

Limnologischer Zustand des Bodensees 2024/25

Dr. Harald Hetzenauer

Institut für Seenforschung



Baden-Württemberg

Das Institut für Seenforschung

BEOBACHTEN – BEWERTEN – BERATEN

Arbeitsschwerpunkte sind der Bodensee, seine Zuflüsse und > 4'000 kleine Seen in Baden-Württemberg



Fotos: © Kerstin Bittner

Bodensee-Einzugsgebiet

Originalmassstab 1 : 1 000 000

10 0 10 Kilometer

Legende

Staaten im Einzugsgebiet

- Deutschland
- Italien
- Liechtenstein
- Österreich
- Schweiz

Grenzen

- Bodensee-Einzugsgebiet
- Staatsgrenze
- Landes- oder Kantonsgrenze



Datenquellen:

VECTOR200 © 2013 swisstopo (www.swisstopo.ch).
 © Amt für Umwelt des Fürstentums Liechtenstein, Vaduz.
 LUBW Baden-Württemberg (lubw.baden-wuerttemberg.de).
 Vorarlberger GIS (VOGIS) © Amt der Vorarlberger Landesregierung, Bregenz.
 © Landesamt für Geoinformation und Landentwicklung Baden-Württemberg (LGL) (www.lgl-bw.de) Az.: 2851.9-1/19.
 Informationssystem Wasserwirtschaft der bayerischen Wasserwirtschaftsverwaltung © GIS-Was, Bayerisches Landesamt für Umwelt, Augsburg (www.bayern.de/ifu).
 Vektor-500 Daten © Bayerisches Landesvermessungsamt, München (www.bayern.de/vermessung) Az.: O 1419 VM A-1665/01.
 Bodensee-Wasserinformationssystem (BOWIS) - 2013. Bearbeitung und Kartographie: Dipl.-Ing. (FH) Robert Obad, Institut für Seenforschung (ISF), Langenargen.



Internationale
Gewässerschutzkommission
für den Bodensee



Grenzübergreifender Bodensee:

Sein Einzugsgebiet wird von 5
Staaten geteilt

(D, A, CH, FL, I)

mit insgesamt 11 Ländern bzw.
Kantonen



Die Internationale Gewässerschutz Kommission Bodensee



Plattform und Motor für den Gewässerschutz
am Bodensee seit 1959

Gründungsmitglieder :

- Baden-Württemberg
- Bayern
- Österreich
- Schweiz

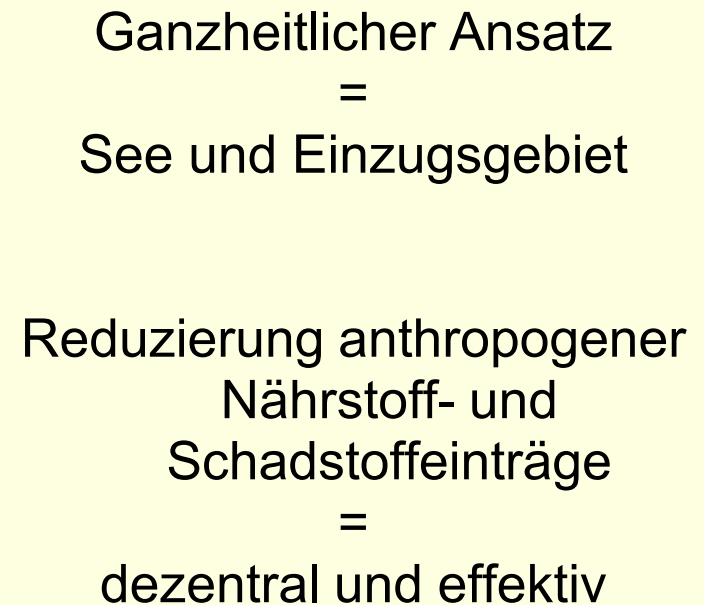
Vorsitz wechselt turnusgemäß alle 2 Jahre,
Juli 2025-Juni 2027: Vorsitzland Baden-Württemberg

Die Internationale Gewässerschutz Kommission Bodensee

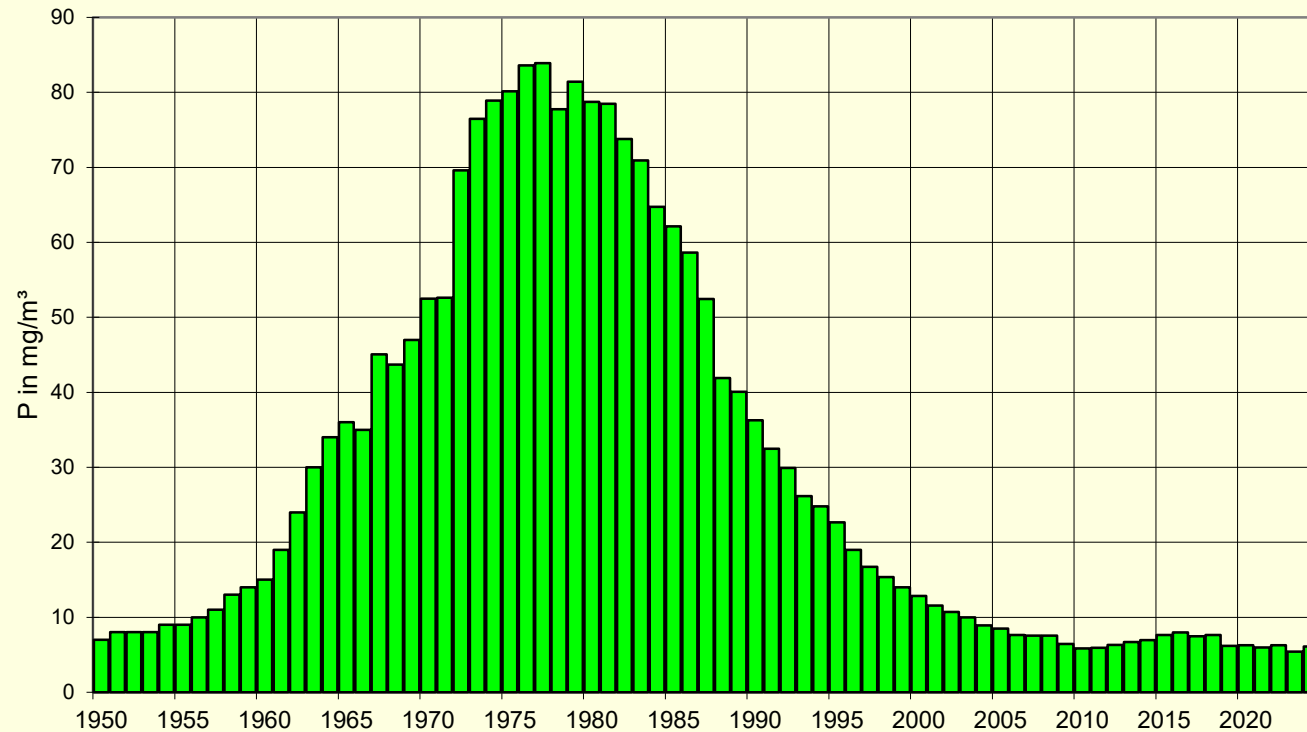


Internationale Aufgaben:

- Beobachtung des Gewässerzustandes
- Erforschung der Ursachen seiner Verschmutzung
- Empfehlung koordinierter Gegenmaßnahmen
- Diskussion der geplanten Nutzungen des Sees



Gesamtphosphor im Bodensee-Obersee



IGKB Öffentlichkeitsarbeit und Richtlinien



Bodensee-Richtlinien 2005

(mit Änderung des Kapitels 5 vom 13.05.2014
und des Kapitels 6 vom 09.05.2018)



Seespiegel



Seespiegel Nr. 47 • Mai 2018

INFORMATIONEN RUND UM DEN BODENSEE

Projekt Seezeichen Seite 2 Rhein und Hochwasser Seite 3 Pegelfläche im Fokus Seite 4 Editorial Seite 5
Die Forschungsarbeiten über Grundwassereintritte im See ist erfolgreich abgeschlossen. Mit dem Projekt Rhesi soll der Alpenrhein in Zukunft mehr Wasser transportieren können. Seenforscher erkunden, warum die Pegeldifferenz zwischen Obensee und Untensee wächst. Peter Fuhrmann zieht Bilanz über seine langjährige Tätigkeit in der IGKB.



Der Bodensee steht immer wieder vor neuen Herausforderungen.

Foto: Peter Allgauer

Die Quagga-Muschel bereitet den Wasserexperten Sorgen

Inzwischen ist die neu eingewanderte Art in allen Teilen des Sees zu finden. Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee wertet dies als weiteres Anzeichen für die tief greifenden Veränderungen im See.

Überall wo Gewässerexperten derzeit am See nach der Quagga-Muschel suchen, werden sie fündig – sowohl in der Flachwasserzone als auch in größeren Tiefen bis etwa 40 Meter. Und auch in Planktonproben, die im Rahmen der monatlichen Routineuntersuchungen in Seemitte genommen werden, finden sich die Larven der Muschel.

Von ihrem Heimatgebiet, dem Schwarzen Meer, hat sich die Quagga-Muschel inzwischen weltweit ausgebreitet. Anfang 2016 berichteten Taucher über die ersten Funde im Bodensee, wo bisher noch keine gravierenden Schäden durch

diese neue Art bekannt sind. Sicher ist aber, dass sie nun ihren Platz im Ökosystem finden muss. Die Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB) verfolgt diese Prozesse genau. So befasst sie sich jetzt auf ihrer Jahrestagung im Kanton St. Gallen intensiv mit den aktuellen Veränderungen im See.

Dazu zählen neben den tiefgreifenden Auswirkungen des Klimawandels und den Einflüssen von Spurenstoffen auch die Folgen, die durch die Einwanderung gebietsfremder Arten oder die plötzliche Massenvermehrungen etablierter Tiere, Pflanzen und Planktonorganismen entstehen. Hier

erfordern derzeit beispielsweise der Stichling oder die Burgunderblutalge die besondere Aufmerksamkeit der Gewässerexperten.

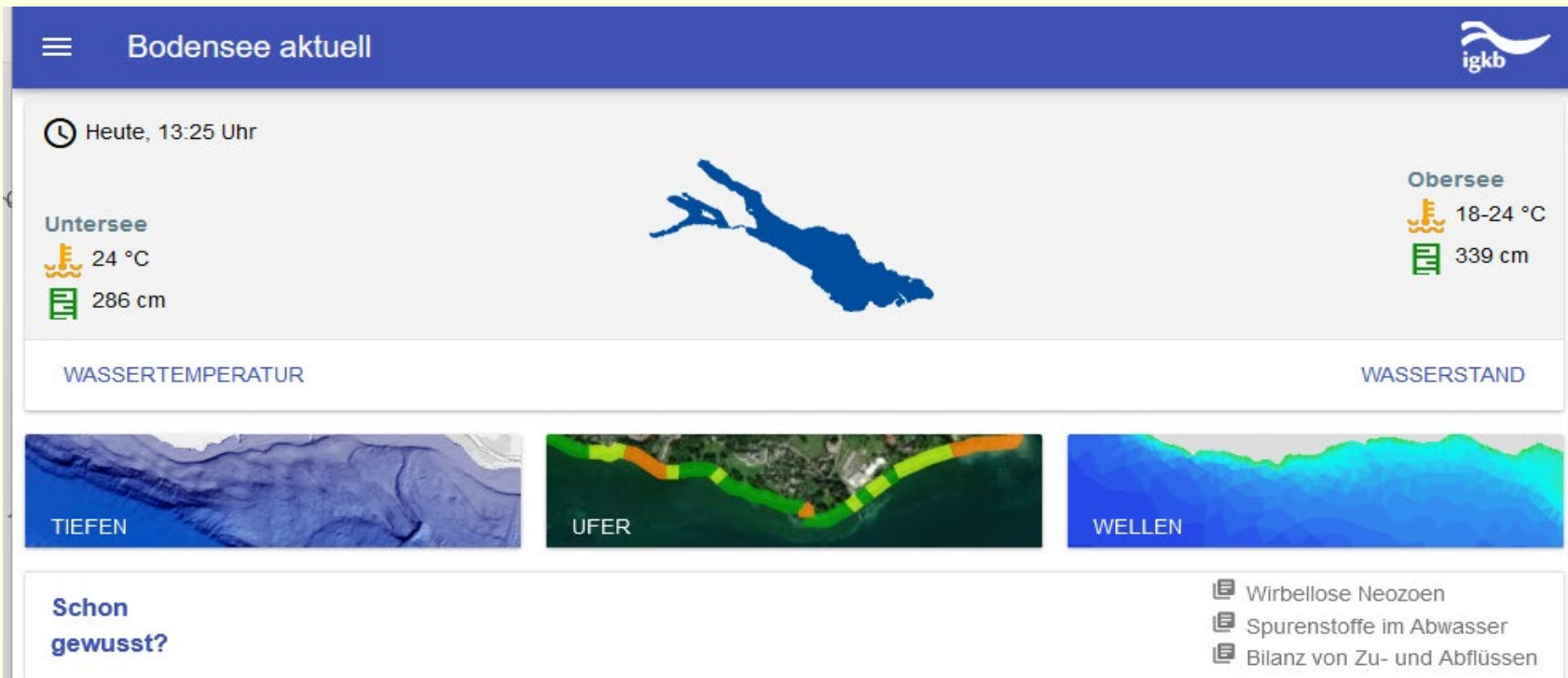
Im Rahmen des neuen Forschungsprojekts „SeeWandel“ sollen solche Prozesse detailliert analysiert werden. Mit insgesamt 13 groß angelegten Projekten wollen die Forscher die IGKB bei ihrer Aufgabe unterstützen, die Veränderungen im Ökosystem Bodensee zu bewerten. Zudem liefern die dabei gewonnenen Erkenntnisse die erforderliche Basis, um der Wasserwirtschaft und der Politik Empfehlungen geben zu können.

