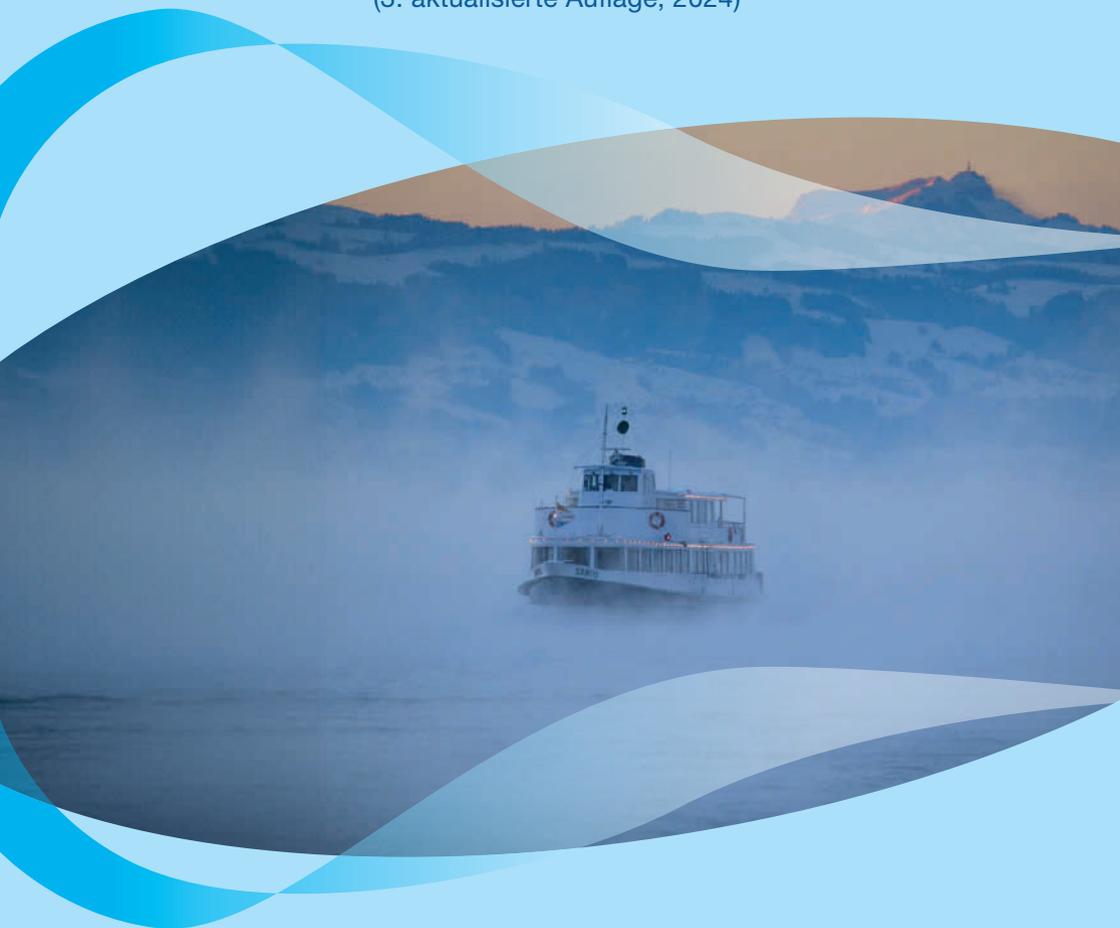


Basiswissen Bodensee

- Eine kompakte Information -

(3. aktualisierte Auflage, 2024)



Verfasser: Ulrich Müller, Umweltminister a.D.

isf

LANGENARGEN AM BODENSEE

FÖRDERVEREIN
SEENFORSCHUNG
BODENSEE E.V.

Vorwort

Mit der vorliegenden 3. Auflage wurde das „Basiswissen Bodensee“ neu bearbeitet/aktualisiert. Die Broschüre dokumentiert kompetent und kompakt die Basisdaten des Bodensees und will einer interessierten Öffentlichkeit die aktuellen und zukünftigen Herausforderungen und Perspektiven für den Bodensee aufzeigen.

Ein Schwerpunkt liegt auf den Folgen des Klimawandels für den Bodensee. Weitere Themen sind u. a. die Lage der Fischereiwesens sowie die invasiven Arten, die die Ökologie des Sees belasten.

Der Förderverein Seenforschung Bodensee dankt seinem langjährigen Vorsitzenden und aktiven Beisitzer im Vorstand des Vereins Ulrich Müller, Umweltminister a. D., für die Fortführung des „Basiswissen Bodensee“.

Dr. Michael Bussek

Vorsitzender

Förderverein Seenforschung Bodensee e. V.



Untersee, Konstanz und die Alpen

Die Bildrechte der Broschüre liegen bei der LUBW, der BSB, der BWV und dem Förderverein Seenforschung Bodensee e.V.

Foto Titelseite: Marco Varenkamp

Foto Rückseite: Wolfgang Oberschelp

1. Geographie

Nördlicher Alpenrand, in Ost-West-Richtung gelegen.

Grundform als Folge der Kontinentaldrift (Alpenfaltung) vorbereitet (daher Ost-West-Richtung, sowie Tiefe und Länge des Beckens).

Weitere Ausformung durch die Eiszeiten (letzte vor ca.14.000 Jahren).

Folge: Entwässerung eines großen Gebiets in den See mit sauberem, aber materialreichem Wasser, überwiegend aus den Alpen.

Weitere Folge: Verlandung. Der Bodensee reichte zunächst bis Chur (!), in nur 4.000 Jahren verlandete/versickerte er im Rheintal. Vollständige Verlandung bis in mindestens 20.000 Jahren zu erwarten. Im Rheintal findet deshalb industrieller Kiesabbau statt. Im Rheindelta bei Fußach/Hard wird (im Unterschied zur Mündung der Bregenzer Ach) allerdings auch sehr feines Material angeschwemmt, das sich zum Abbau als Baumaterial (Kies) nicht eignet.

