

SeeWandel
Klima

Interreg

Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein



Kofinanziert
von der
Europäischen
Union



SeeWandel & SeeWandel-Klima

Abschluss & Pläne

Piet Spaak

www.seewandel.org

IGKB Kommissionstagung 2024



SeeWandel



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für
regionale Entwicklung

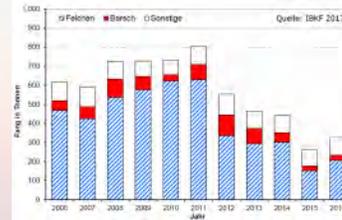


SeeWandel: Januar 2018 – Juni 2023

Leben im Bodensee –
gestern, heute und morgen

www.seewandel.org

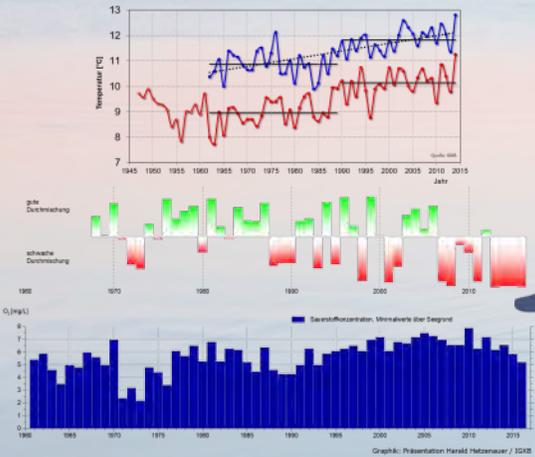
sinkende Fangerträge



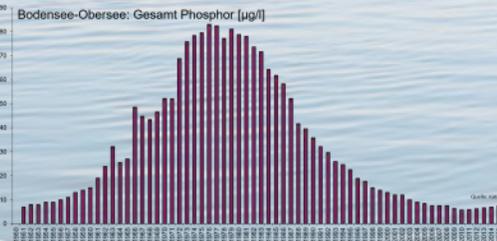
Massenaufkommen Algenblüten



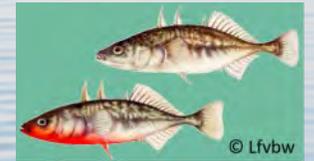
Klimawandel



Eutrophierung & Re-Oligotrophierung

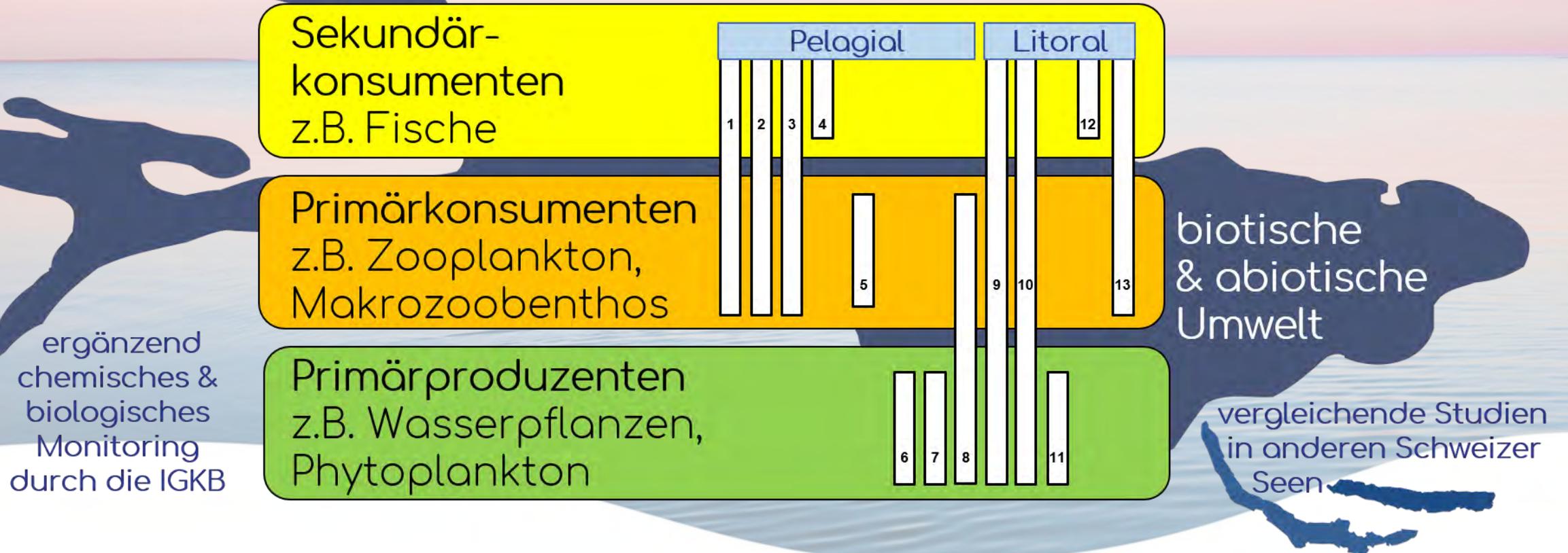


gebietsfremde Arten



13 Teilprojekte

Auseinandersetzung mit aktueller Problematik unter Anwendung
verschiedenster Forschungsmethoden,
Berücksichtigung des gesamten Ökosystems





SeeWandel



interreg

Alpenraum / Bodensee / Hochrhein



EUROPÄISCHE UNION

Europäischer Fonds für regionale Entwicklung



SeeWandel Schlussveranstaltung

Austausch mit Praxisvertretungen, 14. Juni 2023

Leben im Bodensee –
gestern, heute und morgen

www.seewandel.org

Piet Sponk

Projektleiter



KONZIL

KONSTANZ





SeeWandel Projektzusammenfassung Juni 2023

Leben im Bodensee –
gestern, heute und morgen



Bild: © Andreas Bannwart



Ökosystemforschung am Bodensee - der See ändert sich grundlegend

Während fünfzehn Jahren untersuchten Forschende von sieben Instituten aus drei Ländern den Einfluss und die Wechselwirkung verschiedener Stressfaktoren wie Nährstoffänderungen, invasive Arten und Klimawandel auf das Ökosystem Bodensee. Der Einfluss dieser Stressfaktoren und die Resilienz des Sees standen im Mittelpunkt des Forschungsprojekts „SeeWandel: Leben im Bodensee – gestern, heute und morgen“. Im Hinblick auf die Nährstoffänderungen im Bodensee zeigen einige Organismengruppen eine erstaunliche Reversibilität in Anbetracht der zeitgleich erfolgten Klimaänderungen und Einwanderung von Neozoen, andere jedoch nicht. Zu befürchten ist dennoch, dass diese Erholung nur von kurzer Dauer ist, da Klimawandel und invasive Arten wie Quaggamuschel und Stichling das Ökosystem Bodensee vermutlich weitreichend verändern werden. Erste Anzeichen dafür konnten in SeeWandel untersucht werden. In welche Richtung der Wandel vom Bodensee weitergehen könnte und was dies für seine Ökosystemdienstleistungen bedeutet, wird in dieser Projektzusammenfassung diskutiert.



