

Verbundforschungsvorhaben
„BodenseeOnline“
Ein Informationssystem zur Vorhersage der Hydrodynamik und der
Wasserqualität von Seen am Beispiel des Bodensees

Teilprojekt 5:
Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR)
Anwendungsbezogene Fragestellungen aus der Sicht der Wasserversor-
gungsunternehmen

Zwischenbericht

Stand: Juli 2007

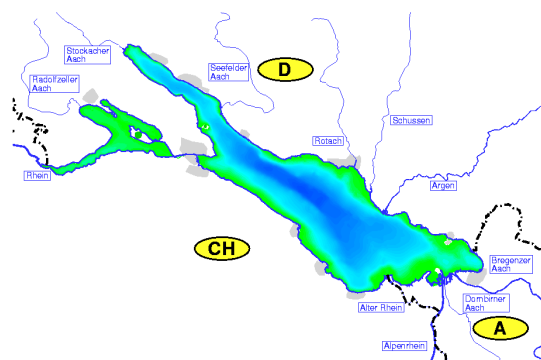
zusammengestellt
von
R. Schick*, S. Kempke**, U. Lang***, M. Fleig****

* Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung, Betriebs- und Forschungslabor (BWV), Sipplingen

** Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR), Freiburg/Sipplingen

*** Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH (kup), Stuttgart

**** DVGW-Technologiezentrum Wasser (TZW), Karlsruhe



Kurzfassung

Der Bodensee ist mit einer maximalen Tiefe von 254 m, einer Oberfläche von ca. 535 km² und einem Gesamtvolumen von fast 50 km³ einer der größten Trinkwasserspeicher in Europa. Zur Versorgung von über 4 Millionen Menschen in Deutschland und der Schweiz werden dem See von den insgesamt 16 Wasserversorgungsunternehmen jährlich etwa 170-180 Mio. m³ Wasser in Tiefen zwischen 40 und 60 m entnommen. Um sowohl die Funktionsfähigkeit des sensiblen Ökosystems „Bodensee“ als auch die Anforderungen an eine zukunftsorientierte Trinkwasserversorgung gewährleisten zu können, sind daher die begonnenen Maßnahmen des vorsorgenden und integrierten Gewässerschutzes fortzusetzen und erkannte Defizite zu beheben. Als Grundlage für wasserwirtschaftliche Entscheidungen und der Störfallvorsorge wird hierzu das Informations- und Warnsystem „BodenseeOnline“ einen wesentlichen Beitrag leisten können. Vor allem im Zusammenhang mit der Beschreibung und Quantifizierung von klima-, geogen- und zivilisatorisch bedingten Auswirkungen auf die im Bodensee stattfindenden hydraulischen und physikalisch/chemischen Prozessabläufe sind neue Erkenntnisse und praxisorientierte Lösungsansätze zu erwarten, die über den heutigen Stand des Wissens weit hinaus gehen.

Speziell in dem von der AWBR initiierten Teilprojekt 5 wurden vor allem anwendungsbezogene Aspekte und Fragestellungen bearbeitet, die aus Sicht der potenziellen Nutzer von Bedeutung sind. Bislang konzentrierten sich die Themenschwerpunkte dabei vorrangig auf

- einen historischen Rückblick / Literaturrecherche,
- die Erarbeitung der Anforderungen an das Informationssystem aus Sicht der potenziellen Anwender,
- die Bereitstellung „historischer“ Datensätze und Mitwirkung bei der Erhebung aktueller Messdaten,
- die Mithilfe bei der Konzeption und Aufbau des Onlinesystems,
- logistische Unterstützung der anderen Projektteilnehmer,
- Untersuchungen zur biogenen Calcitfällung und des partikelgebundenen Schadstofftransportes sowie auf
- Belange der Öffentlichkeitsarbeit und Einbindung von Fachbehörden.

Die von der AWBR begonnenen Arbeiten beruhen nicht nur auf einem wissenschaftliches Interesse, sie sind vielmehr eng mit den praxisbezogenen Belangen der Trinkwasserversorgung verbunden. Wie die in dem Folgeantrag geplanten Überlegungen zum Verkommen und räumlich/zeitlicher Verteilung von nicht abbaubaren Schadstoffen (z.B. N,N-Dimethylsulfamid) zeigen, setzt sich die AWBR stets dafür ein, dass durch einen nachhaltigen Umgang mit dem Bodensee, seinem Einzugsgebiet und allen Ressourcen die Lebensgrundlagen auch für zukünftige Generationen erhalten bleiben.

„Wasser kennt keine Grenzen - unsere Verantwortung auch nicht“

Inhaltsverzeichnis

Symbole/Abkürzungen	4
1.0 Einleitung.....	6
1.1 Allgemeines	
1.2 Zielsetzung des Teilprojektes 5	
2.0 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse.....	9
3.0 Praxisrelevanz, Anwendungsbeispiele	10
3.1 Erstellung eines Gutachtens für das Entsorgungsamt der Stadt St. Gallen	
3.2 Vorhersagen zur Ausbreitung von Treibholzfelder nach Starkregenereignissen	
3.3 Möglicher Einsatz von BodenseeOnline im Zusammenhang mit der Erfassung von Strömungsverhältnissen in seeseitigen Wasserschutzonen	
3.4 Weitere praxisbezogene Anwendungsbeispiele	
4.0 Zeit- und Kostenplanung, Meilensteine, Verzahnung mit den anderen Teilprojekten	17
4.1 Zeit- und Kostenplanung, Meilensteine	
4.2 Verzahnung mit den anderen Teilprojekten	
5.0 Weiteres Vorgehen, Ausblick.....	19
5.1 Weiteres Vorgehen im laufenden Forschungsprojekt	
5.2 Geplante Forschungsaktivitäten in Zukunft	
6.0 Veröffentlichungen, Vorträge, öffentliche Veranstaltungen.....	20
7.0 Anhänge	22