Informationen: <https://seewandel.org>

- Überarbeitung der Richtlinien: 1987, 2001, 2005, 2014, 2018, 2023
 - Seespiegel seit 1994
 - IGKB-Homepage seit 2000
- www.igkb.org

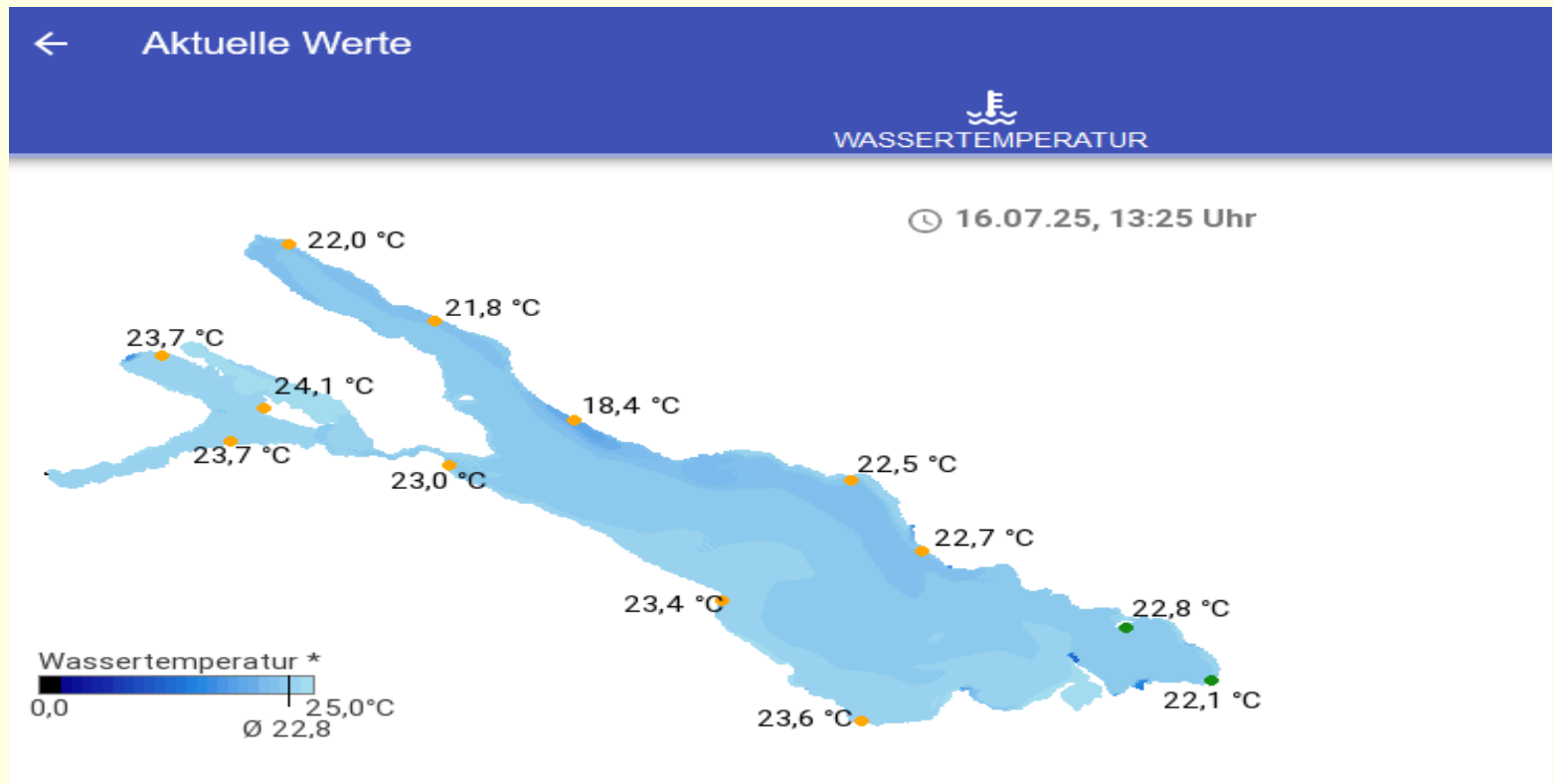
IGKB-App

IGKB-Web-App (m.igkb.org)

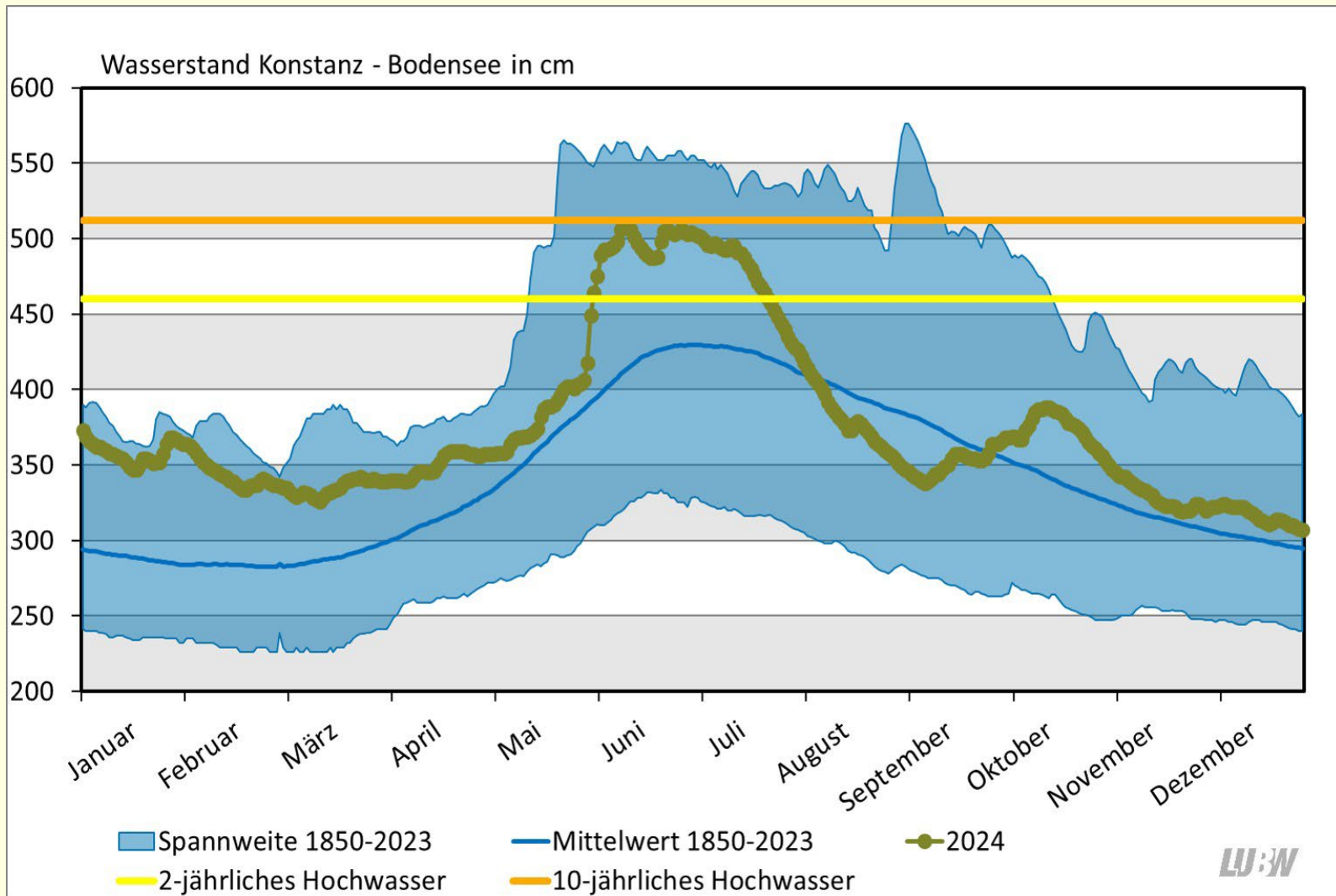


IGKB- App

IGKB-Web-App (m.igkb.org)

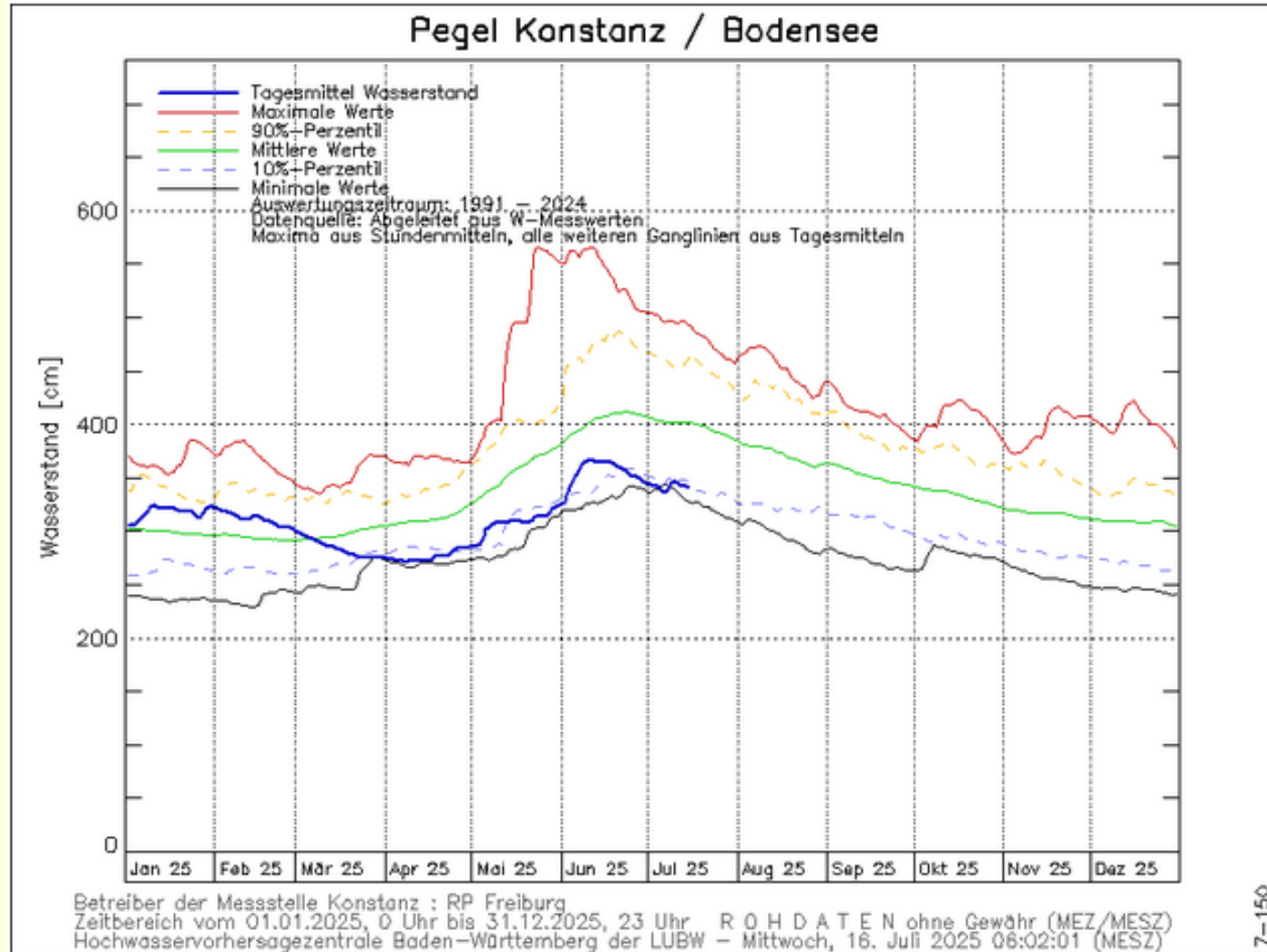


Wasserstand 2024



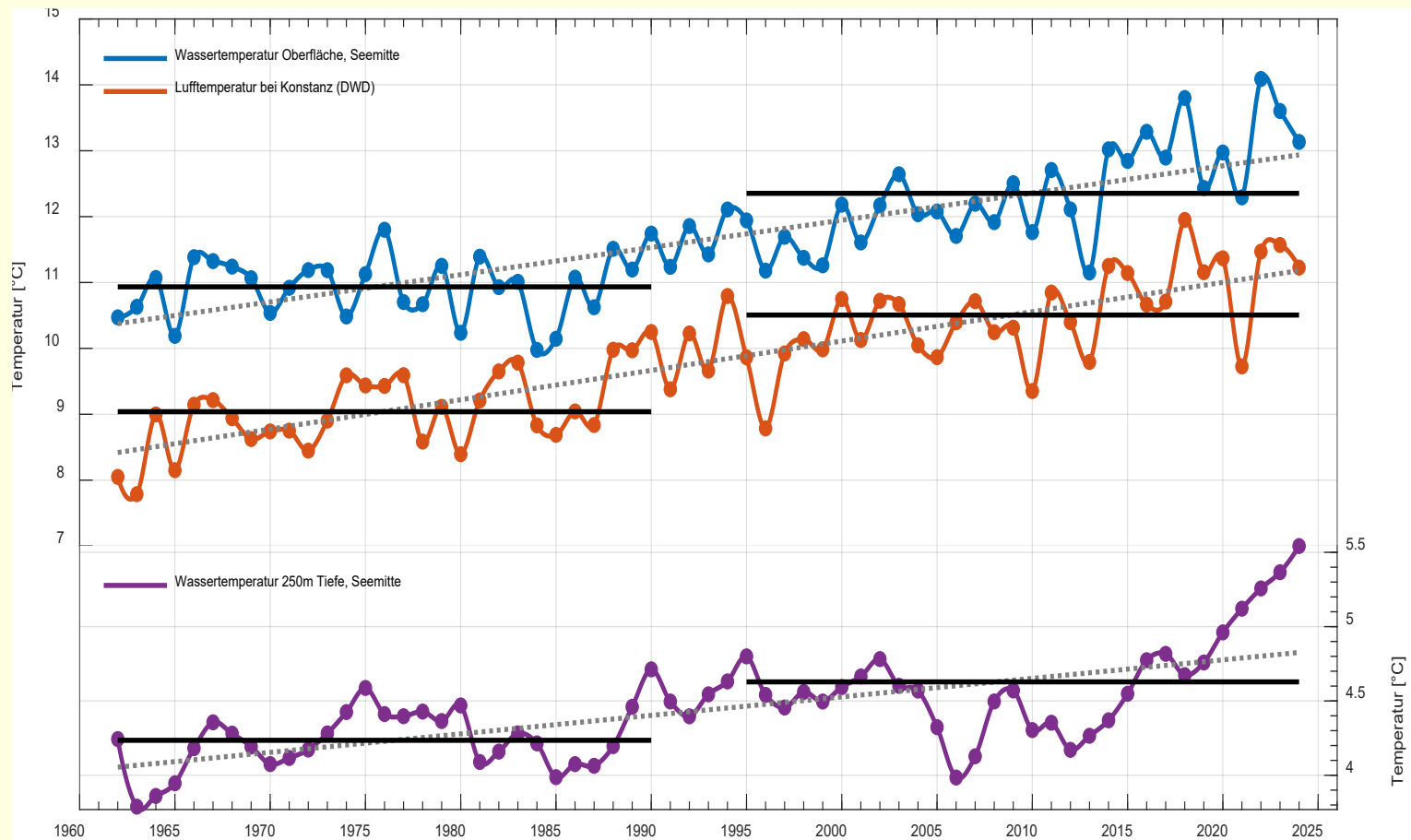
Hochwasser im Frühsommer

Wasserstand 2025



Niedrigwasser im März, April, Juli ...