Regionale Klimabedingungen: Erhöhte Niederschläge im Alpengebiet, teils „alpine“, teils „maritime“ Temperaturbedingungen, geschützte Lage. Der Bodensee ist wegen seiner Größe selbst ein Faktor des regionalen Klimas, das seit jeher für Pflanzen, Tiere und Menschen vorteilhaft ist.

Zum Klimawandel Ziffer 4.



Gebäude des Instituts für Seenforschung und der Fischereiforschungsstelle

2. Dimensionen und Gestalt

Volumenmäßig nach dem Genfer See der zweitgrößte See Mitteleuropas.

Maximale Größen: Länge 63 km, Breite 14 km, Tiefe 251 m, Fläche: 536 km², Uferlänge (wichtig für den biologisch bedeutenden Land-/Wasserübergang) 273 km, Volumen 48 Mrd. m³, was einem Wasserwürfel von 60 km Länge, 80 km Breite bei einer Höhe von 10 m entspricht.

Gestalt: Obersee (zwischen Bregenz und der Linie Uhdingen - Konstanz). Überwiegend relativ schmaler, eher flacher Uferstreifen (10 - 15 m Tiefe), danach zur Seemitte hin (mit Ausnahme der Flussmündungen) ca. 50 – 150 m vom Ufer entfernt relativ große Tiefen über mehrere zig Kilometer in Ost-West-Richtung. Träge Strömungen. Die Flachwasserzone ist der biologisch aktivste Teil, weil das Wasser hier relativ hell, warm und sauerstoffreich ist („Kinderstube der Fische“). Aber: 50 % des Ufers am Obersee sind „hart“ verbaut, dadurch naturfern, Störungen und Erosion durch Wellenschlag. Deshalb Ziel: Mehr Renaturierung – bislang auf ca. 40 km Länge gelungen, dabei sind seit 2006 über 7 km dazugekommen, also eine langwierige Sache.

Überlinger See: (westlich der Linie Überlingen – Konstanz): Immer noch relativ tief, aber steile Küste/Uferlinie, Strömungskreislauf, da kein direkter Abfluss.

Untersee: (Seegebiet westlich der Konstanzer Rheinbrücke bis zum See-Ausgang bei Stein am Rhein). Ganz andere Charakteristik, da maximale Tiefe 40 m, deutliche Strömung, kleiner Wasserkörper, überwiegend flache Ufer.

Gesamtergebnis: Großer Wasserkörper bedeutet: Alle Entwicklungen laufen langsam ab. Vielgestaltiger Wasserkörper bedeutet: Ein komplexes System mit vielen sich beeinflussenden Faktoren im See selbst und dessen Umgebung. Trägheit und Komplexität machen Seeforschung wichtig. In über 100 Jahren ist der Bodensee zum bestforschten See seiner Größe weltweit geworden.



© LUBW
Forschungsschiff „Kormoran“ des Instituts für Seenforschung

3. Physik

Wasserzu- und abfluss: In den See gelangen pro Jahr gut 11 Mrd. cbm Wasser, was bedeutet: Rechnerisch wird alle vier Jahre das Wasser des Sees ausgetauscht. Die Zuflussmenge würde genügen, um ganz Deutschland zwei Jahre lang mit Wasser zu versorgen (!).

Es gehen pro Sekunde in den See: 360 m^3 aus den Flüssen, 18 m^3 durch Niederschlag auf den See. Es fließen ab pro Sekunde: 364 m^3 in den Hochrhein, 9 m^3 verdunsten, 5 m^3 werden für die Wasserversorgung entnommen, also relativ wenig.

Ungleichzeitigkeit von Zu- und Abfluss wird über den Wasserstand reguliert. Pegelschwankung in der Regel nur maximal 3 m, was auch die Seefläche im Bereich der flacheren Ufer verändert. Schnellster Pegelanstieg in 48 Stunden bisher 72 cm, das entspricht deutlich mehr als der jährlichen (!) Trinkwasserentnahme.

Damit Puffer- und Speicherfunktion des Sees gegenüber zu viel oder zu wenig Niederschlägen. Zugleich natürlicher Hochwasserspeicher - der Zufluss kann 10 x größer als der Abfluss sein. Trotzdem kaum örtlicher Hochwasserschutz nötig bzw. möglich, von gelegentlichen innerstädtischen Schutzmaßnahmen abgesehen. Allerdings großes Hochwasserschutzprojekt im Alpenrheintal (Vorarlberg/Schweiz) „RHESI“ (Rheinerholung und Sicherheit). Auch für den Bodensee wichtig (Verzögerungseffekt, Gewässerqualität).

Besonderheiten des Einzugsgebiets: 20 x größer wie die Seefläche und ungefähr gleichgroß wie das Wasserversorgungsgebiet. 60 % der Zuflüsse entstammen dem Alpenrhein (daher Klassifizierung des Bodensees als Alpensee). 50 % des Rhein-Einzugsgebiets liegen über 1.500 m Meereshöhe. Folge: Zufluss ist schnell, kalt, sauber, materialreich und unterliegt Schwankungen im Jahresverlauf (Schneefall/Schneeschmelze). Übrige Zuflüsse mit vom Rhein abweichender Charakteristik.

Sauerstoffmangel in der Tiefe: Schlüsselgröße Seedynamik = wie bewegt sich das Wasser im See? Horizontale (Fließ-)bewegungen in den letzten Jahren verstärkt untersucht. Entscheidend aber ist die vertikale Wasserbewegung zwischen oben und unten. Sie ist ziemlich stabil und entscheidend von den Wassertemperaturen abhängig – es gibt eine Wärme-/Kälteabhängige Schichtung. Größte Dichte des Wassers und damit Absinken zum Grund bei 4° C .

Zugleich in größerer Tiefe: Wasser ist dunkler und sauerstoffärmer. Sauerstoffmangel wird verschärft durch „Sauerstoffzehrung“ = Sauerstoffverbrauch durch Verwesung der abgestorbenen und abgesunkenen Biomasse (Pflanzen und Tiere). Außerdem Sedimentation von deren Resten mit Möglichkeit der Rücklösung. In größeren Tiefen damit lebensfeindliche Umweltbedingungen, die nur durch Zufuhr sauerstoffreichen Wassers von oben verbessert werden können. Am besten durch Abkühlung oberer Wasser-

schichten im Winter (plus Winterstürme), wodurch es Umwälzung und keine Temperaturschichtung mehr gibt. Problem: Die Luft wird durch den Klimawandel häufig nicht mehr kalt genug. (siehe Ziffer 4). Bleibt nur eine Stellgröße: Die Biomasse durch Abwasserreinigung verringern, um die Sauerstoffzehrung zu vermindern, also Nährstoffarmut statt Eutrophierung des Wassers (siehe Ziffer 5).