Symbole und Abkürzungen

AOX	an Aktivkohle adsorbierbare organische Halogenverbindungen
ARW	Arbeitsgemeinschaft Rheinwasserwerke
AVL	Amt für Vorarlberger Landesregierung
AWBR	Arbeitsgemeinschaft Wasserwerke Bodensee-Rhein
BAFU	schweizerisches Bundesamt für Umwelt
BMBF	Bundesministerium für Bildung und Forschung
BWG	schweizerisches Bundesamt für Wasser und Geologie
BWV	Bodensee-Wasserversorgung
bzw.	beziehungsweise
ca.	circa
CAEDYM	Computational Aquatic Ecosystem Dynamics Model
CWR	Center for Water Research, University of Western Australia
DFG	Deutsche Forschungsgemeinschaft
DOC	gelöster organischer Kohlenstoff
DSMA	N,N-Dimethylsulfamid
DVGW	Deutsche Vereinigung des Gas- und Wasserfaches
DWD	Deutscher Wetterdienst
DYRESM	Dynamic Reservoir Simulation Model
EAWAG	Eidgenössische Anstalt für Wasserversorgung, Abwasserreinigung und Gewässerschutz
ELCOM	Estuary and Lake Computer Model
F&E	Forschung und Entwicklung
ggf.	gegebenenfalls
GIS	Geographisches Informationssystem
GPS	Global Position System (Ortungssystem)
GSM	Global System for Mobil Communication
HPLC	Hochdruckflüssigkeitschromatographie
HVZ	Hochwasservorhersagezentrale, Baden-Württemberg
i.d.R.	in der Regel
IAWR	Internationale Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke im Rheineinzugsgebiet
IGKB	Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee
IKE	Institut für Kernenergetik und Energiesysteme, Universität Konstanz
ILK	Limnologisches Institut, Universität Konstanz
ISF	Institut für Seenforschung (Langenargen) der LUBW
IWB	Industrielle Werke Basel
IWS	Institut für Wasserbau, Universität Stuttgart
Kap.	Kapitel
kup	Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH
LUBW	Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg

LW	Landeswasserversorgung
Mio.	Millionen
Mrd.	Milliarden
NDMA	N-Nitrosodimethylamin
NGO	Nichtregierungsorganisation
NGO	Nichtregierungsorganisationen
ÖVGW	österreichische Vereinigung des Gas- und Wasserfaches
PN	partikulär gebundener Stickstoff
PON	partikulärer organischer Stickstoff
PP	partikular gebundener Phosphor
PSM	Pflanzenschutzmittel
RIWA	Arbeitsgemeinschaft der Rhein- und Maaswasserwerke
SAK _{254nm}	Spektraler Absorptionskoeffizient bei 254nm
SAK _{436nm}	Färbung
SMS	Short Message Service
SRP	gelöster organischer Phosphor
SVGW	schweizerische Vereinigung des Gas- und Wasserfaches
TP	Teilprojekt
TZW	DVGW-Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe
u.a.	unter anderem
u.U.	unter Umständen
UIS-BW	Umweltinformationssystem Baden-Württemberg
UM	Umweltministerium Baden-Württemberg
vgl.	vergleiche
WVU	Wasserversorgungsunternehmen
WVZ	Wasserversorgung Zürich
z.B.	zum Beispiel
z.T.	zum Teil
ZV	Zweckverband

1.0 Einleitung

1.1 Allgemeines

Kein anderes Element ist mit der Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte der Erde so eng verbunden, wie Wasser: Seit Jahrmillionen hat Wasser nicht nur durch gewaltige Erosionen die Erdoberfläche geformt, Wasser ist vielmehr die elementare Voraussetzung allen Lebens. Ausnahmslos haben alle heute existierenden pflanzlichen, tierischen und menschlichen Lebewesen ihren Ursprung im Wasser. Darüber hinaus ist Wasser als Lösungsmittel bei allen in Ökosystemen ablaufenden physikalischen, chemischen und biologischen Wechselwirkungen maßgeblich beteiligt. Wasser kann aber auch -wie beispielsweise die Ereignisse von Flutkatastrophen zeigen- binnen kürzester Zeit zur tödlichen Bedrohung werden. Keine andere natürliche Ressource prägte bzw. prägt die menschliche Lebensweise so sehr, verbreitet Stimmungen und spricht unser Gefühl an wie das Wasser. Seine herausragende Bedeutung spiegelt sich in allen Kulturen, Religionen und Belangen der menschlichen Zivilisation wider.

Der gesamte Wasservorrat auf der Erde beträgt ca. $1,4 \cdot 10^{18}$ m³, dies entspricht etwa 28 Millionen Mal dem Inhalt des Bodensees. Doch nur etwa 0,8% davon stehen als Süßwasser unmittelbar für die Trinkwasserversorgung zur Verfügung, der Rest entfällt auf das Salzwasser der Meere bzw. ist in Form von Eis und Schnee nur bedingt verwendbar. In dem Bewusstsein, dass die natürlichen Süßwasservorkommen begrenzt und die Niederschlagsmengen infolge der klimatischen und geographischen Gegebenheiten unterschiedlich ausfallen, sind nicht nur die Staatengemeinschaft sondern auch Nichtregierungsorganisationen (NGO) und Privatpersonen aufgerufen, sich im Rahmen der Sicherstellung der Grundbedürfnisse aller Menschen für entsprechende Maßnahmen zum Schutz der Gewässer einzusetzen sowie die zentrale Bedeutung und die ganzheitliche Betrachtung eines integrierten Wasserressourcenmanagements hervorzuheben.

Aber nicht nur weltweit, sondern auch direkt vor unserer „Haustür“ werden zukünftig z.T. bislang unbekannte, vielfältige Herausforderungen an die Entscheidungsträger der Politik, der Wasserwirtschaftsverbände sowie der Wasserver- und Abwasserentsorgungsunternehmen gestellt. Infolge des humiden Klimas in weiten Teilen Europas stehen hierbei jedoch weniger Fragestellungen zur Quantität als vielmehr Überlegungen zur Qualität im Vordergrund des Interesses. Insbesondere durch Naturkatastrophen sowie durch anthropogene Einflüsse wie z.B.

- unvorhersehbare Unfälle bzw. Havarien,
- dem unsachgemäßen Umgang und Transport von wassergefährdenden Stoffen,
- den industriellen und privaten Einleitungen von anorganischen und organischen Mikroverunreinigungen,
- dem diffusen Schadstoffeintrag aus Altlasten, Deponien, Landwirtschaft, oder undichten Abwasserkanälen,
- der Luftverschmutzung sowie
- die zunehmenden Belastungen aus Baumaßnahmen, Siedlungsdruck und Freizeitgestaltung

sind u.U. erhebliche Beeinträchtigungen der Gewässer nicht auszuschließen. Hier gilt es, sowohl in der politischen als auch in der öffentlichen Diskussion verstärkt deutlich zu machen, dass der vorsorgende und nachhaltige Schutz der Gewässer nach wie vor der zentrale Eckpunkt zur Bewahrung der Lebensgrundlagen des Menschen und eines intakten Ökosystems darstellt. Eine Aufgabe, die nicht durch einen Einzelnen sondern vielmehr nur durch ein disziplinübergreifendes, weitsichtiges und verantwortungsbewusstes Handeln aller zu bewältigen ist. Vor diesem Hintergrund sind auch die Wasserversorgungsunternehmen mehr denn je gefordert, sich den aktuellen Themen zu stellen und die Zukunft aktiv zu gestalten.