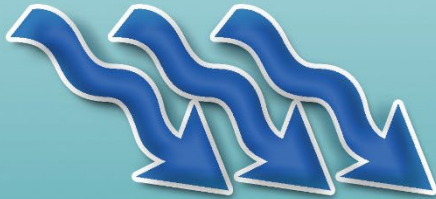
Klimawandel am Bodensee





Abkühlung

Wind



Flusswasser



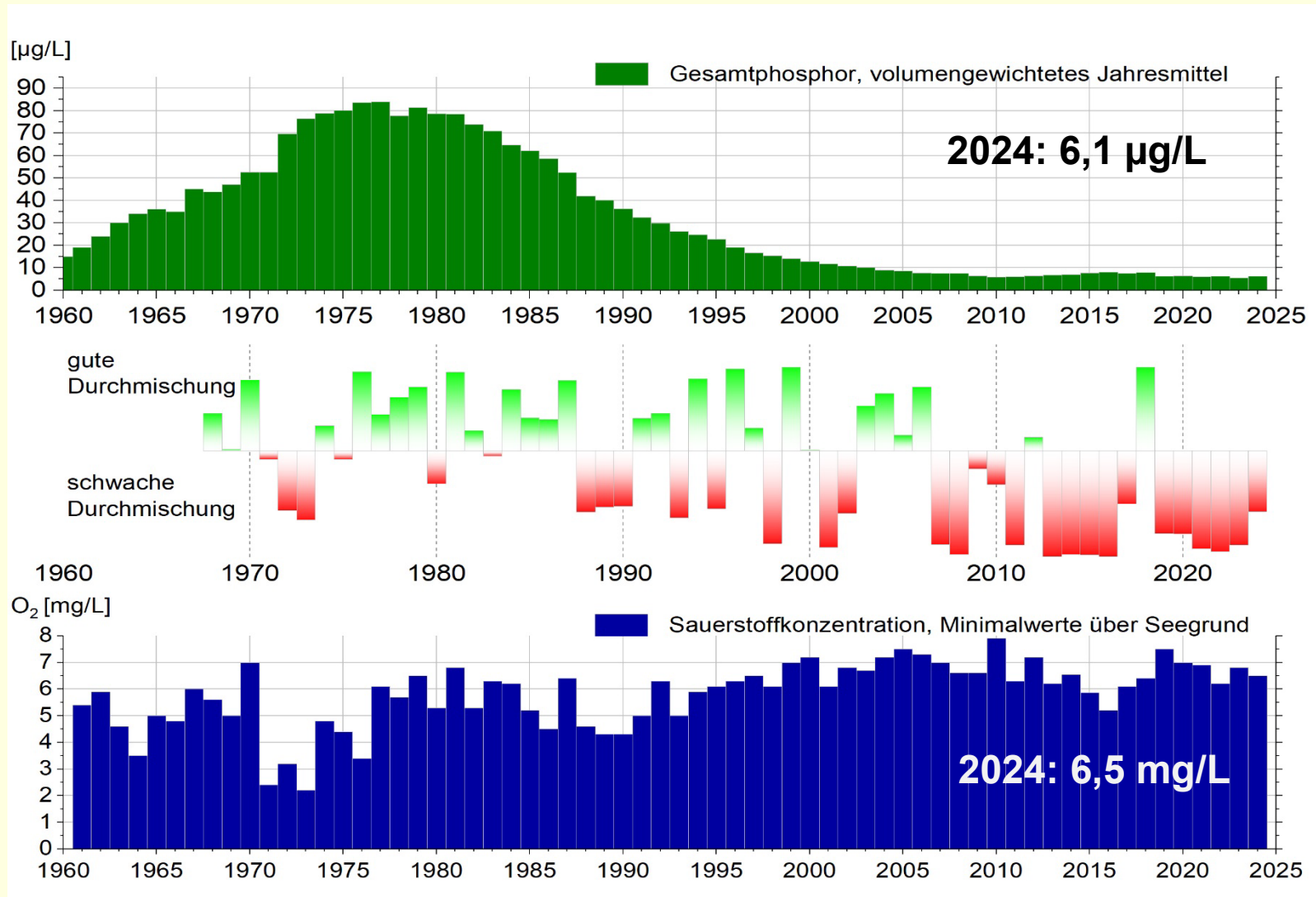
4°C im Winter

20°C im Sommer

Seitliche
"Dichte-
strömung"

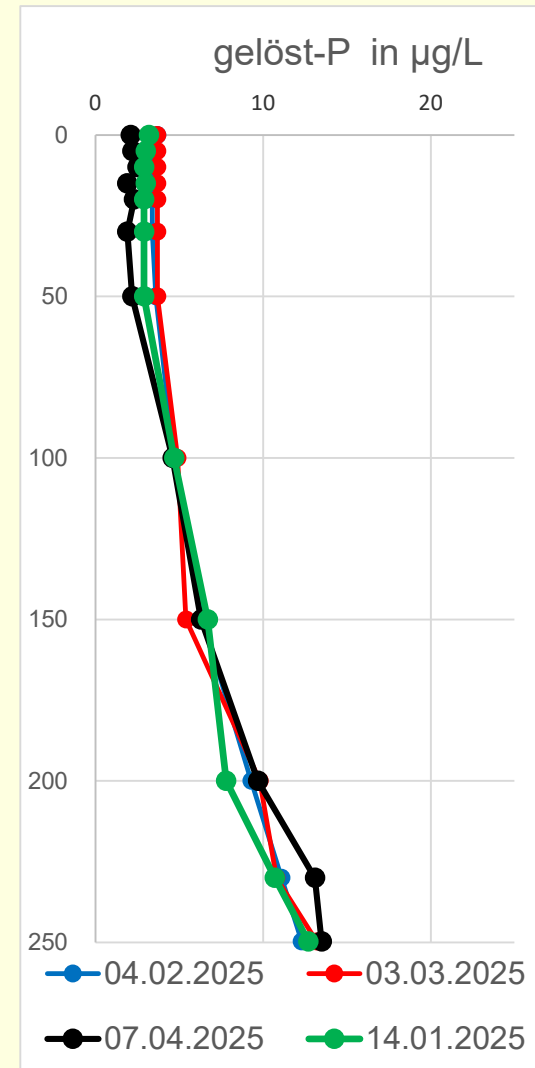
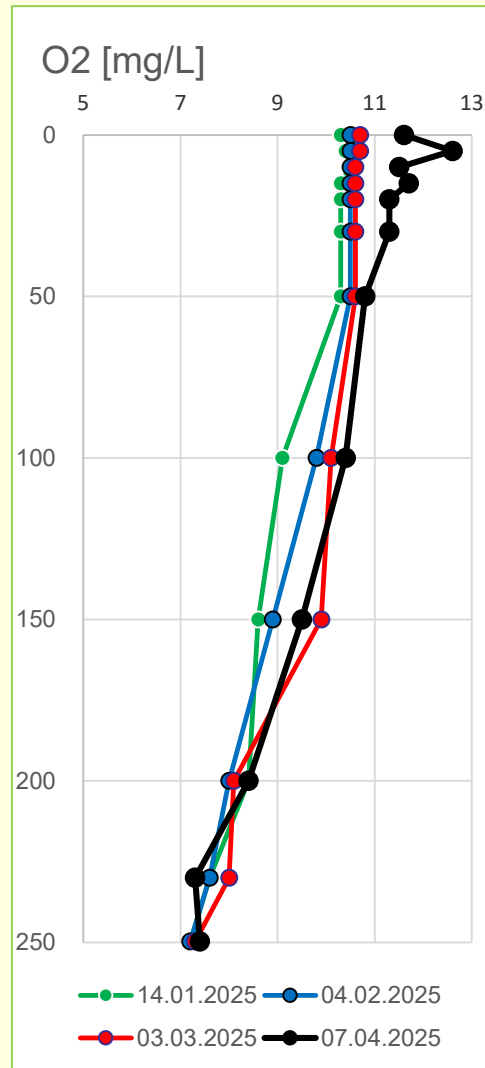
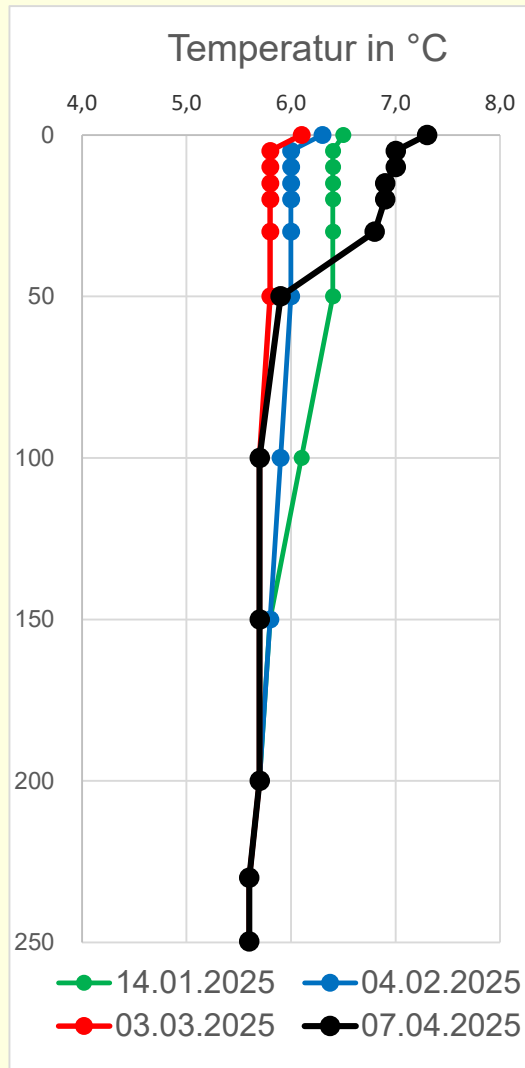
4°C

