Sauerstoff	mg/l	>3...4 (>2**)	> 5	> 6
Schwebstoffe	mg/l	30 ... 60	< 30	< 25
Zehrung 7d (mit Hemmung Nitrifikation)	mg/l	4 ... 10	6	6
CSB	mg/l	30 ... 60	30	25

Kriterium	Einheit	Ist-Stand	Mittelfrist- ziel	Langfristziel
		ohne gezielte Bewirt- schaftungs- maßnahmen bis 2005	bis 2011	nach 2011
TOC	mg/l	12 ... 24	12	10
NH <sub>4</sub> -N Sommer <sup>a)</sup>	mg/l	0,4 ... 1,5	0,5	0,2
NH <sub>4</sub> -N Winter <sup>a)</sup>	mg/l	3 ... 4	1,5	1,0
NH <sub>3</sub> -N <sup>a)</sup>	mg/l	0,01 ... 0,15***	0,020/0,05* ***	0,020
NO <sub>2</sub> -N <sup>a)</sup>	mg/l	0,1 ... 0,15	0,05	0,01
NO <sub>3</sub> -N	mg/l	5,0 ... 7,5	5,0	5,0
Gesamt-P	mg/l	0,3 ... 0,6	0,3	0,15
Leitfähigkeit (20°C)	µS/cm	1200 ... 2200	1500	1500
Salzgehalt (Summe Hydrogenkarbonat, Sulfat, Chlorid, Nitrat, Kalzium, Magnesium, Natri- um, Kalium)	mg/l	1500*	1200	1000
Sulfatgehalt	mg/l	- bis 600 (Weiße El- ster unterhalb Einlei- tung BSL bis Schkeuditz)  - bis 500 (Weiße El- ster u.h. Einmündung Neue Luppe bis Ammendorf)  bis 700 (Pleiße)	< 600	500
Chlorid	mg/l	bis 200	150	125
Saprobie		2,25 ... 2,7	2,1 ... 2,3	2,0 bis 2,2

\* unter Berücksichtigung des Kraftwerkes Lippendorf

\*\* im Rückstaubereich des Trachenaauer Wehres und Unterlauf der Weißen Elster

\*\*\* im Unterlauf der Weißen Elster

\*\*\*\* Pleiße 0,05

<sup>a)</sup> in Anlehnung an Richtlinie 78/659/EWG

#### **4 Das Fließgewässergütemodell FGSM des ATV**

Das Fließgewässergütemodell FGSM des ATV ist ein deterministisches ein-dimensionales Gütemodell für fließende und rückgestaute Gewässer.

Es hat eine sehr komplexe Struktur mit einem hohen Grad an Wechselwirkungen zwischen den Komponenten des Wärme- und Strahlungshaushaltes, des Sauerstoffhaushaltes, des Stickstoffhaushaltes und der Primär- und Sekundärproduktion. Die verwendete kinetische Struktur ist analog zum Modell QSIM der BfG und entspricht dem internationalen Stand der Modellierung.

Im Modell sind die Stoffumsetzungen mit den Stofftransportmechanismen komplex gekoppelt. Als Stofftransportprozesse werden dargestellt:

- der advective Transport in Fließrichtung,
- die Längsdispersion,
- die Sedimentation,
- die Rücklösung von ausgewählten Komponenten über von den Umweltbedingungen abhängige Konstanten.

Die Akkumulation und Resuspension von Sedimenten kann nicht abgebildet werden. Das Modell gibt nur einen Hinweis auf einen möglichen Sedimenttransport über die Bestimmung der Schubspannungsgeschwindigkeiten. Aus diesem Grund sollte dieses Modell nicht für die Simulation der Auswirkungen von Abflussänderungen auf die Sedimente eingesetzt werden.

Das hydraulische Modul ermöglicht die abflussabhängige Berechnung der Wassertiefe und Wasserspiegelbreite bzw. deren Veränderung bei instationären Szenarien, so dass im Vergleich zu anderen Abflussmodellen die hydromorphologische Gewässerstruktur gut berücksichtigt wird.