BODENSEE DATEN

Seebecken: (Ober- und Untersee)	Bodenseezuflüsse:	Uferlängen:	in km	in %	
Meereshöhe ü. NN: 395 m	1 - Rhein	8 - Seefelder Aach	insgesamt	273	100
Oberfläche gesamt: 536 km²	2 - Dornbirnerach	9 - Stockacher Aach	Baden-Württemberg	155	57
Obersee: 473 km²	3 - Bregenzerach	10 - Radolfzeller Aach	Bayern	18	7
Untersee: 63 km²	4 - Leiblach	11 - Salmsacher Aach	Österreich	28	10
tiefste Stelle: 251 m	5 - Argen	12 - Steinach	Schweiz	72	26
Rauminhalt: 48 km³	6 - Schussen	13 - Goldach			
Uferlänge: 273 km	7 - Rotach	14 - Alter Rhein			
größte Länge im See: 63 km					
größte Breite im See: 14 km					

4. Klimawandel und Folgen

Klimawandel bisher: Vergleicht man, wie üblich, die Durchschnittstemperatur der Jahre 1960 – 1990 mit der Durchschnittstemperatur der Jahre 1990 – 2020 an der Mess-Station Konstanz, so ist die Luft um 1,5 °C und das Bodenseewasser um 1,4 °C wärmer geworden. Der Temperaturanstieg gegenüber der vorindustriellen Zeit ist noch größer. Auch lässt sich annehmen, dass der Temperaturanstieg von den frühen 60er Jahren bis zu den späten 2010er Jahren noch deutlicher ausgefallen ist, als beim obigen Vergleich der Mittelwerte von jeweils 30 Jahren. Ergebnis: Die international vereinbarte Obergrenze der Klimaerwärmung (1,5 °C bis 2040) ist in der Bodenseeregion bereits 20 Jahre früher erreicht und der bisherige Trend wird sich zudem fortsetzen.

Klimawandel bedeutet: Steigende Lufttemperaturen, mehr Feuchtigkeit in der Luft, mehr extreme Wetterereignisse, mildere Winter, weniger Nebel.

Auswirkungen auf den See: Kernproblem weniger vertikale Durchmischung (siehe Ziffer 3), Einfluss auf Sauerstoffkonzentration, Abflachen der Zuflussschwankungen im Jahresverlauf, Auswirkungen auf Artenzusammensetzung und Lebensbedingungen für Pflanzen und Tiere, keine „Seegrüne“ mehr, mehr Verdunstung bei weniger Nebel, da warme Luft mehr Feuchtigkeit aufnimmt.

Regionale Reaktionen und neue Themen mit Bodenseebezug: Umstellung Schifffahrt auf emissionsfreien Betrieb (auch günstig für Gewässerschutz). Schwimmende Solarflächen unzulässig. Mehr Tourismus (Wassersport ohne südeuropäische Hitze). Intensivere Nutzung der Seefunktionen (siehe Ziffer 7 und 8).

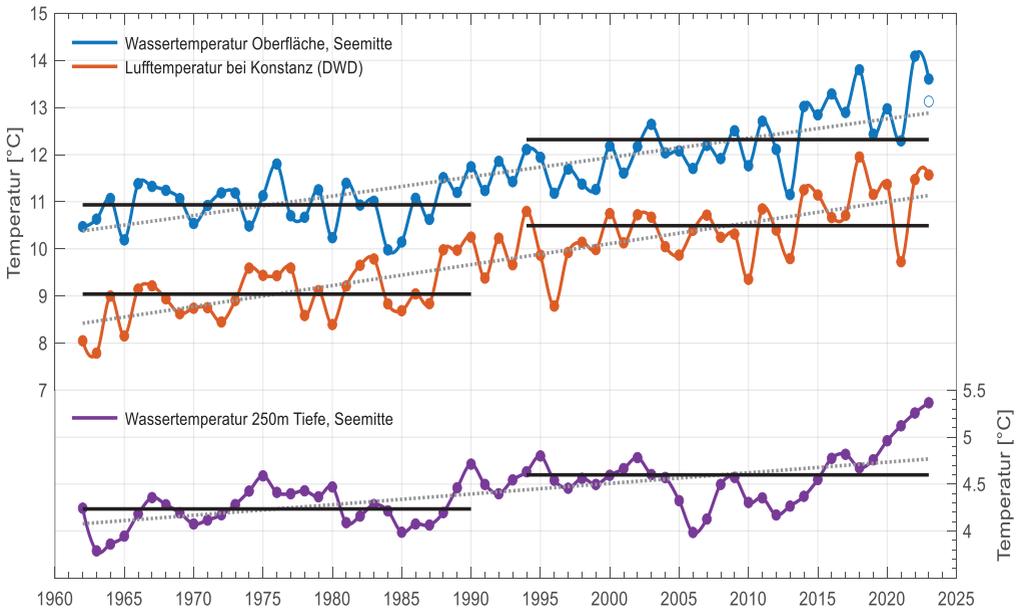
Der Bodensee wird wichtiger – seine Funktionen im Klimawandel:

- Puffer- und Speicherwirkung bei Starkregen wie bei Dürre (siehe Ziffer 3)
- Trinkwasserentnahmenimmt zu: Bei Regenmangel und/oder sinkendem Grundwasserspiegel gibt es mehr Nachfrage nach Fernwasserversorgung aus dem See, weitere Landesteile, die sich mit Bodenseewasser absichern wollen und u. U. zusätzliche Nachfrage, wenn mehr künstliche Bewässerung in der Landwirtschaft. Überlegungen in Bayern für eine Fernwasserleitung bis in die Region Nürnberg. Das Trinkwasserpotential des Sees ist groß (siehe Ziffer 3).
- Thermische Nutzung des Seewassers mittels Wärme-/Kältepumpen: Soweit wirtschaftlich nutzbar eine unerschöpfliche Ressource. Da geschlossene Wasserkreisläufe (primär mit Seewasser, Wärmetauscher dazwischen, dann sekundärer Kreislauf zu den Anwendern) ökologisch grundsätzlich unbedenklich, von Baumaßnahmen im See abgesehen. Durch Abkühlung des Seewassers ökologisch sogar vorteilhaft. Entscheidendes Kriterium: Viele bzw. große Wärme-/Kälte-Abnehmer in möglichst geringer Entfernung zum See (wenig Temperaturverluste). Es gibt bereits praktische

Anwendungen (Graf Zeppelin-Haus, Bregener Bucht, Uni Konstanz, Rorschach). Studien und Maßnahmen am Schweizer Bodenseeufer, Initiativen einzelner Kommunen auf deutscher Seite, Zukunftsthema! Realisierung abhängig vom energiewirtschaftlichen Rahmen.

Insgesamt: Der Bodensee wird durch den Klimawandel regional und überregional deutlich an Bedeutung gewinnen. Er verändert den See aber schon heute schneller als vorhergesagt.

Wasser- und Lufttemperatur



5. Chemie

Seeinterne Prozesse: Nahrungskette, Absterben, Sauerstoffzehrung, Sedimentation

Indirekte Einwirkung des Menschen: diffuse Einträge über Luftschadstoffe, Abschwemmungen sowie Risiken auf dem Wasser und an Land (Schiffe, Unfälle, Verkehrswege). Durch viele beschränkende Maßnahmen über Jahrzehnte auf allen Gebieten sind das Schadstoff-Potential und die Risiken erheblich reduziert worden. (Industrie, Landwirtschaft, Freizeitverhalten, Baumaßnahmen).

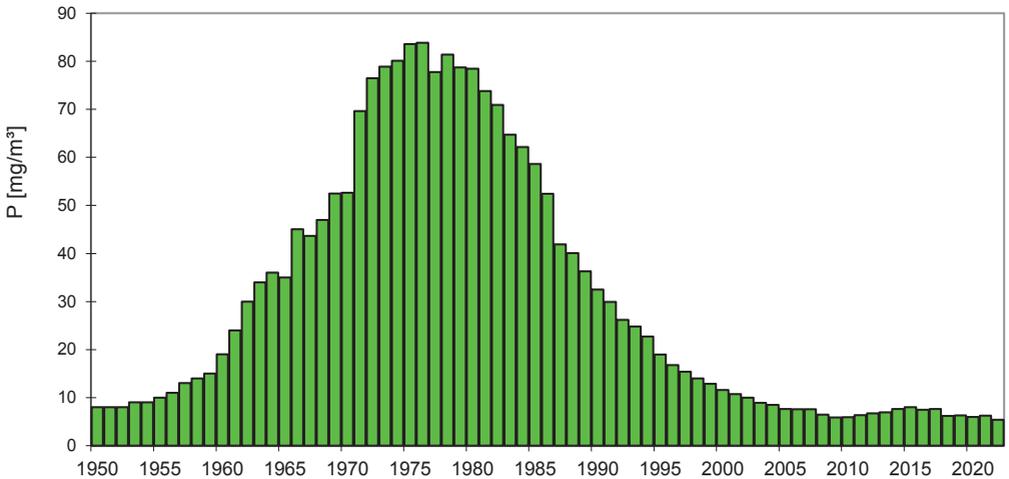
Direkte Einwirkung: Einleiten von Abwässern. Auch hier Maßnahmen zur Schadstoffverminderung, vor allem aber massive Verbesserung der Abwasserreinigung: Leistungsfähige Kläranlagen, praktisch 100 % aller Haushalte angeschlossen, Kanalsanierungen, Regenüberlaufbecken, ständige technische Verbesserungen der Kläranlagentechnik. Bodenseeregion ist dabei seit vielen Jahren an der Spitze des technischen Fortschritts. Zurzeit: 4. Reinigungsstufe (Aktivkohle, Ozon) z. B. gegen Spurenstoffe aus Pharmazie, Industrie und Pflanzenschutzmitteln. Dabei Investitionsschwerpunkt am Baden-Württembergischen Ufer. Insgesamt wurden die größten Kläranlagenaufwendungen aber im Rheintal (Vorarlberg, Schweiz) getätigt (bedingt durch die Siedlungsentwicklung).

Ziel erreicht: Ziel war, die Nährstoffe (vor allem Phosphor) und die Schadstoffe zu reduzieren. Dies wurde erreicht, z. B. Phosphorgehalt im See wieder wie Anfang der 60er Jahre. Der See ist wieder klar, schadstoff- und nährstoffarm. Vorteilig für gesundes und artenreiches pflanzliches Plankton. Nachteilig für die Fische, aber wichtig wegen Biomassereduzierung (siehe Ziffer 3) und Klimawandel (siehe Ziffer 4). Lokale Algenblüten trotzdem noch möglich, giftige Burgunderblotalgen jedoch damit eingedämmt. Schadstoffkonzentrationen alle im unbedenklichen Bereich (für Trinkwasser, Tiere, Pflanzen). Jedoch weitere kritische Beobachtung: Neue Stoffe? Langzeitwirkungen? Kombinationswirkungen? Dabei spezielles Augenmerk auf Spurenstoffe und Mikroplastik, sowohl um sie zu vermeiden als auch in Kläranlagen zurückzuhalten.

Der Gewässerschutz am Bodensee ist ein Modell erfolgreicher grenzüberschreitender Umweltpolitik: Zusammenwirken von Wissenschaft und Politik, Internationale Abstimmung, Kooperation Staat – Kommunen – Bürger, Langfristigkeit, großer finanzieller Aufwand (ca. 4,5 Mrd. Euro) Dabei sind die lokalen Abwassergebühren nicht viel über dem Durchschnitt der Länder. Die 4. Reinigungsstufe „verteuert“ z. B. einen Liter Wasser um ca. 0,01 ct. Sie ist aber erst für 13 % der in den See fließenden Abwässer vorhanden.