Phosphor, Zirkulation und Sauerstoff



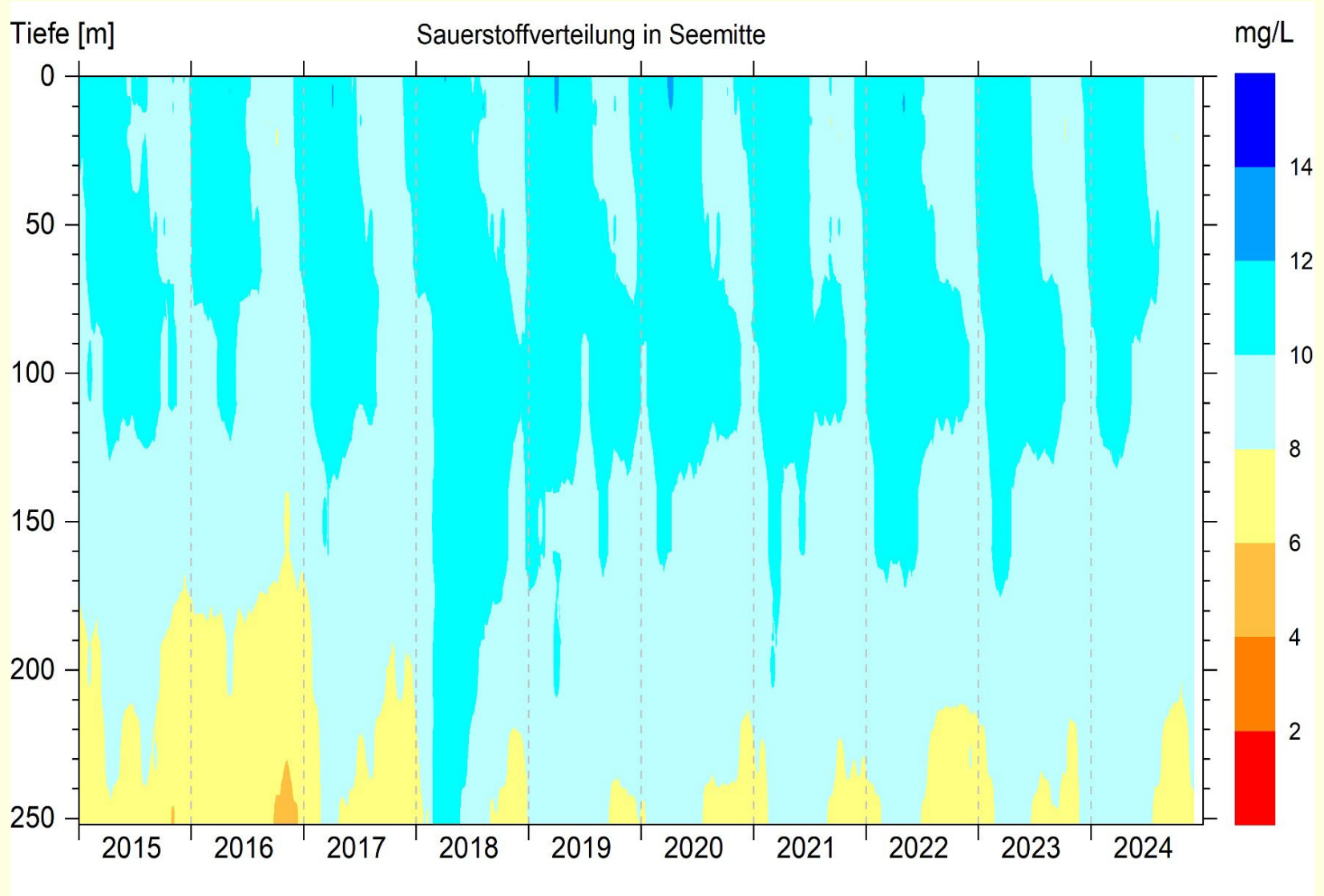
Schlechte Zirkulation auch 2024

Zirkulation 2025

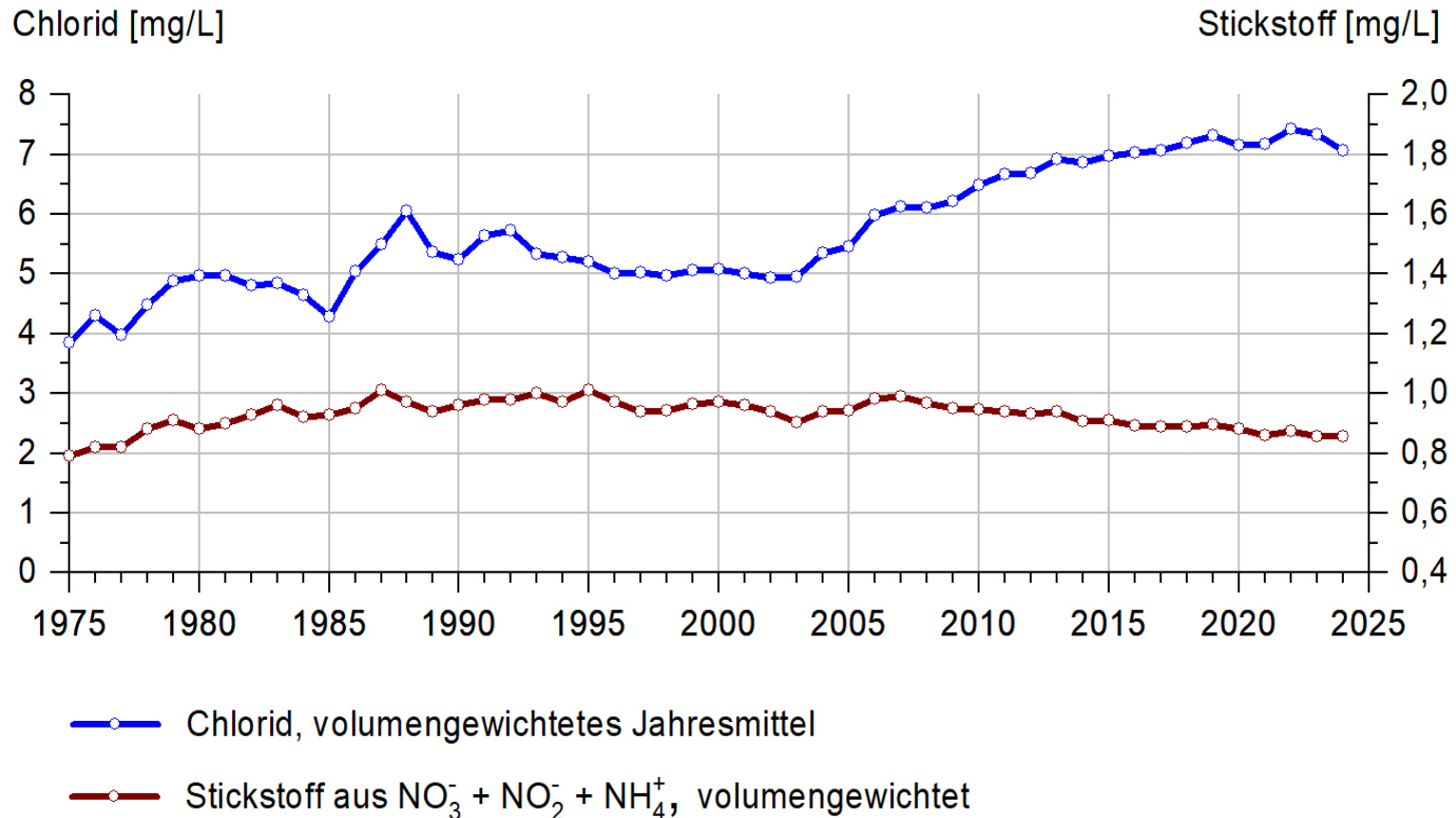


Schlechte Zirkulation auch 2025

Sauerstoff im Obersee

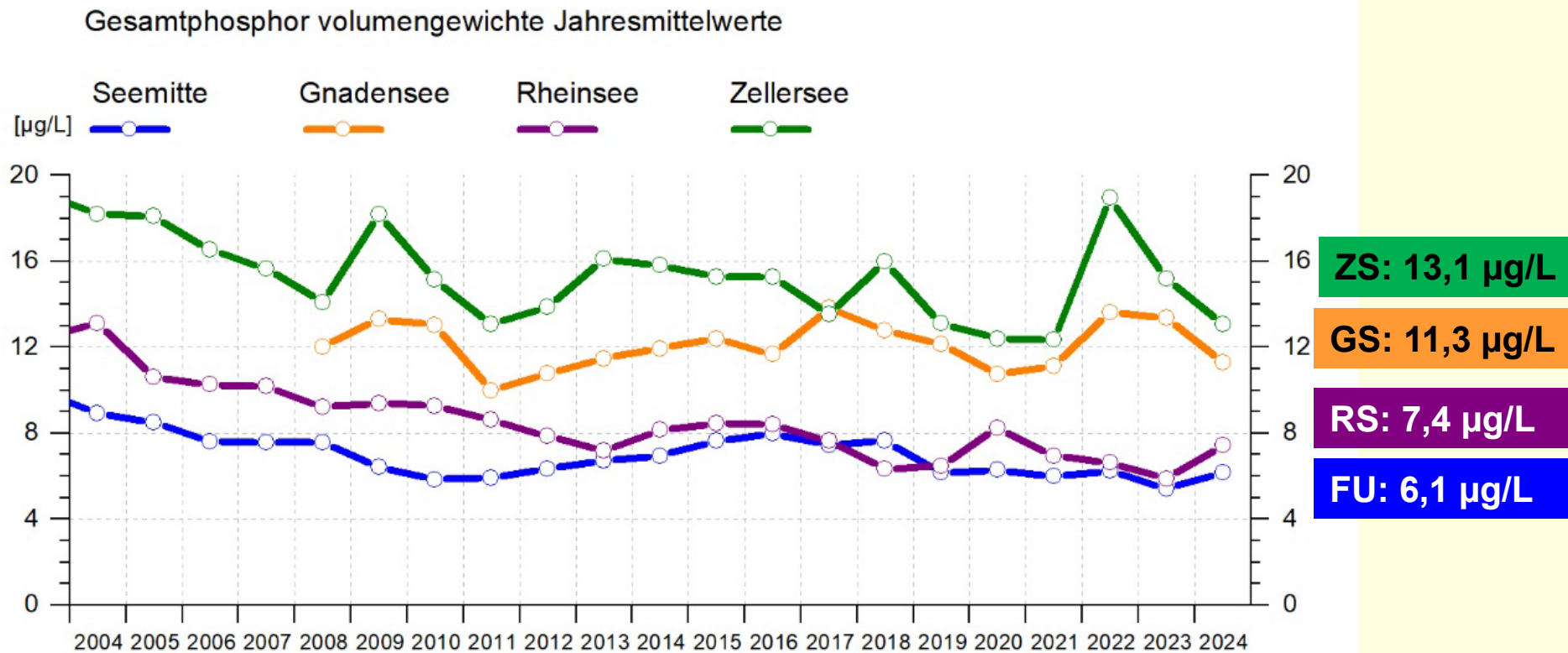


Chlorid und Anorg. Stickstoff

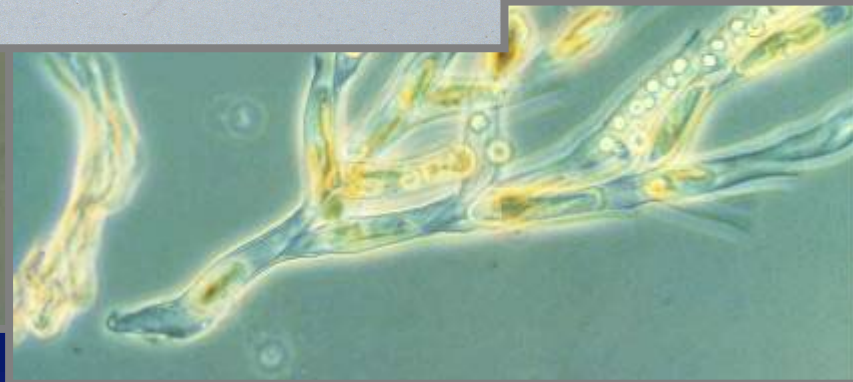
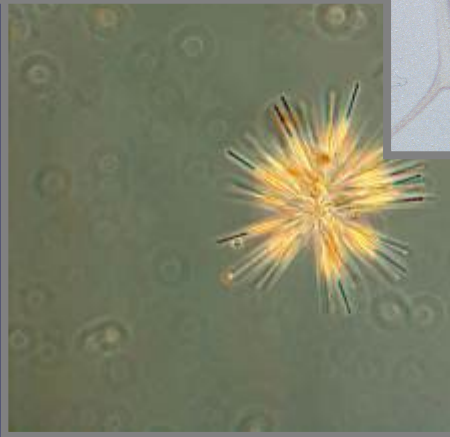
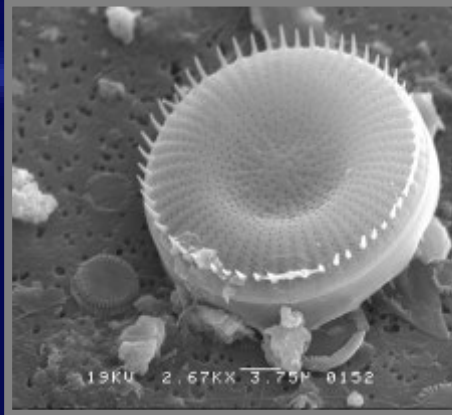


Die Stickstoffkonzentration (2024:0,86 mg/L) zeigt seit den 90er Jahren einen leicht abnehmenden Trend, die **Chloridkonzentration** (2024:7,1 mg/L) seit den 2000er Jahren einen zunehmenden Trend.

Gesamt-P im Obersee und Untersee

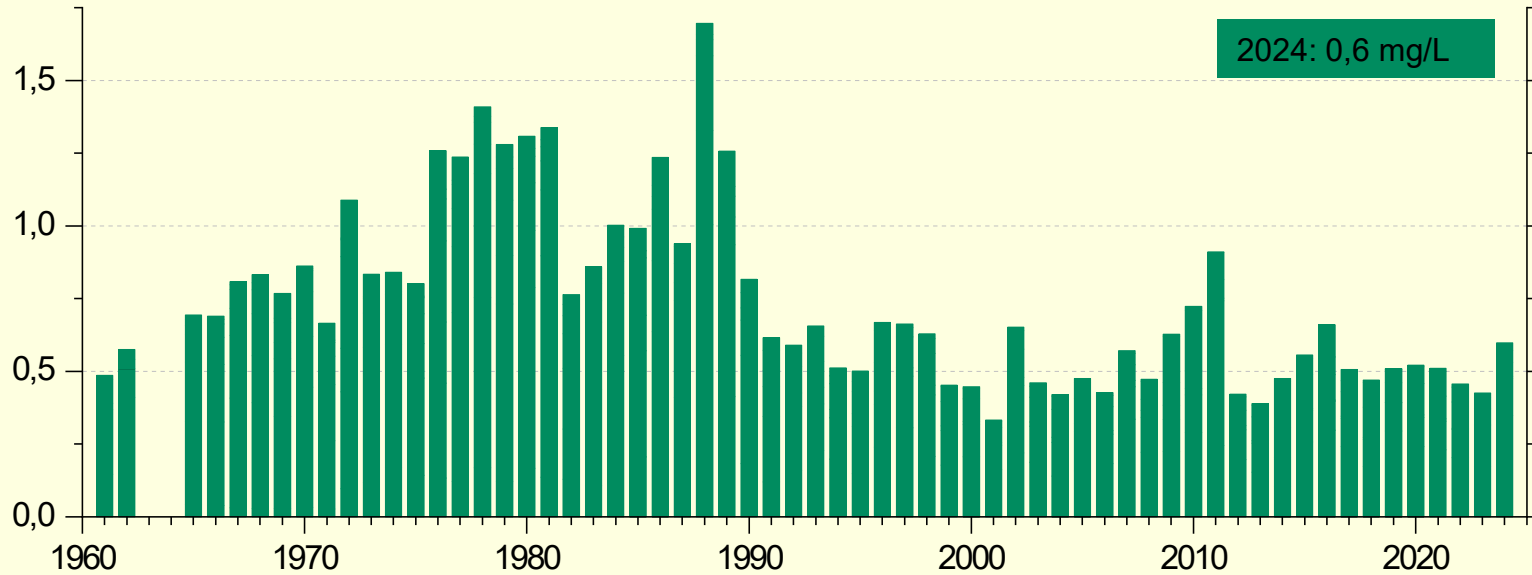


Biologische Entwicklung



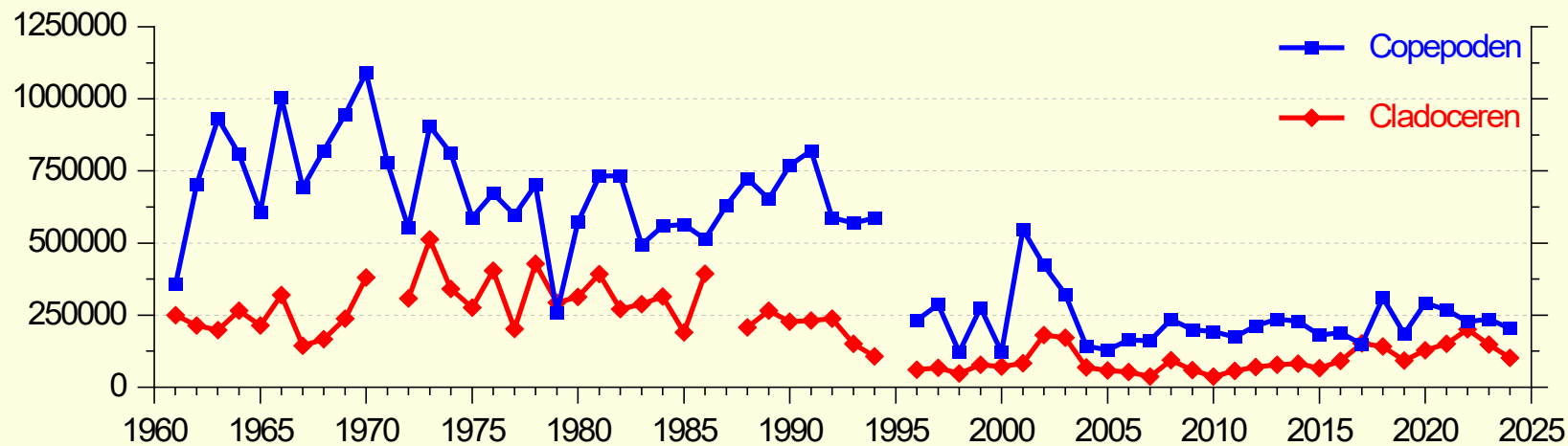
Langjährige Entwicklung von Phytoplankton ...