Wesentliche Modellbausteine des modular aufgebauten FGSM sind:

- die Abflusssimulation,
- die Simulation der Strahlungsverhältnisse und des Wärmehaushaltes,
- Konservative Substanzen und Tracer,
- Primärbelastung (BSB- und Stickstoffverbindungen) und Sauerstoffhaushalt,
- Kiesel- und Grünalgen,
- Makrophyten und Epiphyten,
- pH-Wert in Kopplung mit den Algen/Wasserpflanzen.

Abbildung 4 zeigt am Beispiel des Sauerstoffhaushaltes die intensive Verknüpfung zwischen den einzelnen Kompartimenten.

Eine weitere wesentliche Voraussetzung für die Anwendbarkeit dieses Modells stellt die Simulation verknüpfter Systeme in Form eines Netzes dar, wie sie durch die Aus- und Einleitungen z.B. der Kleinen Luppe, Nahle und Neuen Luppe oder der Pleißwölbleitung/-mühlgraben und des Elstermühlgrabens in dem sogenannten Leipziger Wasserknoten vorliegen. Eine derartige Verknüpfung stellt hohe Anforderungen an die Stabilität des hydraulischen und Stofftransportmoduls, die vom Modell FGSM erreicht werden. Konsultationen mit dem Modellentwickler haben ergeben, dass die vorliegende Anwendung die bisher komplexeste Modellierung des Wasserverteilungs- und -transportprozesses mit dem Modell FGSM beinhaltet. Die Güte der Abbildung der Stofftransportprozesse im Modell entscheidet dabei wesentlich über die mit den aufgesetzten biochemischen Stoffumsetzungen darstellbaren Selbstreinigungsprozesse.

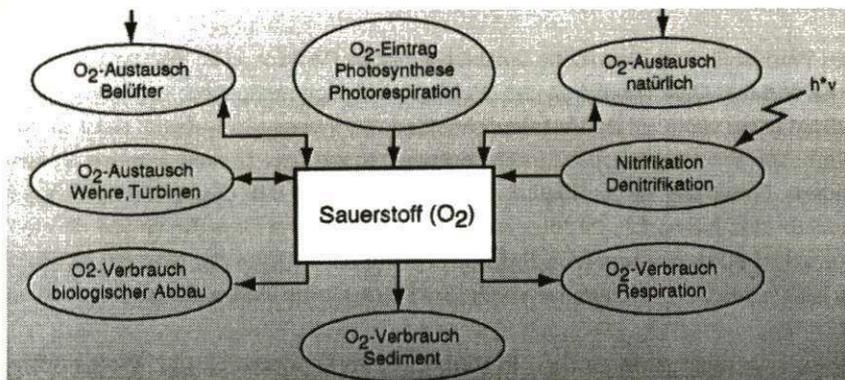


Abbildung 4 Der Sauerstoffhaushalt als Beispiel für die Verknüpfung der Stoffumsatzprozesse im Modell FGSM des ATV (aus Handbuch zum ATV-Fließgewässergütemodell FGSM)

Durch die Eindimensionalität sind dem Modell jedoch auch Grenzen gesetzt. Diese entstehen immer dann, wenn eine räumliche Kompartimentierung vertikal oder horizontal im Wasserkörper auftritt, da infolge der Nichtlinearität der biologischen Prozesse keine einfache Mittelung durchgeführt werden kann. Aus diesem Grund ist die Anwendung für rückgestaute Gewässer nur begrenzt möglich. Die im Vertikalprofil auftretenden Schwankungen z.B. der Wassertemperatur und des Sauerstoffgehaltes können z.B. zum Totwasser führen, in deren Folge eine intensive Denitrifikation auftritt. Der Mittelwert des Vertikalprofils kann dennoch bei einer Übersättigung durch intensive Primärproduktion in der euphotischen Zone deutlich über 1 ... 2 mg/l O<sub>2</sub> liegen, so dass unter diesen gemittelten Bedingungen keine Denitrifikation an der

Sedimentoberfläche im Modell berechnet wird. Die Integration von Totzonen kann langfristig hier zu einer Verbesserung der Modellabbildung führen (Lange und Kranich 2000). Von diesem Problem sind alle Prozesse an der Sedimentoberfläche betroffen.

