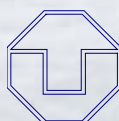




Bundesministerium
für Bildung
und Forschung

GETAS

Gekoppelte hydrodynamisch- ökologische Simulation zur Bewirtschaftung von Talsperren



TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
DRESDEN

METCON
Umweltmeteorologische Beratung
Dr. Klaus Bigalke

Allgemeine Zielsetzung des Projektes Die Trinkwasserversorgung aus Oberflächengewässern verlangt nachhaltige Problemlösungen, die Umweltschutz, soziale und wirtschaftliche Entwicklungen sowie die Erhaltung der natürlichen Lebensgrundlagen in Einklang bringen. Mit dieser Zielstellung fördert das Bundesforschungsministerium das Projekt GETAS. Hier werden Aspekte aus den Gebieten Hydrobiologie, Seenphysik, Meteorologie / Klimatologie und Wasserbewirtschaftung zu einem neuartigen Bewirtschaftungsinstrument für Talsperren verbunden, das in Form eines anwenderfreundlichen Computermodellsystems der wissenschaftlichen Beratung von Talsperrenbetreibern und Behörden dient.

Struktur des gekoppelten Modellsystems

Die am GETAS Projekt beteiligten Komponenten sowie die Struktur des gekoppelten Modellsystems zeigt Abbildung 1. Das gekoppelte Modell selbst ist modular aufgebaut. Weitere Bausteine wie z. B. Messkampagnen, Datenanalysen, Windfeldberechnungen oder 3-D Simulationen können als weitere Beratungsleistungen angeboten werden. Zusätzlich dienen spezialisierte Prozessmodelle dem besseren Systemverständnis in Forschung und Praxis.

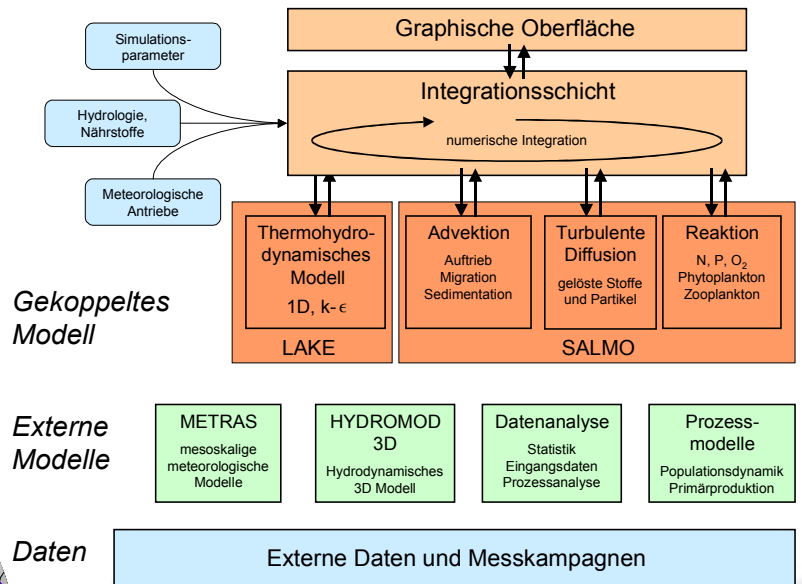


Abbildung 1: Das GETAS Modellsystem.