Biomasse 0-20 m [mg/L]



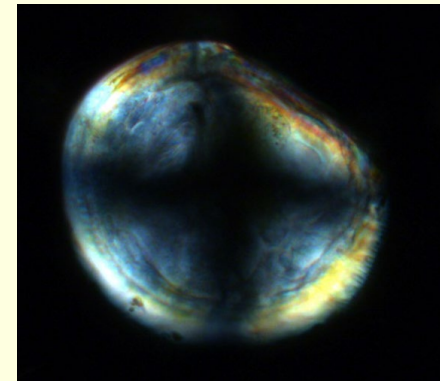
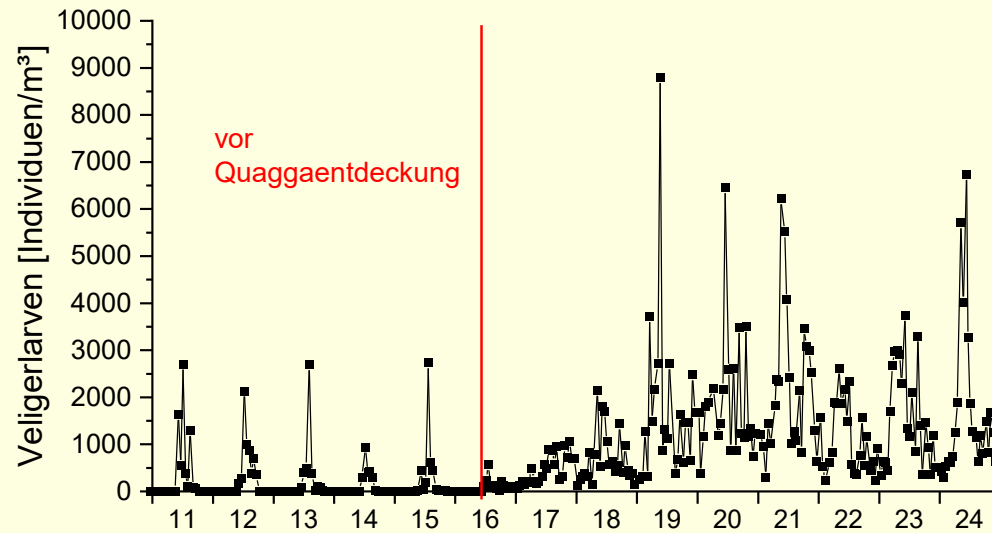
und Zooplankton

Crustaceen [Ind./m²]

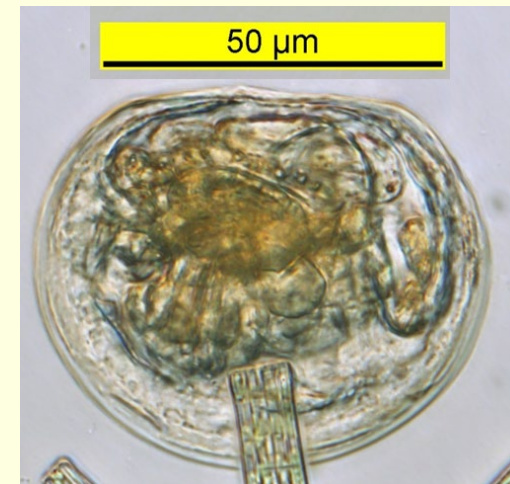


[illegible]**LUBW**

Entwicklung Quagga-Muschel – Stand der Invasion



Untersuchungsjahr	Mittl. Larvendichte pro m ³	Maximum
2016	83	573 (Juli)
2017	479	1066 (Nov)
2018	699	2151 (Mai)
2019	1734	8792 (Mai)
2020	1872	6455 (Juni)
2021	2177	6221 (Mai)
2022	1115	2619 (Mai)
2023	1532	3743 (Juni)
2024	1647	6735 (Juni)



Entwicklung Quagga-Muschel – Gefahr der weiteren Verbreitung

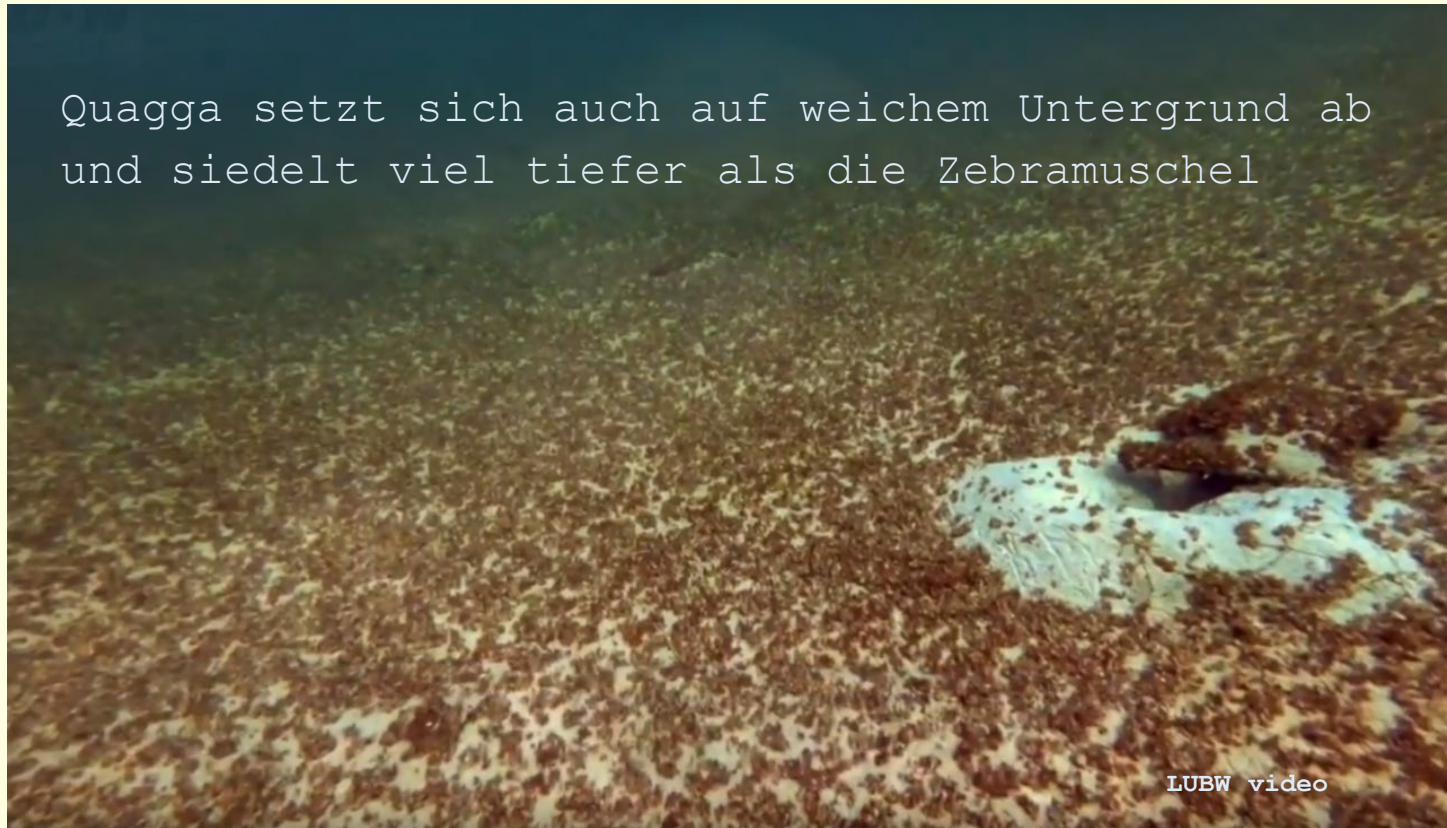


- Im Jahresmittel ca. 2 Quagga-Larven in einem Liter Wasser
- Larven sind im Seewasser omnipotent
- Wassersportler aller Art kommen SICHER mit Veligerlarven in Kontakt
- Größe einer Larve etwa wie die von einem Sandkorn

Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit ein paar Sandkörner vom See mit seiner Wassersportausrüstung mitzunehmen?

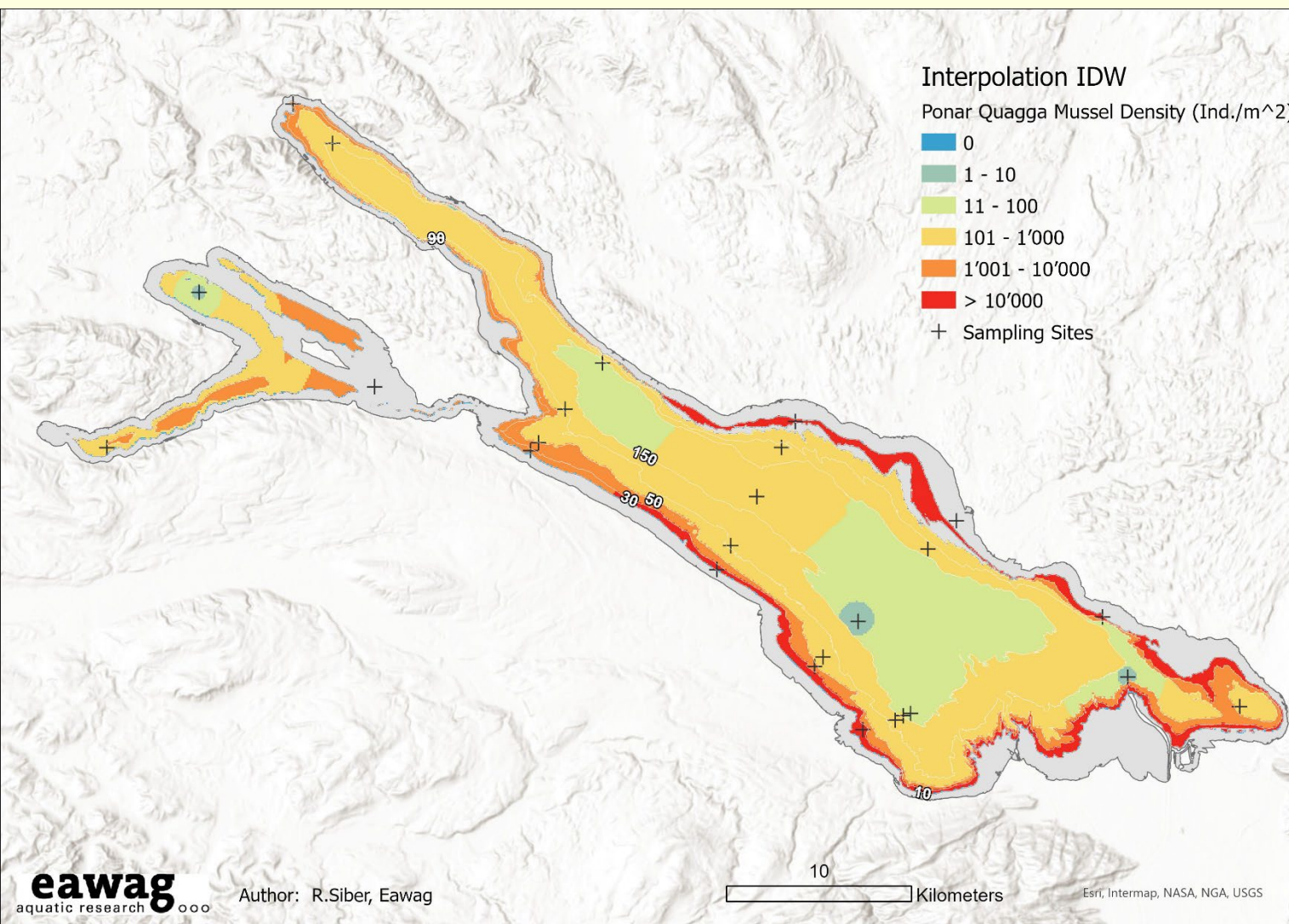
- betrifft nicht nur Boote sondern z.B. SUP-Boards, Tauchanzüge, Badekleidung

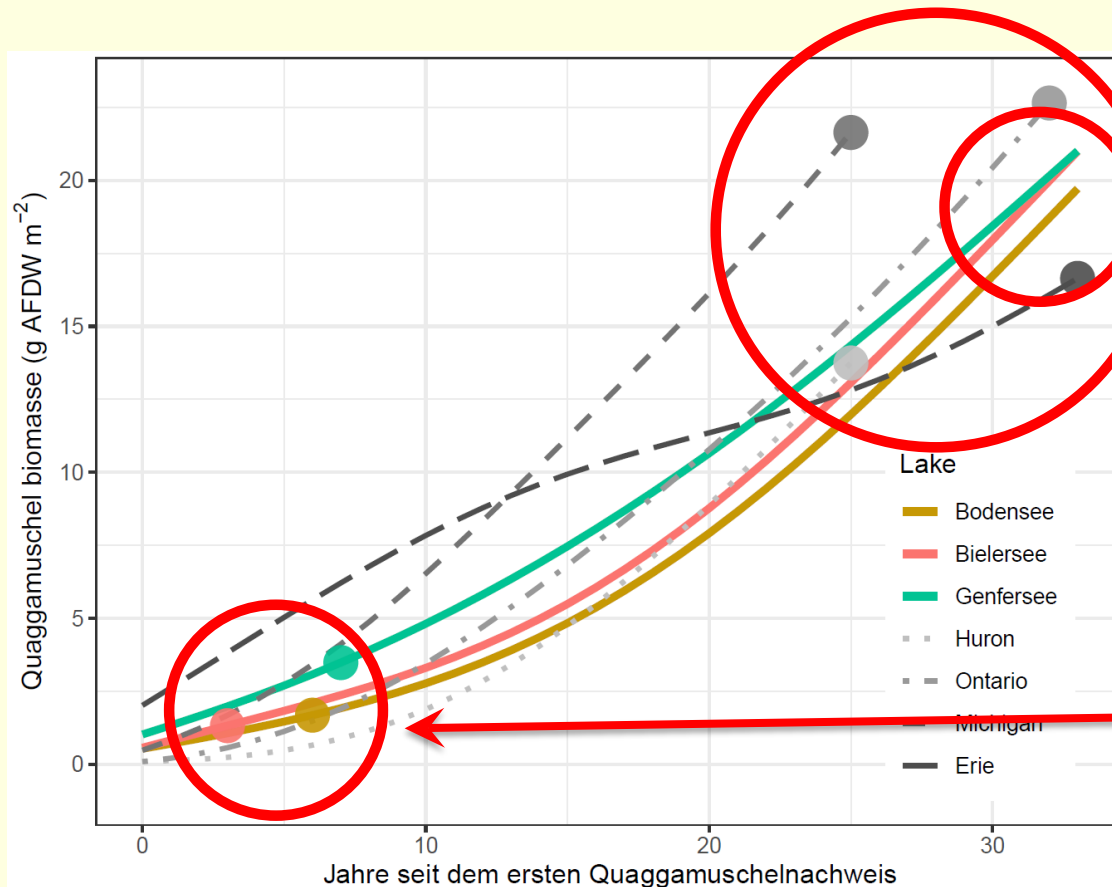
Quagga setzt sich auch auf weichem Untergrund ab
und siedelt viel tiefer als die Zebraamuschel



LUBW video

Ponar: Quagga- Muschel Dichte im Bodensee





**Nord-Amerika:
25 -35 Jahre
nach Quagga
Besiedelung**

**Unsere Seen
In 30 Jahren?**

Die Quaggamuscheldichten im Bodensee werden in den kommenden Jahrzehnten höchstwahrscheinlich massiv zunehmen

