

Trinkwasserversorgung aus Seen

**Aktuelle und künftige Herausforderungen,
dargestellt am Beispiel des Bodensees**



Dr.-Ing. R. Schick
Qualitätssicherung und Forschungslabor

**Zweckverband
Bodensee-Wasserversorgung**
Hauptstraße 163
70563 Stuttgart

Tel.: 0711 / 973-0
Fax: 0711 / 973-2030
Email: bwv@zvbvw.de

Neben der Bedeutung der Bodenseeregion als Lebens-, Natur-, Wirtschafts- und Kulturraum stellt der Bodensee ein sensibles Ökosystem dar, das hervorragend zur Gewinnung von Trinkwasser geeignet ist

Seit 1894 wird das Wasser des Bodensees zur Trinkwasserversorgung genutzt (Romanshorn, St. Gallen)

Aktuell entnehmen 16 kommunale und ein privatrechtlich organisiertes Unternehmen dem See jährlich ca. 170 Mio. m³ Wasser

Versorgung von mehr als 5 Mio. Menschen

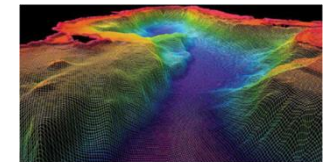


Alpin geprägtes Einzugsgebiet
Wasserbilanz/Wasserdurchsatz
Wasservolumen
Morphologie / Tiefe



Wasserbeschaffenheit

- in physikalisch/chemischer Hinsicht bereits Trinkwasserqualität
- in mikrobiologischer Hinsicht vergleichsweise gering belastet



IGKB, Seespiegel Nr. 35

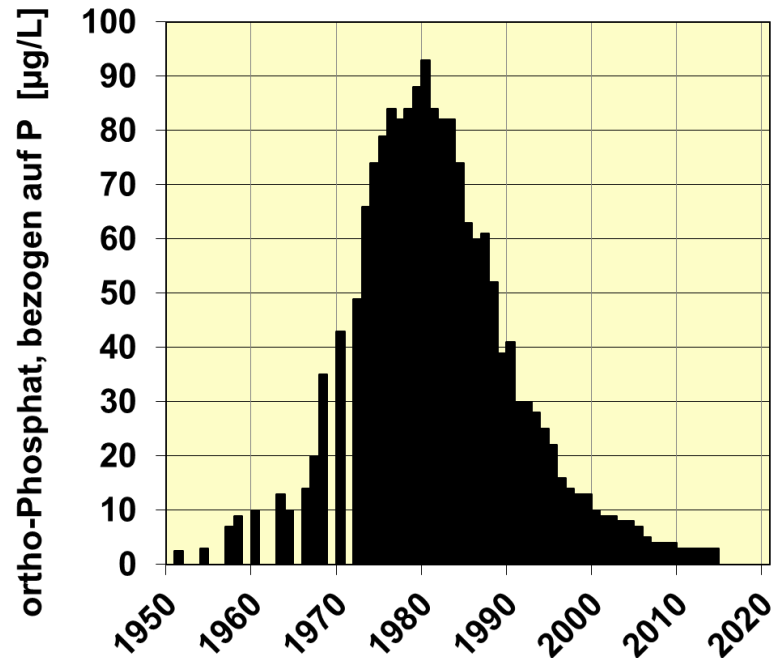
„Anwälte des Bodensees“
**Wasser kennt keine Grenzen,
unsere Verantwortung auch nicht**



Vorsorgender Gewässerschutz



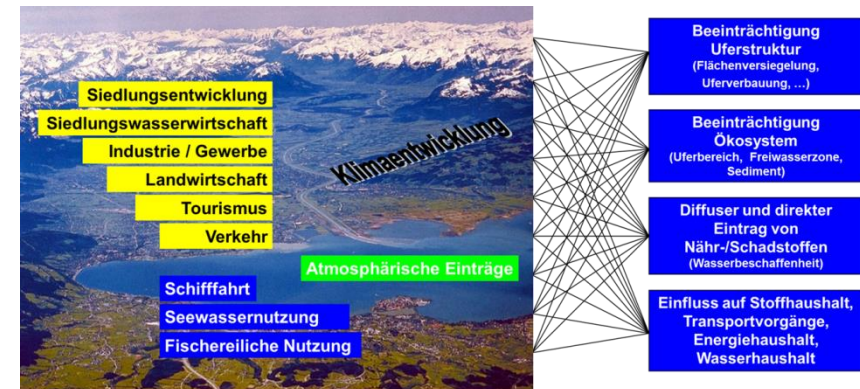
Eutrophierung, u.a. verursacht durch Eintrag von Phosphaten



Reoligotrophierung

Heute stehen nicht mehr die „augenscheinlichen“ Verunreinigungen sondern vermehrt Herausforderungen im Mittelpunkt des Interesses wie z.B.

- Eintrag von anthropogenen organischen Spurenstoffen
 - Klimaentwicklung
 - Energienutzung
 -



weiterhin international abgestimmte Anstrengungen aller Betroffenen notwendig

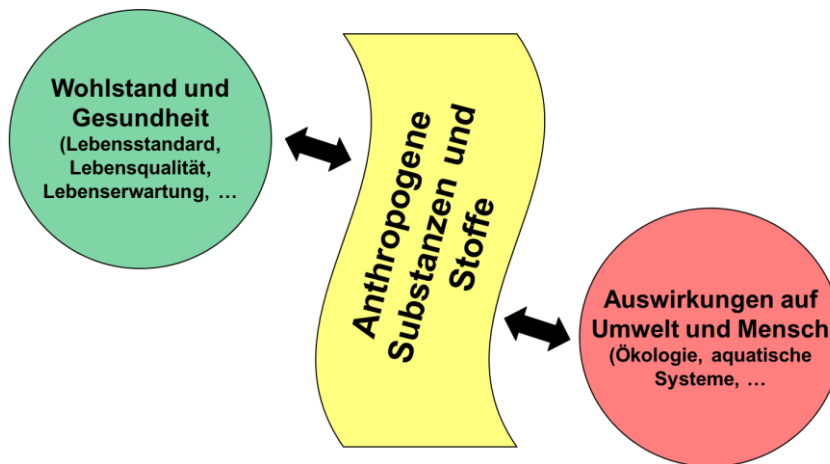
Beispiel 1: Anthropogene organische Spurenstoffe

Anthropogene Substanzen

„Zwei Seiten der Medaille“

Seit Mitte der 50er Jahre des vorherigen Jahrhunderts gewann der Einsatz von anthropogenen, d.h. naturfremden Substanzen und Stoffen zunehmend an Bedeutung

In Europa sind mehr als 100.000 solcher Stoffe registriert, die in einer Vielzahl an Produkten, z.B. Lebensmitteln, Medikamenten, Kosmetika, Reinigungsmittel, Industriechemikalien, Pflanzenbehandlungsmittel, ... eingesetzt werden



Anthropogene Substanzen

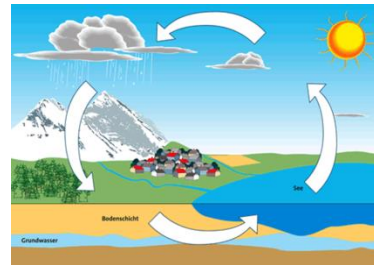
Eintragungspfade in aquatische Systeme



Diffuse Quellen:
z.B. Abschwemmungen
Landwirtschaft



Atmosphärischer Eintrag



Natürlicher Wasserkreislauf
Niederschlag, Bodenpassage, Grundwasser,
Oberflächengewässer, Verdunstung