Bei den Spurenstoffen kommen 40 % aus häuslichen Abwässern und Pflanzenschutzmitteln in den See. Eine erhebliche Rolle spielen auch Medikamente sowie bestimmte Gewerbebezüge: Chemische Reinigungen, Wäschereien und Malergeschäfte. Die 4. Reinigungsstufe muss daher weiter ausgebaut werden.

Gesamt-Phosphor im Bodensee-Obersee



Gewässerreinigung als „Gesamtkunstwerk“

Die Stufen einer europaweit einmaligen Umweltschutz-Gemeinschaftsaktion: Konstatieren → Extrapolieren → Prognostizieren → Mobilisieren → Konzipieren → Investieren → Sedieren (Durchhalten) → Bilanzieren → Garantieren (Stabilisieren). Zentrale Herausforderung war die Latenz von Problemen und Lösungen durch die Trägheit des großen Wasserkörpers Bodensee. Die Aufgabe war, Probleme vorherzusehen, die noch nicht manifest waren und an Gegenmaßnahmen festzuhalten, obwohl sie in einer Zeit der Problemverschärfung sinnlos erschienen, weil auch sie erst verzögert erfolgreich waren.

Ergebnis: Die Probleme der chemischen Belastung sind zurzeit gelöst. Damit sind die früheren Konflikte um die Bodenseereinhaltung erheblich reduziert. Dagegen sind die Probleme der Seebiologie nicht gelöst.

Praktisch wichtig: Kläranlagen und Abwasserleitungen sind trotzdem nicht beliebig belastbar: Toilette und Waschbecken sind keine bequemen Abfallentsorgungswege für das, was sich runterspülen lässt. Ewigkeitschemikalien (PFOS) und Diclofenac besonders schädlich.

6. Biologie

Pflanzen: an Land, im Uferbereich, im Wasser – von Bedeutung sind dabei die Gewässerqualität, die Wasserpegelschwankungen und der Artenschutz.

Vögel: Lebensräume an Land und im Uferbereich. Stärker verflochten mit den Bedingungen in einem größeren Umfeld. Die ansässigen Brutvogelarten weisen bis auf den Kormoran keine Besonderheiten auf. Für Zugvögel (z. T. als Station, z. T. als Winterquartier) ist die Bodenseeregion von europäischer Bedeutung.

Nahrungskette im Wasser: Phytoplankton (pflanzlich) → Zooplankton (tierisch) → Kleinlebewesen → Muscheln und Fische (Friedfische, Raubfische, Mensch).

Fische: Alle Informationen beziehen sich auf den Obersee und den Überlinger See. Die Situation im Untersee unterscheidet sich davon deutlich. Ca. 30 Fischarten. Bei den bedeutendsten Speisefischen Felchen und Kretzer (Barsch) massive Rückgänge, im Übrigen sonstige Weißfische, Hechte, Karpfen, Seeforellen, Aale, usw. Seit langem Förderung der Fischerei durch schonende nachhaltige Fischereiregeln und durch Stützungsmaßnahmen: Fischereiforschung, Fischbrutanstalt, Verbesserung Flachwasserzonen und Aufstiegshilfen in Flüssen.

Trotzdem: Markanter Ertragsrückgang im Obersee im Verhältnis zur Zeit der Überdüngung des Sees (ab Anfang der 60er Jahre bis Ende der 90er Jahre). Phosphatmaximum ca. 1980, damals auch Ertragsmaximum der Berufsfischer mit erheblichen Schwankungen bis ca. 1.800 Tonnen pro Jahr. Mittlerweile auf ca. 10 % dieser Menge gesunken. (siehe Grafik am Ende)

Erklärung: Der Rückgang war zunächst (bis ca. 2005) auf die gezielte Reduzierung des Nährstoffgehalts zurückzuführen (Kläranlagenbau). Fangmenge damals (2005) ca. 750 Tonnen. Ab 2005 blieb der Phosphatgehalt praktisch konstant, der Fischbestand sank aber massiv weiter, besonders ab 2012. Der Fangertrag liegt mittlerweile deutlich unter den Erträgen der 50er Jahre, obwohl jetzt wieder gleicher Phosphatgehalt wie damals. Der Rückgang muss also andere Gründe haben, die sich auch genau beschreiben lassen:

Großproblem Neozoen: Drei eingewanderte Tierarten haben die Biologie des Sees grundlegend verändert: Stichling, Quagga-Muschel und Kormoran.

Stichling: Rasante Vermehrung ab 2012. Hat sich ab da von den Flachwasserzonen in den gesamten See ausgebreitet, es ist unklar, warum. Der meist 6 - 7 cm große, stachelige, ungenießbare Fisch stellt inzwischen im Freiwasser (außerhalb Flachwasserzone) gut 90 % aller Fische. Er ernährt sich von der Fischbrut und ist Fresskonkurrent der

Felchen. Der Felchenertrag ist seit 2012 um über 90 % gesunken, wobei der Felchenanteil am Gesamtertrag in den Jahren bis 2012 sehr hoch war. Bekämpfung des Stichlings bisher nicht gelungen. Jetzt drei Versuche, den Felchenbestand gegenüber dem Stichling zu erhöhen: 2024 – 2027 totale Felchenschonung, um genügend Laichfische zu haben, deren Jungtiere aus der Fischbrutanstalt künftig erst ab einer Größe von 3,5 – 4 cm in den See entlassen werden, wodurch sie vom Stichling nicht mehr gefressen werden können. Außerdem gezielte Abfischversuche des Stichlings, sowie Fang der Laichfische in Ufernähe.