**Unsere Seen
3 -7 Jahre nach
Quagga
Besiedelung**

Kraemer et al. 2024



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

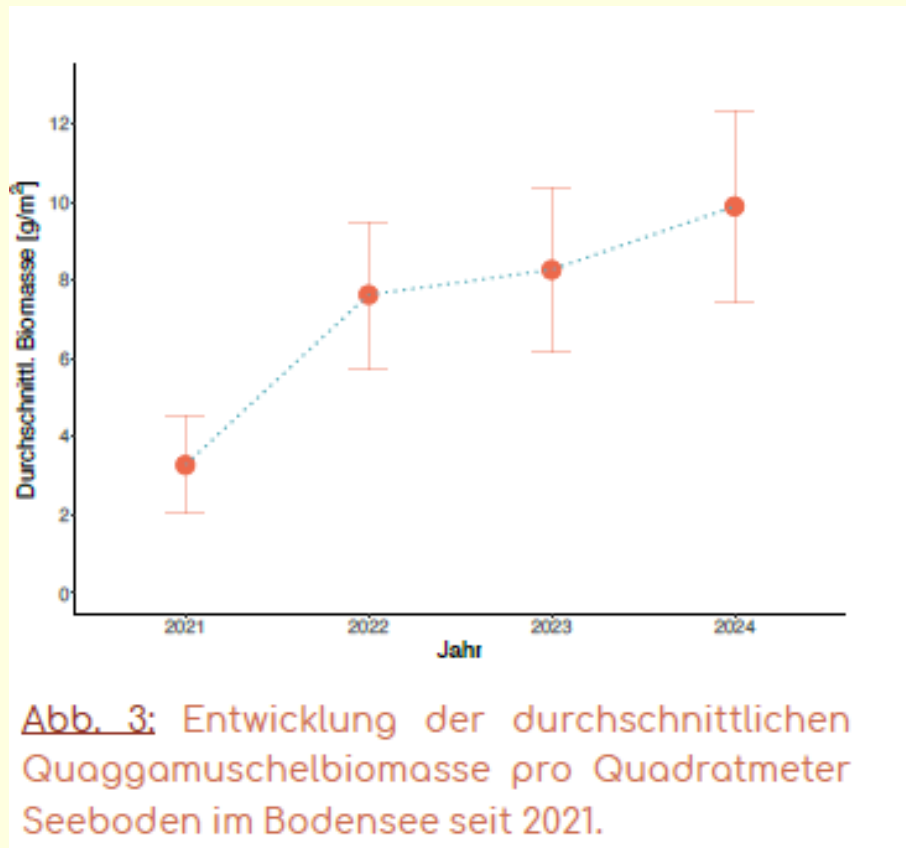


Die Quaggamuscheldichten im Bodensee werden in den kommenden Jahrzehnten höchstwahrscheinlich zunehmen

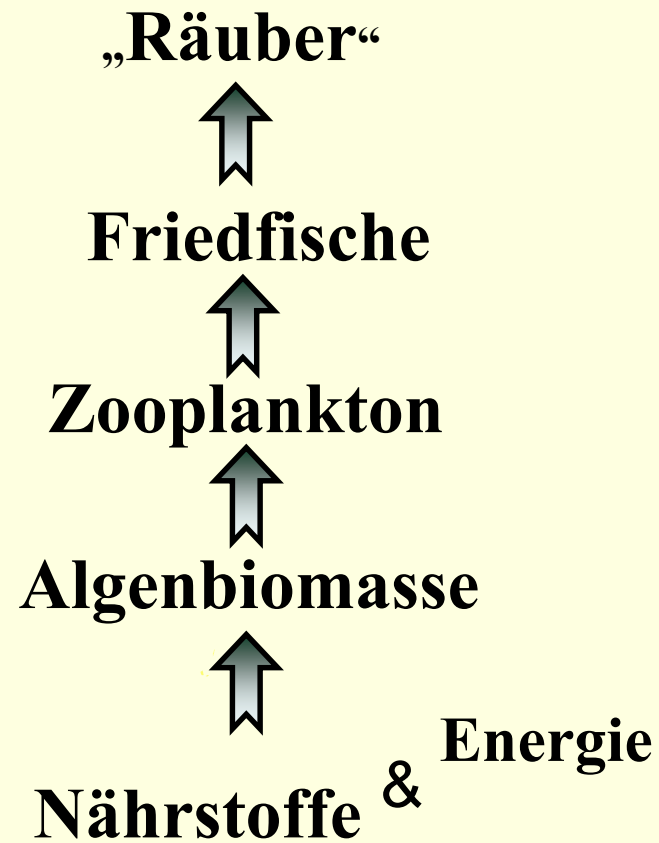
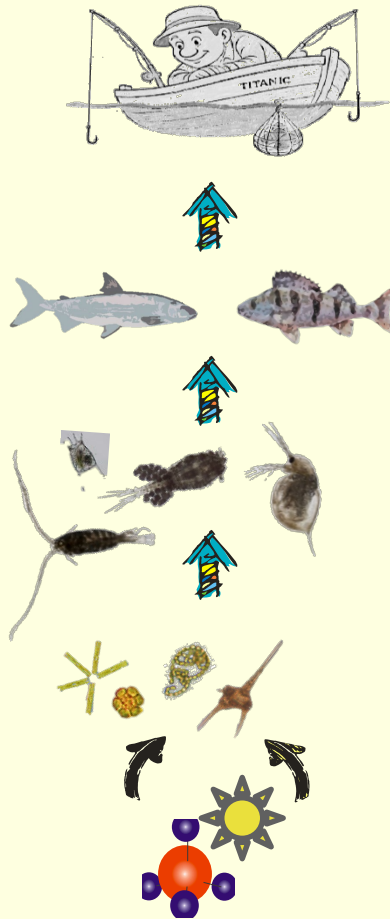
Folgen:

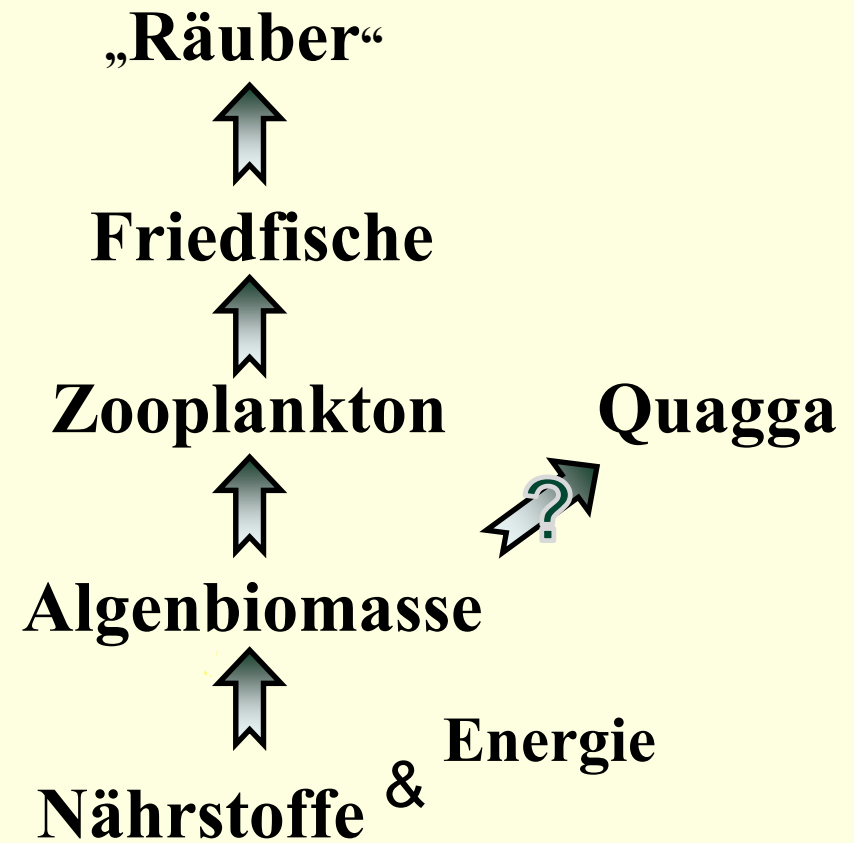
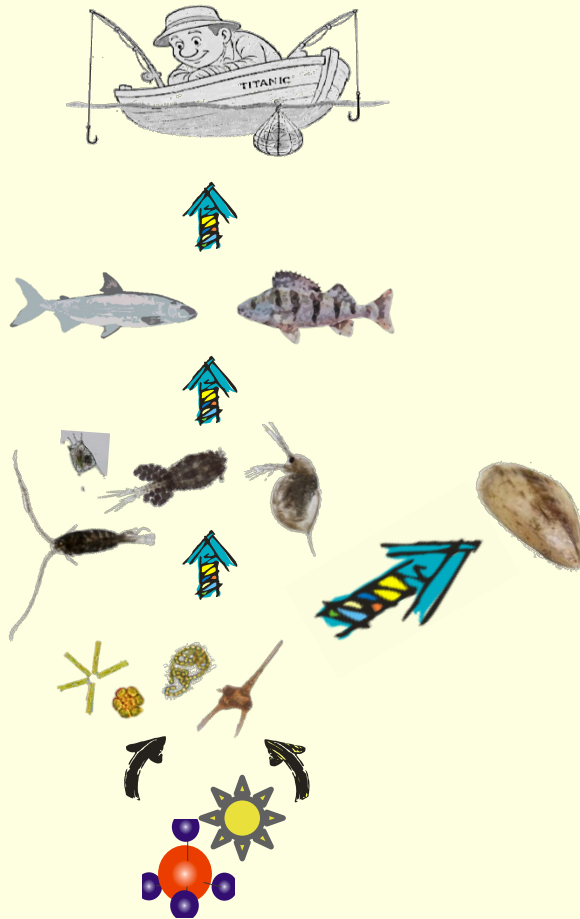
ökologisch: z.B. Konkurrenz zu Filtrieren

Nutzungen: z.B. Besiedlung von Wasserentnahme-Rohren



Neue Bewohner - Die Quagga-Muschel: Auswirkungen auf das Ökosystem





Jaera istri – Donauassel



Bildnachweis: Hydra GmbH

- stammt ursprünglich aus dem Gebiet des Schwarzen und Kaspischen Meeres
- lebt auf steinigem Substrat, Nahrung aus Pflanzenresten, Algen und Detritus
- Frühjahr 2024 erstmals im Seerhein bei Konstanz, im Herbst 2024 auch bei Gottlieben
- lebt hauptsächlich in strömenden Bereichen

Botschaft zu Neobiota



- Forschung (z.B. www.seewandel.org) hat die Grundlagen zur Verbreitung und Ökologie geliefert
- Aufklärungsflyer und Plakate wurden verteilt
- Bodenseerichtlinie wurde angepasst

„Bootsrumpf, Anker, Taue, Sport- und Fischereiausrüstung auf Rückstände von Schlamm, Pflanzenmaterial oder Tieren kontrollieren und gründlich mit möglichst heißem Wasser (mindestens 45 °C) und Hochdruckreiniger säubern. Bilge und sonstige seewassergefüllte Behälter vollständig am Ursprungsgewässer leeren. Boot, Angel-, Sport und Fischereiausrüstung vollständig, für mindestens vier Tage trocknen, bevor in ein anderes Gewässer gewechselt wird.“

Kontrollieren

... Sie, dass keine Rückstände von Schlick, Pflanzenmaterial oder Tieren an Bootsumpf, Anker, Taue, Sport- und Fischereiausrüstung zurückbleiben. Achten Sie auf schwer zugängliche Stellen.

Reinigen

... Sie Boot, Sport- und Fischereiausrüstung gründlich mit sauberem Wasser. Waschen Sie wenn möglich heißes Wasser (≥ 45°C) und einen Hochdruckreiniger. Achten Sie darauf, dass ablaufendes Schmutzwasser nicht in andere Gewässer gelangt.

Leeren

... Sie Bilge und sonstige wassergefüllte Behälter vollständig am Ursprungsgewässer leeren.

Trocknen

... Sie Ihr Boot und Ihre Ausrüstung vollständig für mindestens vier Tage, bevor Sie in ein anderes Gewässer wechseln.

Helfen Sie mit, der Verbreitung gefährdender Arten vorzubeugen. Danke.

Zu den wichtigsten Maßnahmen erhalten Sie bei der Control- und Reinigungsstelle der Insel und am Ende der Bodensee-Kontrollstation mehr bei der GAB (Gewässerschutz) weitere Informationen.

Verwenden Sie die gebührenfreie Telefonbox als Rückmeldung, wenn Sie als Hinweis und Ihre Angaben.

Botschaft zu Neobiota



- Forschung (z.B. www.seewandel.org) hat die Grundlagen zur Verbreitung und Ökologie geliefert
- Aufklärungsflyer und Plakate wurden verteilt
- Bodenseerichtlinie wurde angepasst
- Bodensee als Quelle zur Verbreitung von Quaggamuscheln und weiteren Neobiota in andere Seen – wie kann das effektiv verhindert werden?
 - Jeder Wassersportler trägt Verantwortung!
 - Umsetzung und Einhaltung der Bodenseerichtlinie