Als „Anwalt des Wassers“ bzw. „Lobby des Gewässerschutzes“ (vgl. Kap. Projektorganisation) bearbeitet die AWBR neben den allgemeinen Aspekten der Wasserwirtschaft und der Begleitung von Gesetzesvorhaben schwerpunktmäßig regionalbezogene Fragestellungen des Gewässerschutzes und der Trinkwasserversorgung. Aktuell große Bedeutung in der Arbeit der AWBR besitzt derzeit das F&E-Vorhaben

„BodenseeOnline - Ein Informationssystem zur Vorhersage der Hydrodynamik und der Wasserqualität von Seen“,

das gemeinsam durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) und die Deutsche Forschungsgemeinschaft (DFG) finanziell gefördert wird. Als Projektpartner wirken neben der AWBR

- die Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH,
- das Institut für Wasserbau der Universität Stuttgart,
- das Institut für Kernenergetik und Energiesysteme der Universität Stuttgart sowie
- das limnologische Institut der Universität Konstanz

mit - eine interdisziplinäre Arbeitsgruppe mit breitem wissenschaftlichen und ingenieurtechnischem Know-how. Darüber hinaus ist das Projekt mit dem Ministerium für Umwelt Baden-Württemberg (UM) abgestimmt und wird von der von der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB), der Landesanstalt für Umwelt, Messungen und Naturschutz Baden-Württemberg (LUBW), dem Institut für Seenforschung in Langenargen (ISF) sowie vom Deutschen Wetterdienst (DWD), dem Amt der Vorarlberger Landesregierung und dem schweizerischen Bundesamt für Umwelt (BAFU) durch die Bereitstellung von aktuellen Daten und Informationen unterstützt.

1.2 Zielsetzung des Teilprojektes 5

Ziel ist es, am Beispiel des Bodensees ein entsprechendes Online-Informations- und Warnsystem für Oberflächengewässer zu entwickeln, das

- nicht nur von den Wasserversorgungsunternehmen als Entscheidungshilfe im Bereich des Hochwassermanagements bzw. der Störfallvorsorge sondern vielmehr auch

- als Grundlage für wasserwirtschaftliche Entscheidungen im Sinne des vorsorgenden Gewässerschutzes sowie
- zur Abklärung verschiedener Fragestellungen u.a. im Zusammenhang mit der Fischerei, der Schifffahrt oder der Wasserschutzpolizei

eingesetzt werden kann. Auf der Basis von mathematisch formulierbaren Sachverhalten (Simulationsmodelle) soll in einer dreijährigen Pilotphase ein Planungs- und Steuerungsinstrument aufgebaut und dessen praxistaugliche Einsatzfähigkeit nachgewiesen werden, mit dem sich sowohl

- die hydraulischen Verhältnisse im geschichteten und ungeschichteten Zustand prognostizieren als auch
- denkbare Entwicklungen bezüglich der Wasserbeschaffenheit

in Abhängigkeit von den meteorologischen Einflüssen (Wind, Sonne), den Stoffeinträgen, den Zufluss- und Abflussverhältnissen sowie ausgewählter Transport- und Stoffwechselforgänge beschreiben und quantifizieren lassen.

Speziell in dem von der AWBR bearbeiteten Teilprojekt 5 sollen vor allem anwendungsbezogene Aspekte und Fragestellungen aufgegriffen werden, die aus Sicht der potenziellen Nutzer von Bedeutung sind. U.a. konzentrieren sich die Themenschwerpunkte dabei vorrangig auf

- einen historischen Rückblick (Literaturrecherche),
- die Erarbeitung der Anforderungen an das Informationssystem aus Sicht der potenziellen Anwender (z.B. Festlegung des zeitlichen und räumlichen Aussagevermögens, Spezifikation von wasserwerksrelevanten Szenarien, Definition Festlegung von Zugangsrechten einzelne Interessensgruppen),
- die Bereitstellung „historischer“ Datensätze und Mitwirkung bei der Erhebung aktueller Messdaten,
- die Mithilfe bei der Konzeption und Aufbau des Onlinesystems. (z.B. Inbetriebnahme von Online-Messstationen bei den Seewasserwerken)
- logistische Unterstützung der anderen Projektteilnehmer sowie auf
- Belange der Öffentlichkeitsarbeit und Einbindung von Fachbehörden.

Außerdem sollen vor dem Hintergrund der ufernahen Beförderung von wassergefährdenden Stoffen via Straße/Bahn die Prozessabläufe der biogenen Calcitfällung und des partikelgebundenen Schadstofftransportes eingehend untersucht und beurteilt werden. Aufbauend auf den bisherigen Erkenntnissen ist geplant, unter wissenschaftlicher Leitung des limnologischen Institutes (Dissertation) zunächst die hydrochemischen Randbedingungen, die beispielsweise zu einer Frühjahrsentfaltung des Phytoplanktons („Algenblüte“) führen, im Rahmen von in-vitro bzw. in-situ-Versuchen zu erfassen und auf der Basis numerischer Algorithmen zu beschreiben. Anschließend sollen die zu erwartenden Vorgänge (z.B. Kristallisationskeime, Kristallwachstum, Adsorption von Schadstoffen) simuliert und mit den realen Gegebenheiten (Freilandprogramm) verglichen werden. Insgesamt sind modelltheoretische Ansätze zu erarbeiten, die eine quantitative Beschreibung der im Bodensee beobachteten Effekten und ablaufenden Reaktionsmechanismen erlaubt.

2.0 Wissenschaftlich-technische Ergebnisse

Speziell in dem von der AWBR initiierten Teilprojekt 5 wurden vor allem anwendungsbezogene Aspekte und Fragestellungen bearbeitet, die aus Sicht der potenziellen Nutzer von Bedeutung sind. Bislang konzentrierten sich die Themenschwerpunkte dabei vorrangig auf

- einen historischen Rückblick / Literaturrecherche (*Anhang A.2*),
- die Erarbeitung der Anforderungen an das Informationssystem aus Sicht der potenziellen Anwender (*Anhang A.3*),
- die Bereitstellung „historischer“ Datensätze und Mitwirkung bei der Erhebung aktueller Messdaten (*Anhang A.4 und Anhang A.5*),
- die Mithilfe bei der Konzeption und Aufbau des Onlinesystems (*Anhang A.6*)
- logistische Unterstützung der anderen Projektteilnehmer; Mitwirkung bei der Messkampagne 2007 (*Anhang A.7*),
- Untersuchungen zur biogenen Calcitfällung und des partikelgebundenen Schadstofftransportes (*Anhang A.8*),
- Belange der Öffentlichkeitsarbeit und Einbindung von Fachbehörden (*Anhang A.9*) sowie auf
- Literaturrecherche (*Anhang A.10*).

