

Ulrich Lang und Thomas Paul

Zustandsbeschreibung und Prognose mit der Daten- und Methodenbank BodenseeOnline

Mit Hilfe numerischer Modelle zur Beschreibung der Hydrodynamik und der Wasserqualität wurde ein Informationssystem für den Bodensee erstellt. Dieses System liefert Informationen zu den aktuellen Strömungs- und Transportprozessen im Bodensee. Das Informationssystem dient einerseits der Störfallvorsorge und andererseits dem langfristigen Gewässerschutz am Bodensee. Es ist modular aufgebaut und auch auf andere Seen übertragbar. Die Entwicklung erfolgte in einem interdisziplinären Forschungsverbund. Die Informationen aus Bodensee-Online stehen über das Internet zur Verfügung.

1 Einleitung

Mit BodenseeOnline steht ein Informationssystem für die hydrodynamischen Verhältnisse und die Wasserqualität zur Verfügung, das sowohl Messdaten als auch Modellbetrachtungen zu den aktuellen Verhältnissen sowie Prognosen beinhaltet. Der Kern des Informationssystems ist eine Daten- und Methodenbank, in der sowohl aktuelle als auch historische Daten gespeichert und via Internet dem Benutzer zur Verfügung gestellt werden. Die Strömungsverhältnisse und die Wasserqualität werden mit Hilfe von numerischen Modellen simuliert. Dazu

werden die vom Center of Water Research der University of Western Australia entwickelten Modelle verwendet. Für die hydrodynamische 3-D-Modellierung kommt das Modell ELCOM [1] zum Einsatz. Für Wasserqualitätsfragestellungen wird das hydrodynamische Modell ELCOM mit dem ökologischen Modell CAEDYM [2] gekoppelt. Die Modelle werden online betrieben und kontinuierlich aktualisiert. Anhand der Modelle erfolgen Prognosen über die nächsten 78 Stunden. Das entwickelte Modellsystem stellt auch die Grundlage für lokale Fragestellungen dar. Dabei können spezielle Fragestellungen z. B. zur Ausbreitung von Wasserinhalts-

stoffen mit lokalen Netzverfeinerungen untersucht werden.

2 Daten- und Methodenbank

2.1 Online-Daten

Zum Betrieb des Online-Informationssystems werden aktuelle Messdaten benötigt. Dazu werden die meteorologischen Antriebsgrößen vom Deutschen Wetterdienst (DWD), den Seewasserwerken, dem Hafen in Bregenz sowie der Gemeinde Arbon zur Verfügung gestellt. Die Zuflüsse in den See werden von der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), dem Amt der Vorarlberger Landesregierung und dem Bundesamt für Umwelt der Schweiz bereitgestellt. Für die Kontrolle der Modellergebnisse werden die Wasserqualitätsparameter des Rohwassers an den Seewasserwerken und die kontinuierlichen tiefendifferenzierten Temperaturmessungen der Universität Konstanz verwendet. Die Daten werden von den einzelnen Betreibern erhoben und via FTP ausgetauscht (Bild 1). Die Bereitstellung erfolgt in Abhängigkeit vom Betreiber mit einer Aktualität von 10 min bis zu einem Tag.

Die Seewasserwerke liefern kontinuierliche Daten zur Wassertemperatur, Trübung, Leitfähigkeit, pH-Wert und zum spektralen Adsorptionskoeffizienten. Diese Daten werden nicht nur zur Kontrolle der numerischen Modelle, sondern auch