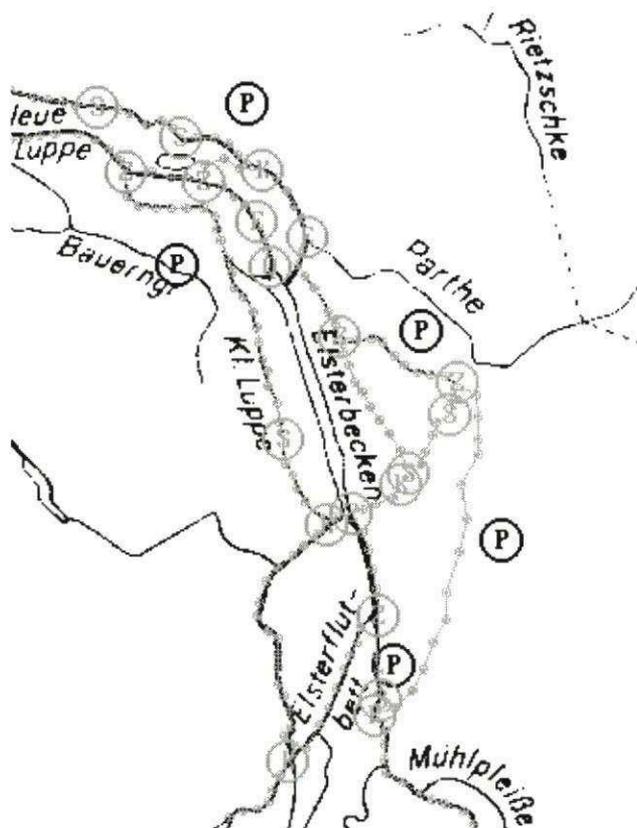


Abbildung 5 Beispiel für die Darstellung des Fließgewässernetzwerkes im Leipziger Gewässerknoten zwischen Teilungswehr Großschocher und Leipzig-Leutzsch

Das Modell wurde anhand der gewonnenen Daten ausführlich validiert und verifiziert, wobei die im Gewässer und Labor gewonnenen Daten der Einstellung von Prozessparametern gedient haben. Abbildung 6 zeigt am Beispiel des Ammoniums die gute Übereinstimmung zwischen den simulierten und gemessenen Werten für Niedrigwasserbedingungen im Sommer.

Bereits im Rahmen der Modellverifikation hat sich gezeigt, dass die Abflussverteilung im Leipziger Gewässerknoten einen entscheidenden Einfluss auf die Beschaffenheit hat.