Einzelheiten können den o.g. Anhängen entnommen werden.

3.0 Praxisrelevanz, Anwendungsbeispiele

Wie die bisherigen Untersuchungen und Beispiele zeigen, können mit dem Informations- und Warnsystem „BodenseeOnline“ grundlegende Zusammenhänge erarbeitet werden, die zu einem tieferen Verständnis der im Bodensee beobachteten Effekten beitragen und deren Ergebnisse als Entscheidungshilfen für eine Vielzahl an Fragestellungen herangezogen werden können. Durch die computerunterstützten Berechnungsansätze lassen sich u.a. in Abhängigkeit von hydrologischen und meteorologischen Einflussgrößen verschiedenen Rahmenbedingungen simulieren und somit verhältnismäßig einfach die dabei resultierenden Wechselwirkungen aufzeigen und beurteilen. Insbesondere

- die Erarbeitung der an das System „BodenseeOnline“ gestellten anwendungsbezogenen Anforderungen,
- deren modelltheoretische Umsetzung sowie
- die bewusst aktive gestaltete Öffentlichkeitsarbeit

trugen dazu bei, dass bereits nach einer Bearbeitungszeit von ca. 1,5 Jahren in drei konkreten Anwendungsfällen das Informationssystem „BodenseeOnline“ zum Einsatz kam bzw. mit einem Einsatz in naher Zukunft zu rechnen ist.

3.1 Erstellung eines Gutachtens für das Entsorgungsamt der Stadt St. Gallen

Im Jahre 2006 wurde auf Initiative der AWBR von der Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH für das Entsorgungsamt der Stadt St. Gallen ein Gutachten erstellt, das Hinweise beinhaltet, die im Zusammenhang mit der lokalen Ausbreitung von geklärtem Abwasser im Bodensee von Bedeutung sind. Im konkreten Anwendungsfall wurde in Abhängigkeit von den jahreszeitlichen Schichtungsverhältnissen, der hydrologischen und meteorologischen Gegebenheiten die Seeströmungen im Bereich der Steinacher und Arboner Bucht unter Verwendung des dreidimensionalen Modellansatzes von BodenseeOnline quantifiziert. Ziel dabei war es zu prüfen, ob und inwieweit die geplanten Einleitmaßnahmen zu einer Beeinflussung der im Umfeld liegenden Entnahmestellen der Seewasserwerke Frasnacht, Arbon, Riet und Rorschach führen. Insgesamt wurden 5 verschiedene Varianten / Einleitbedingungen untersucht und miteinander verglichen.

Als Ergebnis der durchgeführten Analysen der Windverhältnisse (**Bild 3.1**) und Simulationsrechnungen konnten im einzelnen Empfehlungen abgeleitet werden, die bei der Erarbeitung des zukünftigen Entsorgungskonzeptes der Stadt St. Gallen ihre Berücksichtigung finden werden.

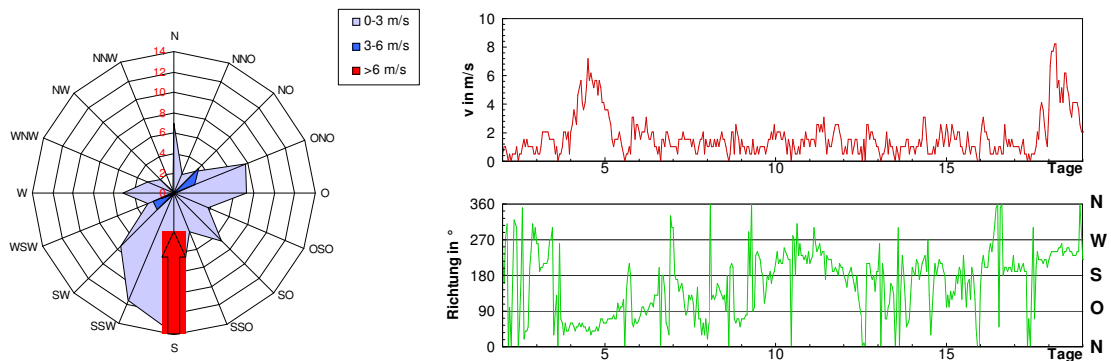


Bild 3.1:
Analyse der Windverhältnisse, dargestellt am Beispiel der Windrose der Messstation Güttingen mit den Winddaten der ersten 20 Tage im Jahr 2006
Der Wind ist die wichtigste „Antriebsgröße“ für die Strömungsverhältnisse im Bodensee. Um repräsentative Modellrechnungen durchführen zu können, ist die Kenntnis der hauptsächlichen Windverhältnisse und der dominanten bzw. typischen Windereignisse erforderlich.

3.2 Vorhersagen zur Ausbreitung von Treibholzfelder nach Starkregenereignissen

Etwa 40% des Einzugsgebietes vom Bodensees sind heute bewaldet, wobei die natürliche Baumgrenze in den Randalpen auf einer Höhe von ca. 1500 m, in den Zentralalpen auf etwa 2200 m liegt. Aufgrund der Interzeption und der Wasserspeicherung im Boden hat der Wald neben seinen erosionshemmenden Effekten wesentliche Auswirkungen auf die Beschaffenheit und die hydrologischen Verhältnisse der Bodenseezuflüsse. Darüber hinaus stellt besonders der alpine Wald eine wichtige Quelle für Schwemmholz dar, das in den Flussläufen i.d.R. ein wertvolles Strukturelement bildet. Im Falle eines Extremereignisses bzw. im Übermaß sind jedoch nachteilige Beeinträchtigungen hinsichtlich des Hochwasser- und Gewässerschutzes zu besorgen. Wie mehrfach beobachtet, wurden bei Starkregenfällen über den Alpenrhein mehr als 50.000 m³ Treibholz in den Bodensee eingeschwemmt, was dem Baumbestand einer Fläche von ca. 1-2 km² entspricht (**Bild 3.2**). Am Seeufer führen die Holzmassen u.a. zur Zerstörung von Lebensräumen, im Freiwasserbereich wird die Schifffahrt erheblich behindert oder sogar gefährdet. Zudem sind -neben dem finanziellen Aufwand- durch die Entfernung und Beseitigung des eingeschwemmten Holzes weitere ökologische Folgeschäden nicht auszuschließen.