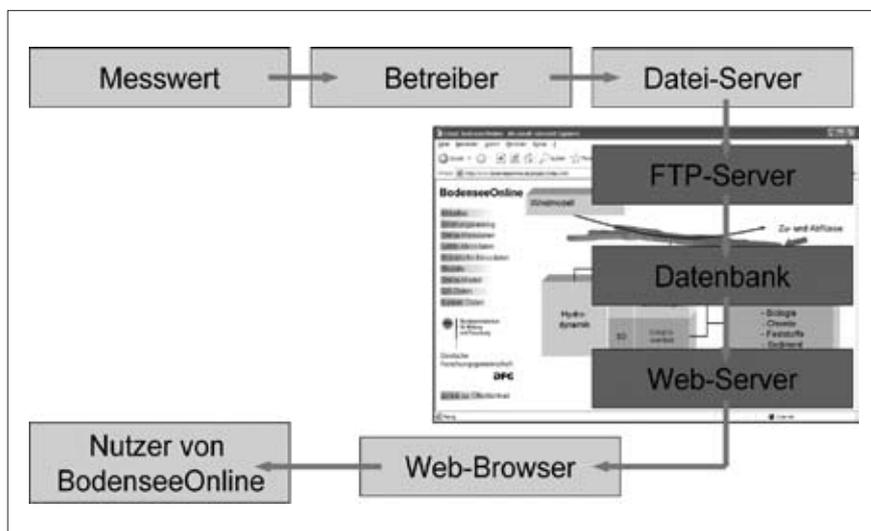


Bild 1: Erfassung und Einbindung der Seewasserwerksdaten

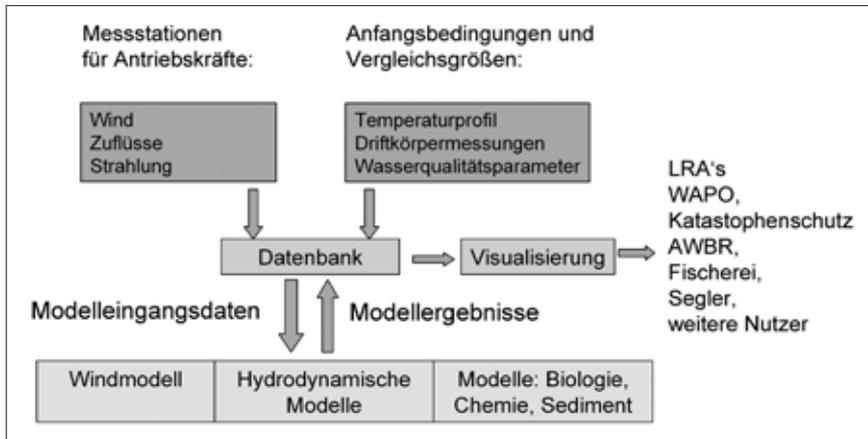


Bild 2: Struktur und Datenflüsse in BodenseeOnline

zum Informationsaustausch zwischen den Seewasserwerken verwendet.

2.2 Datenflüsse

Die Struktur und die Datenflüsse des Informationssystems gehen aus **Bild 2** hervor. Nachdem die Messdaten erfasst sind, werden diese in der zentralen Datenbank gespeichert. Zur Modellierung der Strömungs- und Stofftransportprozesse werden aus der Datenbank die Modelleingangsdaten für die Windmodellierung, das hydrodynamische Modell und das Wasserqualitätsmodell generiert. Nachdem die Simulationen durchgeführt wurden (ca. 4,5 Berechnungsstunden für einen Tag), werden die Ergebnisse wiederum in der Datenbank gespeichert. Anhand des webbasierten Zugangssystems lassen sich dann die aktuellen Berechnungen visualisieren.

2.3 Webbasiertes Zugangssystem

Für das webbasierte Zugangssystem unter www.bodenseeonline.de wurde ein Rollenkonzept entwickelt, das passwortgeschützt und nutzerspezifisch den Zugang zu den Daten und Informationen aus der Datenbank ermöglicht. Die gemessenen Informationen lassen sich als Zeitreihen (**Bild 3**) visualisieren und für individuelle Auswertungen aus dem Internet herunterladen. Außerdem werden Tiefenprofile mit den Berechnungsergebnissen an ausgewählten Punkten angeboten. Weiterhin lassen sich die Ergebnisse als vertikale und horizontale Schnitte durch den Bodensee visualisieren. Die horizontalen Schnitte sind in verschiedenen Tiefenstufen und an der Seesohle angelegt.

Da die Strömungs- und Transportprozesse sehr dynamisch sind, lassen sich auch Filme über einen bestimmten Zeit-

raum mit vorgegebenen Schrittweiten erstellen. Neben den vom Modellsystem generierten Größen lassen sich mit den berechneten horizontalen Geschwindigkeitsfeldern der Seeströmung auch individuelle Strompfadberechnungen durchführen. Dabei kann der Benutzer von individuellen Startpositionen einzelne Strompfade sowohl in als auch entgegen der Strömungsrichtung berechnen. Damit lassen sich Fragen zur Verdriftung von Gegenständen im Wasser oder Wasserinhaltsstoffen sowie die Frage woher das Wasser an einer bestimmten Stelle stammt, beantworten.

Für die Darstellung der horizontal differenzierten Informationen wird das webbasierte GIS-System GISTerm Web verwendet, das im Rahmen der KEWA-Kooperation [3] für das Informations-System

zur Verfügung gestellt wurde. Dabei werden aus den Berechnungsdaten Shape-Dateien erstellt, deren Darstellung individuell mit weiteren GIS-Informationen, wie z. B. Bodensee-Uferlinien oder topographischen Karten, kombiniert werden kann.

3 Hydrodynamisches Modell

3.1 Online-Modell

Für die Gewährleistung des Online-Modells ist der in **Bild 4** dargestellte Workflow notwendig. Da das Modell täglich aktualisiert wird, müssen die Simulationen innerhalb von 24 Stunden abgeschlossen sein. Sämtliche Messdaten werden um 2:00 Uhr aktualisiert, so dass alle Messdaten des letzten Tages (Tag -1) vor Beginn der Simulation vorliegen. Danach erfolgt die Simulation dieses vergangenen Tages mit den aktuellen Messdaten (Analyse). Als Startbedingungen werden die Berechnungsdaten des Modelllaufes vom vorhergehenden Tag (Tag -2) verwendet. Nachdem die Berechnungsdaten in der Datenbank abgespeichert wurden, werden die Prognosedaten des Deutschen Wetterdienstes abgeholt. Diese umfassen die Prognose der Meteorologie ab 0:00 Uhr über die nächsten 78 Stunden. In einem anschließenden Modelllauf mit Startbedingungen aus dem Analyselauf erfolgt die Prognose der Strömungsverhältnisse für die nächsten 78 Stunden mit den meteorologischen Randbedingungen aus der Wettervorhersage.