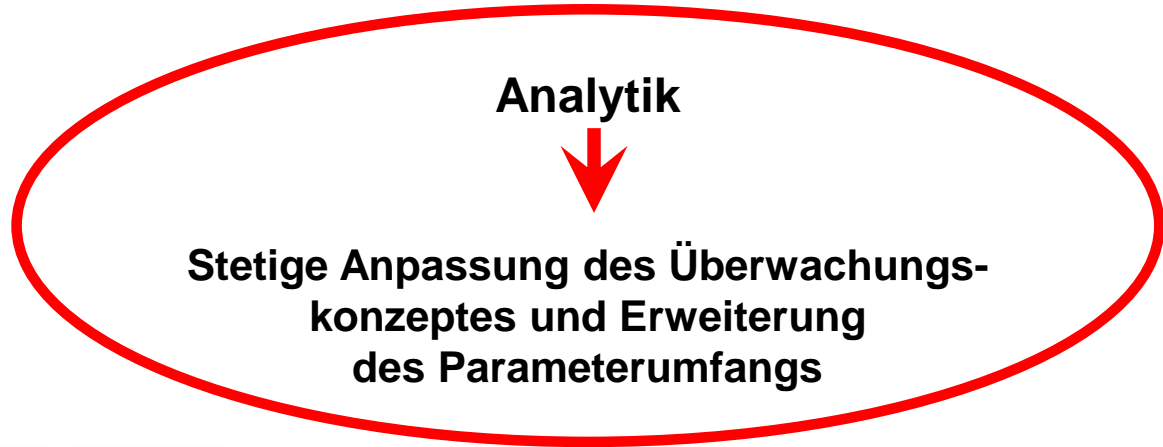
Siedlungsabwässer,
Krankenhäuser, Kläranlagen



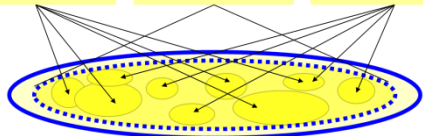
Punktquellen: z.B. Deponie, Industrie

Anthropogene Spurenstoffe

Entwicklungen der Analytik

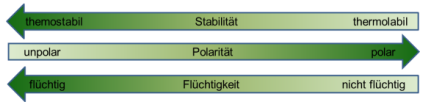


- Einzelstoff-analytik / Screening-Verfahren**
 z.B.
 GC/MS
 LC/MS
 ICP/MS
- Biotest-verfahren (wirkungs-bezogen)**
 z.B.
 Daphnientoximeter
- klassische / innovative Online-Messverfahren**
 z.B.
 Temperatur, el. Leitf.,
 pH-Wert, Multi-parametersonden,...



Substanzvielfalt (—) und deren Wirkung (....)

Chlorpestizide Phosphorpestizide zinnorganische Pestizide GC-MS Nitrosamine PCBs	PAK Bisphenol A bromierte Flammschutzmittel	Hormone „personal care products“ Triazine	Phenylharnstoffe Benzotriazole PFOS Metabolite Transformationen	Süßstoffe Arzneistoffe LC-MS hochhaltige Röntgenkontrastmittel Transformationsprodukte
--	---	---	---	---



GC/MS-Analysensystem



LC-Orbitrap-MS

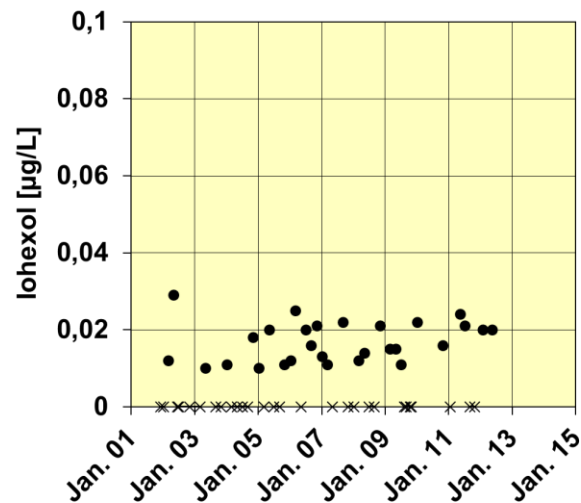
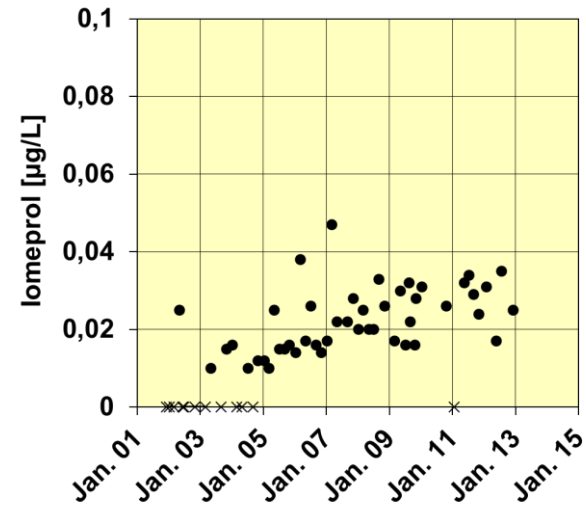
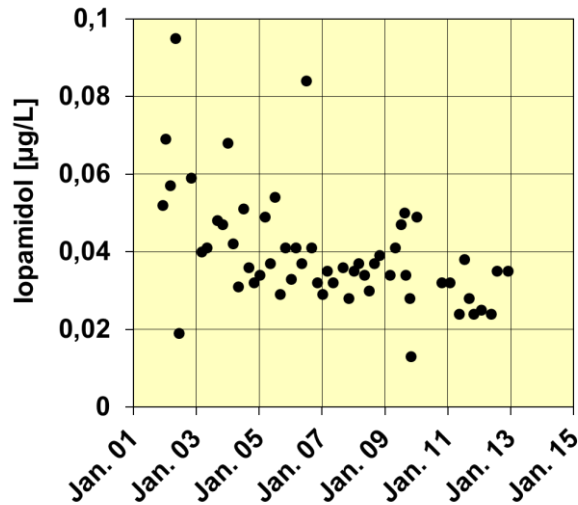
Anthropogene Spurenstoffe