Quagga-Muschel: ca. 2 – 3 cm große Muschel (neben der ebenfalls gebietsfremden Dreikantmuschel, die zunehmend verdrängt wird), erstmals 2016 gefunden, hat hier ideale Standortbedingungen (Tiefe des Sees, eher kalte Wassertemperatur), obwohl natürliche Feinde vorhanden (aber nur in oberen Wasserschichten (z. B. Enten), sowie Fische (Rotaugen), die aber ihrerseits wieder vom Kormoran gefressen werden.). Explosionsartige Vermehrung auf weichem und hartem Untergrund. Bis zu 25.000 Exemplare pro qm (!). Dringt zunehmend in größere Tiefen vor und wird sich in den nächsten 10 Jahren ca. verzehnfachen und bis in ca. 15 Jahren gut 90 % der gesamten Biomasse des Sees (!) ausmachen. Setzt sich auf harten Unterlagen fest und ist erhebliches Problem für Rohre, Schiffe, Filteranlagen usw. Muscheln filtern Wasser (jede Muschel pro Tag einen Liter) und sind Fraßkonkurrenten für Fische. Wegen ihrer weiteren Vermehrung könnte die Frage entstehen, ob ihre natürliche Reinigungsleistung in die Gewässerreinhaltepolitik einbezogen werden sollte.

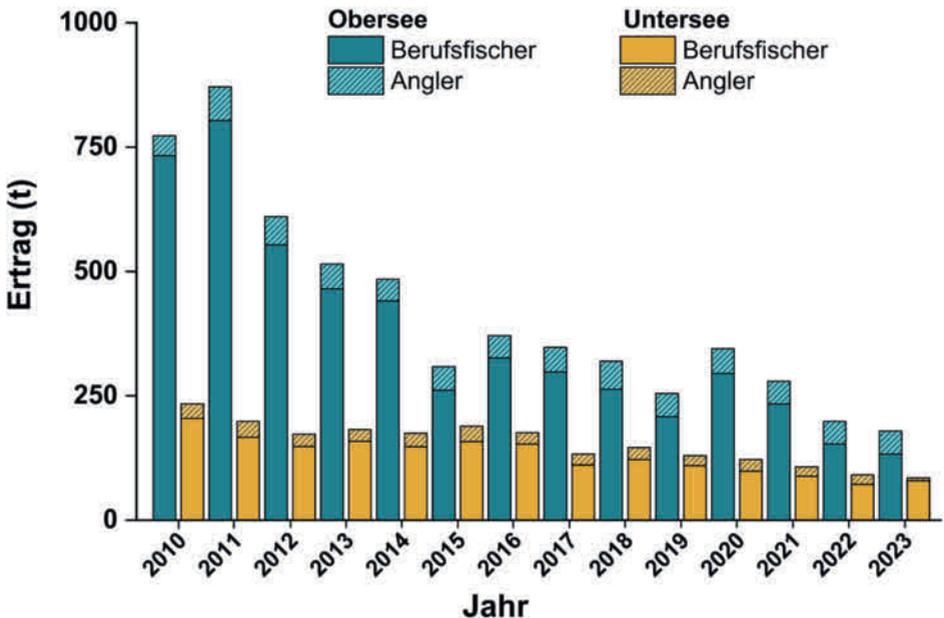
Kormoran: Der unter Naturschutz (EU-Vogelschutzrichtlinie) stehende große schwarze sich von Fisch ernährende Vogel hat sich in den letzten 30 Jahren rapide vermehrt: Die ganzjährig am See lebenden Kormorane auf ca. 7.000 – 8.000, dabei stieg die Zahl der Brutvogelpaare (ca. 1.600) in den letzten Jahren besonders schnell. Der Winterbestand (Zugvögel) hat sich auf über 2.000 mehr als verdoppelt. Schon bei 2.000 Exemplaren und rd. 400 g Futter pro Tag entnehmen sie pro Jahr mindestens 300 Tonnen (Berufsfischer z. Zt. unter 200 Tonnen). Jagdrevier sind meist die Flachwasserzonen und die Beute besteht vor allem in Barschen und Rotaugen. Da diese (und andere Fische) für die Fischerei nach dem Felchenrückgang die wichtigsten verbleibenden Fische wurden, konzentriert sich die Rettung des Fischbestands auf die Begrenzung des Kormorans. Sinnvoll wäre die seeumspannende Reduzierung des Brutvogelbestands. Trotz Naturschutzregeln wäre sie notwendig (einzige Bekämpfungsmöglichkeit der Fischkonkurrenten), verhältnismäßig (Kormoranbestand selbst wäre nicht gefährdet) und geeignet (Ergebnis von Versuchen).

Zum Fischereiwesen:

- Fischereipatente seit 1990 um mehr als zwei Drittel gesunken, Ertrag pro Patent trotzdem in dieser Zeit zusätzlich halbiert.
- Fischertragsrelation Obersee/Untersee mittlerweile ca. $\frac{3}{4}$ zu $\frac{1}{4}$ (weil Untersee relativ stabiler).
- Der Anteil geangelter Fische (also nicht durch Berufsfischer gefangen) ist von früher unter 10 % auf mittlerweile gut 15 % gestiegen.
- Aquakulturen (Fischzucht in „Käfigen“) als Alternative? Im See nein (Gewässerbelastung mit Futter, Exkrementen, Arzneimitteln), außerhalb des Sees ja (aber teure Investitionen, daher bisher nicht erfolgt).

Dringende Bitte: Um nicht weitere Neozoen einzuschleppen, müssen alle Gegenstände, die auch in anderen Gewässern genutzt wurden, vor dem Kontakt Bodenseewasser gründlich gereinigt werden. Das gilt auch umgekehrt für Gegenstände, die im Bodensee genutzt wurden, vor deren Kontakt mit anderen Gewässern.

Man muss damit rechnen, dass auch gebietsfremde Pflanzen eingetragen werden so z. B. das Schmalrohr, eine sehr durchsetzungsstarke Unterwasserpflanze, die sich in flachem ruhigem Wasser schnell ausbreitet.



7. Rollenvielfalt des Sees und seiner Umgebung als Geschenk und Verpflichtung

Naturraum (Selbstzweck), Siedlungsraum, Wirtschafts- und Landwirtschaftsraum (früher auch Verkehrsfunktion), Freizeit/Erholungsraum, immer wichtiger: Trinkwasserspeicher, Hochwasserspeicher, Wärme/Kälte-Speicher. Das alles bei einer insgesamt dicht besiedelten Region.