Bild 3.2:
Einschwemmung von Treibholz in
den Bodensee bei Starkregenereig-
nissen und Hochwasser

Vor diesem Hintergrund wurde u.a. von

- der Internationalen Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB)
- den Schifffahrtsverbänden,
- den Hafenbesitzern
- den Fischereiverbänden sowie
- den Gemeinden am Bodenseeufer

sehr starkes Interesse bekundet, die bei Hochwasserereignissen resultierende Ausbreitung von Treibholzfeldern auf dem Bodensee mittels „BodenseeOnline“ transparent darstellen zu können. Von der Ingenieurgesellschaft Prof. Kobus und Partner GmbH wurde daher im Rahmen der Entwicklung von BodenseeOnline bereits ein erstes Modul zur Verfügung gestellt, mit dem die wind-/strömungsbedingte Verfrachtung von Gegenständen an der Seeoberfläche zumindest näherungsweise charakterisiert werden kann (**Bild 3.3**).

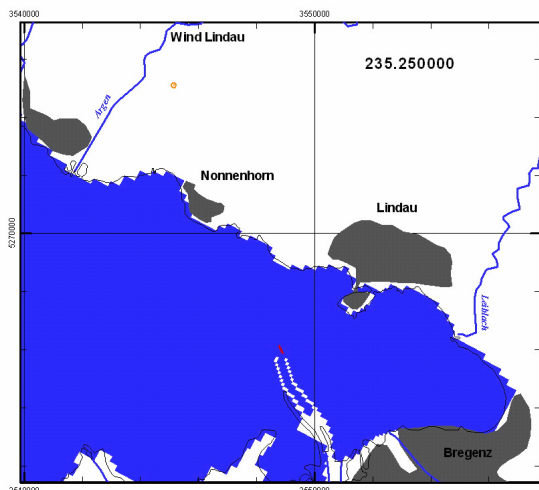


Bild 3.3:
simulierte Ausbreitung von Treibholzfel-
dern mittels „BodenseeOnline“, darge-
stellt am Beispiel des Starkregenereignis-
ses vom August 2005

3.3 Möglicher Einsatz von BodenseeOnline im Zusammenhang mit der Erfassung von Strömungsverhältnissen in seeseitigen Wasserschutzzonen

Ein weiteres Anwendungsbeispiel, das die Praxisrelevanz von BodenseeOnline aufzeigt, ist dessen geplanter Einsatz im Zusammenhang mit der Erfassung von Strömungsverhältnissen in seeseitigen Wasserschutzzonen. Beispielsweise ist im Bereich der Entnahmestellen der Bodensee-Wasserversorgung und des Seewasserwerkes Überlingen ein Wasserschutzgebiet ausgewiesen, das -für Deutschland einmalig- sowohl einen see- als auch einen landseitigen Anteil aufweist (**Bild 3.4**).



Bild 3.4:
Wasserschutzgebiet im Bereich der Entnahmestellen der Bodensee-Wasserversorgung und des Seewasserwerkes Überlingen

Obwohl die Begrenzung lediglich einen kleinen Bruchteil des gesamten Einzugsgebietes des Bodensees umfasst, kommt diesem Schutzgebiet eine nicht zu unterschätzenden Wirkung zu. So ist es beispielsweise mit Hilfe dieses Schutzgebietes gelungen, den politischen Druck auf den Bau einer Fernstraße soweit aufzubauen, dass im Jahre 1994 die seefern verlaufende Trasse der Bundesstraße „B31 neu“ zumindest teilweise eingeweiht werden konnte. In der Zwischenzeit sind weitere Bauabschnitte hinzugekommen, so dass heute die Transporte von wassergefährdenden Stoffen via Straße durch das Wasserschutzgebiet verboten sind.

Darüber hinaus sind im Jahre 2005/2006 umfangreiche Maßnahmen zur Überwachung des seeseitigen Wasserschutzgebietes hinzugekommen, um die Entnahmestellen vor unbefugten Eingriffen zu schützen. Durch die Einrichtung von visuell und elektronisch gestützten Beobachtungssystemen besteht zumindest die Möglichkeit, Unregelmäßigkeiten im Bereich der Entnahmestellen ggf. festzustellen und entsprechende Gegenmaßnahmen einzuleiten.

Vor diesem Hintergrund wird derzeit geprüft, inwieweit die Möglichkeiten von BodenseeOnline mit in die Überlegungen zur Erhöhung der Versorgungssicherheit eingebunden werden können. U.a. ist geplant, speziell im ausgewiesenen Wasserschutzgebiet des Zweckverbandes Bodensee-Wasserversorgung und

des Seewasserwerkes Überlingen die lokalen Strömungsverhältnisse detailliert zu erfassen.

3.4 Weitere praxisbezogenen Anwendungen

Neben dem Einsatz in den o.g. konkreten Fallbeispielen sind eine Vielzahl an weiteren praxisorientierten Anwendungen denkbar, die sowohl in wasserwirtschaftlichen Fragestellungen als auch im Bereich der Störfallvorsorge und Schadensabwehr als Orientierungs- und Planungshilfen herangezogen werden können. Auf Einladung des Umweltministeriums Baden-Württemberg fand am 22.05.2007 im Institut für Seenforschung, Langenargen eine Informationsveranstaltung für potenzielle Nutzer statt. Insgesamt haben ca. 30 Interessenten teilgenommen und im Rahmen einer Brainstorming u.a. folgende Nutzungsanforderungen und Anregungen diskutiert:

Gewässerschutz

- Vorhersagen von Ausbreitungs- und Umsetzungsprozesse in Abhängigkeit vom Stoffeintrag und den aktuellen Strömungsverhältnissen
- Abschätzung der Auswirkungen von Eingriffen in den See (Einbauten, Veränderungen der Häfen, Rheinvorstreckung etc.)
- Sensitivitätsuntersuchungen zum Einfluss der baulichen Gestaltung der Alpenrheinvorstreckung
- Entscheidungshilfe für die Planung von Baggergutverbringungen; Impaktzonen von Sedimentfahnen
- Aussagen zur Ablagerung von hochwasserbürtigen Sedimentfrachten
- Modellunterstützte Optimierung von Messprogrammen
- Prognose von Langzeitveränderungen der Gewässerqualität z.B. in Folge von Temperatur- und Windverhältnissen
- Beurteilung des Einflusses der thermischen Schichtung auf die Stoffumsetzungsprozesse
- Auswirkungen des Klimawandels auf die saisonalen Strömungsprozesse und die Wasserqualität
- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile

Gemeindeverwaltungen

- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile
- Aussagen zur Ablagerung von hochwasserbürtigen Sedimentfrachten
- Abschätzung der Auswirkungen von Eingriffen in den See (Einbauten, Veränderungen der Häfen, Rheinvorstreckung etc.)