Zahlreiche Veröffentlichungen für unterschiedliche Zielgruppen

SeeWandel Faktenblätter – bisher erschienen:

- Die Burgunderblutalge im Bodensee – dominierende Bewohnerin oder seltener Gast?
SeeWandel Faktenblatt No. 1 | September 2021
- Die gebietsfremde Quaggamuschel erobert den Bodensee – drohen massive Folgen für das Ökosystem?
SeeWandel Faktenblatt No. 2 | Dezember 2021
- Bodenseefische im Wandel
SeeWandel Faktenblatt No. 3 | Juli 2022
- Ist der Dreistachlige Stichling im Bodensee ein langfristiges Problem für Fische und Fischer?
SeeWandel Faktenblatt No. 4 | May 2023

Weitere Faktenblätter sind in Arbeit und werden hier veröffentlicht:
seewandel.org/publikationen/#faktenblaetter

Fachartikel in Aqua & Gas:

- Alexander, J., P. Spaak, M. Möst, D. Straile & H. Hetzenauer (2023)
Ökosystemforschung im Bodensee: Abschluss des Forschungsprojekts
«Seewandel: Leben im Bodensee – gestern, heute und morgen».
Aqua & Gas 6: 54-59
- Bucheli, M. (2021)
Interview - Piet Spaak: «Das Ökosystem Bodensee mit seinen Prozessen und Funktionen
umfassend verstehen».
Aqua & Gas 4: 10-13
- Dröschner, I., T. Rennebarth, B. Wahl, F. Lüddecke & P. Teiber-Siessegger (2022)
DNA-Metabarcoding des Zooplanktons: Einsatz moderner molekularbiologischer
Monitoringmethoden im Bodensee.
Aqua & Gas 7+8: 56-62
- Knapp, D. & T. Posch (2021)
Die Burgunderblutalge im Zürichsee: Populationsdynamik und Einfluss des Klimawandels.
Aqua & Gas 4: 14-21
- Rey, P., J. Alexander, N. Bosch, J.T. DeWeber, P.G.D. Feulner, D. Frei, Z. Ogorelec, O. Seehausen,
D. Straile & P. Spaak (2023)
Die Felchen im Bodensee – gestern, heute und morgen.
Aqua & Gas 7+8.
- Rey, P., N. Bosch, S. Bader, B. Scholz, J. Alexander, P. Spaak & A. Brinker (2023)
Die Fischbestände des Bodensees: SeeWandel-Projekte zeigen komplexe Zusammenhänge
zwischen Wirkfaktoren und Fischbestand.
Aqua & Gas 7+8.
- Schmieder, K., B. Wahl & G. Franke (2021)
Stauen Wasserpflanzen den Bodensee? Ausbreitung des einst fast verschwundenen Schweizer Laich-
krauts in den Ausflussbereichen.
Aqua & Gas 7+8: 86-92.
- Spaak, P., J. Alexander, L. Baehni, L.E. Burlakova, S.R. Dennis, P.G.D. Feulner, S. Flämig, L. Haltiner, A.
Karatayev, V. Karatayev, B. Kraemer, S. Rossbacher & R. Stöckli (2023)
Quaggamuscheln bedrohen voralpine Seen: Grundlegende Veränderungen der Seen möglich.
Aqua & Gas 6: 60-65.
- Spaak, P., J. Alexander, N. Bosch, Z. Ogorelec, D. Straile & P. Rey (2023)
Kleiner Fisch mit grosser Wirkung: Wie der Stichling den Lebensraum Bodensee verändert hat.
Aqua & Gas 7+8.

Weitere Veröffentlichungen sind hier zu finden (weitere sind in Arbeit):
seewandel.org/publikationen



SeeWandel
Klima

Interreg

Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein



Kofinanziert
von der
Europäischen
Union



Juli 2023 – Dezember 2027

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

www.seewandel.org

SeeWandel-Klima wurde am 14. November 2023 genehmigt

Wir fördern Europa.

Regierungspräsidium Tübingen – Postfach 26 66 – 72016 Tübingen

Herr PD Dr. Piet Spaak
Eawag
Überlandstraße 133
8600 Dübendorf
SCHWEIZ



Regierungspräsidium Tübingen

Datum	Auskunft	Telefon	E-Mail	Internet	Aktenzeichen
20.11.2023	Christian Tetzl	+49 7071 757 17-7587	Christian.Tetzl@rpt.bwl.de	www.interreg.org	RPTSIGZ-4305-133

Interreg VI-Programm „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein“

Projekt ABH025 – SeeWandel-Klima

Sehr geehrter Herr Spaak,

gerne dürfen wir Ihnen mitteilen, dass Ihr o.g. Projekt vom Lenkungsausschuss des Interreg VI-Programms „Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein“ am 14. November 2023 unter dem Vorbehalt genehmigt wurde, dass alle erforderlichen vertragsrelevanten Unterlagen dem Gemeinsamen Sekretariat binnen zwei Monaten ab Zugang dieses Schreibens, also bis zum 19. Januar 2024, vorgelegt werden.

Das Projekt wird der Prioritätsachse 2 *„Umwelt, Natur und Klimaschutz“*, dem Spezifischen Ziel 4 *„Förderung der Anpassung an den Klimawandel und der Katastrophenprävention und der Katastrophenresilienz unter Berücksichtigung von ökosystembasierten Ansätzen“* und der Indikatorenkombination RCO84 / RCR79 zugeordnet.

Die innerhalb der genannten Frist benötigten Unterlagen umfassen (entsprechende Vorlagen finden Sie im Abschnitt *Dokumente* auf unserer Website www.interreg.org):

Hauptziel vom Projekt

- 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. Die Ergebnisse werden verschiedenen Zielgruppen entsprechend aufbereitet zugänglich gemacht.

SeeWandel-Klima Partnerinstitutionen

Lead-Partner:

Eawag (Piet Spaak)

Partner:

ISF (Harald Hetzenauer)

FFS (Alexander Brinker)

Universität Konstanz (Dietmar Straile)

Universität Innsbruck (Markus Möst)

Kobus und Partner GmbH (Ulrich Lang)

SeeWandel-Klima assoziierte Partnerinstitutionen

- Ludwig-Maximilians-Universität München (Herwig Stibor)
- Internationale Rheinregulierung, Rheinbauleitung Österreich (Mathias Speckle)
- Landesamt für Denkmalpflege im Regierungspräsidium Stuttgart, FB Feuchtbodenarchäologie (Renate Ebersbach)
- Zweckverband Bodensee-Wasserversorgung (Roland Schick)
- Stadt Zürich Wasserversorgung (Oliver Köster)
- Great Lakes Centre, Buffalo State USA (Alexander Karatayev)