Zahlen zu 2 Beispielen:

a) Tourismus: 6 Mio. Übernachtungen, ca. 15 Mio. Tagesgäste, 61.000 Boote (38.000 mit Verbrennungsmotor, 2.300 mit Elektroantrieb), 23.000 Liegeplätze. Seit langer Zeit Gewässerschutzmaßnahmen in der Freizeit-Schifffahrt (Antriebe, Emissionen, Anstriche, Stopp bei Liegeplätzen, Fahrverhalten). Künftige Ökologie-Maßnahmen in der Schifffahrt: Bis 2040 sollen alle Schiffe CO₂-frei sein. Die Bodenseeschiffsbetriebe (BSB) mit ihren 1,9 Mio. jährlichen Fahrgästen wollen das Ziel bereits bis 2035 erreichen. Wichtig, weil große Schiffe mit vielen Betriebsstunden (sowie PS-starke Motorboote) den größten Anteil an den Emissionen haben. Umstieg überwiegend wohl auf E-Methanol, aber auch Akkus (z. T. mit Photovoltaik). Einmal mehr sind damit Gewässer-Emissionsschutzmaßnahmen am Bodensee europaweit führend.



Die MS Insel Mainau steht für den anspruchsvollen Wandel zu vollelektrischen Antrieben.

b) Trinkwasser: Wasserqualität sehr gut, Entnahme aus 50 – 60 m Tiefe (Tiefe wegen natürlicher Wasserkälte und Entfernung zur Oberfläche) für 5 Mio. Menschen, davon 1 Fünftel in der Seeregion (aber Wasserbezug nicht nur aus dem See), 4 Fünftel durch Bodenseewasserversorgung bis Bad Mergentheim. BW ist Wassermangelgebiet! Entnahme unproblematisch: Maximal bisher 530.000 m³ an einem Tag, durchschnittlich sind es 460.000 m³ täglich - zulässig wären 670.000 m³ täglich. Auch neuer Bedarf

durch Klimawandel grundsätzlich unproblematisch: Die bisherige durchschnittliche Trinkwasserentnahme entspricht 0,3 % des bestehenden Wasservolumens oder ca. 1,3 % des jährlichen Zuflusses. Ohne Zufluss könnte man 300 Jahre lang so viel Trinkwasser wie heute entnehmen, bevor der See „leer getrunken“ wäre. Eine größere Trinkwasserentnahme führt lediglich zu einem geringeren Abfluss.

Bei der seit 1954 bestehenden Bodenseewasserversorgung stehen große Zukunftsinvestitionen an, die allein im Bereich Sipplingen zu Baukosten von ca. 2,5 Mrd. Euro führen würden (Gesamtkosten noch erheblich höher). Dadurch könnte sich der Trinkwasserpreis im Laufe der Zeit verdoppeln. (Der Liter Wasser läge dann bei 0,4 ct.). Investitionsgründe: 1. Quagga-Muschel fernhalten (in drei Monaten werden 60 Mrd. (!) Muschellarven am Entnahmesystem der BWV identifiziert). Dazu nötig Ultrafiltration und Ozonierung des Rohwassers, was weitere positive Wirkungen hätte. 2. Ausfallsicherheit erhöhen, wenn Teile von Erfassung und Aufbereitung des Wassers versagen sollten. 3. Mehrbedarf durch Klimawandel in Baden-Württemberg (er wäre - von kurzfristigem Spitzenbedarf abgesehen - innerhalb der bereits genehmigten täglichen Entnahme von 670.000 m³ abdeckbar). Denkbar wäre auch eine Mitversorgung von Nordbayern, z. B. über eine Leitung im Raum Heilbronn-Nürnberg. Dann müsste die erlaubte tägliche Entnahme erhöht werden. Insgesamt wird die Fernwasserversorgung eine zunehmende Rolle spielen, da die Vorräte im Bodensee praktisch unerschöpflich sind, nicht aber andere Trinkwasserquellen (Flüsse, Grundwasser).



Trinkwasserfassung der Bodenseewasserversorgung auf dem Sipplinger Berg

8. Nutzungskonflikte, neuere Beispiele

Vorgaben und Kosten der Gewässerreinigung.

Eni-Öl-Pipeline, Schifffahrtsemissionen, Schiffszahl, Uferverbauung, Swiss-Marina, Fracking, Pflanzenschutzmittel, Wasserflugzeuge, Verkehrsfragen, Flachwasserzonen-schutz, Fisch-Rückgang, Aquakulturen, Solar-Panele auf dem Wasser. Auf all' diesen „Baustellen“ ist in den letzten Jahrzehnten zugunsten des Gewässerschutzes viel erreicht worden.

9. Themenwandel im Gewässerschutz der letzten 50 Jahre

Industrielle Abwässer, Landwirtschaft (Düngemittel u.a.) Phosphat, Freizeitschifffahrt, Uferrenaturierung, Klimawandel, Spurenstoffe, Neozoen. Frühere Probleme heute überwiegend gelöst, aktuelle Probleme sind die Seebiologie und die Fischbestandsgefährdung. Außerdem: Durch den Klimawandel wird der Bodensee wichtiger! Die Herausforderungen und damit Themen der Seenforschung unterliegen einem ständigen Wandel. Die Forschung muss immer einen Schritt voraus sein, um bei künftigen Problemen rechtzeitig gegenzusteuern. Angesichts der weltweiten Verknappung der Süßwasserreserven wird die internationale Kooperation immer wichtiger. Das Seenforschungsinstitut verfügt dabei über viel Erfahrung, Kompetenz und vor allem lange Zeitreihen wichtiger Messdaten.

10. Akteure der Gewässerpolitik

Forschung vor allem durch Institut für Seenforschung in Langenargen, aber auch viele weitere Einrichtungen rund um den See. Rolle der internationalen administrativen Abstimmung vor allem in der IGKB (Internationale Gewässerschutz-Kommission Bodensee), Rolle von Politik und Verwaltung, Rolle Verbände, Rolle Sensibilität der Menschen, Rolle Medien / Öffentlichkeitsarbeit. Hierbei auch Rolle des Fördervereins Seenforschung Bodensee e. V. als einem der ältesten Umweltschutzvereine des Landes und jahrzehntelangem Träger des Seenforschungsinstituts wie auch der Fischereiforschung.