Wasserschutzpolizei

- Modellunterstützte Rückverfolgung von anthropogenen Kontaminationen und Stoffeinträ-
gen
- Suche und Rückverfolgung von Objekten, Drift von Schifffahrtshindernissen
- Rekonstruktion bzw. Vorhersage von Driftwegen – z.B.: im Zusammenhang mit Schiffsha-
varisten (wind- und strömungsbedingte Drift)
- Unterstützung von Rettungs- und Suchmaßnahmen
- Rekonstruktion von Schadensereignissen

- Beurteilung von Gefährdungen in Folge von Kontaminationen
- Beurteilung und Prognose von Strömungs- und Windfeldern im Vorfeld von extremen Witterungsbedingungen
- Seegangsvorhersage
- Auswirkungen von extremen Wasserständen (hoch und niedrig)
- Prognose von Treibholzverfrachtung im Falle eines Hochwassers
- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile

Feuerwehr, Technisches Hilfswerk

- Prognose der Ausbreitung von Schadstoffen z.B. im Rahmen der Ölwehr
- Modellunterstützte Anordnung von Ölsperren auf Grund prognostizierter Strömungsfelder
- Prognose von Strömungs- und Windfeldern im Vorfeld von extremen Witterungsbedingungen
- Unterstützung von Rettungsmaßnahmen
- Prognose von Treibholzverfrachtung im Falle eines Hochwassers
- Auswirkungen von extremen Wasserständen (hoch und niedrig)
- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile

Wasserversorgung

- Gefährdung von Wasserfassungen nach Kontaminationen durch wassergefährdende
Stoffe
- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile
- Vorhersagen von Ausbreitungs- und Umsetzungsprozesse in Abhängigkeit vom Stoffein-
trag und den aktuellen Strömungsverhältnissen
- Modellunterstützte Optimierung von Messprogrammen
- Beurteilung des Einflusses von thermischer Schichtung auf die Stoffumsetzungsprozesse
- Auswirkungen des Klimawandels auf die saisonalen Strömungsprozesse und die Was-
serqualität
- Auswirkungen von Schwebstofffahnen der Zuflüsse

Schifffahrt und Wassersport

- Allgemeine Prognose der Wind- und Strömungsverhältnisse
- detaillierte Windprognose für den Bereich des Bodensees
- Prognose von Strömungs- und Windfeldern im Vorfeld von extremen Witterungsbedingungen
- Seegangsvorhersage
- Auswirkungen von extremen Wasserständen (hoch und niedrig)
- Vorbereitung von Regatten
- Auswirkungen von Hochwasser und allgemeinen Pegelstandsänderungen auf Hafen- und
Prognose von Treibholzverfrachtung im Falle eines Hochwassers
- Unterstützung von Rettungs- und Suchmaßnahmen
- Verlandung und Sedimenttransport im Bereich von Fahrrinnen und Hafeneinfahrten, Slip-
anlagen
- Rekonstruktion bzw. Vorhersage von Driftwegen – z.B.: im Zusammenhang mit Schiffsha-
varisten (strömungs- und windbedingte Drift)
- Regattabezogene Windprognosen – Kurzfristprognose
- Verdriftung von Schifffahrtshindernissen
- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile

Fischerei

- Kurzzeitprognose der Strömungs-, Nährstoff- und Temperaturverteilung im See
- Langzeitprognose der Strömungs-, Nährstoff- und Temperaturverteilung im See
- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile
- Aufklärung und besseres Verständnis für fischereilichen Aspekten, z.B. Beeinträchtigung
des Obersees durch scheinbar verstärkte Schwebstofffahnen und den Eintrag von Trüb-
stoffen; Verschneidung von fischereiwirtschaftlichen Daten (Fangerträge und Verteilung
von Fischen) und den Daten zum physikalischen Kontext (Strömungen, Schwebstofffah-
nen,...)

Tourismus

- Prognose der Temperatur- und Qualitätsverhältnisse im Bereich von Badestellen
- Auswirkungen von Schadensfällen auf Badestellen
- Wind-/Unwetterwarnung und Starkwindvorhersage (DWD)
- Informationszentrum über die Seeströmungen
- Prognose der Badewasserqualität (z.B.: in Hinblick auf Flusswasserfahnen)
- Kontextinformationen zum Auftreten von Badedermatitis
- Populärwissenschaftliche Aufbereitung und Bereitstellung der Informationen für interes-
sierte Touristen
- Gefahrenabwehr – Informationen über ggf. durch Schadstoffeinträge beeinträchtigte See-
teile
- Informationen zu evtl. in Mitleidenschaft gezogene Badestrände nach Stoffeinträgen

Die Diskussion hat u.a. gezeigt, dass in einer Vielzahl der Anwendungsfälle aktuelle Informationen benötigt werden. Dies bedeutet, dass die von den Betreibern erhobenen Messdaten ohne bzw. mit möglich geringen zeitlichen Verzögerungen den Nutzern von BodenseeOnline zur Verfügung gestellt werden müssen. Eine Anforderung, die aufgrund des Onlinebetriebes bereits gegeben ist. Ferner wurde vereinbart, aus dem Kreis der Anwender einen Begleitkreis zu bilden, in dem die weitere Vorgehensweise diskutiert und festgelegt werden soll.

4.0 Zeit- und Kostenplanung, Meilensteine, Verzahnung mit den anderen Teilprojekten

4.1 Zeit- und Kostenplanung, Meilensteine

Die Arbeiten der AWBR sind insgesamt auf einen Förderzeitraum von 3 Jahren ausgerichtet. Da die Finanzierung seitens der DFG erst ein halbes bzw. dreiviertel Jahr nach Beginn der vom BMBF geförderten Teilprojekte erfolgte, wurde mit allen Projektteilnehmern eine kostenneutrale Verlängerung des Förderzeitraums um ein halbes Jahr vereinbart. Als offizieller Start- bzw. Endtermin ergibt sich somit der 01.07.2005 bzw. 30.06.2008. Ein entsprechender Antrag ist für Mitte 2007 geplant. Mit dieser Änderung entspricht die Arbeits-, Zeit- und Kostenplanung den Angaben des Projektantrages vom 31.07.2003 (**Bild 4.1**). Darüber hinaus haben sich die AWBR-spezifischen Ziele nicht geändert. Auch die im Antrag genannten Meilensteine werden erreicht.