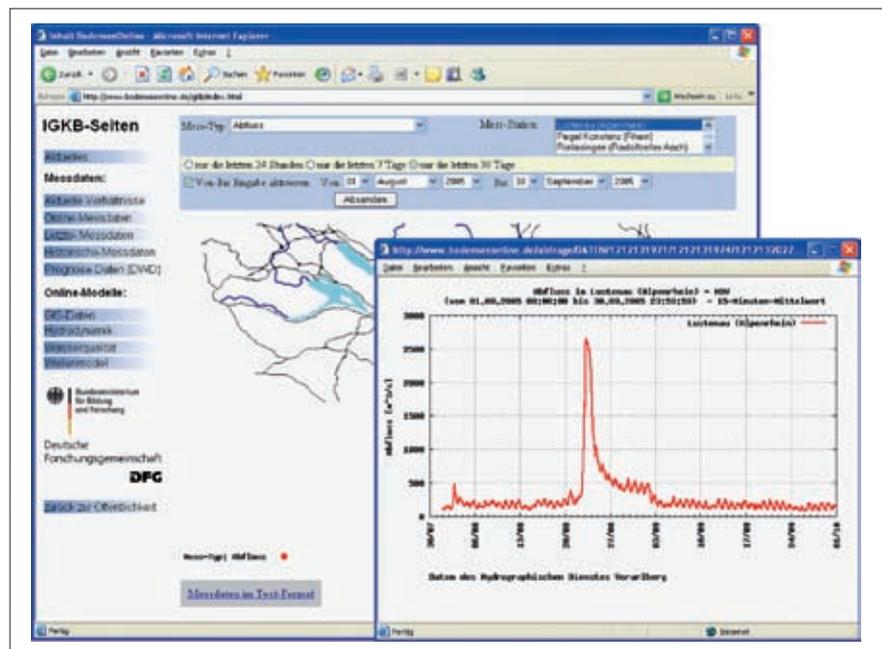


Bild 3: Beispiel des webbasierten Zugangssystems der Online-Messdaten

Im hydrodynamischen Modell werden die thermodynamischen Prozesse an der Seeoberfläche, die Zuflüsse aus oberirdischen Gewässern, der Abfluss am Untersee, der Energieeintrag durch Wind sowie die Abhängigkeit der Wasserdichte von der Temperatur, der Salinität und der Sedimentkonzentration berücksichtigt. Für die Berechnung der Strahlungsbilanz im numerischen Modell wird die kurz- und langwellige Strahlung verwendet. Bei der Berechnung der langwelligen Strahlung wird die von Iziomon et al. [4] entwickelte Formulierung verwendet, die die beste Übereinstimmung mit Messwerten für den süddeutschen Raum zeigte.

Um die Ausbreitung von Wasser aus den Zuflüssen identifizieren zu können, werden der Zufluss des Alpenrheins separat und die übrigen Zuflüsse gemeinsam mit einem gemeinsamen Markierungsstoff (Tracer) belegt. Es wird eine Zuflusskonzentration von 1,0 vorgegeben. Dieser Markierungsstoff wird mit der Seeströmung transportiert und nicht abgebaut und kann somit zur Identifizierung von Flusswasseranteilen verwendet werden. Die direkte Einleitung von geklärtem Abwasser spielt zwar mengenmäßig eine untergeordnete Rolle, diese wird aber dennoch wie das Flusswasser mit einem separaten Markierungsstoff belegt, um die Verteilung von geklärtem Abwasser im See zu bestimmen. Auch dieser Markierungsstoff ist im numerischen Modell mit keinem Abbau belegt.

Da insbesondere der Alpenrhein und die Bregenzerach v. a. bei Hochwasser eine hohe Konzentration an suspendiertem Material aufweisen, werden diese mit einer Sedimentkonzentration C_s in Abhängigkeit vom Abfluss Q belegt. Dabei wird auf den von Müller und Förstner [5] entwickelten Zusammenhang wie folgt zurückgegriffen:

$$C_s = 0,0004 \cdot Q^{2,2}$$

Entsprechend den Modellergebnissen für das Starkregenereignis im August 2005 werden zwei Sedimentgrößen verwendet, die mit $4 \mu\text{m}$ die feine und mit $20 \mu\text{m}$ die grobe Sedimentfraktion repräsentieren. Es wird ein Massenverhältnis von 1/9 zwischen feinem und grobem Sediment angenommen. Durch die hydrodynamischen Prozesse kann es bei starker Seeströmung an der Seesohle zur Resuspension kommen. Diese ist im numerischen Modell über eine minimale Sohlschubspannung