SeeWandel-Klima Projektstruktur

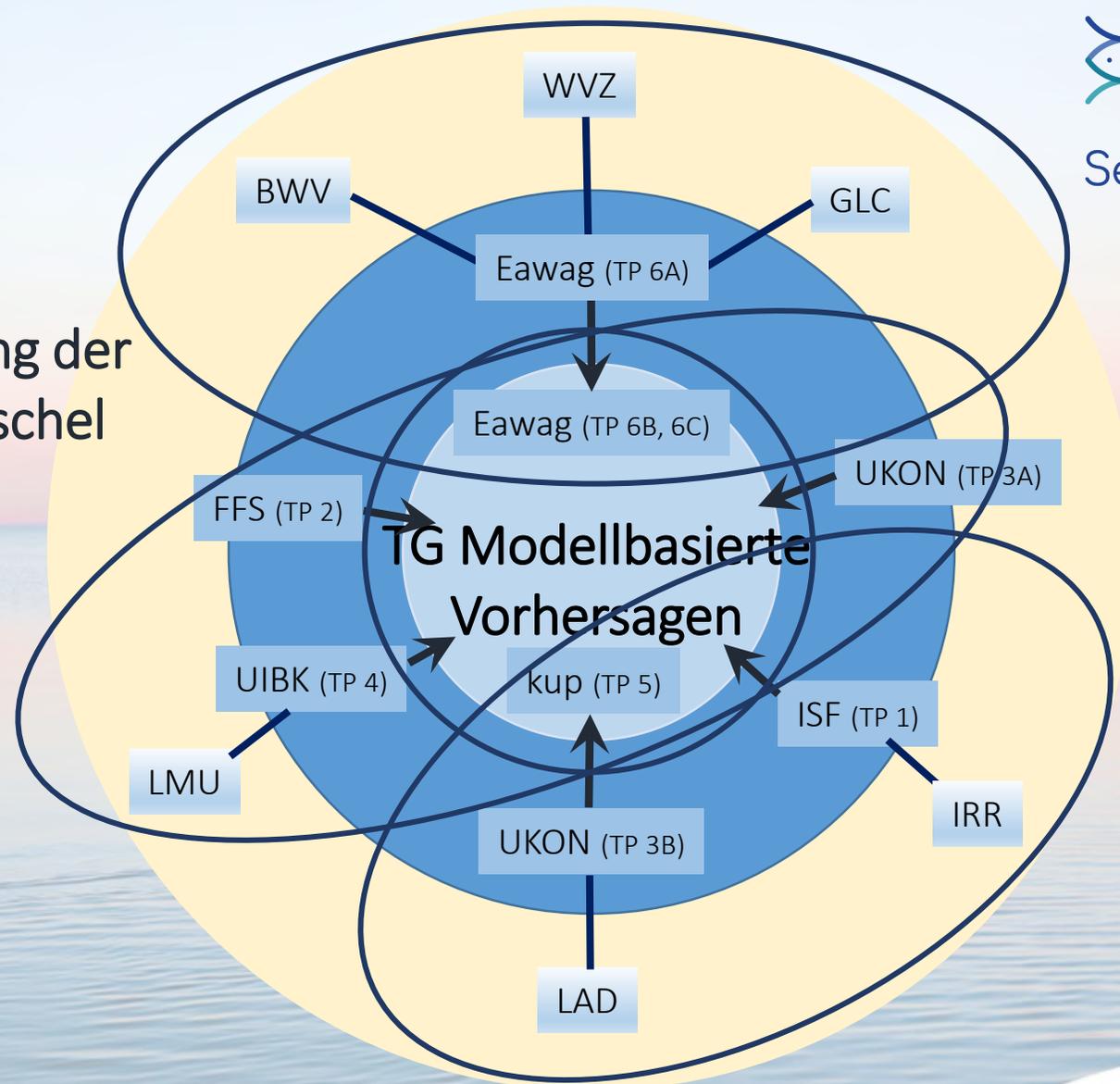
TG Bedeutung der
Quaggamuschel

TG Interaktion
im Nahrungsnetz

TG Wasserstandsdynamik
und Litoral



TG = Themengruppe

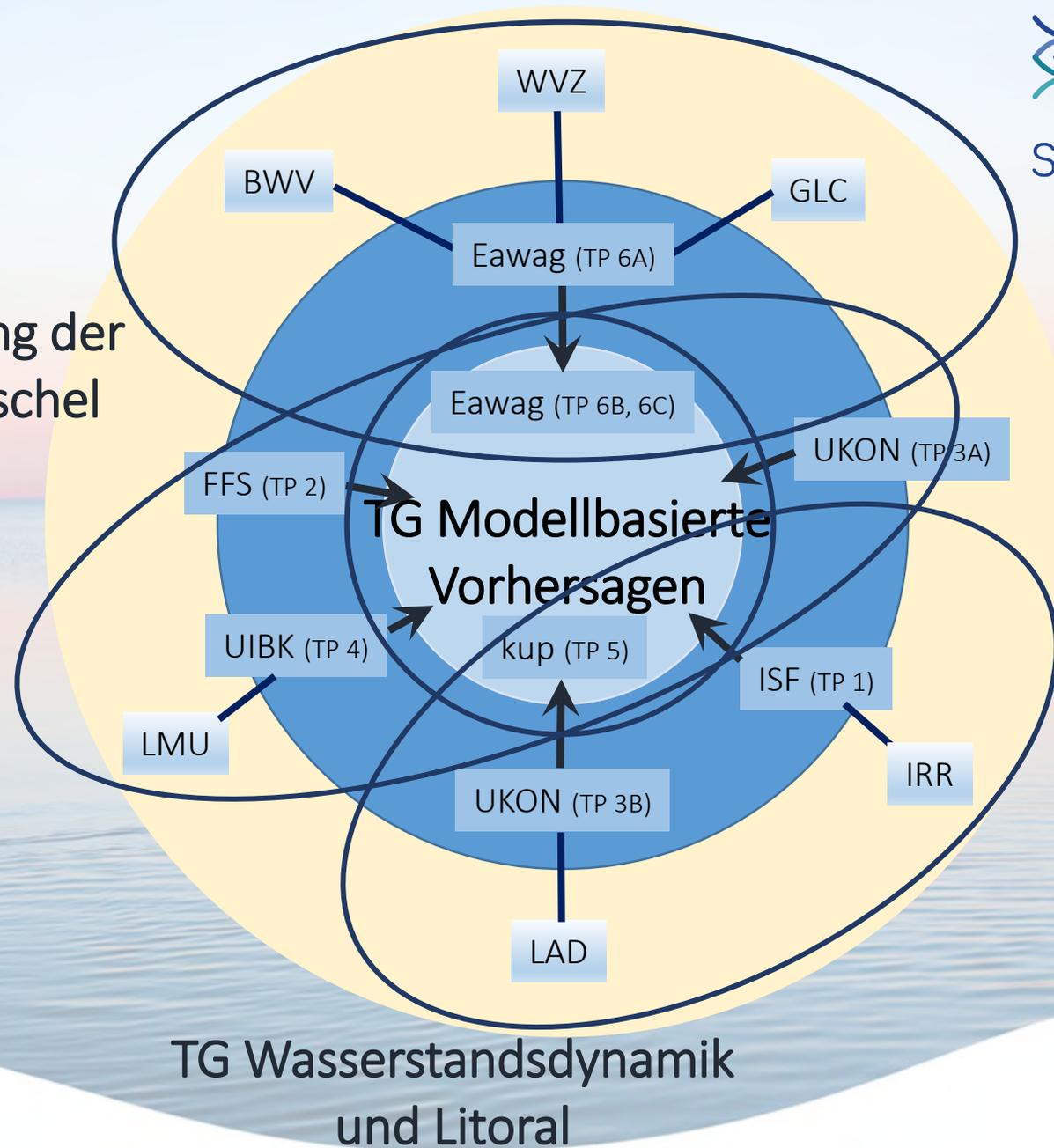


SeeWandel-Klima Projektstruktur

TG Bedeutung der
Quaggamuschel

TG Interaktion
im Nahrungsnetz

TG schaffen Rahmen
für Austausch &
Zusammenarbeit mit
der Praxis



TG Wasserstandsdynamik
und Litoral

Begleitgruppe

- Vorsitz: Elke Rosport (BW)
- Stellvertretender Vorsitz: Christian Stamm (Eawag)
- IGKB: Vera Leib (CH), Bettina Haas (BY), Jochen Weinbrecht (BW),
Gerhard Hutter (AT)
- IBKF: Dominik Thiel
- CIP AIS: Mauro Veronesi und CIPEL: Nicole Gallina
- Vertreter aus der Wissenschaft: in Diskussion
- SeeWandel-Klima: Hetzenauer, Spaak, Alexander