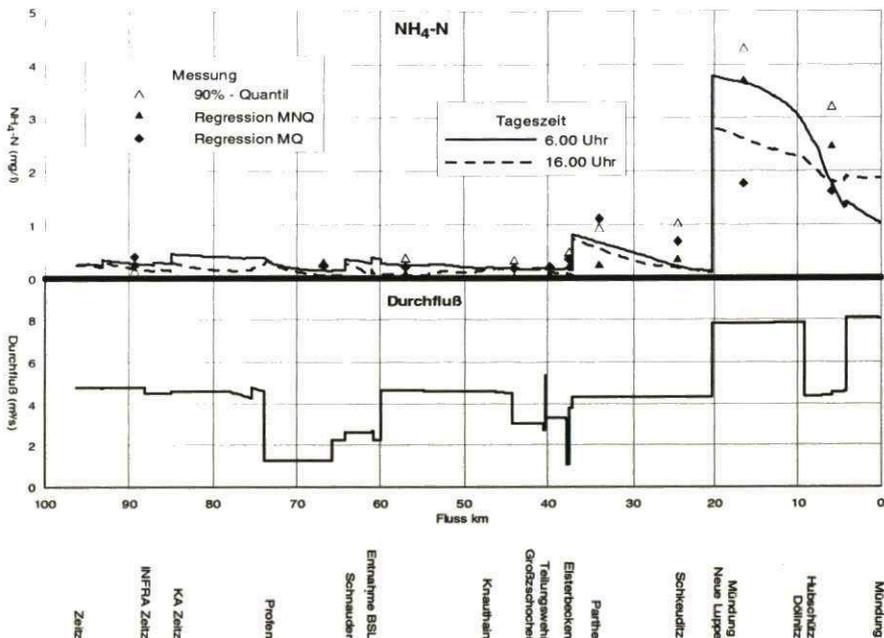


Abbildung 6 Vergleich zwischen gemessenen und für Niedrigwasserbedingungen im Sommer simulierter Ammoniumkonzentration für den Zeitraum bis Jahr 2000

## 5 Beispiele für die Anwendung des Modells FGSM

Durch die Forderung des Erhalts der Wasserfläche des Elsterbeckens war zu prüfen, inwieweit bei der zusätzlichen Öffnung des Elstermühlgrabens unter Niedrigwasserbedingungen eine weitere Aufteilung des Abflusses auf die Nebengewässer möglich ist. Hierbei wurden auch verschiedene Profilausbildungen des Elsterbeckens im Zusammenwirken mit dem IWD untersucht.

Das Fazit ergibt, dass bei der Öffnung der Mühlgräben, die jeweils wiederum einen ökologischen Mindestabfluss erfordern und den Durchfluss des Elsterbeckens auf ca. 3 m<sup>3</sup>/s reduzieren, der geforderte Sauerstoffmindestgehalt von 5 mg/l O<sub>2</sub> im Elsterbecken nicht erreicht werden kann. In Übereinstimmung mit der Herstellung der Geschiebe- und Sedimentdurchgängigkeit ist deshalb das Elsterbecken für den Abflussbereich zwischen NQ und MHQ vom Durchfluss abzutrennen. Parallel hierzu ist für die Ausbildung als stehendes Gewässer die Sanierung durch Sedimententfernung bzw. stabile Abdeckung der Altsedimente erforderlich.

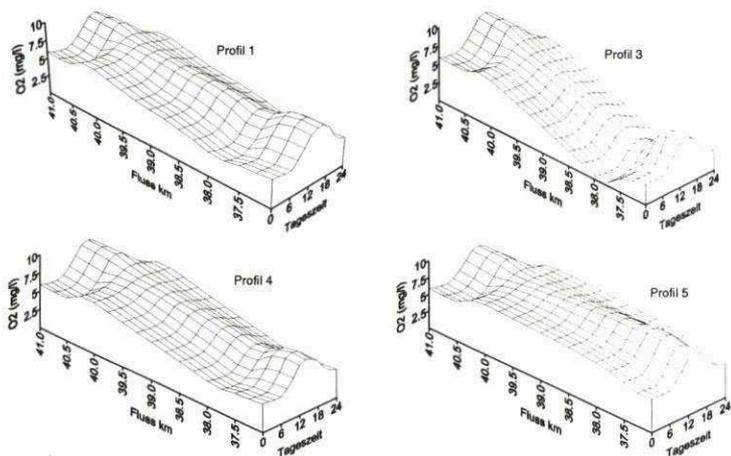


Abbildung 7 Vergleich der Auswirkung einer unterschiedlichen Profilgestaltung des Elsterbeckens auf die Wasserbeschaffenheit bei Niedrigwasserbedingungen (Datenbasis August 2001) mit dem Modell FGSM

Abhängigkeit des Sauerstoffminimums im Elsterbecken vom Durchfluss bei gegenwärtigen Bedingungen (Vermessung 1998)