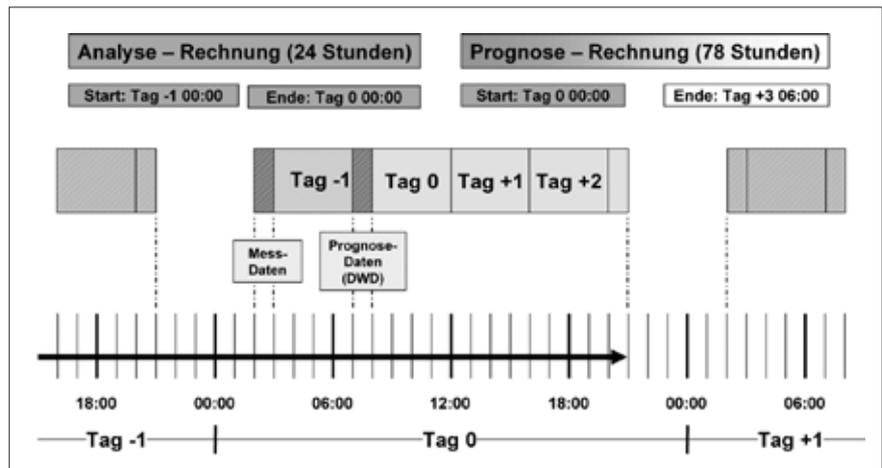


Bild 4: Workflow des Online Modells: 2.00 h: Messdaten werden geholt; 3.00 h bis 7.00 h: Analyserechnung, Simulation mit Messdaten; 7.00 h: Prognosedaten des DWD werden geholt; 8.00 bis 21.00 h: Prognoserechnung für die nächsten 78 h ab Ende der Analyserechnung

von $0,019 \text{ N/m}^2$ berücksichtigt, ab der es zur Resuspension kommt.

Das horizontale Modellnetz weist ein quadratisches Grundraster von $400 \times 400 \text{ m}$ auf. Im Bereich des Alpenrheines und anderer Zuflüsse ist dies lokal bis auf 100 m Gitterabstand verfeinert. In verti-

kaler Richtung ist es wichtig, die Entwicklung der thermischen Schichtung und die hydrodynamischen Prozesse infolge interner Schwingungen nachbilden zu können. Aus diesem Grund ist das Modell in vertikaler Richtung mit Schichtdicken von $2,5 \text{ m}$ in den oberen 80 m diskretisiert.

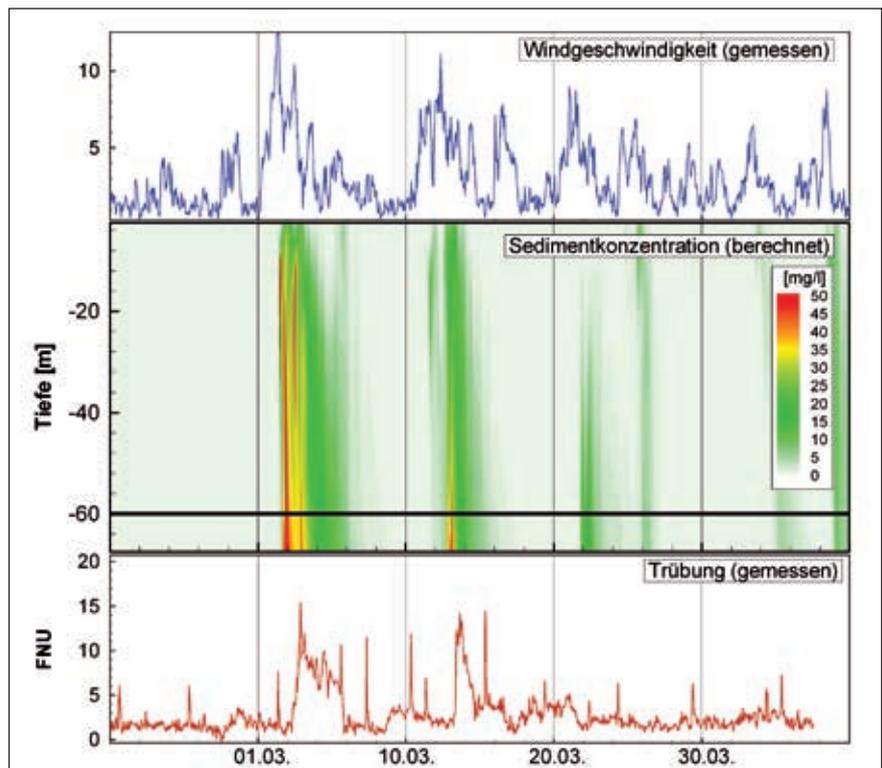


Bild 5: Vergleich gemessener Trübungen und berechneter Sedimentkonzentrationen an der Entnahme des Wasserwerks in Nonnenhorn im März 2008: gemessene Windgeschwindigkeit in Konstanz (Daten des DWD) (oben), gemessene Trübungswerte in 60 m Entnahmetiefen in Nonnenhorn (unten), berechnete Sedimentkonzentrationen über die Tiefe in Nonnenhorn (Mitte)