Dauer des Projekts

- Juli 2023 offizieller, administrativer Start
- Anfang 2024 Verzögerung wegen des Rückzugs der Partnerinstitution Universität Hohenheim
- April 2024 Unterzeichnung der Partnerschaftsvereinbarung und des Vertrags mit Interreg, erste Postdocs starten
- Aufgrund der Verzögerung werden einige Anstellungsverhältnisse bis Sommer 2027 andauern
- Offizielles Projektende verschiebt sich bis zum 31. Dezember 2027

Projektfinanzen (Gesamtbudget € 4'995'986.65)

(Interreg: „Leuchtturm Projekt“)

- Interreg EU, EU-Partner 70 %: € 2'502'838.42
- Interreg CH, Eawag 45 %: € 639'226.44
- Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee (IGKB): € 480'000.00
- Internationale Bevollmächtigtenkonferenz für die Bodenseefischerei (IBKF): € 90'000.00
- Eigenbeiträge Partnerinstitutionen (Sachleistungen): € 1'083'922.00

Neue und alte Webseite: www.seewandel.org

Januar 2018 – Juni 2023

SeeWandel

Leben im Bodensee – gestern, heute und morgen

SeeWandel untersucht den Einfluss von Nährstoffrückgang, Klimawandel, gebietsfremder Arten und anderer Stressfaktoren auf das Ökosystem Bodensee, seine Biodiversität und Funktionsweise, sowie die menschliche Nutzung am See.

[AUF SEEWANDEL BLEIBEN](#)

Juli 2023 – Dezember 2027

SeeWandel-Klima

Modellierung der Folgen von Klimawandel und Neobiota für den Bodensee

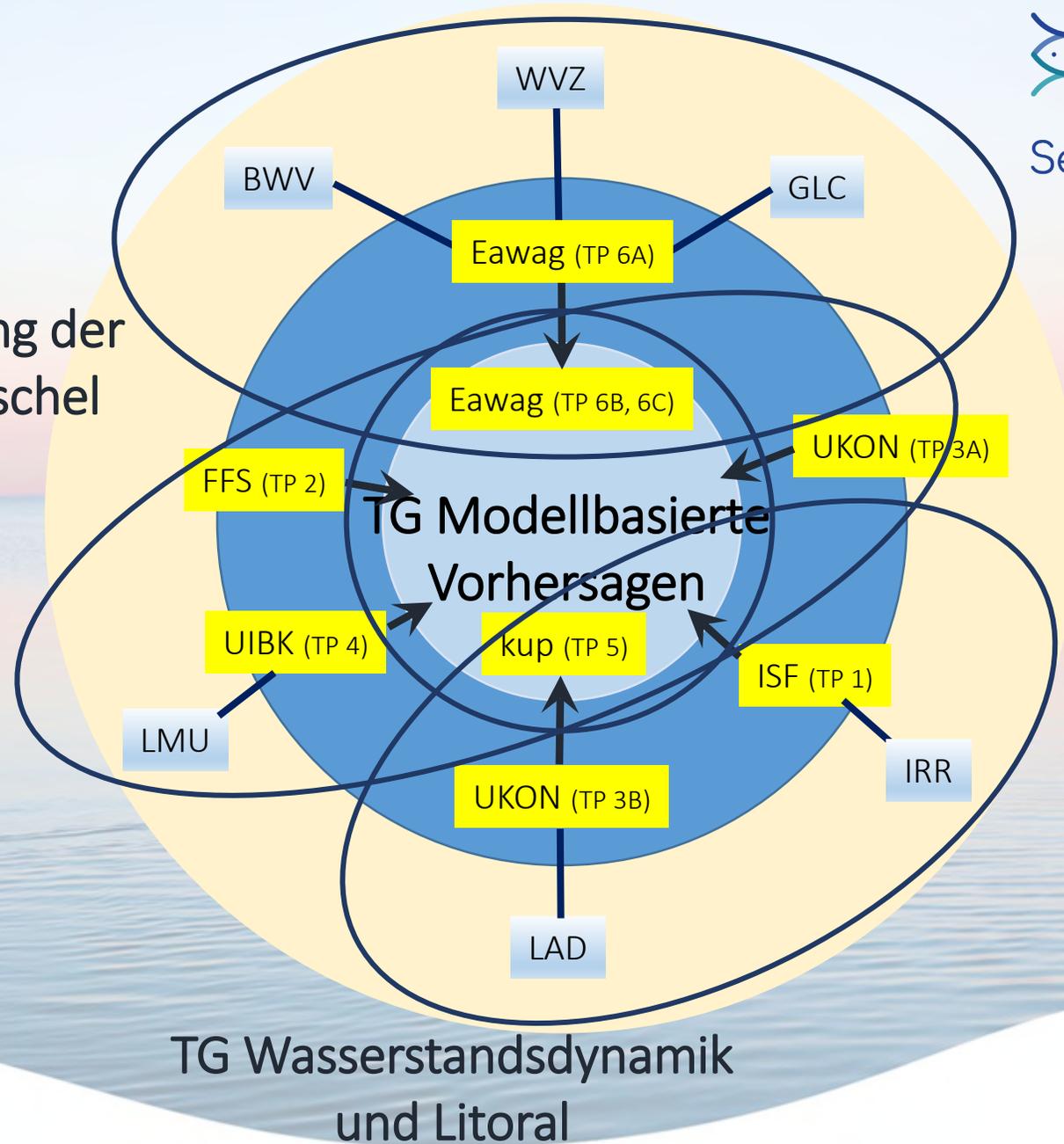
SeeWandel-Klima hat zum Ziel, aktualisierte Vorhersagen der Folgen des Klimawandels – unter Einbezug der Auswirkungen von invasiven Arten – auf das Ökosystem Bodensee und dessen nachhaltige Nutzung zu liefern.

[ZU SEEWANDEL-KLIMA WECHSELN](#)