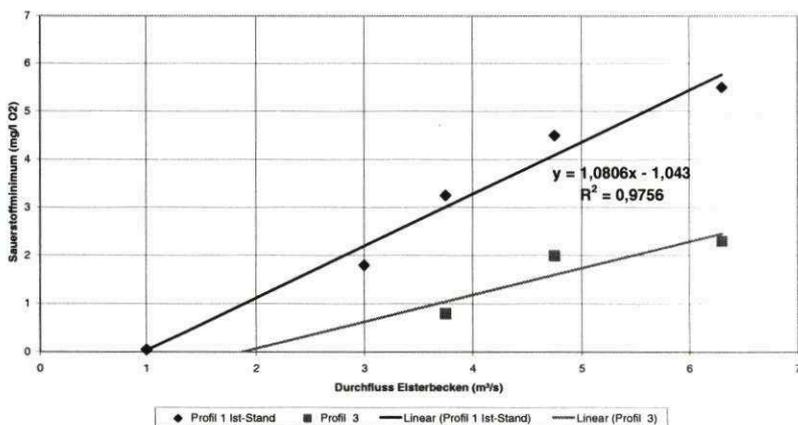


Abbildung 8 Orientierungswerte für die auftretenden Sauerstoffminima in Abhängigkeit vom Durchfluss des Elsterbeckens

Mit dem Modell wurde für die Gestaltung der zukünftigen Umgehungskapazität für das Elsterbecken über die Kleine Luppe, den Pleißemühlgraben, den Elstermühlgraben und die Alte Elster verschiedenen Varianten geprüft. Dabei stellte sich als vorteilhaft heraus

- die Schaffung einer Umgehungskapazität um das Elsterbecken von ca. 100 m<sup>3</sup>/s
- eine Mindestaufteilung des Niedrigwasserabflusses unterhalb Leipzigs von ca. 1,5 ... 2 m<sup>3</sup>/s auf die Neue Luppe sowie 3 ... 4 m<sup>3</sup>/s auf die Untere Weiße Elster
- die Sicherung eines Mindestdurchflusses des Elstermühlgrabens im rückgestauten Abschnitt von ca. 2 m<sup>3</sup>/s

Damit besteht die Möglichkeit verschiedene Steuerungsszenarien für den Leipziger Gewässerknoten nachzuweisen.

Infolge der Durchgängigkeit unter Niedrigwasserbedingungen mit einem vermindertem Anteil rückgestauter Gewässerabschnitte wird der Sauerstoffhaushalt verbessert.

Tabelle 3 Vergleich der Auswirkung unterschiedlicher Szenarien für die Wiederansiedlung der Großmuscheln auf die Entnahmebedingungen der BSL an der Geschiebefalle (km 60,76) im Vergleich zur Situation August 2001 (Abfluss Pegel Zeit 6 m<sup>3</sup>/s)

Parameter	Ist-Stand	Wiederansiedlung auf einer Länge von 2 km bei Pegau, 10 Ind/m <sup>2</sup>	Wiederansiedlung auf einer Länge von 2 km bei Pegau, 25 Ind/m <sup>2</sup>	Wiederansiedlung auf einer Länge von 6,7 km Profen bis Pegau, 10 Ind/m <sup>2</sup>	Wiederansiedlung auf einer Länge von 29 km Zeitz bis Pegau, 5 Ind/m <sup>2</sup>
Chlorophyll a (µg/l)	64,1	59,0	51,7	42,9	28,0
CSB (mg/l)	34,4	34,1	33,7	33,1	31,2
suspend. Stoffe (mg/l)	15,0	14,3	14,0	13,2	11,8
Sauerstoff (mg/l)	6,5	6,3	6,1	5,9	6,0
Pges (mg/l)	0,194	0,197	0,201	0,206	0,210

Darüber hinaus ist das Modell FGSM jedoch auch in der Lage zu zeigen, welchen Einfluss z.B. eine Sedimentdurchgängigkeit mit der Vermeidung von Feinststoffablagerungen auf die Beschaffenheit zukünftig hat. Gleiches gilt für die wasserbauliche Gestaltung der Flussbettssole in den zu öffnenden Mühlgräben. Allein durch die Schaffung der Ansiedlungsmöglichkeiten für Filtrierer – z.B. Großmuscheln - kann die Eutrophierung begrenzt werden. In Tab. 3 sind die Auswirkungen einer Großmuschelansiedlung auf die Algenentwicklung und den Sauerstoffhaushalt in einer Fließstrecke oberhalb Leipzigs dargestellt. Der Algengehalt kann um bis zu 50 % reduziert und damit die Sauerstofftagesamplitude und die Entstehung hoher für die Organismenbesiedlung ungünstiger pH-Werte vermindert werden.