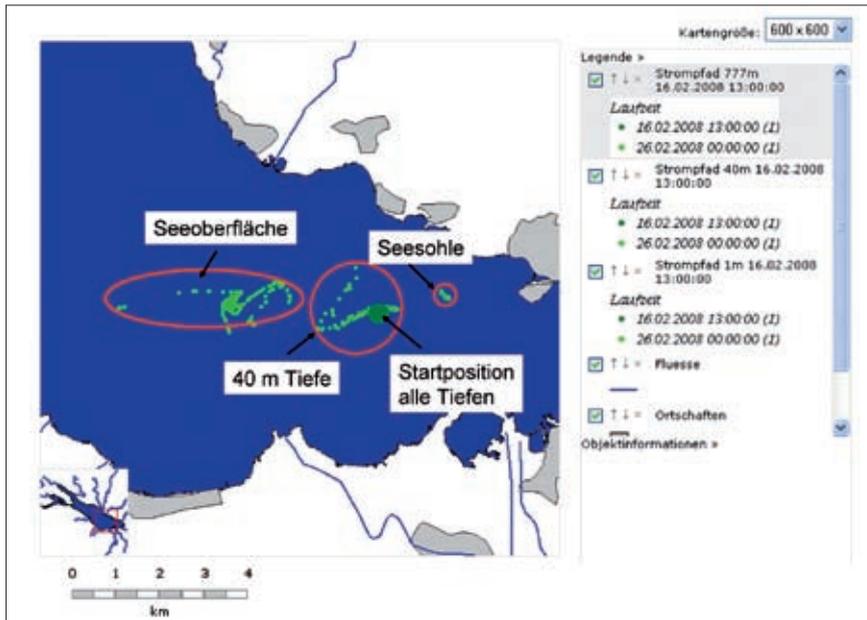


Bild 6: Berechnete Partikelbewegung in unterschiedlichen Seetiefen bei gleicher Startposition

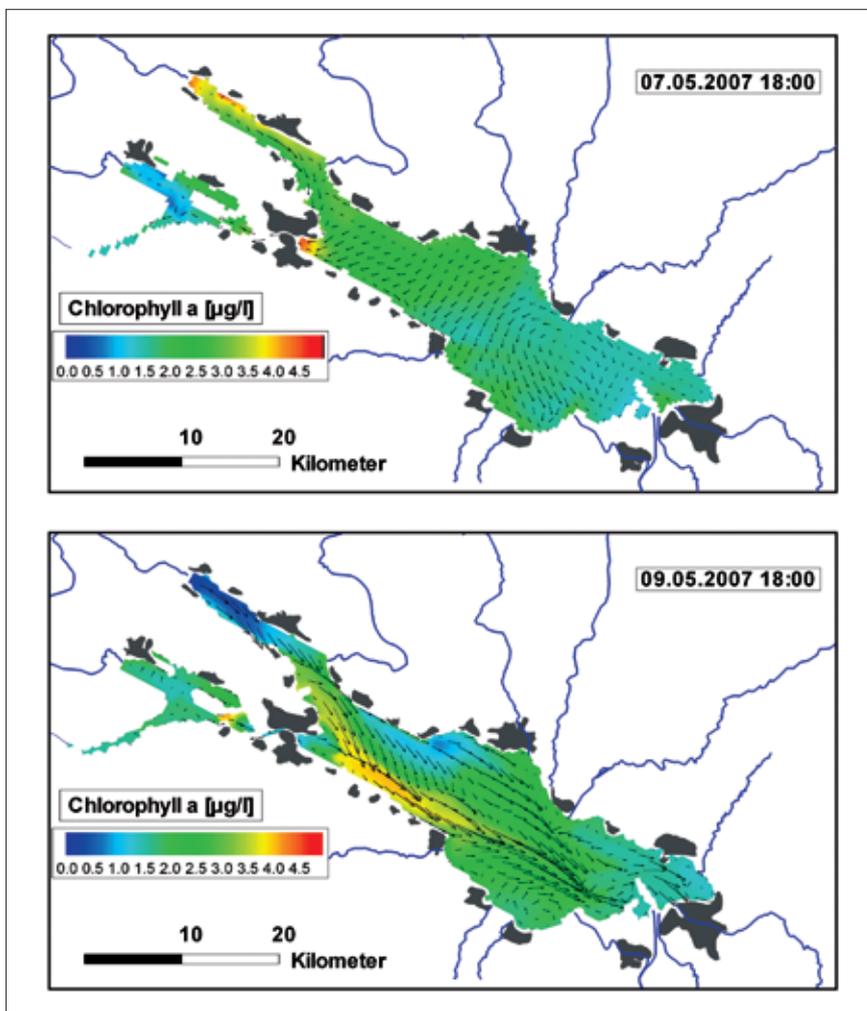


Bild 7: Berechnete Chlorophyllkonzentrationen am 7. und 9. Mai 2007 an der Seesoberfläche sowie berechnete Geschwindigkeitsvektoren

Darunter sind die Schichtdicken maximal 10 m. Die zeitliche Diskretisierung orientiert sich am Modellnetz und wurde auf 40 Sekunden gelegt, um das Courant-Kriterium einzuhalten, damit sich ein Stoff innerhalb eines Zeitschrittes nicht mehr als eine Modellzellenlänge bewegt.

Zusätzlich zur Modellierung der See-strömung wird das Modell SWAN für die Berechnung der Oberflächenwellen [6] eingesetzt. Anhand der Windverteilung über dem See und in Abhängigkeit von der Beckengeometrie werden die Wellenhöhe, die Wellenrichtung und der Wellenabstand berechnet. Das online betriebene Wellenmodell liefert damit wichtige Informationen für die Schifffahrt bei Starkwindereignissen.