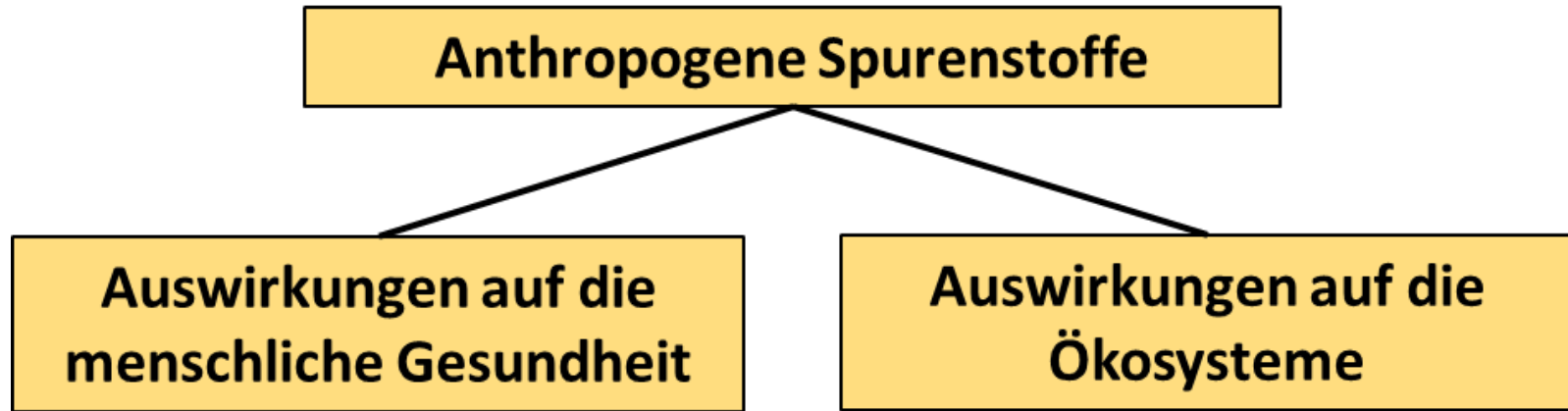
Vorkommen im Bodensee

Stoffgruppe	Einzelstoffe, Beispiele	Bodensee Überlinger See, 60 m Tiefe µg/L
Arzneimittelwirkstoffe	Carbamazepin	< 0,010 vereinzelter Nachweis im Bereich BG
	Ibuprofen	< 0,010 vereinzelter Nachweis im Bereich BG
	Metformin	0,1 – 0,2
	Gabapentin	0,03 – 0,04
	Sulfamethoxazol	0,01 – 0,02
Röntgenkontrastmittel	Amidotrizoesäure	0,01 – 0,03
	Iomeprol	0,02 – 0,03
	Iopamidol	0,03 – 0,04
Pestizid-/Biozid- Wirkstoffe/Metabolite	Diuron	< 0,010
	Isoproturon	< 0,010
	N,N-Dimethylsulfamid	0,035 – 0,04
Industriechemikalien	Ethylendiamintetraacetat	0,5 – 0,6
	Perfluorooctansulfonat	0,003 – 0,006
	Benzotriazol	0,07 – 0,12
Synthetische Süßstoffe	Acesulfam	0,20 – 0,25

Anthropogene Spurenstoffe

Vorkommen im Bodensee, Beispiel: Röntgenkontrastmittel





Differenzierte Bewertung

RICHTLINIE 2000/60/EG DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 23. Oktober 2000

zur Schaffung eines Ordnungsrahmens für Maßnahmen der Gemeinschaft im Bereich der Wasserpolitik (Wasserrahmenrichtlinie, WRRL)

RICHTLINIE 2013/39/EU DES EUROPÄISCHEN PARLAMENTS UND DES RATES

vom 12. August 2013

zur Änderung der Richtlinien 2000/60/EG und 2008/105/EG in Bezug auf prioritäre Stoffe im Bereich der Wasserpolitik



Umweltziele (Verschlechterungsverbot, Vorsorgeprinzip)

Gemäß Art. 4 der WRRL führen die Mitgliedsstaaten ... die notwendigen Maßnahmen durch, um eine Verschlechterung des Zustandes aller Oberflächenwasserkörper zu verhindern und einen guten ökologischen und chemischen Zustand der Oberflächengewässer zu erreichen

**Identifizierung prioritärer Stoffe oder prioritär gefährlicher Stoffe,
die ein Risiko für bzw. durch die aquatische Umwelt darstellen**
Einführung von Umweltqualitätsnormen (UQN)

Trinkwasserverordnung 2001 in der aktuell gültigen Fassung vom 07.08.2013

2562 Bundesgesetzblatt Jahrgang 2012 Teil I Nr. 58, ausgegeben zu Bonn am 13. Dezember 2012

Zweite Verordnung zur Änderung der Trinkwasserverordnung

Vom 5. Dezember 2012

Auf Grund des § 38 Absatz 1 des Infektionsschutzgesetzes, der zuletzt durch Artikel 13 Nummer 1 des Gesetzes vom 17. Juli 2009 (BGBl. I S. 1990) geändert worden ist, verordnet das Bundesministerium für Gesundheit im Einvernehmen mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit:

Artikel 1 Änderung der Trinkwasserverordnung

Die Trinkwasserverordnung in der Fassung der Bekanntmachung vom 28. November 2011 (BGBl. I S. 2370), die durch Artikel 2 Absatz 19 des Gesetzes vom 22. Dezember 2011 (BGBl. I S. 3044) geändert worden ist, wird wie folgt geändert:

1. § 3 wird wie folgt geändert:

a) Absatz 1 wird wie folgt geändert:

2. In § 4 Absatz 3 wird nach der Angabe „Anlage 3“ die Angabe „Teil I“ eingefügt.

3. Dem § 7 Absatz 1 wird folgender Satz angefügt:
„Dies gilt nicht für den technischen Maßnahmenwert in Anlage 3 Teil II.“

4. § 9 wird wie folgt geändert:

a) In der Überschrift werden die Wörter „des Erreichens oder“ gestrichen.

b) Absatz 4 Satz 3 wird aufgehoben.

c) Absatz 5 Satz 2 wird wie folgt geändert:

aa) Das Wort „Gefährdung“ wird durch das Wort „Schädigung“ ersetzt.

bb) Die Wörter „ die Reinheit und Genusstauglichkeit nicht beeinträchtigt“ werden gestrichen.



Anthropogene Spurenstoffe nur bedingt reglementiert

Anthropogene Spurenstoffe

Bewertung (GOW-Konzept, TTC-Konzept)

Ausgangssituation:

Für anthropogene Spurenstoffe liegen häufig keine toxikologisch ausreichende bewertbare Daten vor.

Forderung:

Pragmatische Bewertung der Anwesenheit teil- oder nicht bewertbarer Stoffe im Trinkwasser aus humantoxikologischer Sicht

GOW-Konzept (Deutschland)

Bewertungskonzept mit Vorsorge-, Orientierungs-, Leit- und Maßnahmenwerten

TTC-Konzept (Schweiz)

Threshold of Toxicological Concern: Allgemein gültiger Schwellenwert für eine tägliche Aufnahmemenge, unterhalb dessen ein signifikantes Risiko für die menschliche Gesundheit praktisch nicht gegeben ist

Bundesgesundheitsbl. Gesundheitsforsch.
Gesundheitsschutz 2003; 46:249-251
DOI 10.1007/s00103-002-0576-7

Empfehlung des Umweltbundesamtes

**Bewertung der Anwesenheit
teil- oder nicht bewertbarer Stoffe
im Trinkwasser
aus gesundheitlicher Sicht**

Empfehlung des Umweltbundesamtes
nach Anhörung der Trinkwasserkommission
beim Umweltbundesamt

gesundheitliche Sicherheit
GOW < 0,1 µg/L (ohne Genotox)
GOW < 0,01 µg/L (mit Genotox)



Bodenseewasser

Naturprodukt mit „Fußabdruck“ der menschlichen Zivilisation („Null“ gibt es nicht mehr !)