	0 - 0,5 Jahr	0,5 - 1 Jahr	1 - 1,5 Jahr	1,5 - 2 Jahr	2 - 2,5 Jahr	2,5 - 3 Jahr
--	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------	--------------

A: Daten und Methodenmanagement

A1						
A3			M1			
A5			M1			
A7						

B: Weiterentwicklung der Prozessmodellierung

B5					M7	
----	--	--	--	--	----	--

C: Aufbau und Testbetrieb von BodenseeOnline

C3						M8
C4						M9, M10
C6						
C7						

U: Unterstützung der anderen Projektpartner

U1						
U2						

Legende:

- A1: Anforderungen an Informationssystem aus der Sicht der Anwender
- A3: Rollen- und Rechtevergabe
- A5: Anforderungen an Simulationsplattform
- A7: Bereitstellung von historischen Datensätzen, Erhebung aktueller Daten
- B5: Integration weitere Simulationsmethoden und verbesserte Prozessmodelle zur Charakterisierung und Quantifizierung der Vorgänge zur Partikelbildung und des vertikalen Partikeltransportes
- C3: Sondermesskampagnen (z.B. Driftkörpermessungen, Untersuchungen zum Ausbreitungsverhalten von Mikroverunreinigungen)
- C4: Spezifikation wasserwerksrelevanter Szenarien
- C6: Empfehlungen zur Verbesserung des Informationssystems
- C7: Öffentlichkeitsarbeit, in- und externe Workshops, Einbindung der Behörden
- U1: Unterstützung der Projektpartner mit technischer Ausrüstung und Logistik der einzelnen Wasserversorgungsunternehmen am Bodensee
- U2: Unterstützung der Projektpartner durch wissenschaftliches know-how und Infrastruktur der Betriebs- und Forschungslaboratorien der Seewasserwerke und des TZW

Bild 4.1:
Zeitplan - Forschungsarbeiten der AWBR

4.2 Verzahnung mit den anderen Teilprojekten

Die Verzahnung der Forschungsaktivitäten zwischen der AWBR und den anderen Teilprojekten geht aus **Bild 4.2** hervor.

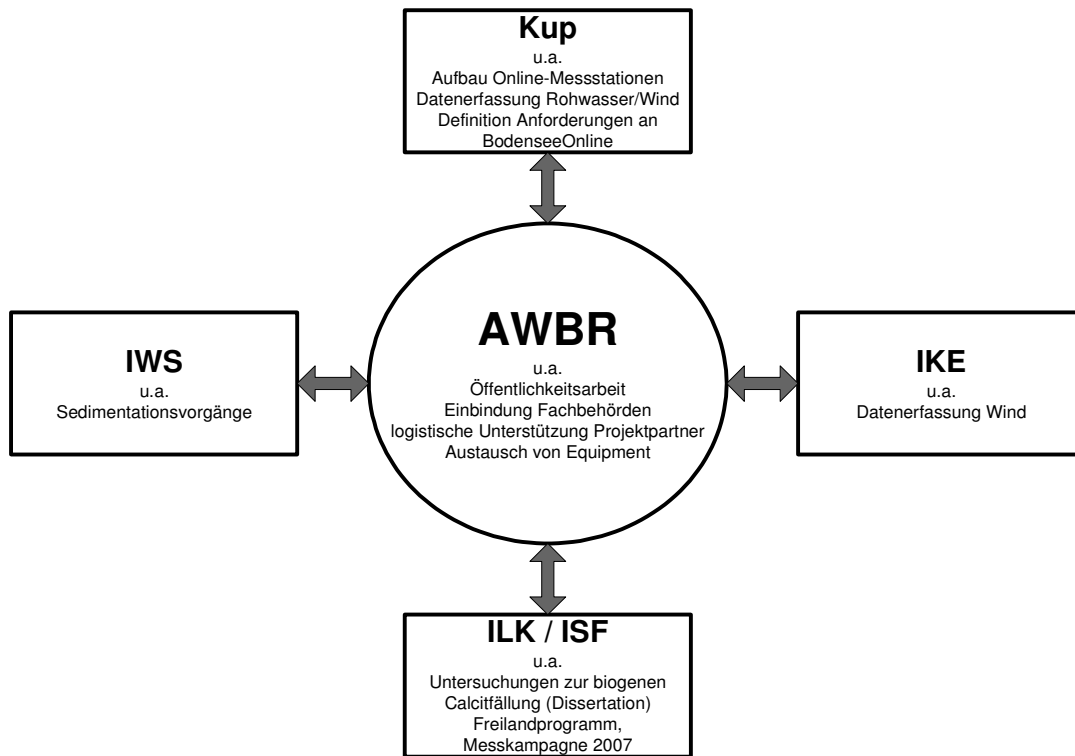


Bild 4.2:
Verzahnung der Forschungsaktivitäten zwischen der AWBR und den anderen Teilprojekten

Insbesondere leistet die AWBR einen wesentlichen Beitrag im Rahmen der Öffentlichkeitsarbeit, der Einbindung von Fachbehörden, der Ausrichtung von internen/externen Veranstaltungen und unterstützt alle Projektpartner durch wissenschaftliches know-how und durch die bei verschiedenen Seewasserwerken bzw. im Technologiezentrum Wasser, Karlsruhe vorhandene Infrastruktur modern ausgerüsteter Laboratorien. Den Schwerpunkt der wissenschaftlichen Untersuchungen stellen vor allem die Definition der Anforderungen an Bodensee-Online, die Datenbereitstellung (kup, IKE), die Überlegungen zum partikelgebundenen Schadstofftransport (ILK/ISF sowie die Arbeiten zu Sedimentationsvorgängen (IWS) dar.

5.0 Weiteres Vorgehen, Ausblick

5.1 Weiteres Vorgehen im laufenden Forschungsprojekt

Im Rahmen des laufenden Forschungsprojektes werden gemäß den im Antrag skizzierten Themenschwerpunkte (vgl. Bild 4.1) die begonnenen Arbeiten fortgeführt bzw. durch die noch offenen Fragestellungen ergänzt. U.a. werden im Rahmen der Untersuchungen zur biogenen Calcitfällung und des partikelgebundenen Schadstofftransportes die vorliegenden Erkenntnisse weiter ausgewertet und beurteilt sowie noch vorhandene Lücken, die für eine weitergehende Charakterisierung und Quantifizierung der beobachteten Wechselwirkungen erforderlich sind, durch entsprechende Forschungsaktivitäten geschlossen. Ziel ist es, auf der Grundlage von thermodynamisch, physikalisch und chemisch begründeten Zusammenhängen computerunterstützte Berechnungsansätze zu entwickeln, die eine Vorausberechnung der im aquatischen System „Bodensee“ ablaufenden Vorgänge erlauben. U.a. sollen in diesem Zusammenhang -gemeinsam mit dem Technologiezentrum Karlsruhe (TZW)- Untersuchungen durchgeführt werden, die anhand der Ausbreitung von organischen Mikroverunreinigungen Aussagen zur Einschichtung von Flusswasserfahnen (z.B. Schussen) ermöglichen. Wie in den Jahren zuvor, wird die AWBR darüber hinaus wieder maßgeblich an der Ausrichtung des geplanten Kolloquiums „Bodenseeforschung 2007“ am 10.10.2007 in Überlingen mitwirken.