3.2 Simulationsergebnisse

Um die Funktionsfähigkeit des numerischen Modells zu überprüfen, werden die berechneten Temperaturen mit den an der Messstelle des Limnologischen Instituts der Universität Konstanz gemessenen Temperaturen verglichen. Weiterhin lassen sich die Trübungsmessungen an den Entnahmen der Seewasserwerke mit den berechneten Sedimentkonzentrationen nach Hochwässern der Zuflüsse oder Starkwinden im Winter vergleichen. Beispielhaft zeigt **Bild 5** die gemessenen erhöhten Trübungen am Seewasserwerk Nonnenhorn im März 2008 nach zwei Windereignissen, die von der Resuspension von Sediment durch erhöhte Strömungsgeschwindigkeiten an der Seesohle im Flachwasserbereich resultieren. Im numerischen Modell lassen sich diese erhöhten Trübungen durch die berechneten Sedimentkonzentrationen in 60 m Tiefe nachweisen.

Zur weiteren Verifizierung des hydrodynamischen Modells sei auf die Messkampagnen 2001 und 2007 mit den Vergleichsrechnungen [7] sowie die Simulationen des Starkregenereignisses im August 2005 und den Vergleich mit den Trübungsmessungen [8] verwiesen.

Mit Hilfe des numerischen Modells lassen sich auch die Strömungsrichtungen bzw. die Bewegung von Wasserinhaltsstoffen auswerten. Dazu können in unterschiedlichen Tiefen passiv driftende Partikel in die Strömung eingesetzt werden, die sich dann mit der lokalen Strömung bewegen, welche je nach Schichtung auch entgegen der Strömung an der Wasseroberfläche gerichtet sein kann (**Bild 6**). An der Seesoberfläche lässt sich die Seeströmung mit der

Windrichtung kombinieren, so dass sich die Bewegung von Treibholz berechnen lässt. Dabei wird auf die Methode von Hibler [9] zurückgegriffen, die für die Berechnung von Treibeisbewegungen im Nordatlantik entwickelt wurden.

4 Ökologisches Modell

Die Parameterisierung des ökologischen Modells wurde von Rinke et al. [10] durch Anpassung an die gemessenen Zeitreihen zwischen 1995 und 1997 vorgenommen. Mit Hilfe des ökologischen Modells werden der Nährstoffkreislauf und die Primärproduktion berechnet. Das Wachstum des Phytoplanktons ist abhängig von dem Gehalt an Phosphat, Stickstoff und Silizium sowie dem Licht. Das 3-D-Modell wurde anhand einer Messkampagne im Frühsommer 2007 [11] überprüft. Die verwendeten Parameter des ökologischen Modells wurden in einer Langzeitstudie über 3 Jahre durch Vergleich zwischen gemessenen und berechneten Werten bestimmt.

Die Nährstofffrachten über die Zuflüsse werden in Abhängigkeit vom Abfluss nach Bühner et al. [12] abgeschätzt. Beispielfhaft zeigt **Bild 7** die berechnete Chlorophyll-a-Konzentration im Mai 2007 vor und nach einem Windereignis. Hieraus wird der Einfluss der seeweiten Strömung ersichtlich. Während vor dem Windereignis die größten Chlorophyll-a-Konzentrationen im westlichen Teil des Bodensees zu beobachten waren, folgen die Algenverteilungen der seeweiten Strömung in Richtung Osten.

5 Lokale Betrachtungen

Das im Informationssystem Bodensee-Online entwickelte Modellsystem lässt sich auch als Basismodell für lokale Fragestellungen verwenden. In diesem Zusammenhang sei beispielhaft auf die Untersuchung von Auswirkungen durch Einleitungen, veränderte Ufergeometrien oder lokale Ausbreitung von Stoffen oder der lokalen Zuströmung zu Entnahmen verwiesen. Dazu muss das Modellnetz lokal verfeinert werden. Insbesondere bei Fragestellungen bezüglich der Strömungsbeflussung von Entnahmen kann auch ein lokales Ausschnittsmodell verwendet werden. Dabei können unterschiedliche Planungsvarianten untersucht und miteinander verglichen werden.

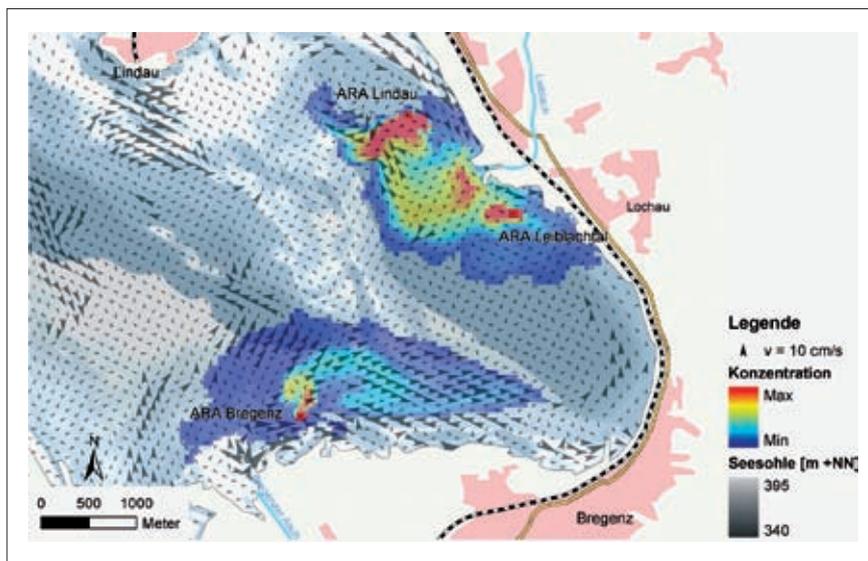


Bild 8: Lokales Strömungsfeld an der Seesohle sowie Ausbreitung von geklärtem Abwasser von den Einleitungsstellen der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) im Bereich der Bregenzer Bucht im Februar 2008 bei Westwind