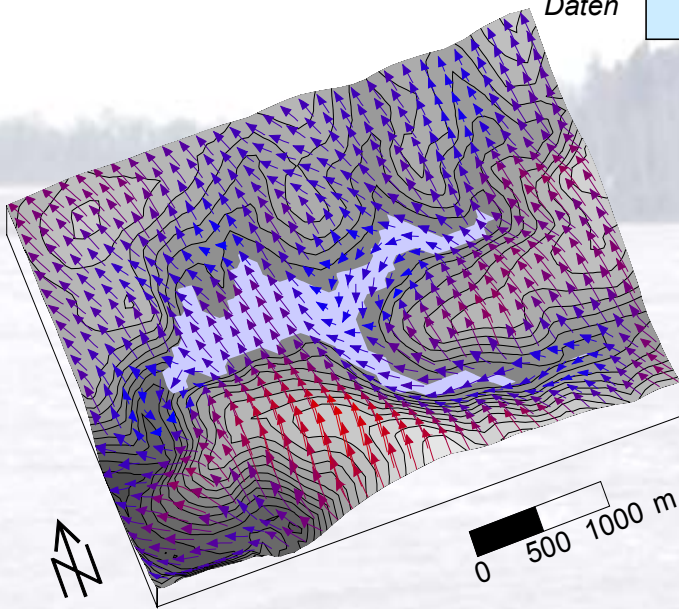


Abbildung 2: Berechnetes Windfeld über der Talsperre Saidenbach bei einer Höhenanströmung aus Südwesten.

Meteorologie Hydrophysikalische und biologische Prozesse hängen vom Energieeintrag in das betrachtete System ab. Daher müssen meteorologische Größen, vor allem das Windfeld und die photosynthetisch aktive Strahlung, über der Talsperre bekannt sein. Um zweidimensionale Felder dieser Variablen zu gewinnen, werden - je nach betrachteter Größe und verfügbarer Basisinformation - verschiedene Verfahren eingesetzt, von der Extrapolation von Messwerten bis hin zu Simulationen mit komplexen Computermodellen (Abbildung 2).

Hydrophysikalische Komponenten Die Simulation der wichtigsten vermischungsrelevanten thermo-hydrodynamischen Prozesse erfolgt mit einem eindimensionalen Schichtungsmodell (LAKE). Darüber hinaus liegt mit einem dreidimensionalen Strömungs- und Transportmodell ein leistungsstarkes Modul vor, um komplexe hydrophysikalische Prozesse zu beschreiben. Die Simulation der Stofftransportprozesse mit Hilfe dieser Modelle erlaubt Aussagen bezüglich der Wassergütebewirtschaftung (z. B. Einschichtung von Nähr- und Trübstoffen, Havarieauswirkungen), die bisher nicht möglich waren.

Das Ökosystemmodell Mit dem dynamischen Ökosystemmodell SALMO lässt sich der Einfluss externer Belastungsquellen (Nährstoffe, organische Belastung) und gewässerinterner Maßnahmen (Stauspiegelabsenkung, Teilzirkulation, Biomanipulation) auf die Wasserqualität von Talsperren und Seen simulieren. Die Abbildung 3 zeigt die Grundstruktur des Gewässergütemodells SALMO mit den 6 Zustandsgrößen Phosphor (P), Stickstoff (N), Phytoplankton (X_i), Zooplankton (Z), Detritus (D) und Sauerstoff (O).

Eingangsgößen sind Volumen, Zufluss, Import von P und N, Globalstrahlung, Schichtdicken, Wassertemperaturen. Für beliebig viele Schichten werden die komplexen Wechselwirkungen mit Hilfe algebraischer Funktionen und in Laborexperimenten bestimmten und deshalb im Regelfall kalibrierungsfreien Parametern beschrieben.

Modellanwendungen Die Bedeutung der hydrophysikalischen Prozesse wird deutlich am Beispiel der Simulation mit SALMO in Abbildung 4. Je nach Vermischungsintensität entstehen bei gleicher Nährstoffzufuhr unterschiedliche Planktonbiomassen (linke Abbildung maximal 6mg/L, rechte Abbildung maximal 10 mg/L).

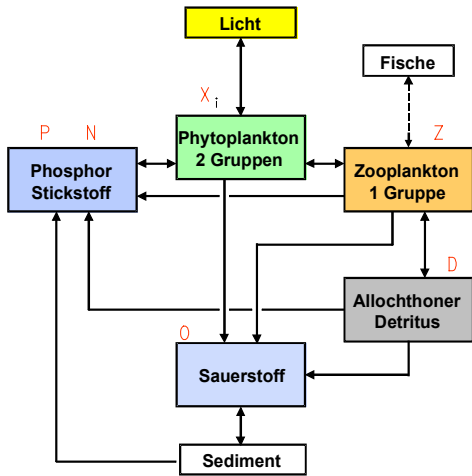


Abbildung 3: Gewässergütemodell SALMO.