5.2 Zukünftige Forschungsaktivitäten

Nach Beendigung des derzeit laufenden Forschungsprojektes ist geplant, ab Mitte 2008 in einer zweiten Phase das erarbeitete Basissystem „BodenseeOnline“ nicht nur im Rahmen der „Routineanwendungen“ kontinuierlich zu betreiben sondern auch weiterzuentwickeln. In einem F&E-Folgeantrag sollen dabei vor allem die offenen Fragen der potenziellen Nutzer (vgl. Kap. 3.4) berücksichtigt werden. Speziell die AWBR / TZW wird sich schwerpunktmäßig wiederum mit der Planung und Durchführung von gezielten Messkampagnen einbringen. Ziel dabei ist es, durch die Erfassung relevanter Wassergüteparameter die Grundlagen zu erarbeiten, die für die Verifikation und den Testbetrieb des Online-Systems erforderlich sind. Konkret sollen vor dem aktuellen Hintergrund der Beeinträchtigung des Bodensees durch Wirkstoffe bzw. Abbauprodukte (Metaboliten) von Pflanzenschutzmitteln (PSM) eingehende Untersuchungen zum Vorkommen von nicht abbaubaren Schadstoffen durchgeführt werden. Am Beispiel der Leitsubstanz „N,N-Dimethylsulfamid (DMSA)“ ist vorgesehen, die u.a. die zeitlich/räumliche Verteilung / Veränderung von Spurenstoffen im Bodensee zu erfassen und gemeinsam mit den anderen Projektpartnern Modellvorstellungen zu entwickeln, die unter Berücksichtigung der sich ändernden klimatischen Rahmenbedingungen zu einer weitergehenden Aufklärung der hydrodynamischen und wasserchemischen Wechselwirkungen im Bodensee beitragen.

6.0 Veröffentlichungen

- R. Schick (2005):* Was ist für die Praxis zu erwarten? Vortrag anlässlich der Auftaktveranstaltung für das von BMBF und DFG geförderte Verbundprojekt BodenseeOnline am 12.10.2005 in Langenargen.
- S. Kempke, M. Fleig, U. Lang, M. Faißt und R. Schick (2006):* „BodenseeOnline“ - ein Informationssystem zur Vorhersage der Hydrodynamik und der Wasserqualität von Seen. In: 37. AWBR-Jahresbericht 2005, 107 - 138.
- S. Kempke (2006):* Partikelgebundener Schadstofftransport im Bodensee. Vortrag anlässlich des Kolloquiums „Bodenseeforschung 2006 - Prozesse, Daten und Modelle- am 11. Oktober 2006 in Konstanz.
- R. Schick (2006):* Starkregenereignis August 2005 - Messungen der Seewasserwerke und Übersicht über die seeweite Ausbreitung von trübstoffhaltigem Wasser. Vortrag anlässlich des Kolloquiums „Bodenseeforschung 2006 - Prozesse, Daten und Modelle- am 11. Oktober 2006 in Konstanz.
- S. Kempke, R. Schick und W. Uhl (2006):* Zu Mechanismen der biogenen Calcitfällung im Bodensee. In: 72. Jahrestagung der Wasserchemische Gesellschaft, Fachgruppe in der Gesellschaft Deutscher Chemiker in Celle, Tagungsband 78 - 82.
- S. Kempke, R. Schick, K. Rinke und K.-O. Rothhaupt (2006):* Zeitlich hochauflösende Untersuchungen zur biogen induzierten Calcitbildung. In: Jahrestagung der Deutschen Gesellschaft für Limnologie in Dresden, Postervortrag 235 - 236.
- R. Schick und H. Mehlhorn (2007):* Qualitätssicherung - Unverzichtbarer Bestandteil einer zukunftsorientierten Trinkwasserversorgung. In: „Wissensdurst“ Heft 1, Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung, 16 - 31.
- R. Schick und U. Lang (2007):* „BodenseeOnline“ - aktueller Entwicklungsstand. Vortrag anlässlich der Fortbildungsreihe des Regierungspräsidiums Stuttgart - Landesgesundheitsamt- am 26.04.2007 in Sipplingen.
- S. Kempke, E. Raff, U. Lang und R. Schick (2007):* F&E-Vorhaben „BodenseeOnline“ - ein bedeutender Meilenstein zur Entschlüsselung eines sensiblen Chaos. In: 38. AWBR-Jahresbericht, 87 - 110.
- M. Wessels, S. Kempke und R. Schick:* Starkregenereignis 2005 - Untersuchungen zum Trübstoffeintrag und -verteilung im Bodensee am Beispiel der Starkregenereignisse vom 19. bis 24. August 2005. In Vorbereitung.
- R. Schick, P. Ehrle und U. Lang (2007):* Literaturübersicht - Strömungsmessungen und -simulationen „Bodensee“ unter Berücksichtigung hydrologischer und meteorologischer Rahmenbedingungen. In Vorbereitung.

Vorträge, Informationsveranstaltungen

AWBR-Mitgliederversammlung am 17.06.2005 auf der Insel Mainau

Auftaktveranstaltung am 12. Oktober 2005

Interdisziplinäre Verbundforschung und Kooperation zum integrierten Gewässerschutz am Bodensee

AWBR-Mitgliederversammlung am 30.06.2006 in Luzern

Kolloquium „Bodenseeforschung“ am 11.10.2006 in Konstanz

Informationsveranstaltung des Ministeriums für Umwelt Baden-Württemberg am 22.05.2007 im Institut für Seenforschung, Langenargen

AWBR-Mitgliederversammlung am 29.06.2007 in Basel

Kolloquium „Bodenseeforschung“, geplant am 10.10.2007 in Überlingen

7.0 Anhänge

- A.1 Projektorganisation
- A.2 Historischer Rückblick
- A.3 Anforderungen an das web-basierte Informationssystem „BodenseeOnline“ aus Sicht der Wasserversorgung
- A.4 Bereitstellung von „historischen“ Datensätzen
- A.5 Erhebung aktueller Daten - Untersuchungen zur Schwebstoffverteilung im Bodensee am Beispiel der Starkregenereignisse vom 19. bis 25.08.07
- A.6 Mithilfe bei der Konzeption und Aufbau des Informationssystems- „BodenseeOnline“
- A.7 Mitwirkung der AWBR bei der Messkampagne 2007
- A.8 Überlegungen zum partikelgebundenen Schadstofftransport
- A.9 Öffentlichkeitsarbeit, interne Workshops, externe Informationsveranstaltungen, Einbindung von Fachbehörden
- A.10 Literatur