Beispielhaft ist die lokale Seeströmung im Bereich der Bregenzer Bucht in **Bild 8** dargestellt. Diese Simulation wurde bei winterlichen ungeschichteten Verhältnissen für den Beginn des Jahres 2006 durchgeführt. Es sind die Geschwindigkeitsvektoren an der Seesohle und die Ausbreitung des geklärten Abwassers von den Einleitungsstellen der Abwasserreinigungsanlagen (ARA) im Bereich der Bregenzer Bucht dargestellt.

6 Zusammenfassung

Mit Hilfe des Informationssystems BodenseeOnline lassen sich aktuelle Infor-

mationen zu den hydrodynamischen Verhältnissen und zur Wasserqualität abrufen. Dabei wird ein 3-D-Modell eingesetzt, mit dem auch die Verhältnisse über die nächsten 78 Stunden vorhergesagt werden. Das Informationssystem dient der Entscheidungsunterstützung bei Störfällen, um beispielsweise den Weg von eingetragenen Stoffen, Objekten oder Treibholz zu berechnen. Es liefert des weiteren Informationen zur Ausbreitung der Flusswasserfahnen oder zum Sedimenttransport, der bei den Trinkwasserentnahmen zu erhöhten Trübungen führen kann. Mit dem Basissystem lassen sich auch lokale Fragestellungen beantworten, die im Zusammenhang mit lokalen Einleitungen

Ulrich Lang and Thomas Paul

Description of up to Date Situation and Forecast Using the Data and Method Base BodenseeOnline

The decision support system BodenseeOnline delivers actual information about the hydrodynamics and water quality of Lake Constance. BodenseeOnline supports decisions in case of emergency (e.g. impacts from accidents) or extreme events caused by flood or strong wind. The three dimensional distribution of hydrophysical and biogeochemical parameters is simulated with numerical models. The models are updated daily and driven with actual data. Results from weather forecasts allow a prognosis for the next 78 hours. Measured and calculated data are stored in a database. This information can be accessed via a web based tool. The numerical models can additionally be applied for local water resources problems using mesh refinements. The models have been verified in two measurement campaigns with hydrodynamic and ecological data. The structure of BodenseeOnline is modular and can be transferred to other lakes.

oder Änderungen der Ufergeometrie stehen können. Der Zugang zum Informationssystem erfolgt über das Internet unter: www.bodenseeonline.de

Danksagung

Die vorgestellten Ergebnisse konnten dankenswerter Weise aufgrund der Förderung durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Forschungsprojekt mit dem Förderkennzeichen 02WT00550 erarbeitet werden, das Teil des Verbundforschungsprojektes BodenseeOnline ist.

Autoren

Dr.-Ing Ulrich Lang
Dr.-Ing Thomas Paul

Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH
Wilhelmstr. 11
70182 Stuttgart
Lang@kobus-partner.com
Paul@kobus-partner.com

Literatur

[1] Hodges, B. R.; Imberger, J.; Saggio, A.; Winters, K. B.: Modeling basin-scale internal waves in

- a stratified lake. In: *Limnol. Oceanogr* (2000), Nr. 7, S. 45.
- [2] Hipsey, M. R.; Romero, J. R.; Antenucci, J. P.; Hamilton, D.: *Computational Aquatic Ecosystem Dynamics Model: CAEDYM v2, v2.2 Science Manual*, 2007.
- [3] Mayer-Föll, R.; Keitel, A.; Geiger, W.: F+E-Vorhaben KEWA – Kooperative Entwicklung wirtschaftlicher Anwendungen für Umwelt und Verkehr in neuen Verwaltungsstrukturen Phase II 2006/2007. *Wissenschaftlicher Bericht FZKA 7350 Forschungszentrum Karlsruhe*, 2007.
- [4] Iziomon, M. G.; Mayer H; Matzarakis A.: Downward atmospheric longwave irradiance under clear and cloudy skies: Measurement and parameterization. In: *Journal of Atmospheric and Solar-Terrestrial Physics* 65 (2003), S. 1107-1116.
- [5] Müller, G.; Förstner, U.: General relationship between suspended sediment concentration and water discharge in the Alpenrhein and other rivers. In: *Nature* (1968), Nr. 217, S. 244-245.
- [6] Holthuijsen, L. H.; Booij, N.; Ris, R. C.; Andorka Gal, J. H.; de Jong, J. C. M.: A verification of the third-generation wave model „SWAN“ along the southern North Sea coast. In: *Proceedings 3rd International Symposium on Ocean Wave Measurement and Analysis, WAVES'97, ASCE* (1997), S. 49-63.