Als weitere entscheidende Einflussgröße hat sich die Steuerung der Makrophytenentwicklung durch die Gestaltung der Sedimentstruktur und der Beschattung

erwiesen. Eine Massenentwicklung von Wasserpflanzenentwicklung mit Biomassen  $> 250 \text{ g/m}^2 \text{ TM}$  ist zu vermeiden.

## 6 Zusammenfassung

Die Gestaltung des komplizierten Gewässerknötens Leipzig des Gewässersystems der Weißen Elster einschließlich der Ableitung der Prämissen für die Offenlegung der Mühlgräben als städtische Gewässer erforderte unter den Bedingungen eines für mitteldeutsche Verhältnisse typischen angespannten Wasserhaushaltes die Modellprognose unterschiedlicher Handlungsszenarien für die Gewässergestaltung und die Steuerung des Gewässersystems. Hierbei sind Kompromisse aus den unterschiedlichen Nutzungsanforderungen zu finden, um den wasserwirtschaftlich grundlegenden Anforderungen des Hochwasserschutzes und der EU-Wasserrahmenrichtlinie zu entsprechen. Das Fließgewässergütemodell FGSM des ATV hat sich dabei in Zusammenarbeit mit den wasserbaulich angewendeten hydraulischen Modellen als geeignet erwiesen, eine komplexe Betrachtung von Menge und Beschaffenheit sowie ökologischer Struktur zu ermöglichen. Die Herstellung der Durchgängigkeit für Sedimente und Schwebstoffe sowie Organismen hat dabei Priorität.

## 7 Literatur

- ATV (1998): Gewässergütemodell FGSM. Version 1.2.
- Lange, K.-P. & Kranich, J. (2001): Untersuchung und Bilanzierung des Nährstofftransportes und -umsatzes im Interstitial der Elbe. Arbeitsbericht zu Projekt 0339603 BMBF-Förderschwerpunkt Elbe-Ökologie.
- Lange, K.-P. et al. (2002): Studie zur Auslegung und Steuerung des Leipziger Gewässerknötens bei der Offenlegung des Elstermühlgrabens. Auftraggeber: Staatl. Umweltfachamt Leipzig, TSM Untere Pleiße Rötha.
- Uhlmann, D. et al. (2002): Gutachten zur Bewirtschaftung der Weißen Elster im Bereich von Zeitz bis zur Mündung. Auftraggeber: Staatl. Umweltfachamt Leipzig, BSL Olefinverbund GmbH, MIBRAG

\*ECOSYSTEM SAXONIA GmbH  
Overbeckstraße 21  
01139 Dresden  
www.ecosax.de



Ingenieurbüro  
**IPP · HYDRO · CONSULT GmbH**

## BERATUNG · PLANUNG · BAULEITUNG

- Wasserbau
  - Gewässerrenaturierung/Gewässerpflege- und Entwicklungsplanung
  - Hydraulische Berechnungen von Wasserläufen und Gewässersystemen
- Hochwasserschutz
- Regenwasserbewirtschaftung
- Wasserversorgung
- Kanalisation und Kläranlagen
- Kanalsanierung
- Straßen- und Wegebau / Freianlagen

15848 Beeskow / Spree  
Bahrendorfer Straße 6

Tel-Nr.: 0 33 66/4 19-0

Fax-Nr.: 0 33 66/2 11 22

e-mail: [ihc@ipp-hydro-consult.de](mailto:ihc@ipp-hydro-consult.de)

Büro Cottbus  
03044 Cottbus  
Gerhart-Hauptmann-Straße 15

Tel-Nr.: 03 55/7 57 00 5-0

Fax-Nr.: 03 55/7 29 62 45

Büro Lübben  
15907 Lübben  
An der Kupka

Tel-Nr.: 0 35 46/22 57 55

Fax-Nr.: 0 35 46/22 57 59