Neozoenmonitoring seit 2004

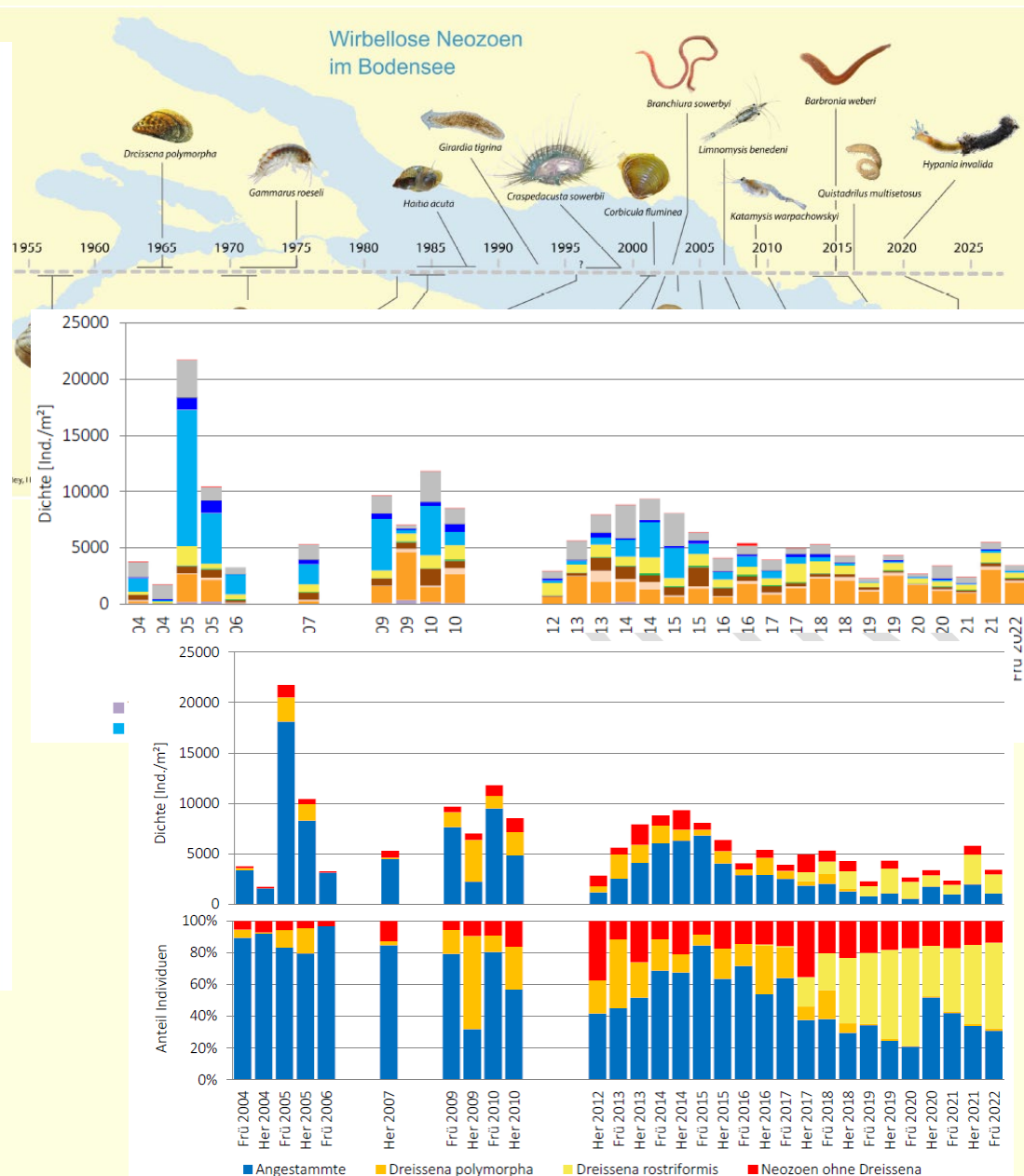
Bericht Nr. 62



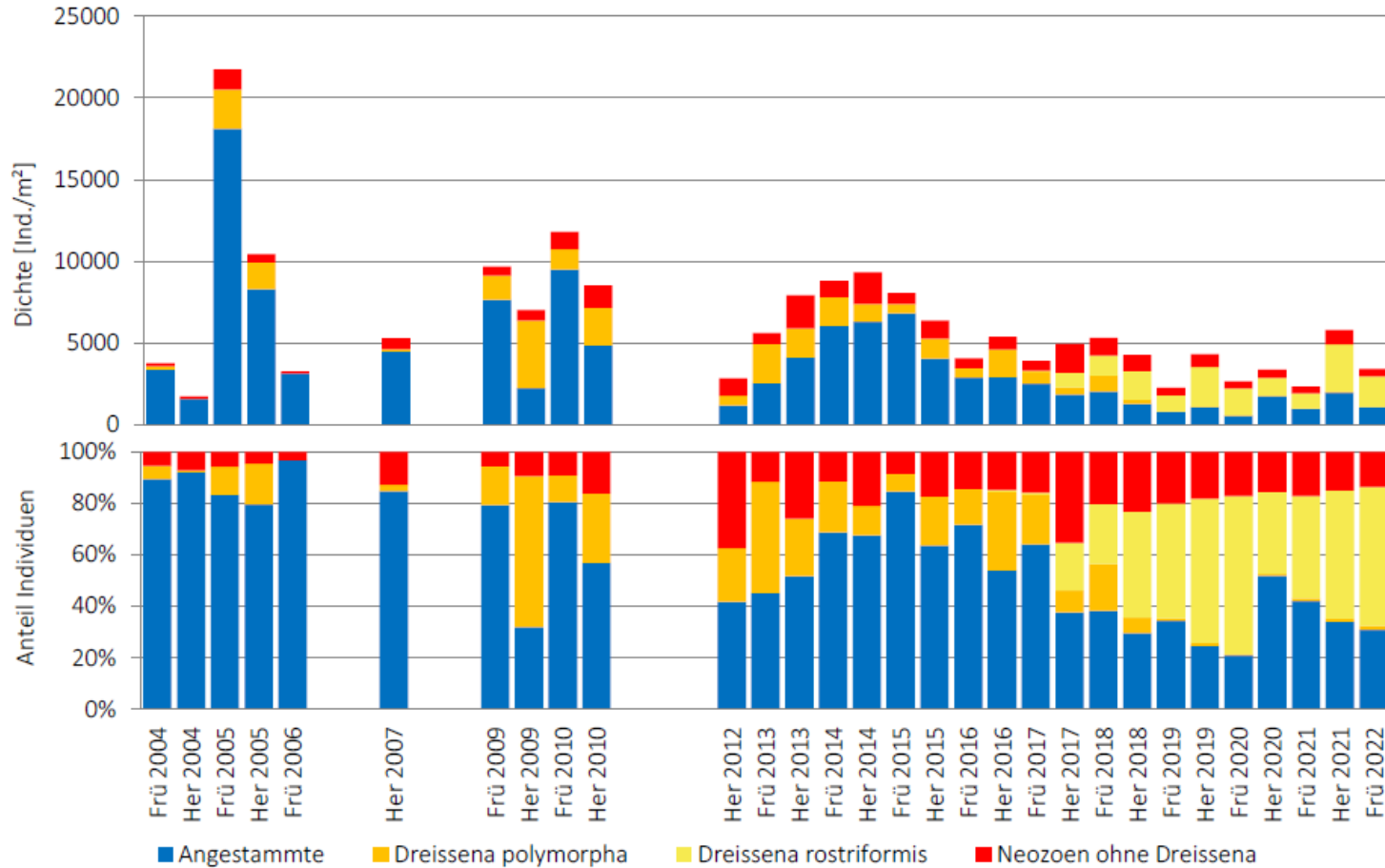
Wirbellose Neozoen im Bodensee

Untersuchungsjahre 2004-2022
Neozoen-Monitoring Bodensee im Auftrag der IGKB

Entwurf 14.03.2024



Neozoenmonitoring seit 2004



Thermische Nutzung von Bodenseewasser



Quelle: ISF

Wärme im See – **theoretische!!** Abschätzungen

- Bodensee:

Δt 1,2°C

→ gesamte Schweiz

- **IGKB-Richtlinien 2014:** ermöglichen thermische Nutzung



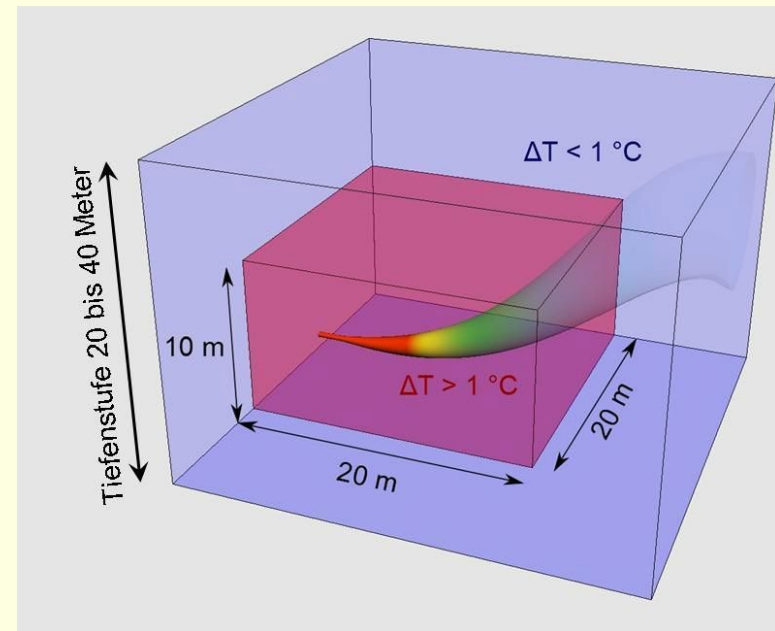
Quelle: ISF

Bodensee-Richtlinien

- **Leitgedanke:** „Die **thermische Nutzung** von Bodenseewasser zur Wärme- und zur Kältegewinnung ist soweit **zulässig**, als der Zustand des Sees und seiner Lebensgemeinschaften weder in seiner Gesamtheit noch regional bzw. lokal nachteilig beeinträchtigt werden.“
- **Grundsätze:** „Anlagen zur thermischen Nutzung haben **ökologischen und ökonomischen Grundsätzen** zu genügen. Bevor Wärme dem See zugeführt wird, ist eine anderweitige Nutzung zu prüfen.“

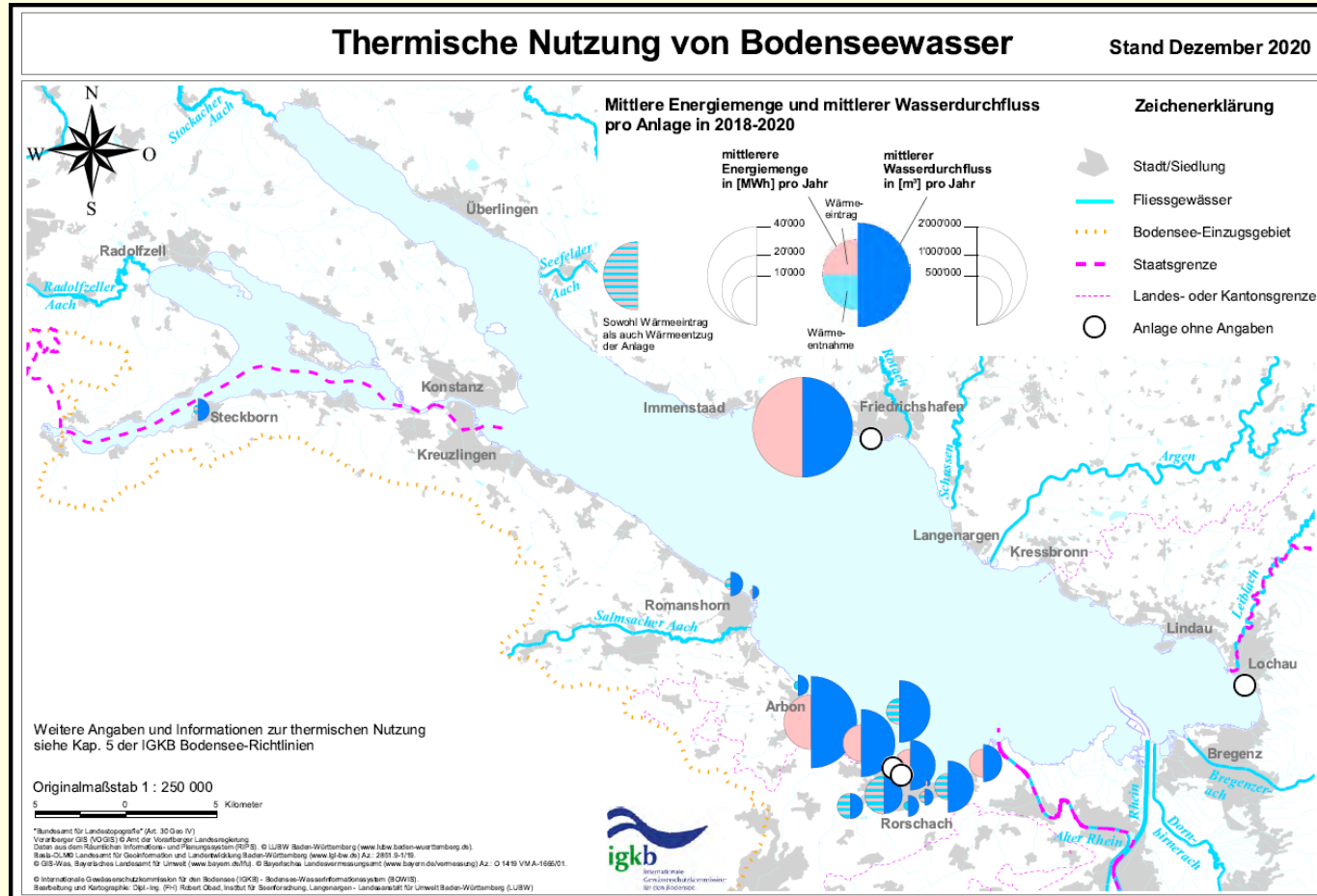
Entnahme und Rückgabe von Wasser

- **Entnahme: 0 bis 40 Meter** frei wählbar
- **Rückgabe: 20 bis 40 Meter**
Wassertiefe, Temperatur höchstens **20°C**
- Temperaturänderung außerhalb der Mischungszone **< 1°C**