- [7] Appt, J.: Analysis of Basin-Scale Internal Waves in Upper Lake Constance. In: *Mitteilungsheft des Instituts für Wasserbau der Universität Stuttgart* (2003), Nr. 123.
- [8] Kempke, S.; Fleig, M.; Lang, U.; Faißt, M.; Schick, R.: 'Bodensee-Online' – ein Informationssystem zur Vorhersage der Hydrodynamik und der Wasserqualität von Seen – Anwendungsbezogene Aspekte aus der Sicht der Wasserversorgung. In: *37. Jahresbericht der Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR)* (2005), S. 107-138.
- [9] Hibler, W. D.: A dynamic thermodynamic sea ice model. In: *Journal of Physical Oceanography* (1979), Heft 9, S. 815-846.
- [10] Rinke, K.; Gal, G.; Felix, M.; Rothhaupt, K. O.: Gekoppelte physikalisch-ökologische Simulation des Bodensees – ein Schritt zu einem modernen Gewässergütemanagement. In: *Tagungsbericht 2006 der Deutschen Gesellschaft für Limnologie (DGL)*, Dresden, S. 589-593.
- [11] Eder, M.; Rinke, K.; Kempke, S.; Huber, A.; Wolf, T.: Seeweite Bodensee-Messkampagne 2007 als Test für BodenseeOnline. In: *Wasserwirtschaft 98* (2008), Heft 10, S. 34-38.
- [12] Bühner, H.; Kirner, P.; Wagner, G.: Dem Bodensee in den Abflussjahren 1996 und 1997 zugeführte Stofffrachten. *Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee* (2000), Bericht Nr. 53a.

AKTUELL

Neuer Internetauftritt zum IWRM

Für den BMBF-Förderschwerpunkt „Integriertes Wasserressourcen-Management“ (IWRM) wurde ein neuer Internetauftritt freigeschaltet: www.wasserressourcenmanagement.de. Viele Entwicklungs- und Schwellenländer leiden unter mangelhafter Trinkwasserver- und Abwasserentsorgung. Die Millennium-Entwicklungsziele der Vereinten Nationen sehen daher vor, die Zahl der Menschen ohne Zugang zu sicherem Trinkwasser und angemessener Sanitärversorgung bis 2015 zu halbieren. Deutschland unterstützt diese humanitäre Aufgabe durch Forschung zum IWRM im Rahmenprogramm Forschung für die Nachhaltigkeit des Bundesministeriums für Bildung und Forschung (BMBF). Der Auf- und Ausbau einer nachhaltigen Wasser- und Abwasserinfrastruktur ist zudem ein wachsender Investitionsmarkt. Einen Überblick über die Ziele des Förderschwerpunktes und die geförderten Projekte in zahlreichen Partnerländern insbesondere in Asien, im Nahen Osten sowie in Afrika bietet jetzt der neue Internetauftritt.

Mit dem Prinzip des IWRM soll eine nach Menge und Güte nachhaltige Bewirtschaftung der miteinander in Wechselwirkung stehenden oberirdischen Gewässer, der Grundwasserleiter und gegebenenfalls auch der Küstengewässer geleistet werden. Dies sichert die soziale und wirtschaftliche Entwicklung sowie die Funktionsfähigkeit lebenswichtiger Ökosysteme und verbessert damit die Lebensbedingungen der Menschen. Im Förderschwerpunkt werden hierzu an großemäßig überschaubaren Modellregionen neue Herangehensweisen und Techniken erprobt, angepasst und weiterentwickelt. Gleichzeitig wird die internationale Zusammenarbeit im Wasserfach unterstützt und die interdisziplinäre Kooperation von Wissenschaft, Behörden und Wirtschaft gestärkt. Für deutsche Unternehmen im Wasser- und Umweltsektor soll zudem der Zugang zu neuen Märkten erleichtert werden. Forschung zum IWRM ist daher auch Bestandteil der ressortübergreifenden Hightech-Strategie und trägt zu den Zielen der German Water Partnership

bei. Bei den Modellregionen beispielsweise in Südafrika, Vietnam oder in der Mongolei handelt es sich in der Regel um Fluss- und Flussteil-Einzugsgebiete oder Siedlungsräume mit zugehörigen Gewässern. Neben den Zielen und der Struktur des Förderschwerpunktes werden diese Untersuchungsgebiete vorgestellt und die jeweiligen Projektkonzepte erläutert.

Die einzelnen Projektseiten aus der Rubrik „Forschung“ weisen eine einheitliche Struktur auf und liefern:

- Informationen über Rahmenbedingungen im jeweiligen Gebiet
- Lösungsansätze und
- Ziele des Projektes.

In einem separaten Bereich unter „Themenverwandte Programme und Projekte“ werden zudem themenverwandte Vorhaben aus der BMBF-Förderung im Wassersektor präsentiert. Eine weitere Rubrik des Internetauftritts stellt aktuelle Entwicklungen und Termine im Förderschwerpunkt oder in den Projekten vor und bietet ggf. Publikationen zum Herunterladen an. **GK**