Kontaktdaten:

Institut für Seenforschung der LUBW

Argenweg 50/1
88085 Langenargen
Tel.: 07543/3040
Mail: isf@lubw.bwl.de

Fischereiforschungsstelle der LAZBW

Argenweg 50/1
88085 Langenargen
Tel.: 07543/9308311
Mail: poststelle-ffs@lazbw.bwl.de

Internationale Gewässerschutzkommission Bodensee (IGKB)

Wechselnde Federführung, aber gleichbleibende Mail-Anschrift:
bodensee@igkb.org

Förderverein Seenforschung Bodensee e. V.

Argenweg 50/1
88085 Langenargen
Tel.: 07543/304212
Mail: verein.seenforschung@web.de

11. Geschichte und Aufgaben des Fördervereins Seenforschung Bodensee e. V.

Der Münchner Zoologie-Professor Reinhard Demoll und der Langenargener Kaufmann und Fabrikant Dr. Eugen Kauffmann initiieren am 14. April 1920 die Gründungsversammlung des „Vereins für Seenforschung und Seenbewirtschaftung“ bereits mit 20 Teilnehmern. Der Verein macht es sich zur Aufgabe, das Ökosystem des Bodensees und damit seine Auswirkung auf die Fischerei zu untersuchen. 1921 entschließt sich der Verein, ein Institut für Seenforschung in Langenargen zu gründen. Die Ausstattung des Instituts und seine Arbeit finanziert der Verein durch Mitgliedsbeiträge und Spenden.

- 1936 wird der Verein in die „Kaiser-Wilhelm-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften“, der Vorläuferin der heutigen „Max-Planck-Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften“ eingegliedert und damit finanziell bessergestellt. Die Untersuchungsschwerpunkte liegen in den Bereichen Hydrographie, d. h. der Messung der physikalischen Eigenschaften des Bodensees, Chemie, Ökologie, Limnologie und Fischereibiologie.
- Im Jahre 1960 erfolgt die Verstaatlichung des Instituts durch das Land Baden-Württemberg als „Institut für Seenforschung und Fischereiwesen“. 1975 wird das Institut in die neu gegründete „Landesanstalt für Umweltschutz in Baden-Württemberg“ (LfU) eingegliedert. Seit 1990 ist das Institut für Seenforschung“ der „Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg“ (LUBW) in Karlsruhe zugeordnet. Damit ist die technische und personelle Ausstattung des Instituts heute finanziell gesichert.
- Der Vorläufer des heutigen staatlichen Instituts für Seenforschung war also ein von Bürgern getragener privater Verein, eine „Bürgerinitiative“ im wahrsten Sinne des Wortes. Der Verein, gegründet 1920, firmiert seit 2022 unter dem Namen „Förderverein Seenforschung Bodensee e. V.“. Der Verein kann also auf eine Geschichte und ein Engagement für den Bodensee von über 100 Jahren zurückblicken. Er ist nicht in die staatliche Organisation eingebunden und unterstützt das Seenforschungsinstitut finanziell etwa durch Zuschüsse für Stipendien.
- Die Hauptaufgabe des Vereins besteht heute jedoch darin, die Arbeit des Instituts für Seenforschung Langenargen der interessierten Öffentlichkeit zugänglich zu machen und ein Forum zu bieten, die aktuellen Herausforderungen und Perspektiven für den Bodensee zu thematisieren, auch in Kooperation mit anderen Institutionen. Dies im Sinne der Präambel der Satzung des Vereins, nach der der Verein dazu beiträgt, den Schutz des Bodensees als Ökosystem und als verbindendes Element von Landschaft, menschlicher Zivilisation und Kultur in der „Euregio Bodensee“ bewusst zu machen.

Beitrittserklärung

Ich/Wir erkläre(n) meinen/unseren Beitritt zum
Förderverein Seenforschung Bodensee e. V.

.....
Privatpersonen – Name / Vorname

.....
Name der Institution oder juristischen Person

.....
Name des dortigen Ansprechpartners

.....
Straße

.....
PLZ / Wohnort

.....
Telefon

.....
E-Mail

Ich/Wir erhalte(n) vom Verein in unregelmäßigen Abständen Informationen rund um aktuelle Bodenseethemen sowie über die Aktivitäten des Vereins. Mir ist bekannt, dass der Verein gemeinnützig ist, Spenden und Beiträge sind steuerlich absetzbar.

Der Mitgliedsbeitrag beträgt für natürliche Personen mindestens 25,00 € pro Jahr, für Institutionen/juristische Personen mindestens 50,00 € pro Jahr (je nach Größe der Institution auch höher).

Ich/Wir sind bereit, bis auf Weiteres einen Jahresmitgliedsbeitrag

i. H. v. € zu entrichten.

Die Kontonummer des Fördervereins lautet:

IBAN: DE 17 6905 0001 0020 5024 23 BIC: SOLADES1KNZ

Meine/Unsere Kontonummer lautet:

IBAN: BIC:

.....
Ort/Datum

.....
Unterschrift

Einzugsermächtigung

Der **Förderverein Seenforschung Bodensee e.V. (Langenargen)**,

IBAN: DE 17 6905 0001 0020 5024 23 · BIC: SOLADES1KNZ

erhält von mir/uns die Ermächtigung, den Jahresmitgliedsbeitrag

i. H. v. € von meinem / unserem Konto abzubuchen.

Dieses lautet:

IBAN: BIC:

Name des Kontoinhabers:

Adresse des Kontoinhabers:

.....

.....

.....
Ort/Datum

.....
Unterschrift

Bitte senden Sie diese Beitrittserklärung, wenn möglich auch mit der ausgefüllten Einzugsermächtigung, an den Verein, der über das Institut für Seenforschung des Landes Baden-Württemberg erreichbar ist:

Förderverein Seenforschung Bodensee e.V.

c/o Institut für Seenforschung

Argenweg 50/1

88045 Langenargen



FÖRDERVEREIN
SEENFORSCHUNG
BODENSEE E.V.

Geschäftsstelle über das Institut für Seenforschung

Argenweg 50/1
88085 Langenargen

Tel. 07543/3040
www.freunde-isf-bodensee.de