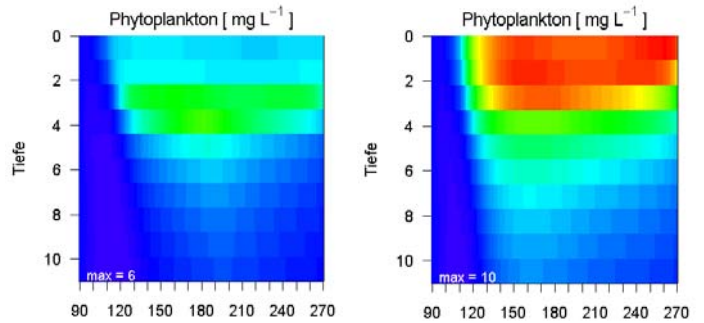


Abbildung 4: Zeitlicher Verlauf der Phytoplanktonverteilung bei geringer (links) und starker (rechts) Durchmischung und gleicher Nährstoffzufuhr (rot: hohe Konzentration, hellblau: niedrige Konzentration).

Ein Ergebnis der 3-D Simulation ist in Abbildung 5 wiedergegeben. Es zeigt die Verteilung markierter Teilchen (Tracer) des kühleren Wassers aus dem Hölzelbergbach in der TS Saidenbach, ca. 80 Stunden nach einer punktförmigen Einleitung. In der Legende ist neben der Einschichtungstiefe auch der prozentuale Anteil der Teilchen angegeben.

Das als Antrieb benutzte variable Windfeld wurde mit einem meteorologischen Modell berechnet. Die in der Abbildung 5 gezeigte Einstromberechnung erfolgte bei vorherrschenden westlichen bis südwestlichen Winden.

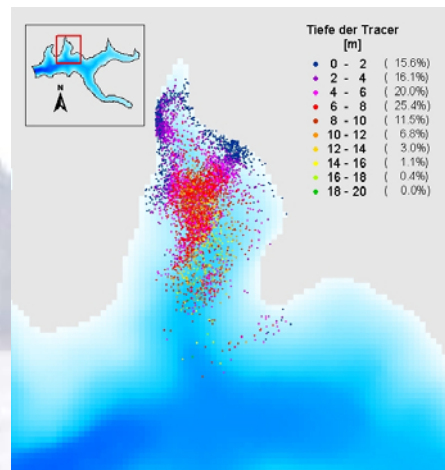


Abbildung 5: Beispiel einer Tracerverteilung in der TS Saidenbach.



Abbildung 6: Messungen auf der Talsperre Saidenbach, Herbst 2002.

MST-Messungen (Bautzen; 05. - 08. Mai 2003)

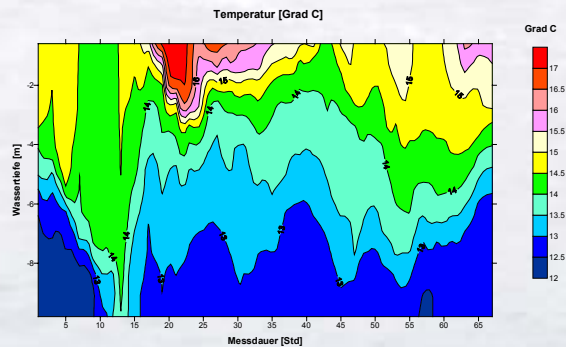


Abbildung 7: Vertikalprofil der Temperatur in der TS Bautzen, gemessen mit der Mikrostruktursonde während der Frühjahrskampagne 2003.

Messungen In den Sommerhalbjahren 2002 und 2003 wurden auf den Talsperren Saidenbach und Bautzen Mess- und Beprobungskampagnen durchgeführt. Messungen des Windes, der Lufttemperatur, relativen Feuchte und Globalstrahlung dienen zur Überprüfung und Bewertung verschiedener Verfahren, mit denen sich meteorologische Größen berechnen lassen. Die Erfassung hydrophysikalischer Kenngrößen sowie des Phyto- und Zooplanktons lieferten Beobachtungsdaten zur Validierung des Modells SALMO und zur Beurteilung der Realitätsnähe der Kopplung zwischen hydrodynamischem und ökologischem Modell.