•

Analytik

Vielzahl an naturfremden Spurenstoffe und deren Konzentrationen bekannt



•

Wasseraufbereitung

Umsetzung/Verringerung/Entfernung von unerwünschten Stoffen



Wissen über die genauen Wirkungsmechanismen der anthropogenen Spurenstoffe derzeit noch begrenzt Handlungsbedarf insbesondere im Zusammenhang mit deren Bewertung

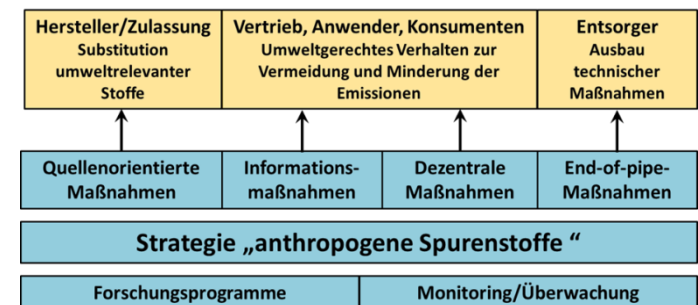


Nach den bisherigen Erkenntnissen liegen keine Hinweise vor, die auf eine Gefährdung der menschlichen Gesundheit hindeuten

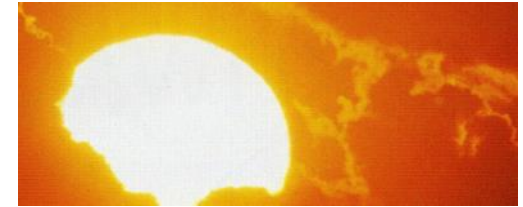
Der Einsatz von naturfremden Stoffen und ein nachhaltiger Umgang mit der Ressource „Wasser“ ist vielmehr eine gesamtgesellschaftliche Aufgabe



Alle möglichen Vorsorgemaßnahmen und Lösungsansätze zur Vermeidung bzw. Verringerung von unerwünschten Stoffen in den aquatischen Systemen sind konsequent umzusetzen



Beispiel 2: Globaler Klimawandel



Nicht zuletzt wegen der verstärkt zu beobachtende Häufung von Extremereignissen steht das Thema

Aktuelles Wettergeschehen / globaler Klimawandel

und die damit verbundenen Auswirkungen und Folgen in zunehmendem Maße im Fokus der internationalen/nationalen Politik und interessierenden Öffentlichkeit



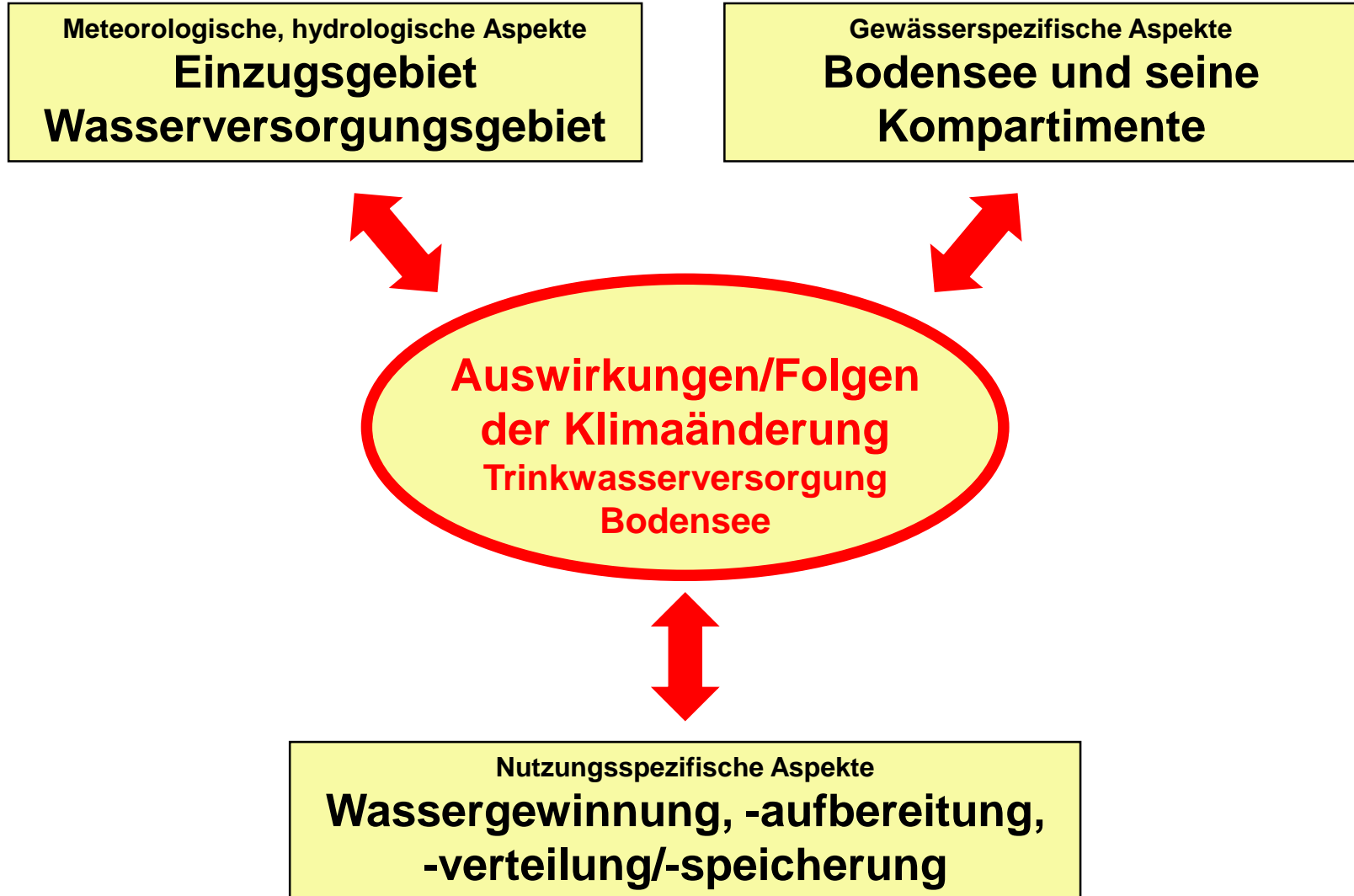
Aber nicht nur weltweit, sondern auch in der Bodenseeregion und im Einzugs- und Trinkwasserversorgungsgebiet des Bodensees ist die Klimaänderung deutlich spür- bzw. sichtbar



F&E-Verbundvorhaben
„Klimawandel am Bodensee, (KlimBo)“

Klimaveränderung

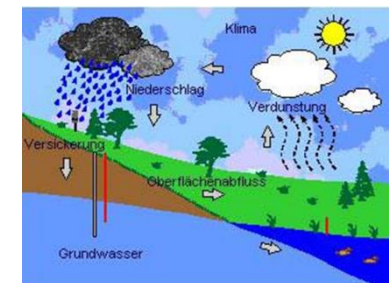
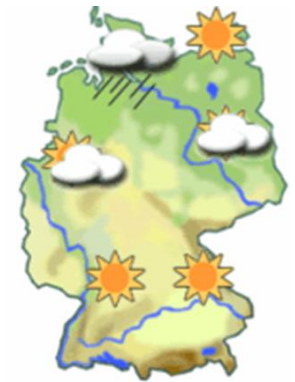
Auswirkungen und Folgen