9 Teilprojekte verteilt
auf 6 Partner-
institutionen

TG Interaktion
im Nahrungsnetz

TG Bedeutung der
Quaggamuschel

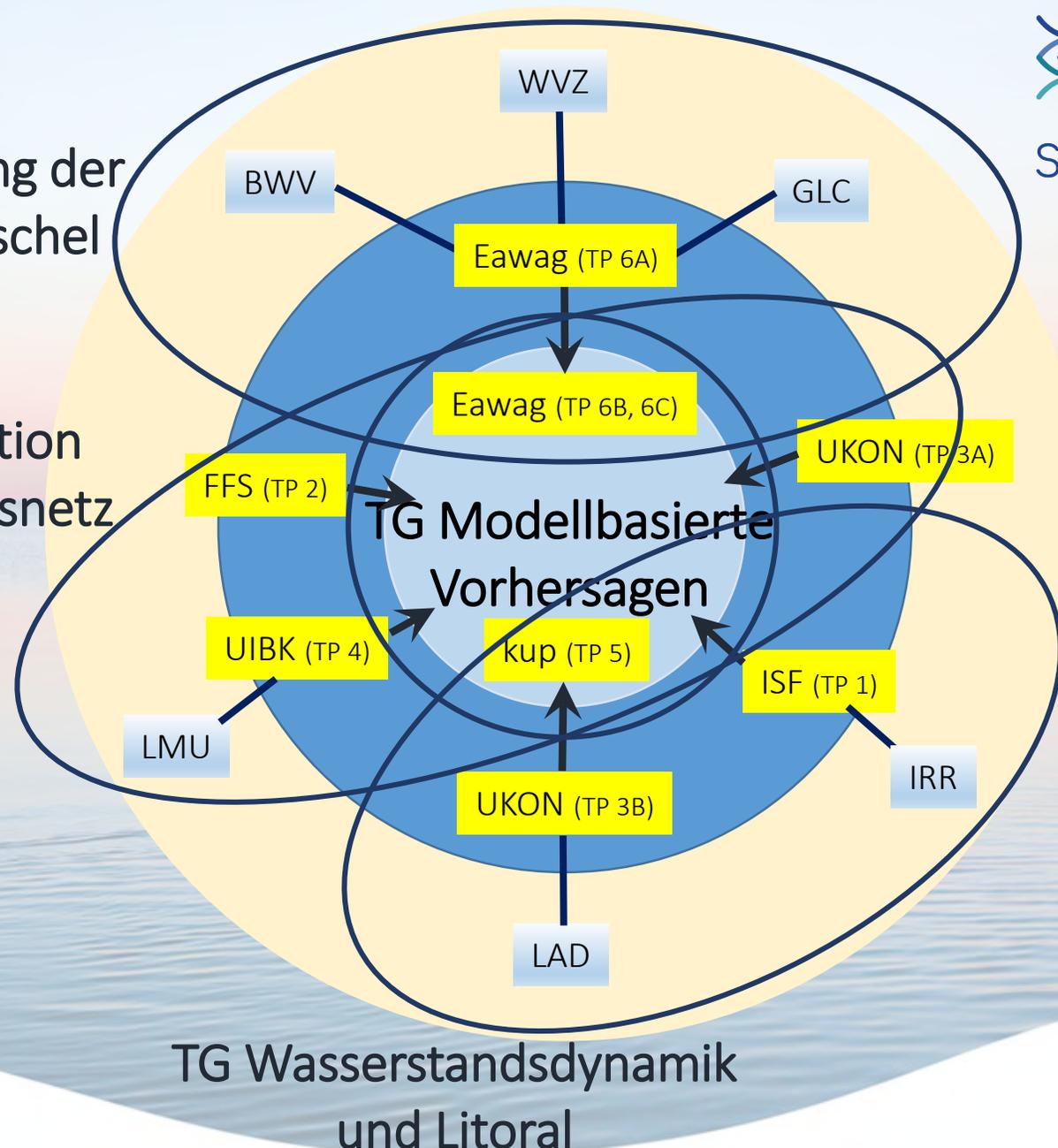


TG Wasserstandsdynamik
und Litoral

TG Bedeutung der
Quaggamuschel

TG Interaktion
im Nahrungsnetz

Modellierung als
zentraler Kern
bestehende Bodensee-
modelle verbessern, mit
aktuellen Klimavorhersagen
verknüpfen, Auswirkungen
invasiver Arten einbeziehen



TG Wasserstandsdynamik
und Litoral

TP 5: Prognose der klimabedingten Änderungen von Hydrodynamik und Wasserqualität im Bodensee (kup)

Projektteam: Ulrich Lang, Stefan Mirbach, Irina Weber, Armin Durach



Dr. Ulrich Lang
Projektleiter
Entwickler Bodenseeonline



Stefan Mirbach
Entwickler Bodenseeonline
Entwickler ökologisches
Modell



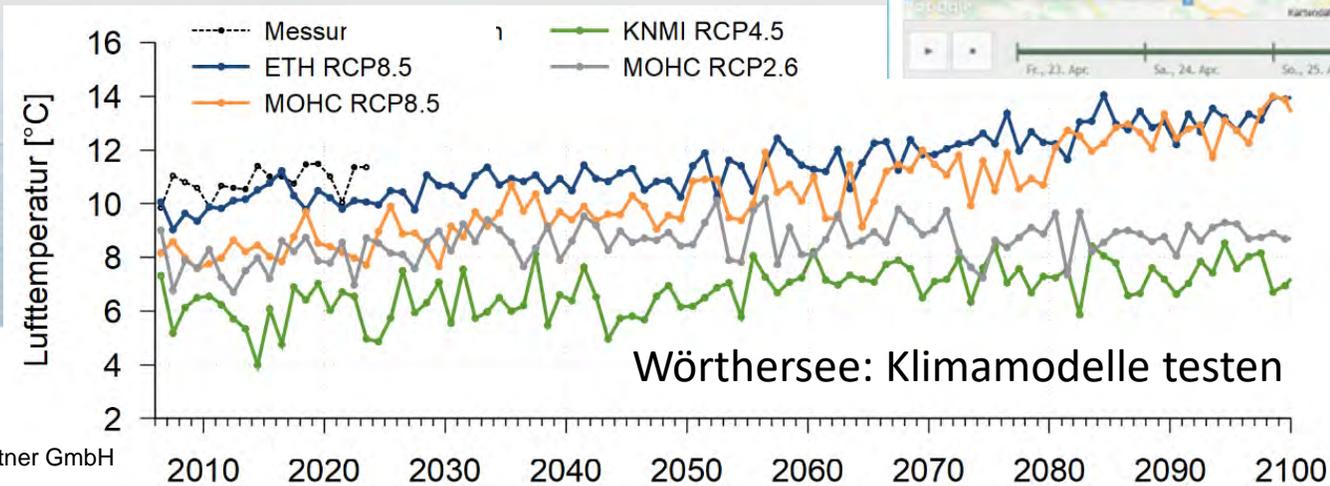
Irina Weber
Seenmodellierer
PFAS-Simulationen
Thermische Nutzungen



Armin Durach
Seenmodellierer
Hydroinformatik

TP 5: Prognose der klimabedingten Änderungen von Hydrodynamik und Wasserqualität im Bodensee (kup)

- Basissystem: BodenseeOnline – Dreidimensionales instationäres Seemodell der LUBW
- Paläosimulationen
- Aktualisierung Nahrungsnetzmodell
- Erweiterung ökologisches Modell auf Neozoen insbesondere Quaggamuschel
- Prognose der hydrodynamischen Verhältnisse und Wasserqualität unter Berücksichtigung des Klimawandels
- PFAS-Simulationen
PFOS-Bilanz Bodensee



TP 6C: Eindimensionale Modellierung der Folgen von Klimawandel und Invasion der Quaggamuschel für das Ökosystem Bodensee (Eawag)

Projektteam: Martin Schmid, Damien Bouffard, Bo Gai



TP 6C: Eindimensionale Modellierung der Folgen von Klimawandel und Invasion der Quaggamuschel für das Ökosystem Bodensee (Eawag)

Weshalb 1D-Modellierung?

Kurze Rechenzeiten ermöglichen

- Parameterschätzungen
- Berechnung eines breiten Spektrums von Szenarien

Komplementär zur 3D-Modellierung mit BodenseeOnline in Teilprojekt 5

Ziele

1. Simulation der **Temperaturstruktur** sowie von **Sauerstoff- und Nährstoffkonzentrationen**
2. Vergleich mit 3D-Modell und Analyse der **Relevanz räumlicher Prozesse**
3. **Zukünftige Entwicklung** von Temperatur, Sauerstoff und Nährstoffen für verschiedene **Klimaszenarien**
4. Abschätzung der Auswirkungen dieser Veränderungen auf das **Ökosystem** (in Verbindung mit Ökosystemmodellen aus anderen Teilprojekten)
5. Entwicklung eines **benutzerfreundlichen Online-Tools** für die Simulation von Szenarien

TP 6B: Wie wirken sich Klimawandel und Nährstoffschwankungen auf die ökologischen Interaktionen des Planktons und die Stabilität des Ökosystems im Bodensee aus? (Eawag)

Projektteam: Francesco Pomati, Leonardo Capitani

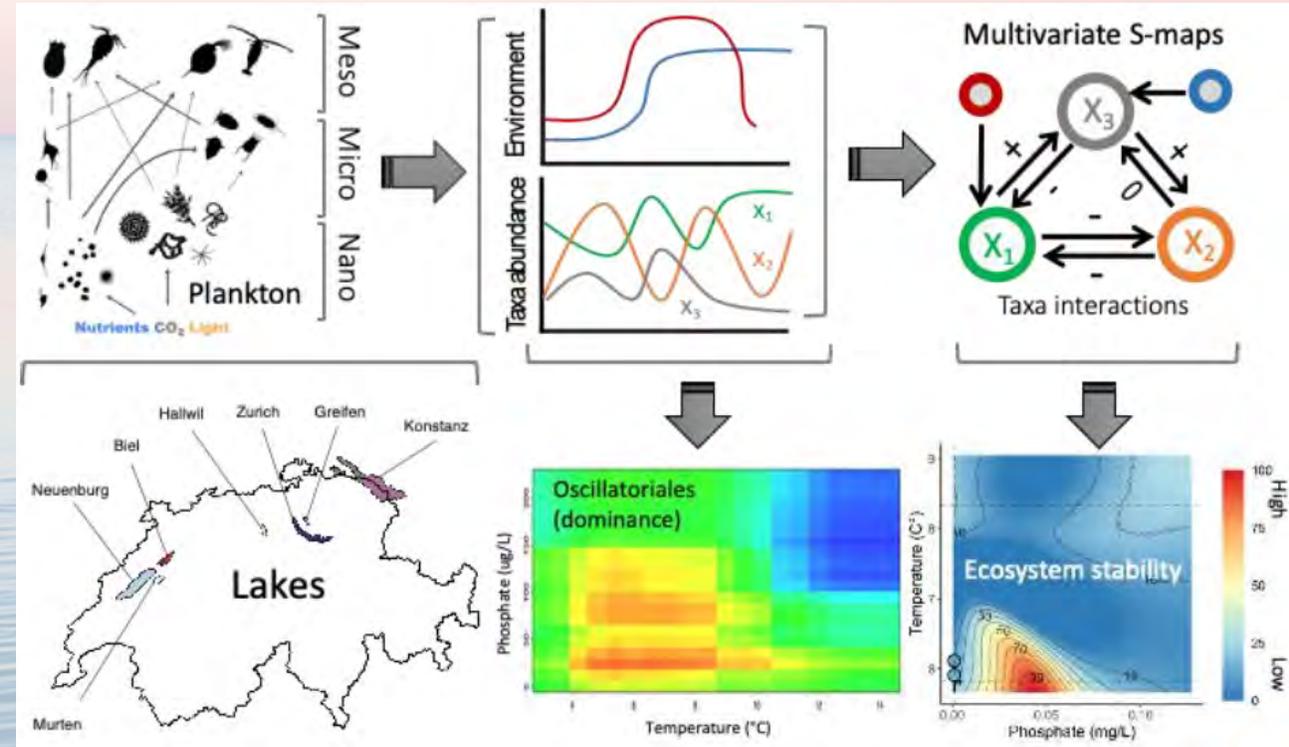
Projektbeginn: Juni 2025



TP 6B: Wie wirken sich Klimawandel und Nährstoffschwankungen auf die ökologischen Interaktionen des Planktons und die Stabilität des Ökosystems im Bodensee aus? (Eawag)

Ziele:

- Erstellung von Modellen, mit denen sich ableiten lässt, wie die Basis des pelagischen Ökosystems des Sees (Planktongemeinschaften) in ihrer Struktur auf Umweltveränderungen reagieren wird.
- Beziehung zwischen Erwärmung, Phosphor- & Stickstoffgehalt auf Stabilität dieser Gemeinschaften und auf Häufigkeit von toxischen Cyanobakterien.
- Vorhersagen, wie sich diese Gemeinschaften unter zukünftigen Szenarien der Klimaerwärmung und des Nährstoffgehalts verändern werden.



TP 1: Vergangene Klimaänderungen im Bodensee – Lehren für die Zukunft (ISF)

Projektteam: Martin Wessels, Harald Hetzenauer, Matthias Heckmann



TP 1: Vergangene Klimaänderungen im Bodensee – Lehren für die Zukunft (ISF)

5000 Jahre Hochwasserchronologie

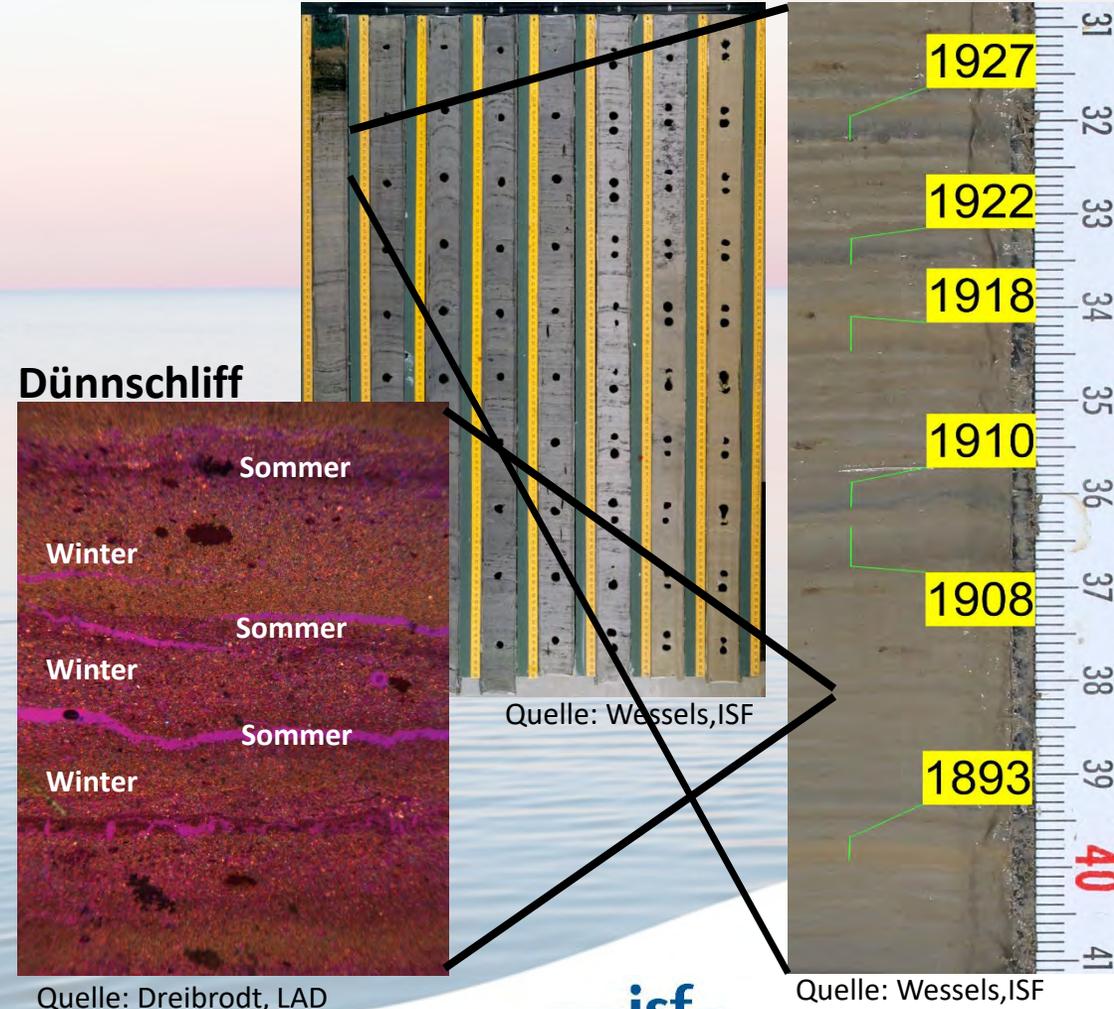
Kurzkerne für Kalibrationsstudie

- Hochwasserabfluß Alpenrhein / Sedimentmächtigkeit
- Modellkalibration für Friedrichshafener Bucht

Langkerne für natürliche Umweltänderungen

- gut datierte Warvenchronologie / Dünnschliffe
- Identifikation natürlicher Klimaänderungen
- Einflüsse auf Siedlungsgeschichte
- Modellierung der Abflüsse aus Sedimentations-geschichte

→ Reaktionen aquatischer Lebensgemeinschaften auf natürliche Klimaänderungen im unbeeinflusstem See



TP 2: Folgen von Klimawandel-verursachter phänologischer Entkopplung im Nahrungsnetz des Bodensees (FFS)

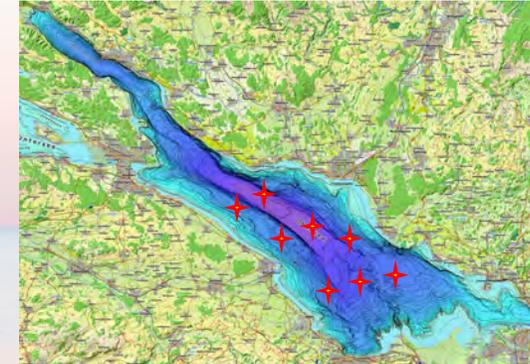
Projektteam: Alexander Brinker, Jan Baer, Barnaby Roberts



TP 2: Folgen von Klimawandel-verursachter phänologischer Entkopplung im Nahrungsnetz des Bodensees (FFS)

Temperaturpräferenz von Felchen

- Untersuchungen zeigen, dass sich das Zooplankton in letzter Zeit anders zusammensetzt & anders vertikal verteilt.
- Felchen sind kaltwasserliebende Fische und meiden höhere Temperaturen.
- Im Sommer hält sich der dominierende Wasserfloh (*Daphnia cucullata*) jedoch im wärmsten Oberflächenwasser auf.
- Fragestellung: Entkopplung von den Nahrungsgebieten durch Vermeidung des warmen Oberflächenwassers?
- Konsequenz: Ein Sommerhungern würde sich negativ auf Wachstum und Fortpflanzung auswirken.



Wie können wir das untersuchen? Antwort - Akustische Telemetrie!

Akustische Sender liefern Tiefen- und Temperaturinformationen

Empfänger-Array einrichten > Felchen fangen und besenden > Daten erfassen

Acoustic receiver
decodes signal and
adds date/time stamp

TP 3A: Einfluss von wärmeren Wintern und Neozoen auf Planktonphänologie und Nahrungsnetzinteraktionen im Bodenseeplankton (UKON)

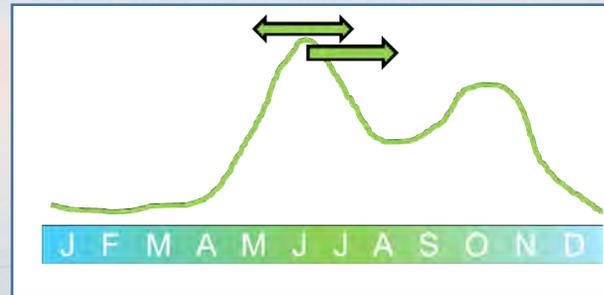
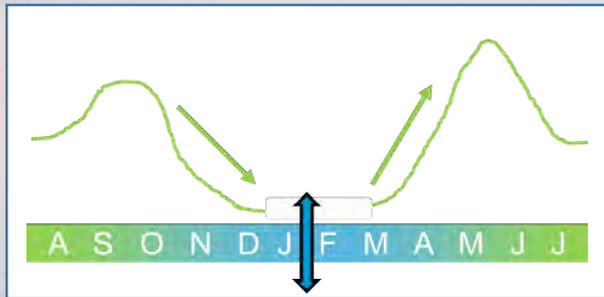
Projektteam: Dietmar Straile, Luca Schenone



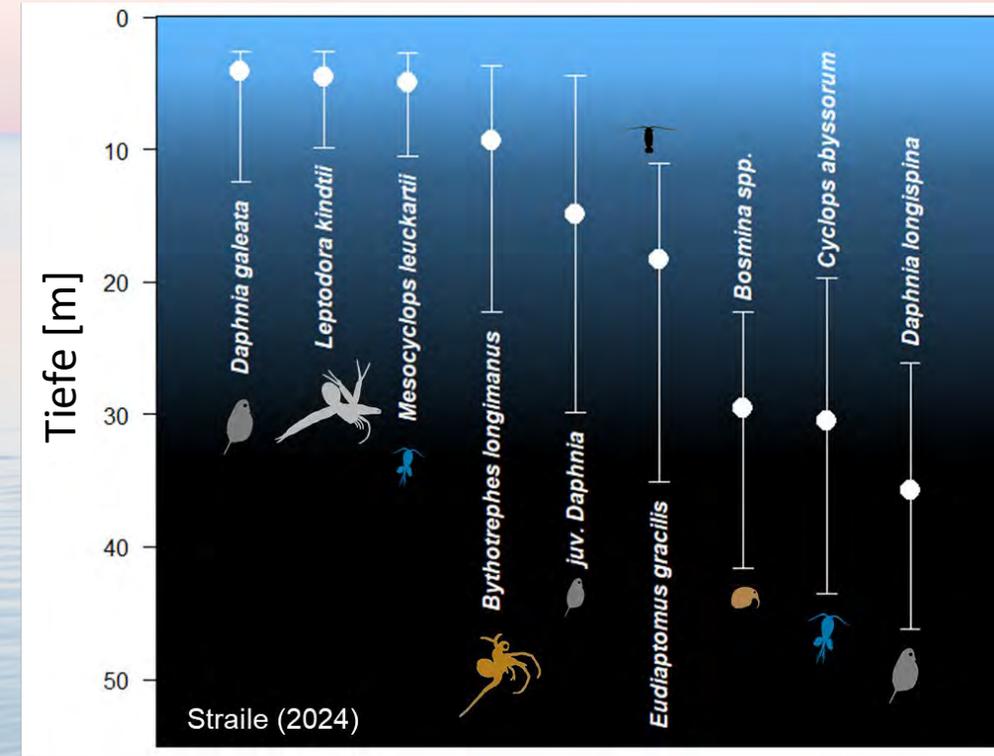
TP 3A: Einfluss von wärmeren Wintern und Neozoen auf Planktonphänologie und Nahrungsnetzinteraktionen im Bodenseeplankton (UKON)

Veränderungen in der Überwinterung von Planktonorganismen

- durch Erwärmung
- durch Oligotrophierung
- durch Neobiota



→ Konsequenzen für Dynamik im darauffolgenden Jahr



TP 3B: Klimafolgenabschätzung für die Flachwasserbiozönosen des Bodensees (UKON)

Projektteam: Dietmar Straile, Almut Hanselmann



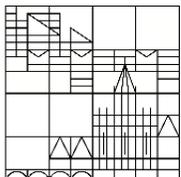
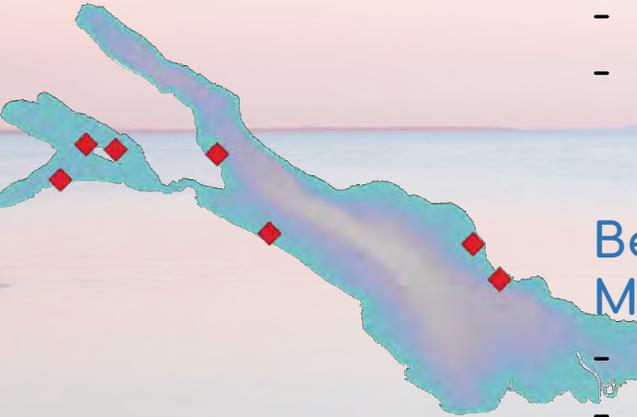
TP 3B: Klimafolgenabschätzung für die Flachwasserbiozönosen des Bodensees (UKON)

Dynamik von Makrophyten (Armleuchteralgen)

- saisonale Dynamik (Überwinterung)
- räumliche Vorkommen und Tiefenverteilung (IGKB Makrophyten - Monitoring)

Besiedlung von Makrophyten durch Makrozoobenthos

- jahreszeitliche und räumliche Unterschiede,
- Vorkommen der Invertebraten im Tiefenprofil



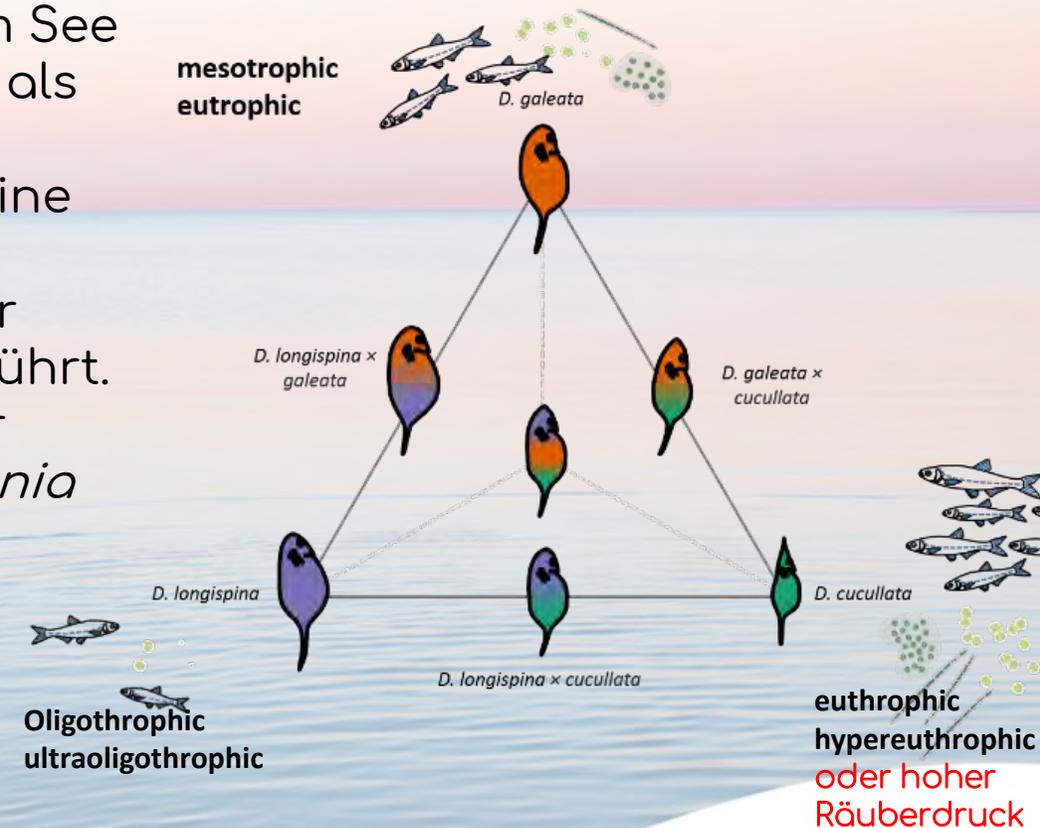
TP 4: Wasserflohgemeinschaft im Klimawandel – Öko-evolutionäre Effekte und Konsequenzen (UIBK)

Projektteam: Markus Möst, Tim Maes



TP 4: Wasserflohgemeinschaft im Klimawandel – Öko-evolutionäre Effekte und Konsequenzen (UIBK)

- Wasserflöhe nehmen eine zentrale Rolle im Ökosystem See ein, kontrollieren Algenwachstum und dienen Fischen als Nahrung.
- Im Bodensee ist während der Eutrophierung bereits eine invasive Wasserflohart eingewandert, hat sich mit der heimischen Art gekreuzt und zu Veränderungen in der taxonomischen & genetischen Zusammensetzung geführt.
- Zeitgleich mit klimawandelbedingtem Wandel und der Invasion des Stichlings ins Pelagial, hat sich mit *Daphnia cucullata* eine weitere Art im Obersee etabliert.
- Die Auswirkungen dieser neuen Art auf die Wasserflohgemeinschaft und ihre Interaktionen im Nahrungsnetz wird in diesem TP untersucht.



→ Wie verändert der Klimawandel die Interaktion der Daphniengesellschaft mit anderen trophischen Ebenen und invasiven Arten (z. B. Quaggamuschel)?

TP 6A: Wie entwickeln sich die invasiven Quaggamuscheln in einem sich verändernden See? (Eawag)

Projektteam: Alexandra Anh-Thu Weber, Piet Spaak, Joana L. Santos



TP 6A: Wie entwickeln sich die invasiven Quaggamuscheln in einem sich verändernden See? (Eawag)

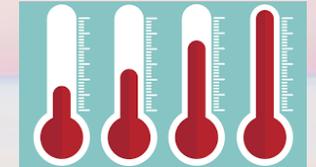
Allgemeine Ziele:

- Widerstandsfähigkeit der Quaggamuschel gegenüber verschiedenen Umweltstressoren untersuchen, um ihre Reaktionen in sich verändernden Seen (Sauerstoff, Temperatur, Ressourcenbeschränkung) vorherzusagen.
- Molekulare Mechanismen der schnellen Akklimatisierung & Anpassung an verschiedene Stressoren verstehen (Feld- und experimentelle Daten).
- Jährliches Monitoring der Quaggamuscheln im Bodensee, um ihre zukünftige Verbreitung besser vorhersagen zu können.

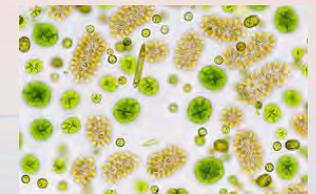


- Flache Muscheln
- Tiefe Muscheln
- Schadstoffen ausgesetzt

Temperatur



Ressource



Sauerstoff

Schadstoffe
(Kläranlagen)

Ausblick

- 16. Mai 2024 Vorstellung an der IBKF Sachverständigensitzung
- 20. Juni 2024 Vorstellung an der IBKF Kommissionstagung
- 10. Juli 2024 internes Kick-Off Meeting an der Eawag



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Interreg

Alpenrhein-Bodensee-Hochrhein



Kofinanziert
von der
Europäischen
Union



igkb

Internationale
Gewässerschutzkommission
für den Bodensee



IBKF