Das gekoppelte Modellsystem ermöglicht eine deutlich höhere räumliche und zeitliche Auflösung der hydrobiologischen und thermodynamischen Prozesse und erschließt eine Reihe von neuen Anwendungsfeldern in der Talsperrenbewirtschaftung, bei Umweltverträglichkeitsuntersuchungen und bei der ökotechnologischen Seensanierung. Beispiele sind die Steuerung der Gewässergüte, die Aufstellung von Bewirtschaftungsplänen (z.B. Optimierung von Trinkwasservorrat und Hochwasserschutzraum) oder das operative Ereignismanagement. Damit liefert GETAS auch ein sehr leistungsfähiges Instrument für die Umsetzung der EU-Wasserrahmenrichtlinie in die wasserwirtschaftliche Praxis.

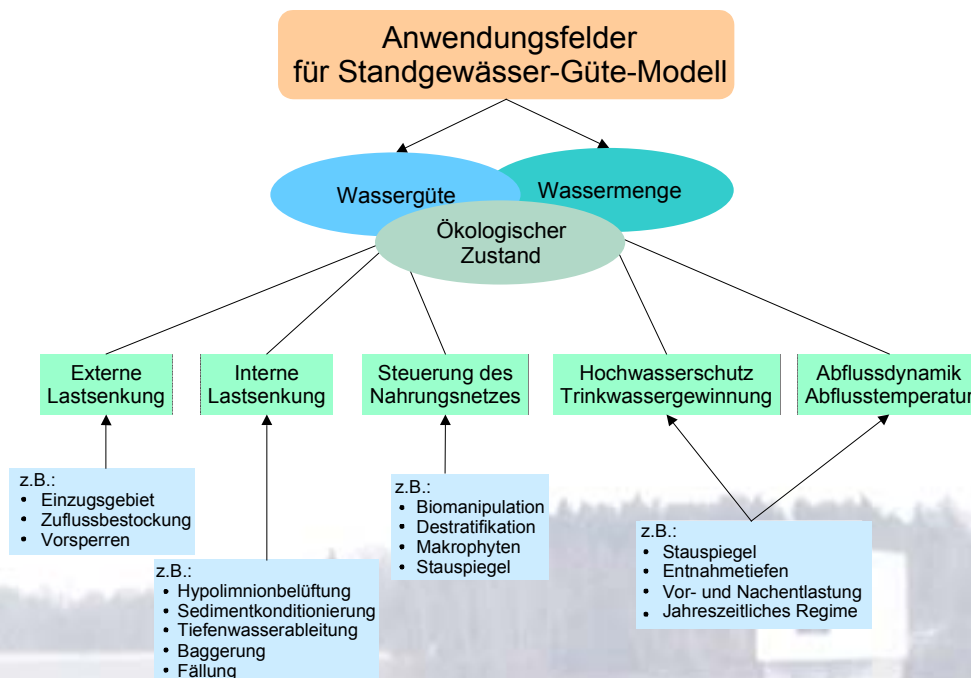


Abbildung 8: Mögliche Anwendungsfelder des gekoppelten GETAS Modellsystems.

Projektpartner:



Institut für Hydrobiologie der Technischen Universität Dresden



HYDROMOD Wissenschaftliche Beratung, Wedel



METCON Umweltmeteorologische Beratung, Pinneberg

Kooperationspartner:

Landestalsperrenverwaltung des Freistaates Sachsen

Sächsische Akademie der Wissenschaften, Arbeitsgruppe Limnologie von Talsperren

Ökologische Station Neunzehnhain der Technischen Universität Dresden

Kontakt:

Prof. Dr. J. Benndorf
Institut für Hydrobiologie
Technische Universität Dresden

Tel.: 0351 463 32967
Fax: 0351 463 37108
Email: bennd@rcs.urz.tu-dresden.de

D - 01062 Dresden