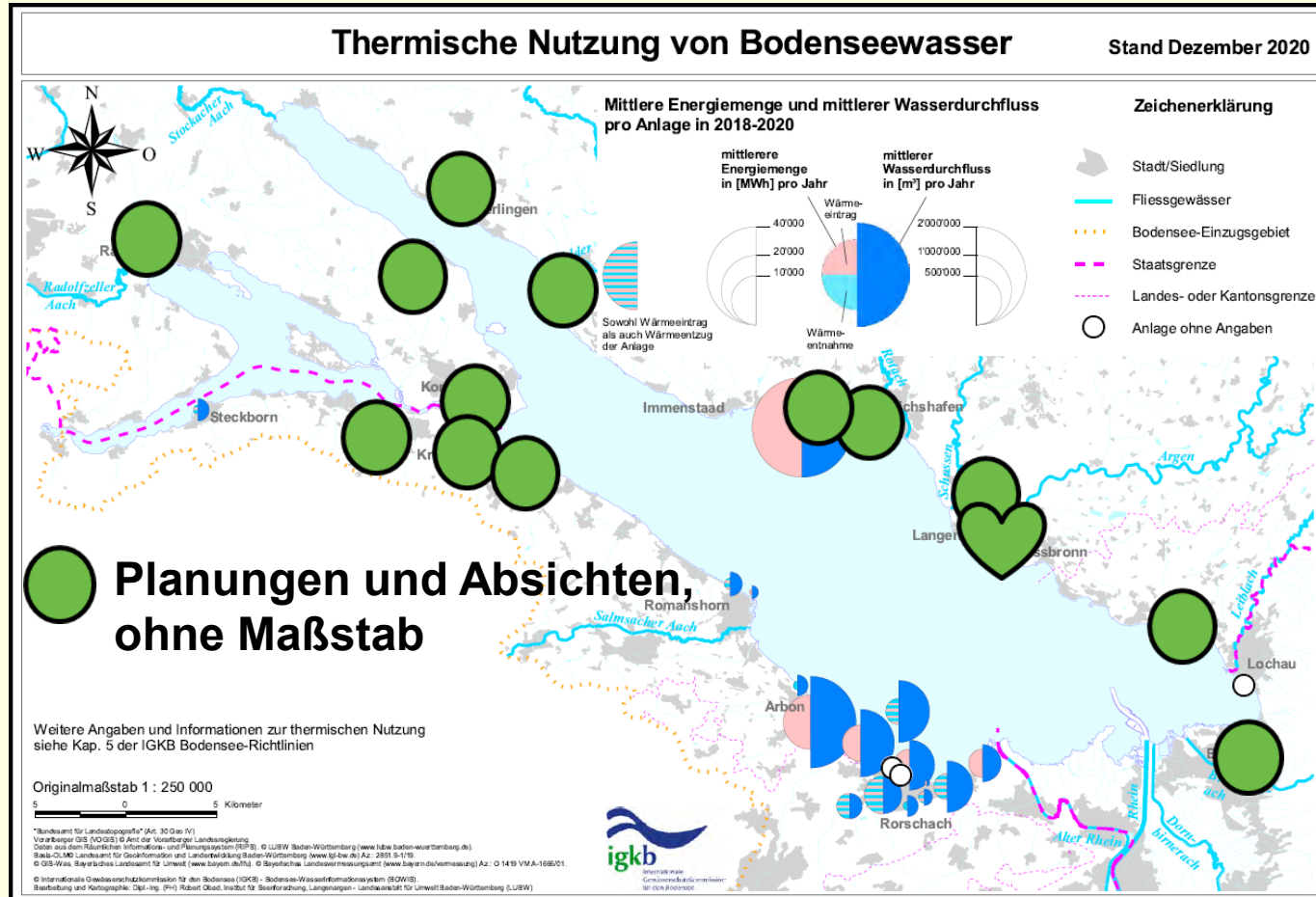


Quelle: IGKB

Thermische Nutzung Bodensee

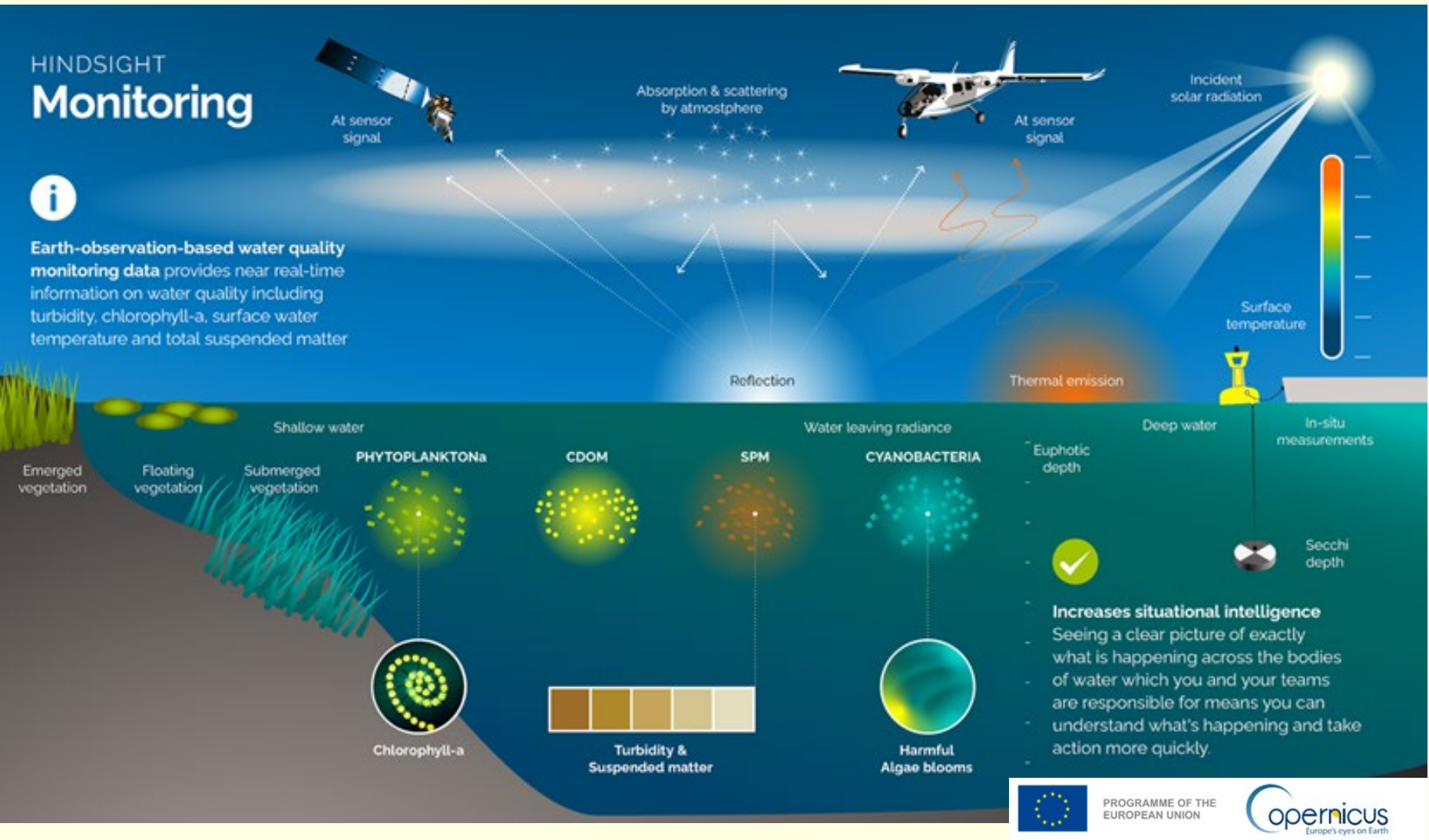


konkrete Planungen und Absichten



Satelliten Fernerkundung

Nutzbarkeit von Satellitendaten für das behördliche Gewässermonitoring



SAMOSEE-BW - Ziele

SAMOSEE-BW „Satellitenbasiertes Monitoring von Seen in Baden-Württemberg“

- ein Projekt der Digitalisierungsstrategie des Landes Baden-Württemberg, 2019-2022

Ziele – Nutzung der Fernerkundungsdaten für Routine-Gewässermonitoring

- Routine-Monitoringprogramm Bodensee
- indikatives Gewässermonitoring für kleine Seen
- Machbarkeits- und Anwendungsstudie – z.B.: Trübung, Sichttiefe, Temperatur, Blaualgenindikator HAB, Trophie, Makrophyten

In situ Monitoring



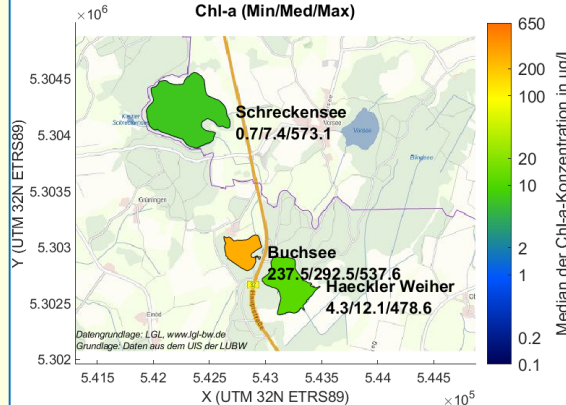
**Satellitenbasiertes
Monitoring**

Darstellung von Seengruppen

- Abbildungen von **Seenensembles** z.B. Blitzenreuther Seenplatte
- unterschiedliche **Gruppierungsparameter** möglich (z.B. geografisch oder administrativ - Regierungspräsidien, Landratsämter, ...)

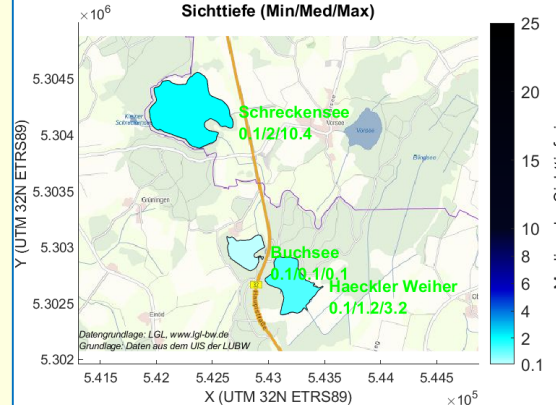
Chlorophyll a

01.07.2018 - SENT2
Chl-a (Min/Med/Max)



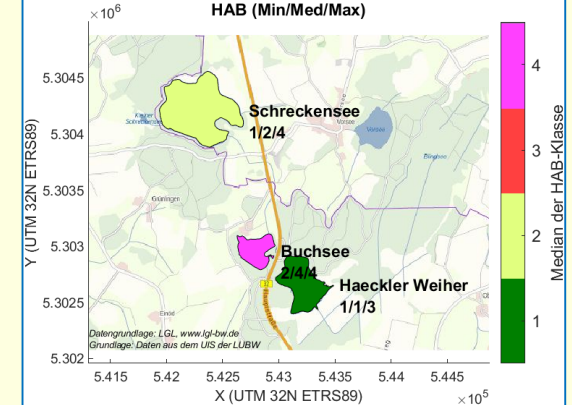
Sichttiefe

01.07.2018 - SENT2
Sichttiefe (Min/Med/Max)



Blualgenindikator

01.07.2018 - SENT2
HAB (Min/Med/Max)



SeeWandel-Klima: Modellierung der Folgen von Klimawandel und Neobiota für den Bodensee

SeeWandel-Klima hat zum Ziel, aktualisierte Vorhersagen der Folgen des Klimawandels – unter Einbezug der Auswirkungen von invasiven Arten – auf das Ökosystem Bodensee und dessen nachhaltige Nutzung zu liefern. Hierfür werden praxisbezogene Modelle für Behörden, Organisationen (IGKB, IBKF) und die Öffentlichkeit entwickelt.

www.seewandel.org

SeeWandel-Klima: Partner

Lead-Partner: Eawag, Piet Spaak

Partner:

- LUBW/ISF, Hetzenauer
- LAZBW/FFS, Brinker
- Universität Konstanz, Straile
- Universität Innsbruck, Möst
- Kobus and Partner GmbH, Lang
- Das Projekt hat ein Gesamtbudget von 5 Mio € und wird auf der EU Seite zu 70% von INTERREG gefördert (Leuchtturmprojekt)
- Laufzeit: 2024-2027

SeeWandel-Klima

Themengruppen



Wasserstands-
dynamik & Litoral



Interaktion im
Nahrungsnetz



Bedeutung der
Quaggamuschel

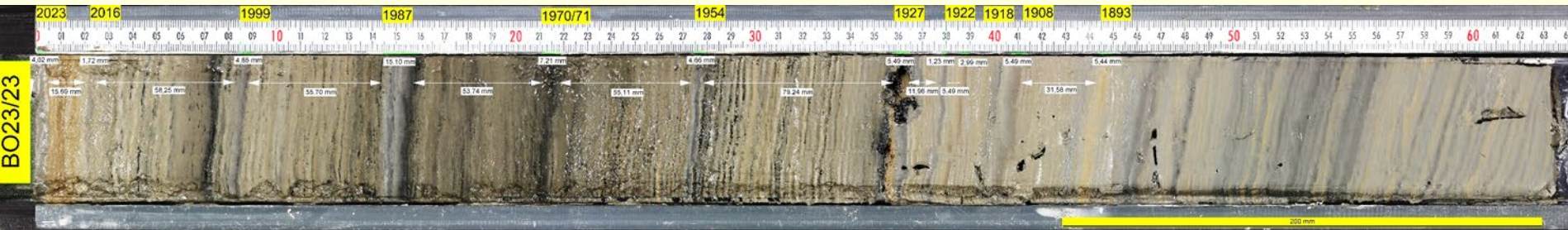


Modellbasierte
Vorhersagen

TP1: Vergangene Klimaänderungen im Bodensee –

Ziele Lehren für die Zukunft

I. Hochwasserchronologie für die letzten 5000 Jahren –
Grundlage für die Abschätzung von Hochwassergefährdung

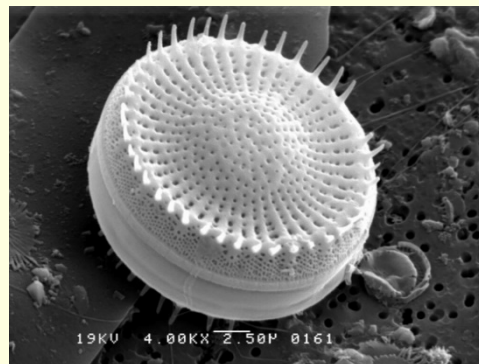
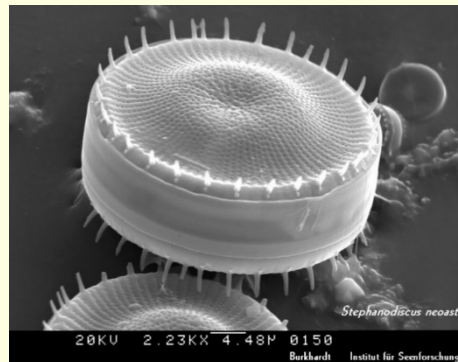


TP1: Vergangene Klimaänderungen im Bodensee –

Ziele Lehren für die Zukunft

I. Hochwasserchronologie für die letzten 5000 Jahren –
Grundlage für die Abschätzung von Hochwassergefährdung

II. Reaktion der aquatischen Lebensgemeinschaften auf
Klimaveränderungen der Vergangenheit





SeeWandel-Klima Aktuelle Entwicklungen im Bodensee – erste Hinweise aus dem Projekt Juli 2025

Die Halbinsel Mettnau im Bodensee am 7. April 2025
bei extrem niedrigem Wasserstand. Im Hintergrund
ist die Insel Reichenau zu sehen.
© Markus Keller – stock.adobe.com

www.seewandel-klima.org

SeeWandel-Klima: Modellierung der Folgen von Klimawandel und Neobiota für den Bodensee

Der Bodensee ist als einer der größten Alpenseen ein einmaliges grenzüberschreitendes Ökosystem zwischen Deutschland, Österreich und der Schweiz und bietet der Bevölkerung im Einzugsgebiet und weit darüber hinaus wichtige Ökosystemleistungen. Es wird erwartet, dass sich das Ökosystem des Bodensees in den nächsten Jahrzehnten aufgrund der Wechselwirkungen zwischen der fortschreitenden Klimaerwärmung und invasiven Arten, wie der weiteren Ausbreitung der Quaggamuschel, erheblich verändern wird. Das Projekt SeeWandel-Klima hat zum Ziel, Projektionen zur Abschätzung der Folgen des Klimawandels und der Auswirkungen invasiver Arten auf das Ökosystem Bodensee und dessen nachhaltige Nutzung zu erstellen. Hierfür werden praxisbezogene Simulationsmodelle entwickelt, die die sich verändernde Biologie und Ökologie des Bodensees für die nächsten Jahrzehnte prognostizieren.

Interreg
Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein



Kofinanziert
von der
Europäischen
Union



igkb
Interdisziplinäre
Grenzschwerfeldkommission
für den Bodensee

IBKF

LU:W

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit !