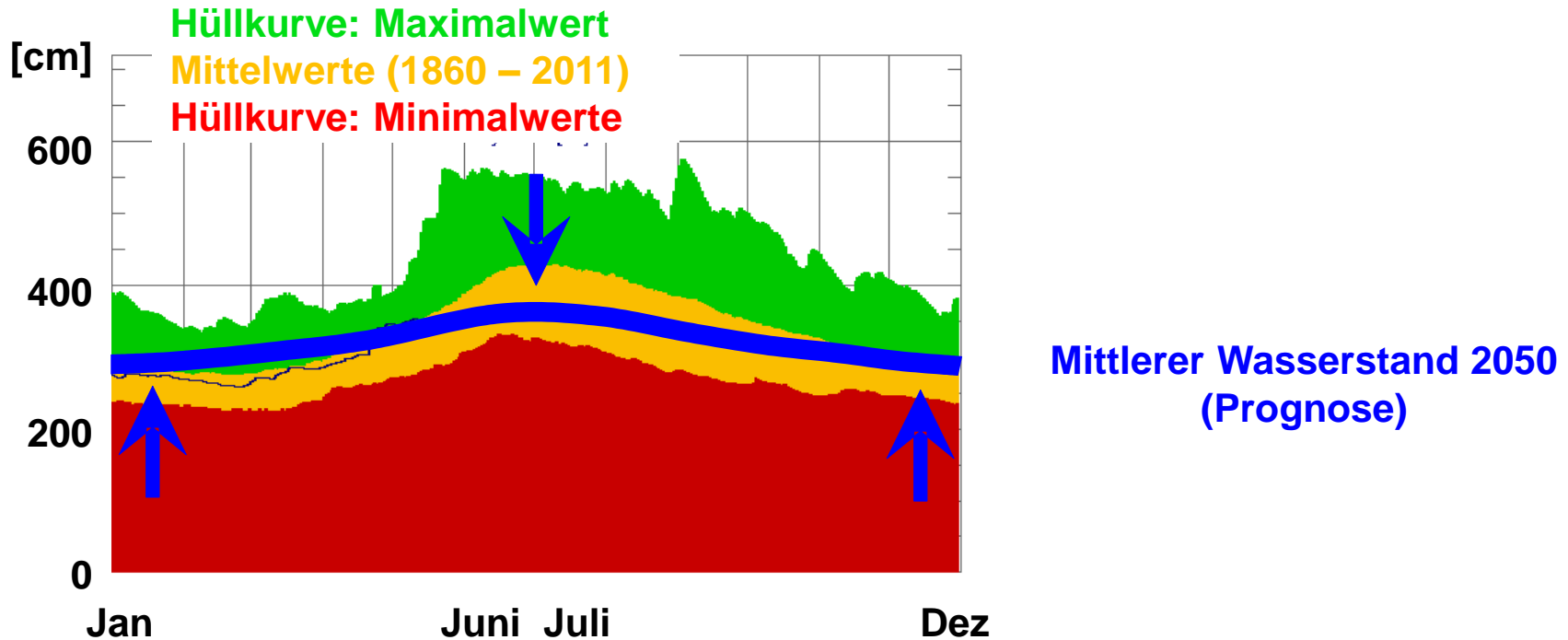
Meteorologische, hydrologische Aspekte

(ausgewählte Erkenntnisse aus den nationalen Klimaprogrammen der Anrainerstaaten)

- bislang beobachtete Tendenzen setzen sich fort
- Westwetterlagen werden zunehmen, vor allem im Winter
- Sommer werden i.d.R. trockener und heißer, Winter dagegen wesentlich feuchter und milder/wärmer
- Wahrscheinlichkeit (Häufung, Intensität) des Auftretens von Extremereignissen nimmt zu
- Zunehmend saisonale / kurzzeitige Schwankungen, aber auch jahreszeitliche Verschiebungen der Abflussverhältnisse bei Fließgewässern zu erwarten
- ...



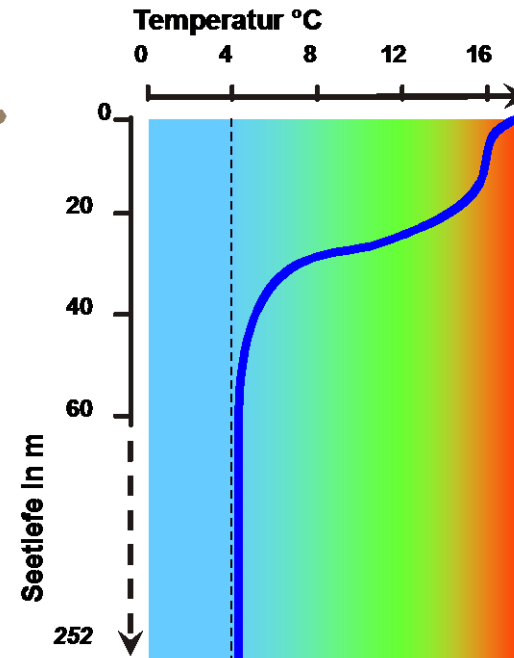
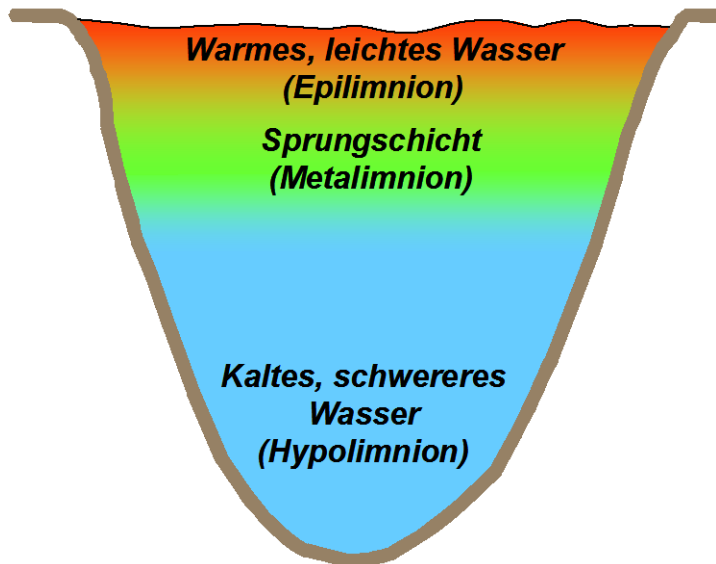
Wasserstände, langfristig (Pegel Konstanz)



langfristig Vergleichmäßigung des Wasserstandes „Sommer/Winter“
auf ggf. niedrigerem Niveau zu erwarten

Zirkulationsverhalten

- weiterer Anstieg der Temperatur in oberflächennahen Wasserschichten um 1 - 1,5 °C bis 2050 erwartet
- Verschiebung der Durchmischungs-/Zirkulationsverhältnisse hin zu einer stabileren Schichtung



Wasserbilanz/-dargebot

Vergleich Wasserinhalt

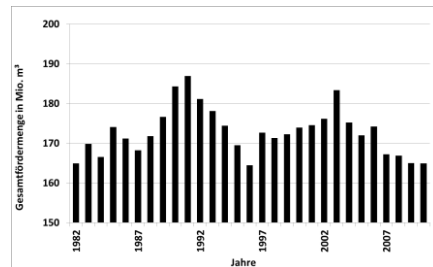
Gletschervolumen Einzugsgebiet:
Wasserinhalt des Bodensees:

ca. 10 – 20 Mrd. m³
ca. 50 Mrd. m³

Vergleich Abfluss / Wasserentnahme:

Mittlerer Durchfluss durch den Bodensee:
davon Gletscherwasser, bezogen auf 50 Jahre:
Wasserentnahme durch WVU:
Verdunstung Seefläche:

ca. 11 Mrd. m³/a
ca. 0,1 - 0,4 Mrd. m³/a
ca. 0,17 Mrd. m³/a
ca. 0,28 Mrd. m³/a



Wasserdargebot des Bodensees auch in Zukunft gesichert

Wasserbedarf/Wasserabgabe

Zur Ableitung von Prognosen zum Wasserbedarf/Wasserabgabe sind neben den Auswirkungen der Klimaveränderung zusätzlich eine Reihe von sogenannten

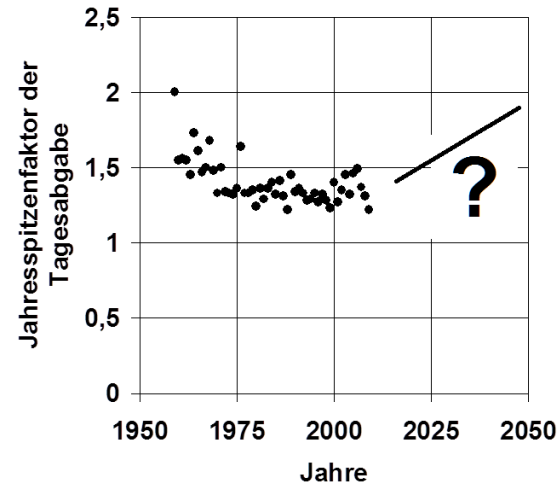
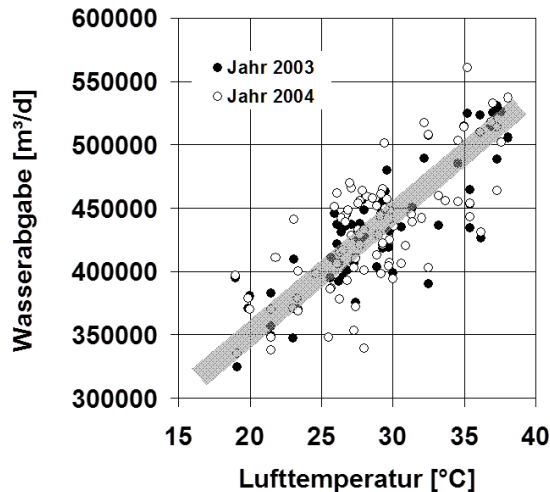
*„Wandelprozesse/Rahmenbedingungen/Einflussfaktoren“
(Demographie, Verbraucherverhalten, wirtschaftliche
Entwicklungen, technische Innovationen, Wasserverbrauch in
Landwirtschaft, Preisentwicklungen,)*

zu berücksichtigen

Prognose, nach heutigem Wissensstand (Beispiel der BWV)

Im Mittel eher rückläufige Tagesabgabemengen (Grundlast)
(verstärkt Nutzung der vor Ort gewonnenen Eigenwässer unter „Normalbedingungen“)

Zunehmende Spitzenabgabe (Häufigkeit, Menge) bei Extremereignisse
(Trockenheit, abnehmende Grundwasserstände, Starkniederschläge, Überschwemmungen,...)



Energie- und Stromversorgung



Einfluss auf menschliche Gesundheit



Ökonomische Folgen



....

Zentrale Frage

Wie sind die aufgezeigten Zusammenhänge konkret zu bewerten und welche Handlungsempfehlungen können für die Seewasserwerke abgeleitet werden

?

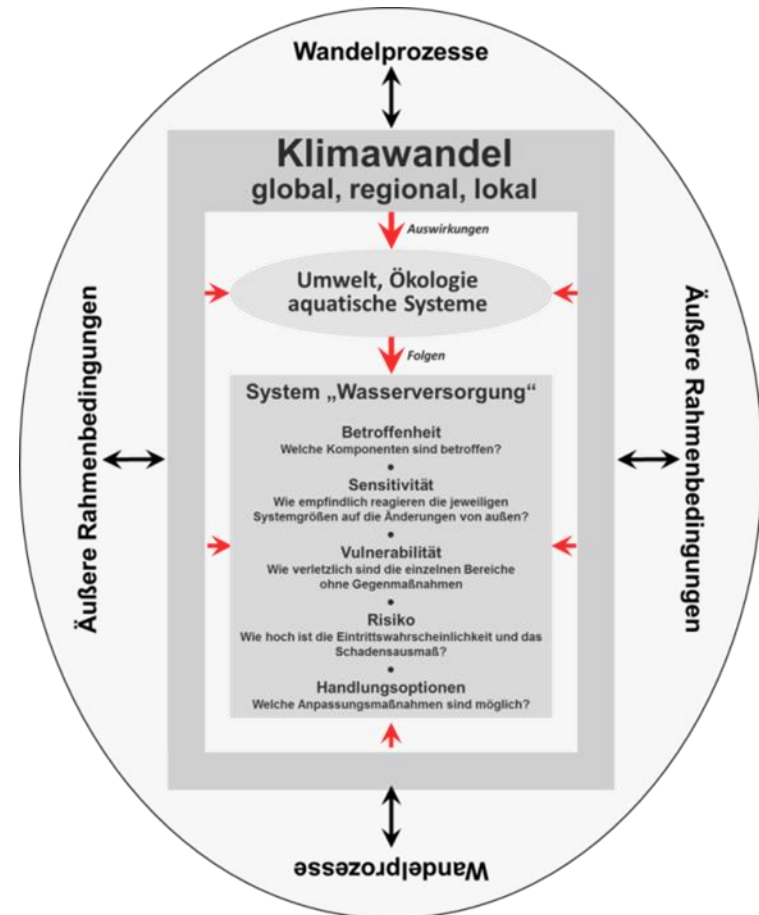
Ganzheitliche Betrachtungsweise
(Sensitivitätsanalyse, Vulnerabilitäts-
abschätzung, Risikomanagement)

**Charakterisierung, Konkretisierung,
Priorisierung und Bewertung der
Chancen und kritischen Parameter in
dem System**

„Klimawandel

vs.

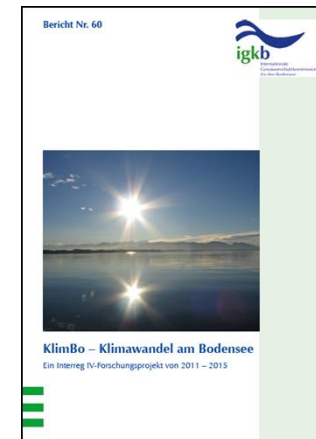
**Trinkwasserversorgung
aus dem Bodensee“**



**Trotz aller Unwägbarkeiten und Grenzen
der Vorhersagbarkeit
Ableitung von Handlungsfeldern möglich**



- **witterungsbedingte Extremereignisse**
- **Beeinflussungen der Beschaffenheit des Bodenseewassers**
- **technische Belange** (Gewinnung, Aufbereitung, Verteilung/Speicherung)
- **Zuverlässigkeit/Verfügbarkeit der Energie-/Stromversorgung**
- **sozio-ökonomische Aspekte** (rechtlicher Ordnungsrahmen, menschliche Gesundheit / Arbeitsplatzbedingungen, Finanzierungskonzepte, Kommunikation, ...)



Weitere Beispiele oder „die Arbeit geht nicht aus...“

Die Bereitstellung von „Energie“ = zentraler Eckpunkt, auf denen die wirtschaftliche und kulturelle Entwicklung unserer Gesellschaft beruht



Fossile Energierohstoffe wie Erdöl und Erdgas sind jedoch naturgemäß begrenzt



Zur Sicherstellung und Deckung des weltweiten Energiebedarfs zunehmend Aktivitäten zu verzeichnen, Gasvorkommen aus „unkonventionellen Lagerstätten“ aufzusuchen, zu erkunden und zu gewinnen



**Spannungsfeld/Nutzungskonflikt
Energieversorgung - Gewässerschutz**

Gesetzesentwurf der Bundesregierung (Stand April 2015)

... Eine Erlaubnis für eine Gewässernutzung nach ist zu versagen, wenn ...

2. die Gewässerbenutzung erfolgen soll in oder unter...

c) Gebieten, aus denen über oberirdische Gewässer der gesamte Oberflächenabfluss

aa) in einen natürlichen See gelangt, aus dem unmittelbar Wasser für die öffentliche Wasserversorgung entnommen wird oder

bb) in eine Talsperre gelangt, die der öffentlichen Wasserversorgung dient,

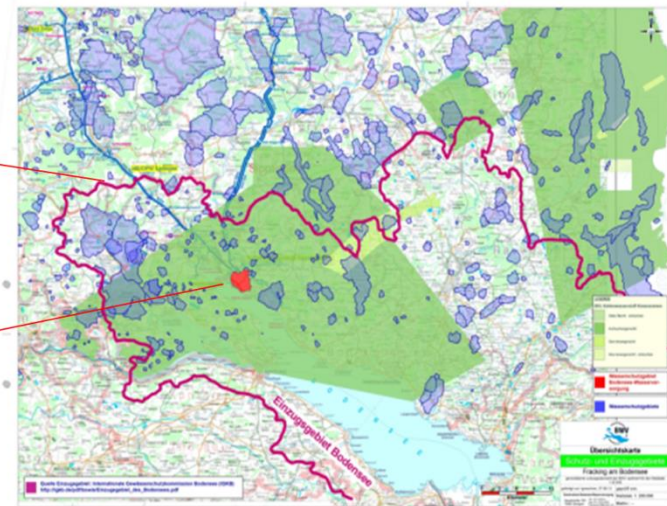
d) Einzugsgebieten von Wasserentnahmestellen für die öffentliche Wasserversorgung

EU, Schweiz



Einzugsgebiet

Wasserschutz-
gebiet

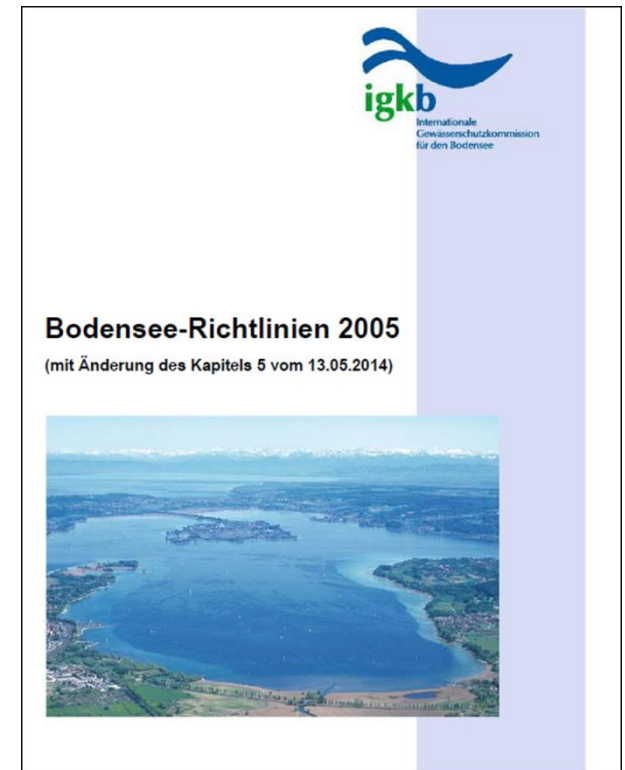


Der Bodensee ist ein sensibles Ökosystem, das auch über ein großes energetisches Potenzial verfügt



**Überlegungen der IGKB zur
thermischen Nutzung von
Bodenseewasser zur Wärmegewinnung
und Kühlzwecken**

**Erarbeitung von Kriterien und
Mindestanforderungen**
(Planungs- und Entscheidungshilfen für
Betreiber und Behörden)





Quelle: www.bundesregierung.de

Nachweis von Kleinteilen aus Plastik, insbesondere in den Weltmeeren, vereinzelt auch in Seen



Auswirkungen auf ökologische und aquatische Lebensräume nicht auszuschließen

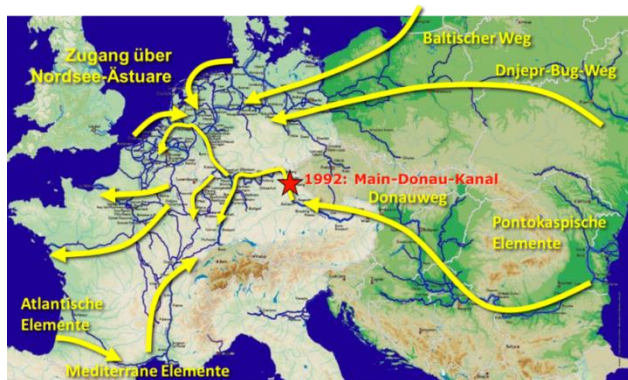
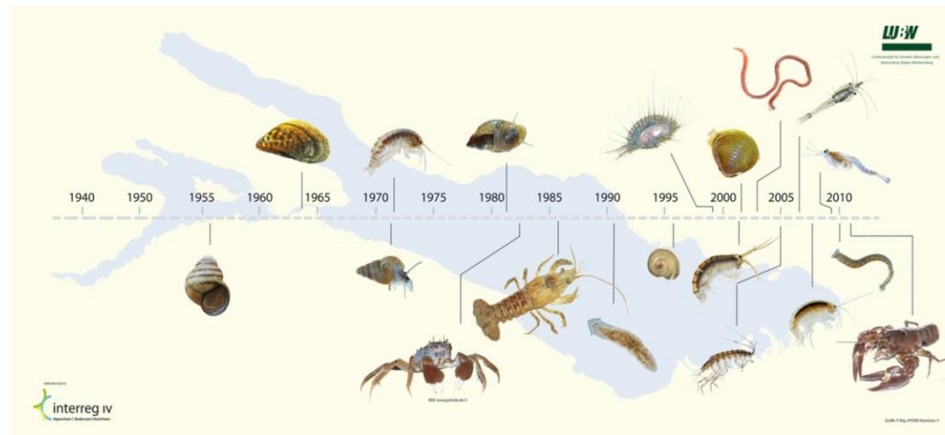
Bodensee

Nach allen bisher vorliegenden Erkenntnissen wurden weder im Bodensee noch im Trinkwasser bislang signifikante Auffälligkeiten beobachtet



Vorsorgender Gewässerschutz

„Neuankömmlinge im Bodensee“



Quagga-Muschel ?

**zunehmende internationale, nationale und regionale
„Vernetzung der Märkte“**



Mobilität

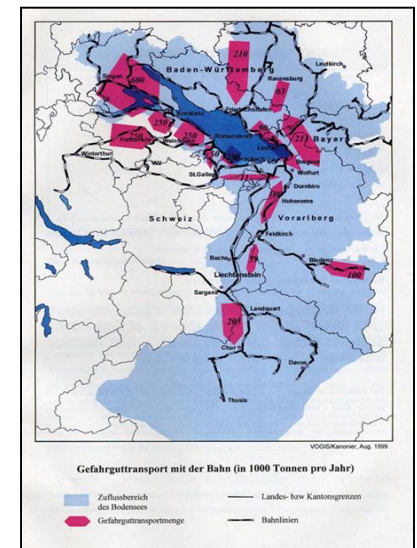


**Hohe Anforderungen an eine zukunftsorientierte Ausrichtung des
Personen-, Waren- und Güterverkehrs, insbesondere im Einzugs-
und Uferbereich des Bodensees**



**Transportaufkommen
„Gefahrgut bzw. wassergefährdende Stoffe“**

**Gütertransport: ca. 30 - 40 Mio. t/a
davon Gefahrgut/-stoffe: ca. 1 - 3 Mio. t/a
(meist wassergefährdende Stoffe der WGK 2 und 3)**



Quelle: IGKB, 2010



Ziel: Abflusskapazität des Rheins von 3100 m³/s auf mindestens 4300 m³/s durch entsprechende Baumaßnahmen von der Illmündung bis zur Rheinvorstreckung im Bodensee zu erhöhen



Intensive Begleitung des Projektes durch die Arbeitsgemeinschaft der Wasserwerke Bodensee-Rhein (AWBR)



Um unter sich ändernden Rahmenbedingungen die Funktionsfähigkeit und die Stabilität des sensiblen Ökosystems „Bodensee“ auch für zukünftige Generationen sicherstellen zu können, bedarf es weiterhin international koordinierter Anstrengungen



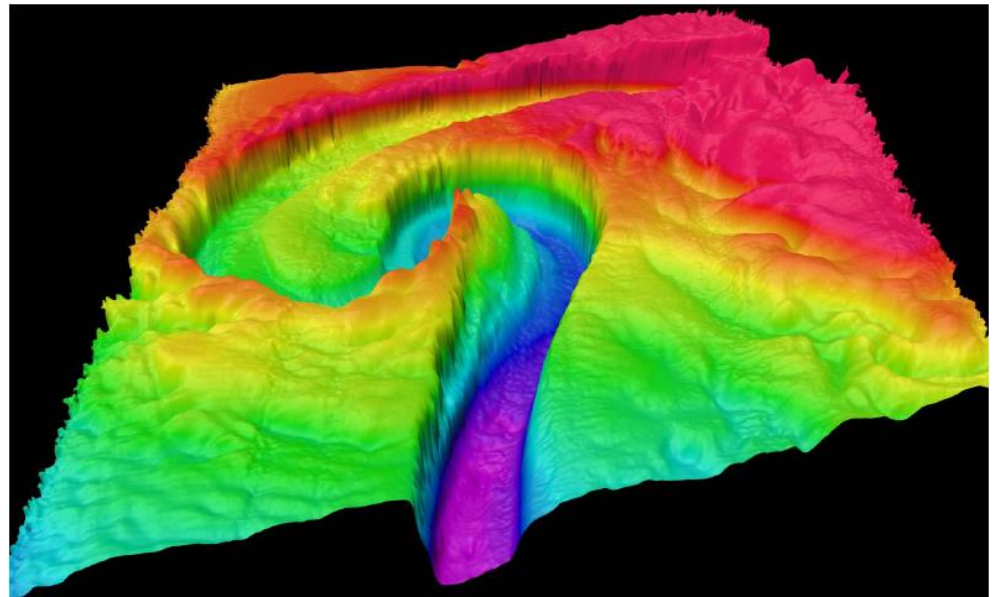
Ein von einzelnen Nutzungsgruppen geforderter erhöhter Nährstoff- und Phosphateintrag ist mit den Zielen des vorsorgenden Gewässerschutzes nicht vereinbar und wird daher von der BWV aus rechtlichen, ökologisch begründbaren (IGKB) und trinkwasserrelevanten Aspekten abgelehnt



Im Auftrag der IGKB: Neuvermessung des Seebodens mit modernsten Analysengeräten (Fächerecholot, luftgestützte Lasertechnik)



**Basis für
hochaufgelöste
Modellierungen und
weitergehende
Untersuchungen im
Bodensee**



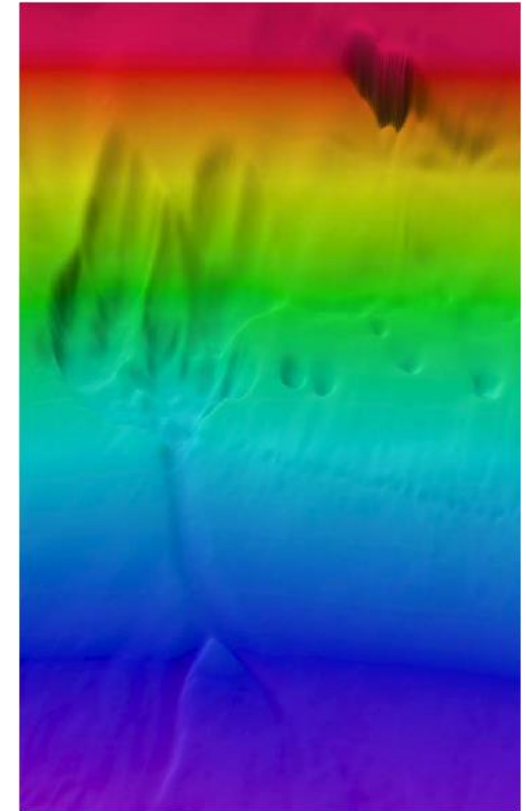
Ziel:

Messtechnische und modelltheoretische Charakterisierung der Auswirkungen von Zufluss- und Grundwasserzutritten auf Strömungs-, Mischungs- und Stofftransportvorgänge im Bodensee

Interdisziplinäre Zusammenarbeit

ISF, Universität Braunschweig,
Universität Bayreuth, Kup, BWV

Förderung durch BMBF



Grundwasseraustritte
im Überlinger See ?

Der Bodensee ist einer der **bedeutendsten
Trinkwasserspeicher** Europas

Durch ändernde Rahmenbedingungen resultieren
neue Herausforderungen

„**Prozesse im Wandel**“ sind für die Seewasserwerke keine
unbekannten Phänomene

Auch in Zukunft werden „**Entscheidungen unter
Unsicherheit**“ in allen Belangen der Wertschöpfungskette
„Ressource - Gewinnung - Aufbereitung - Verteilung/
Speicherung“ zu treffen sein

Derzeit liegen **keine Hinweise vor**, die ein **sofortiges und akutes Handeln** erfordern

Dennoch:

Aufforderung zu einer **aktiven und sachlichen Auseinandersetzung** mit den aktuellen Themen sowie zur Entwicklung entsprechender Handlungsoptionen im Sinne des Vorsorgeprinzips

Durch eine konsequente Weiterentwicklung der seit
langem praktizierten Maßnahmen
ist weiterhin **eine nachhaltige Bereitstellung von
Trinkwasser aus dem Bodensee sichergestellt**



Vielen Dank!