

The background of the slide is a photograph of a large lake at sunset or sunrise. The sun is low on the horizon, creating a bright, shimmering reflection on the water's surface. The sky is a deep blue with some light clouds. In the distance, a range of mountains is visible under the soft light of the setting or rising sun.

Umweltproblematik von Seen angesichts der klimatischen Veränderungen

Problématiques environnementales des lacs face au changement climatique

Institut für Seenforschung (ISF)
Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (LUBW)

Bernd Wahl

Übersicht

- Umweltbeobachtung der Seen in Baden-Württemberg

La surveillance environnementale des lacs dans le Bade-Württemberg

- Der Bodensee im Zeichen des Klimawandels

Le lac de Constance sous le signe du changement climatique

- Die „kleinen Seen“ Baden-Württembergs und der Klimawandel

Les „petits lacs“ et le changement climatique

Seen in Baden-Württemberg

Les lacs du Bade-Würtemberg

- ca. 4500 natürliche und künstliche kleine Seen
127 km² Fläche
- Bodensee
535 km² Fläche
- 24 Seen >50 ha
Monitoring nach
EU-Wasserrahmenrichtlinie

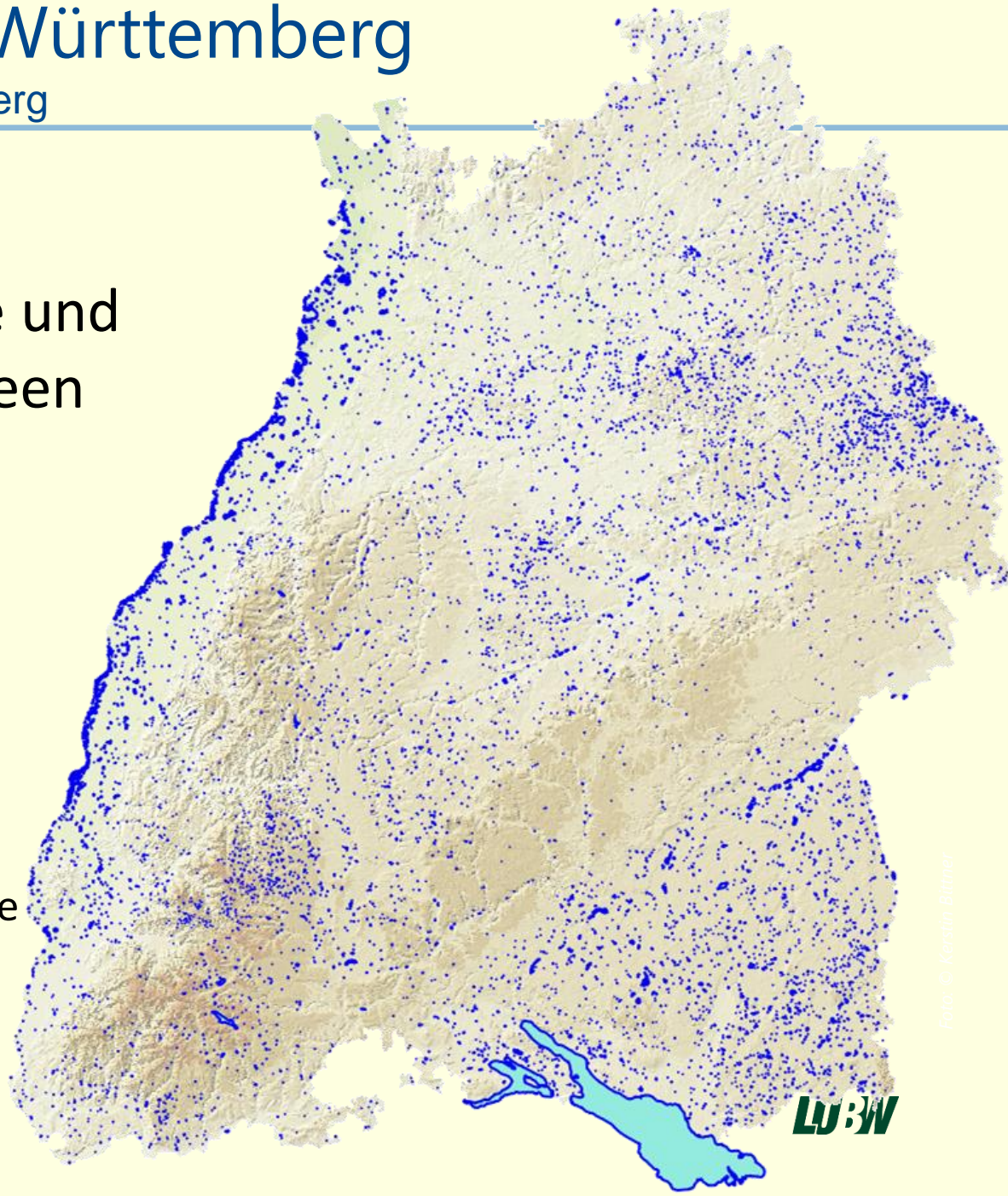


Foto: © Kerstin Birmer

Umweltbeobachtung in Baden-Württemberg

La surveillance environnementale dans le Bade-Württemberg

Landesanstalt für Umwelt **LU:BW**

www.lubw.baden-wuerttemberg.de

- Hauptsitz in Karlsruhe
- zuständig für die Umweltbeobachtung in Baden-Württemberg
- “Beobachten – Bewerten – Beraten”

Institut für Seenforschung

- in Langenargen am Bodensee
- zuständig für die Seen in Baden-Württemberg

isf
INSTITUT FÜR SEENFORSCHUNG

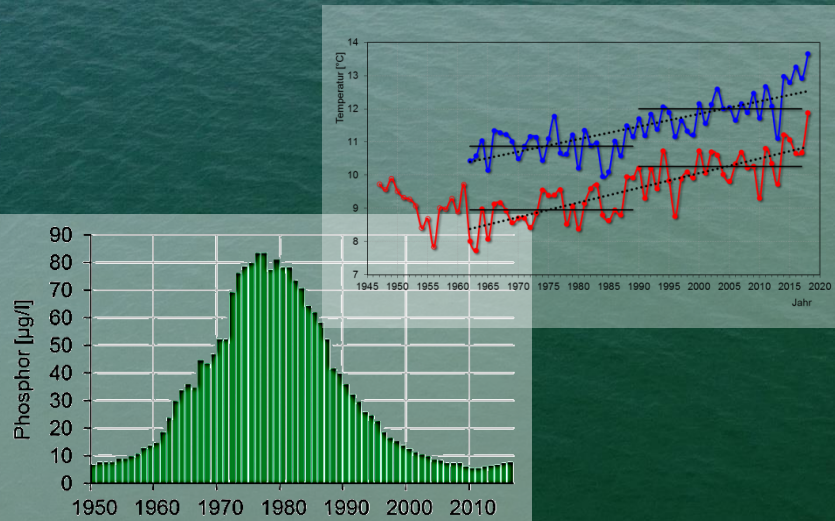
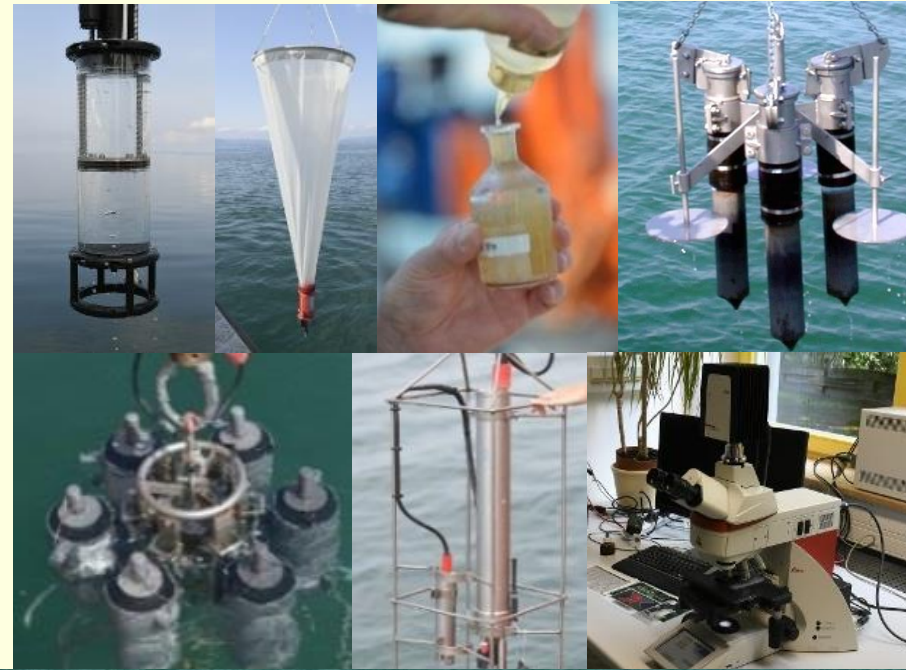


... Erfassung von Umweltmessdaten in Seen

Collecte des données environnementales des lacs

Langjährige Erfassung vieler Messparameter

- Monitoringprogramm seit 1960er Jahre
- Grundlage für die Untersuchung von Klimafolgen auf Seen



... Anwendung von Modellsimulationen

Application de simulations

Modellstudien

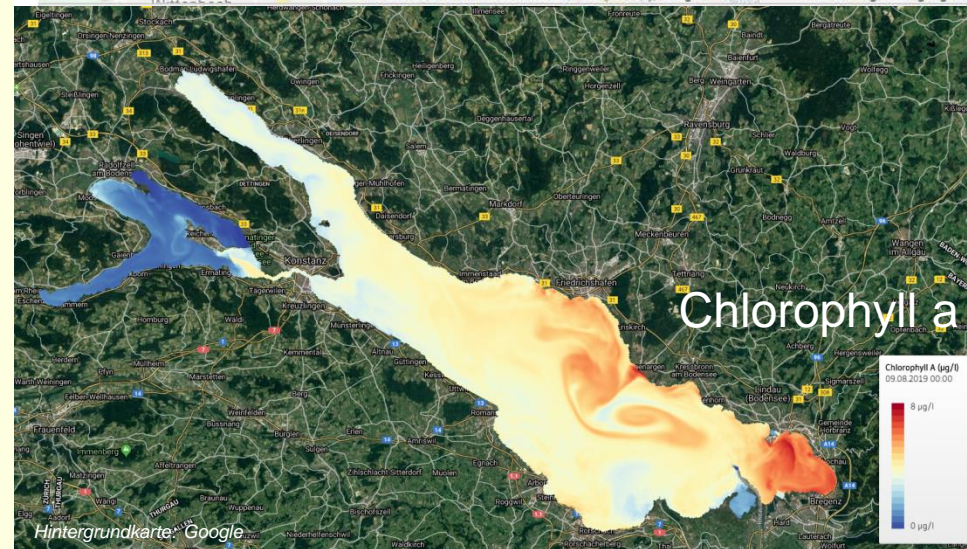
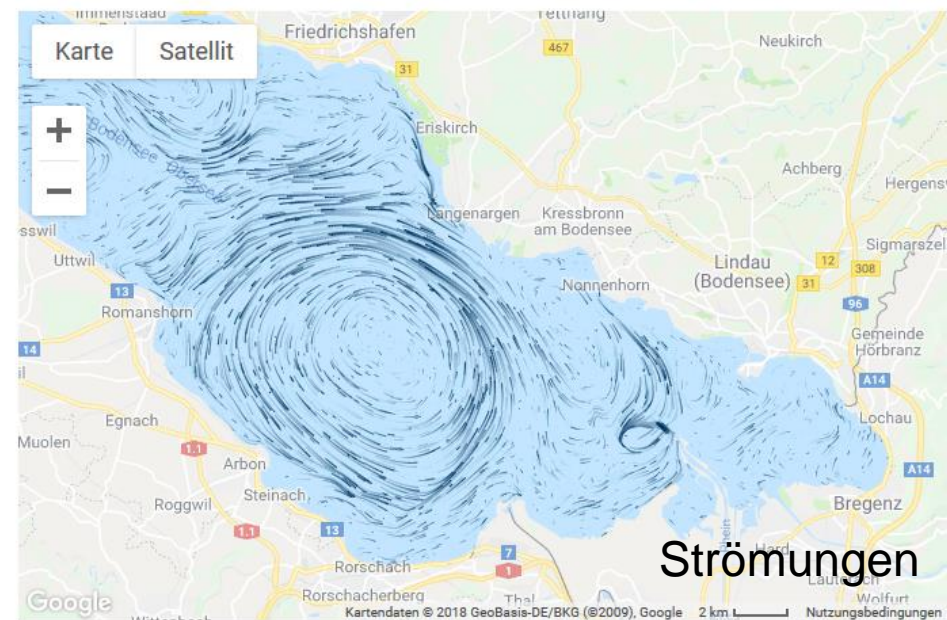
- Prozesse
- Entscheidungshilfe (z.B. Störfälle)
- Szenarien

Modelle unterstützen die Untersuchung von Klimafolgen für Seen

Beispiel:

www.bodenseeonline.de

Dynamische Visualisierung der Modellergebnisse



... Kooperationen und Projekte

Coopérations et projets

- **Internationale Gewässerschutzkommission für den Bodensee IGKB**

→ Deutschland, Österreich, Schweiz, Lichtenstein

→ Monitoring, Regelungen, Informationen, Berichte, gemeinsame Projekte

www.igkb.de



- **Kooperation KLIWA**

”Klimaveränderung und Wasserwirtschaft”

→ Baden-Württemberg, Bayern, Rheinland-Pfalz, DWD

www.kliwa.de



- **Interreg-Projekt KlimBo (2012 bis 2015)**

www.igkb.org/aktuelles/klimbo



EUROPÄISCHE UNION
Europäischer Fonds
für Regionale Entwicklung



Schweizerische
Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione svizzera
Confederaziun svizra

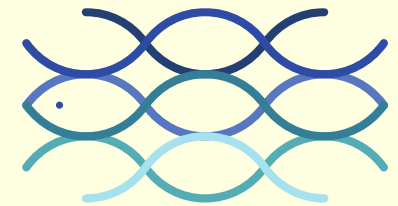


... Kooperationen und Projekte

Coopérations et projets

Interreg-Projekt Seewandel (2018 bis 2022)

- Viele Veränderungen wirken auf das Ökosystem Bodensee
- Wie reagiert der See?
- Wie widerstandsfähig und resilient ist er?



SeeWandel

www.seewandel.org



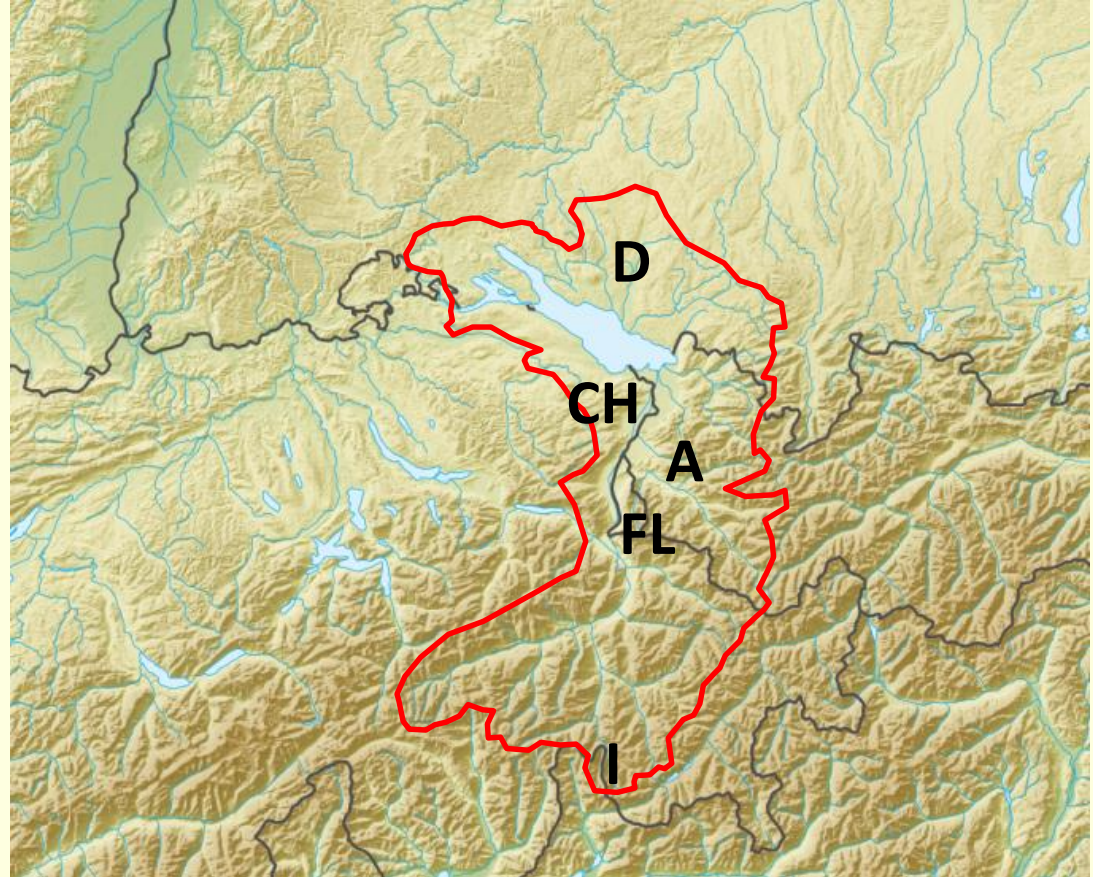
- Klimawandel
- Nährstoffentwicklung
- Fischbestände
- Artenzusammensetzung, Artenverlust
- Gebietsfremde Arten
- Genetische Anpassung
- Blaualgen
- ...

Bodensee

Le lac de Constance

Einzugsgebiet

- alpines Einzugsgebiet
- Hauptzufluss:
Alpenrhein
Ø 230 m³/s
- Ausstrom:
Hochrhein
Ø 370 m³/s



Quelle Hintergrundkarte: Wikimedia Commons, by Lencer.
commons.wikimedia.org/wiki/File:Alps_location_map.png

Bodensee

Le lac de Constance

Trinkwassernutzung

- 17 Wasserwerke am See versorgen ca. 5 Mio. Menschen
- Bodenseewasserversorgung (BWV): 1700 km Rohrleitungen bis in den Norden von Baden-Württemberg

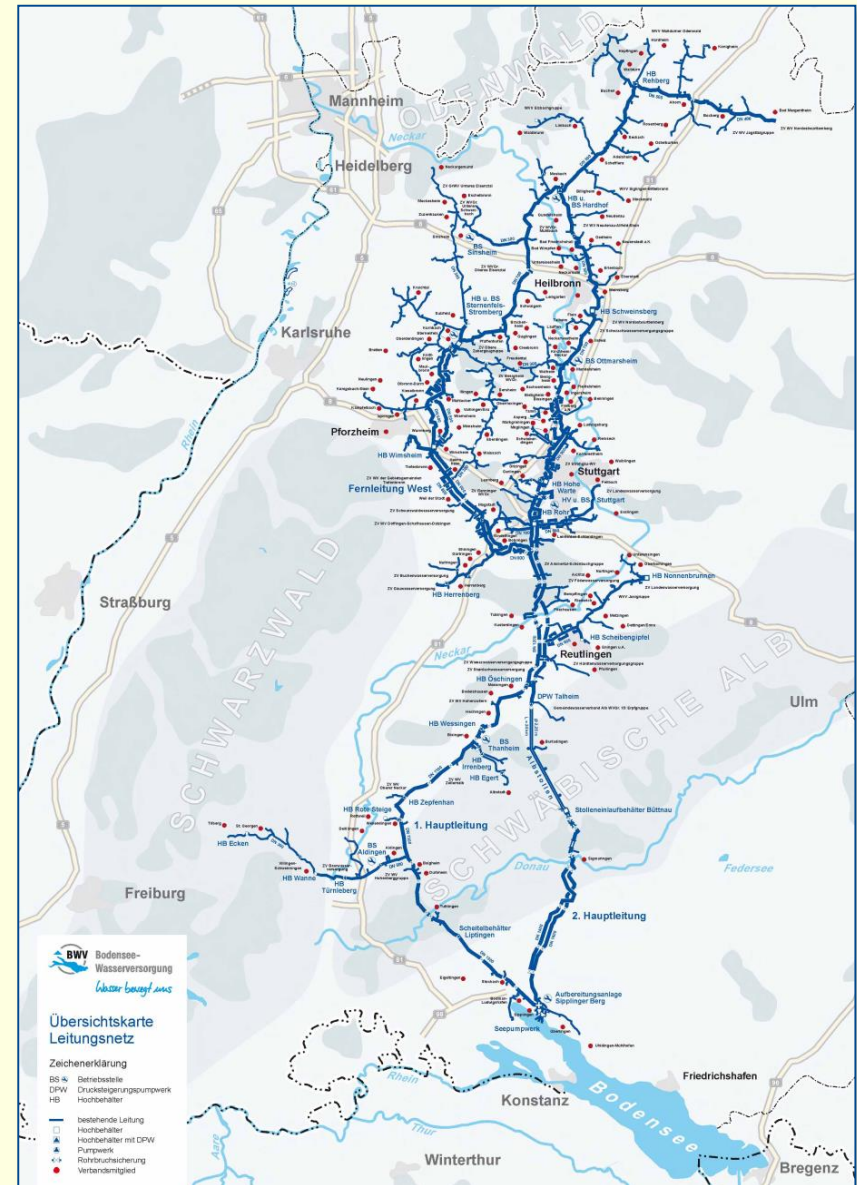
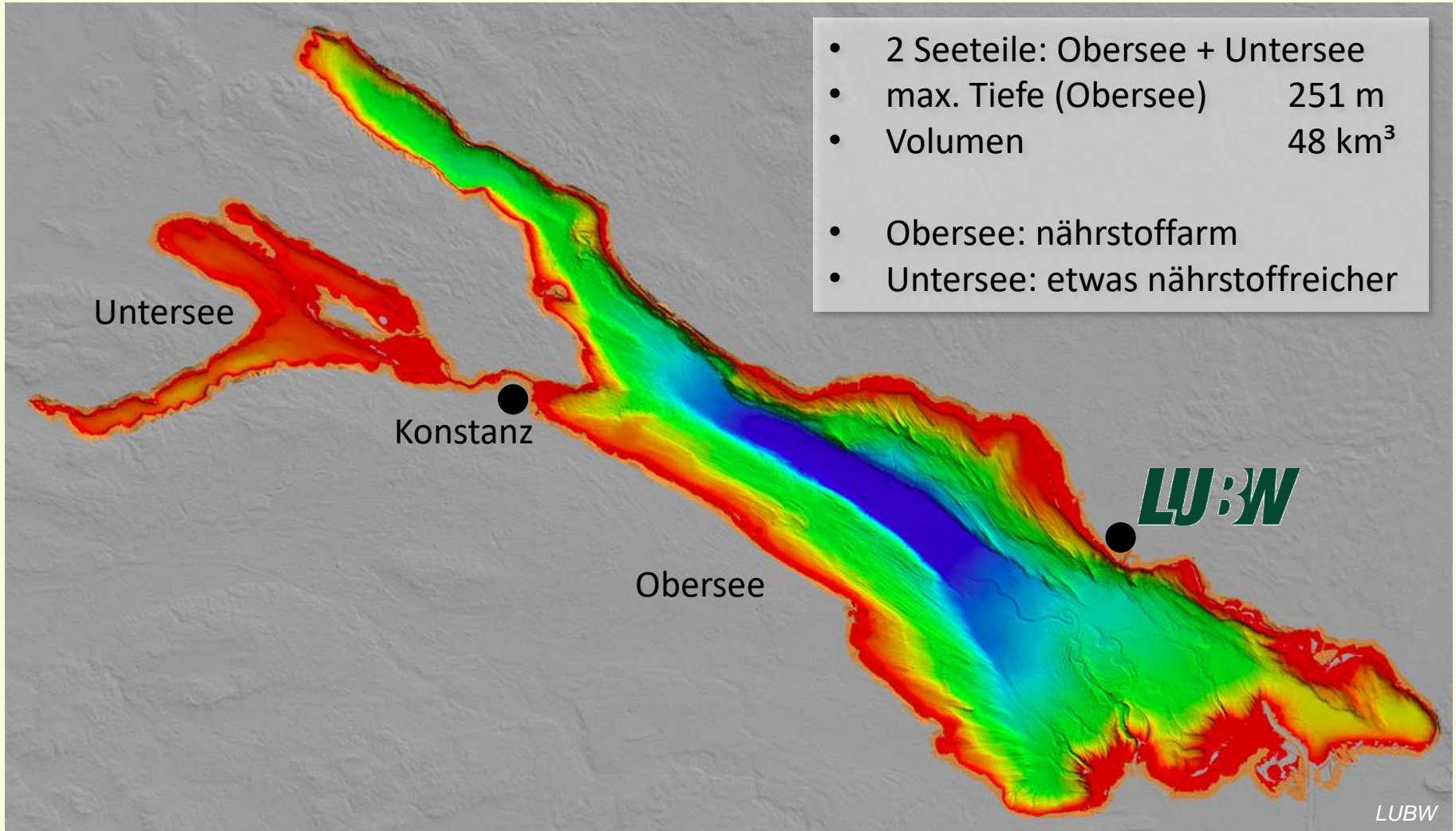


Abbildung: Bodensee-Wasserversorgung

Bodensee

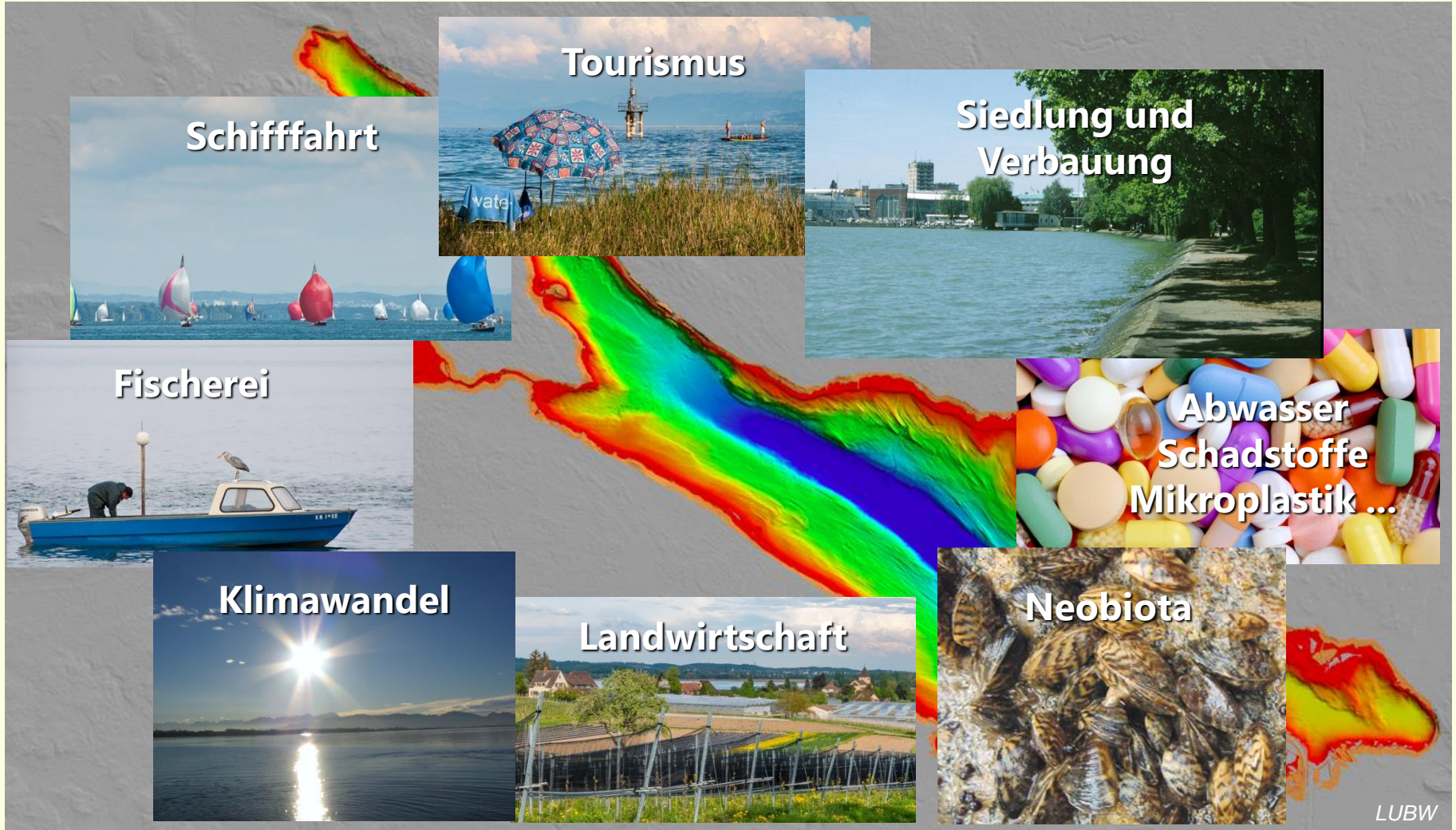
Le lac de Constance



- 2 Seeteile: Obersee + Untersee
- max. Tiefe (Obersee) 251 m
- Volumen 48 km³
- Obersee: nährstoffarm
- Untersee: etwas nährstoffreicher

Bodensee unter Druck

Le lac de Constance sous pression



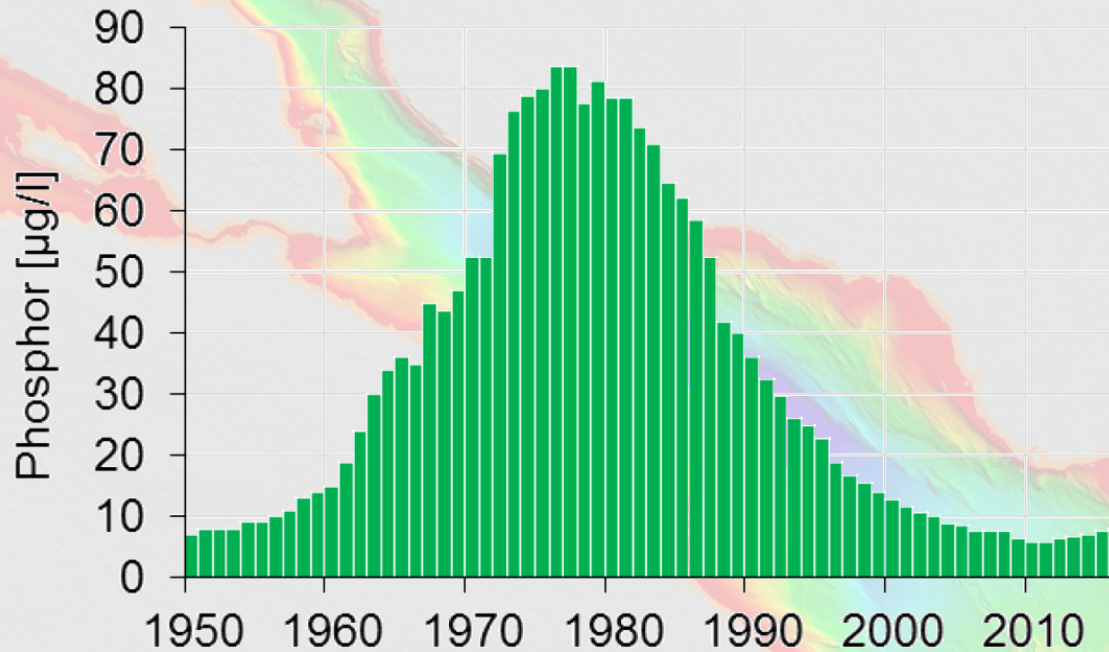
LUBW

LUBW

Bodensee unter Druck

Le lac de Constance sous pression

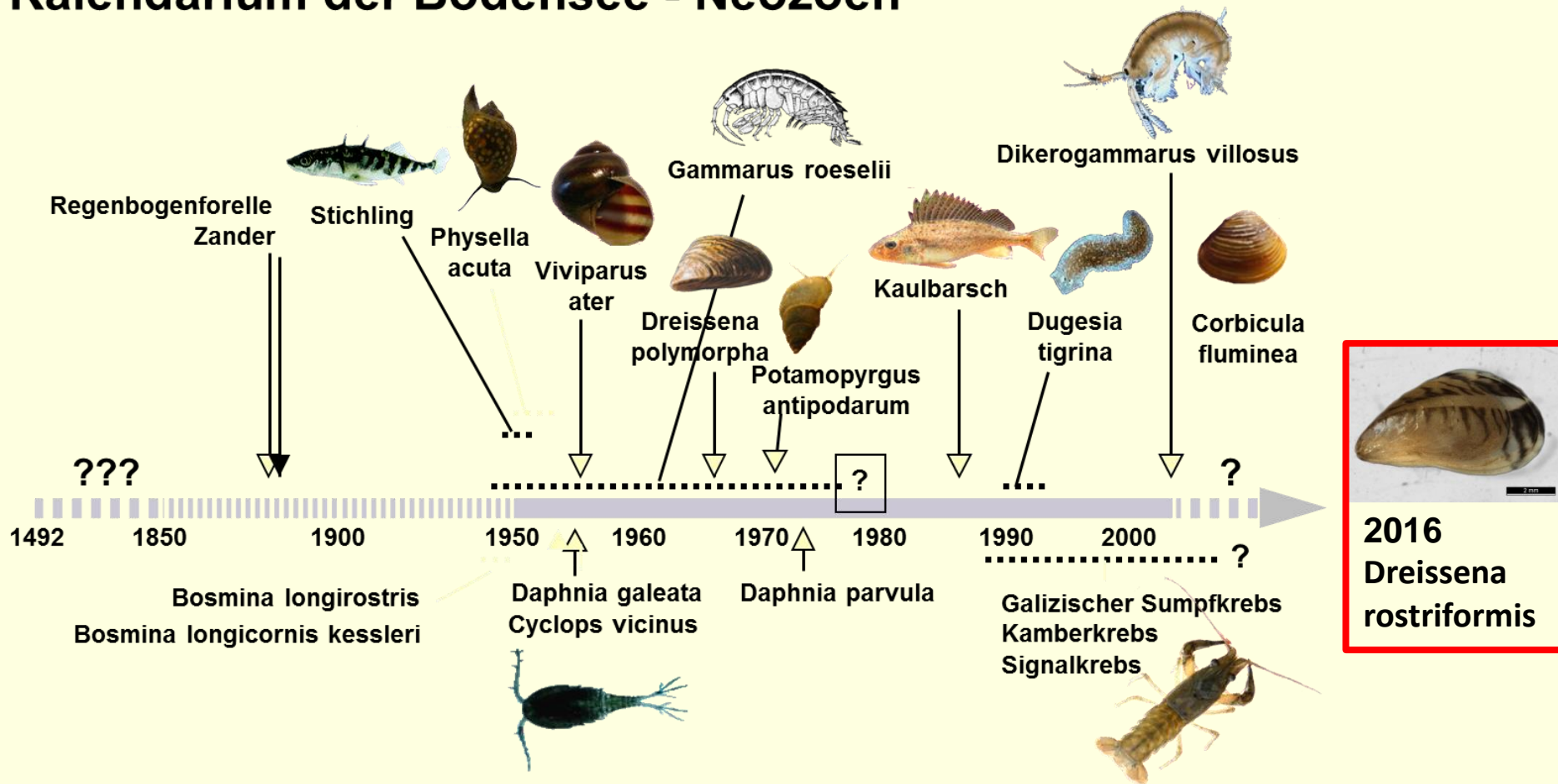
Entwicklung der Nährstoffbelastung



Bodensee unter Druck

Le lac de Constance sous pression

Kalendarium der Bodensee - Neozoen



Graphik: Präsentation G. Schröder 2013, verändert

Weitere Informationen: www.neozoen-bodensee.de

Bodensee unter Druck

Le lac de Constance sous pression

Quagga-Muschel (*Dreissena rostriformis*)

- Erstfund 2016
- Inzwischen gesamter See besiedelt



Bild: Tauch-Sport-Club Friedrichshafen

Klimawandel in Baden-Württemberg

Le changement climatique dans le Bade-Württemberg

Anstieg der Lufttemperatur in Baden-Württemberg

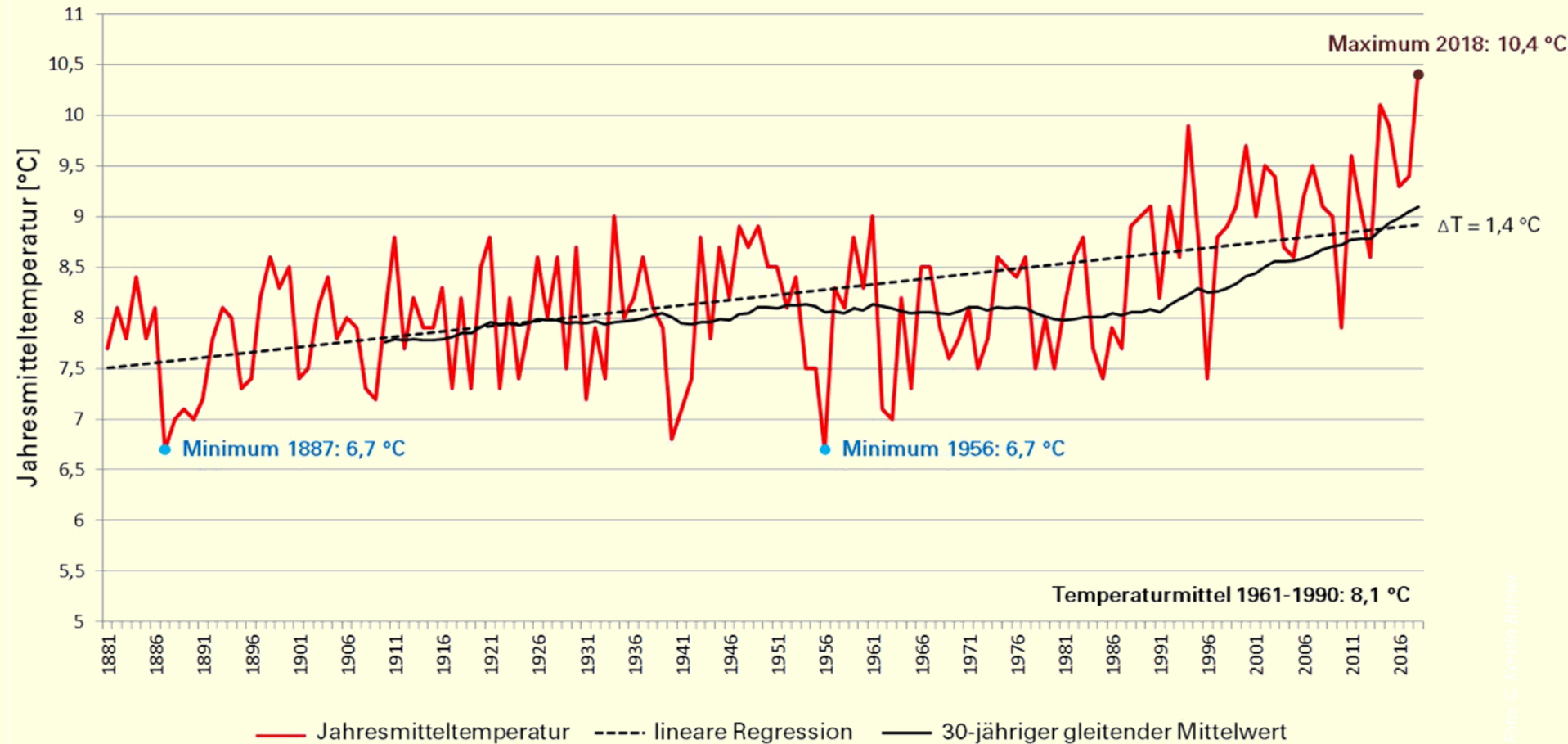


Foto: © Kerstin Bittrner

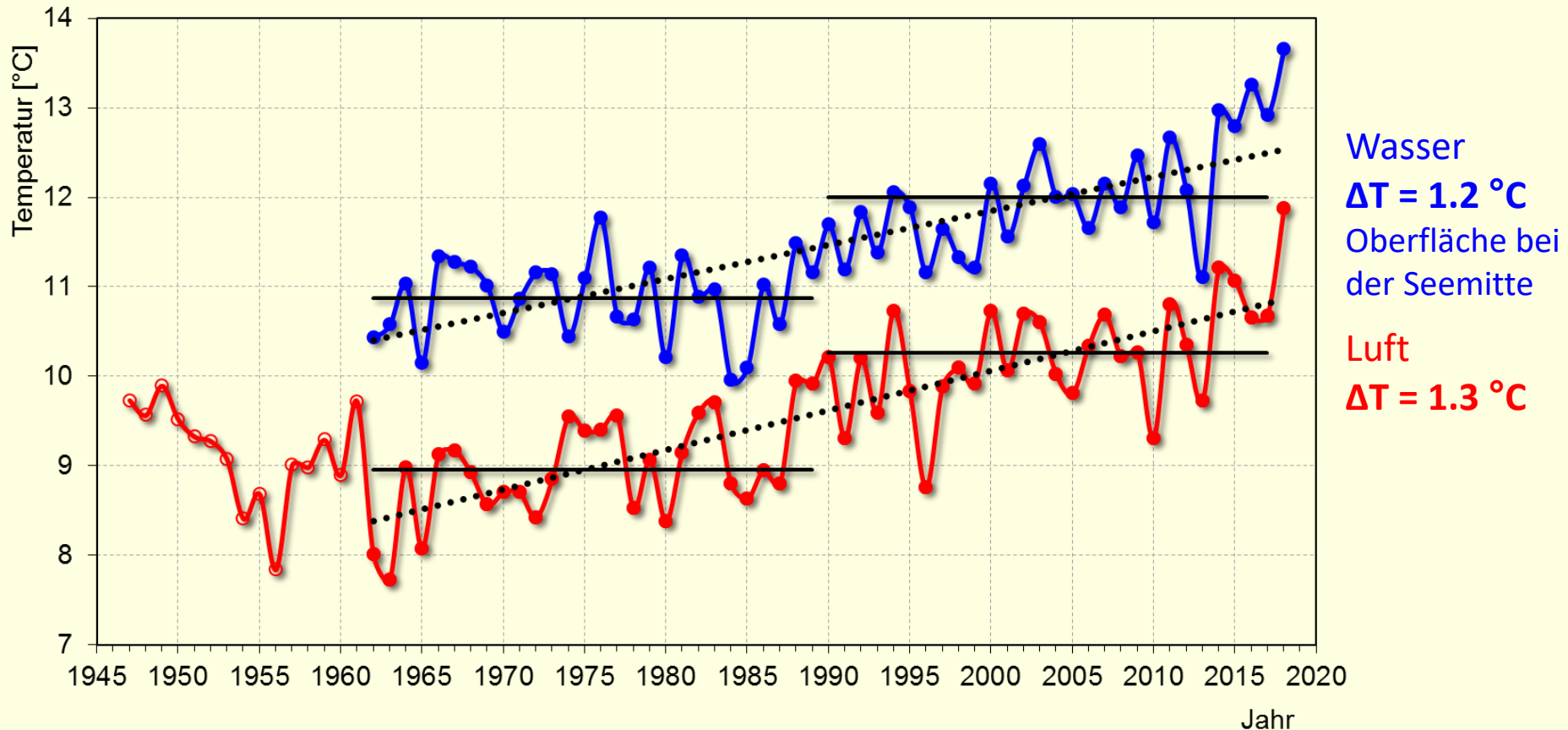
Datenquelle: Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg, berechnet nach Daten des Deutschen Wetterdienstes



Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Anstieg der Luft- und Wassertemperaturen



Datengrundlage:

Wassertemperatur: LUBW, meist 2-wöchige Messungen in der Seemitte des Bodensee Obersees.

Lufttemperatur: Deutscher Wetterdienst (DWD); kontinuierliche Messungen der Messstation Konstanz

Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Süßwasserqualle *Craspedacusta sowerbii*

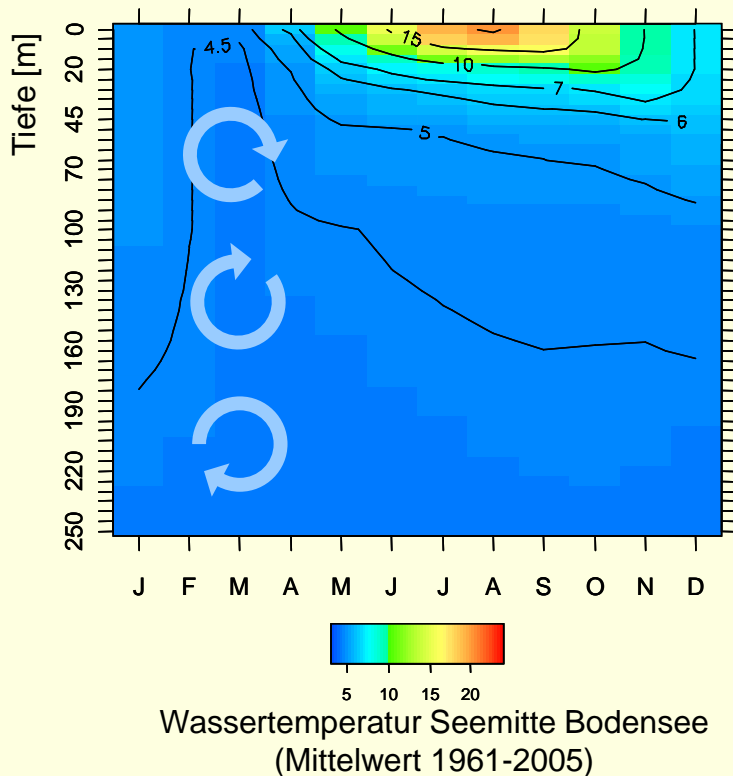
- wärmeliebende Art
- im Hitzesommer 2018 häufig in Häfen aufgetreten



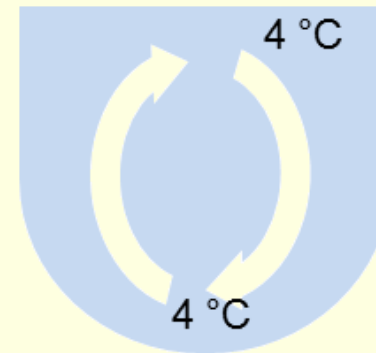
Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

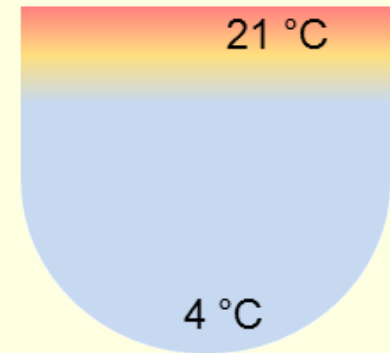
Winterlicher Austausch des Tiefenwassers wird schwächer



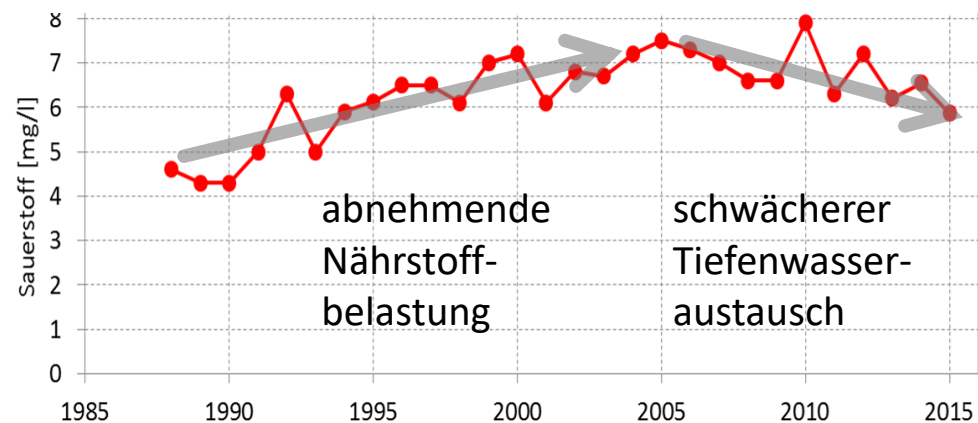
Zirkulation



Stagnation



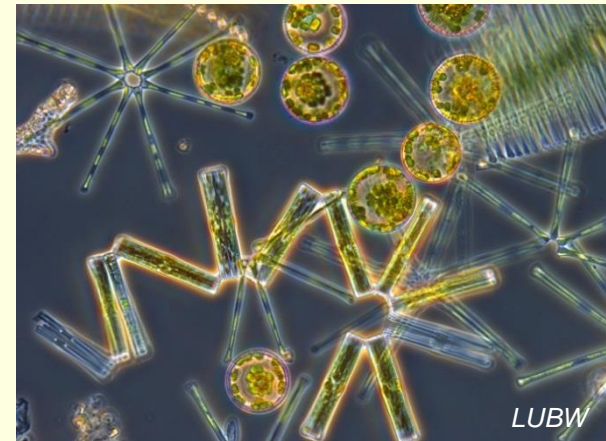
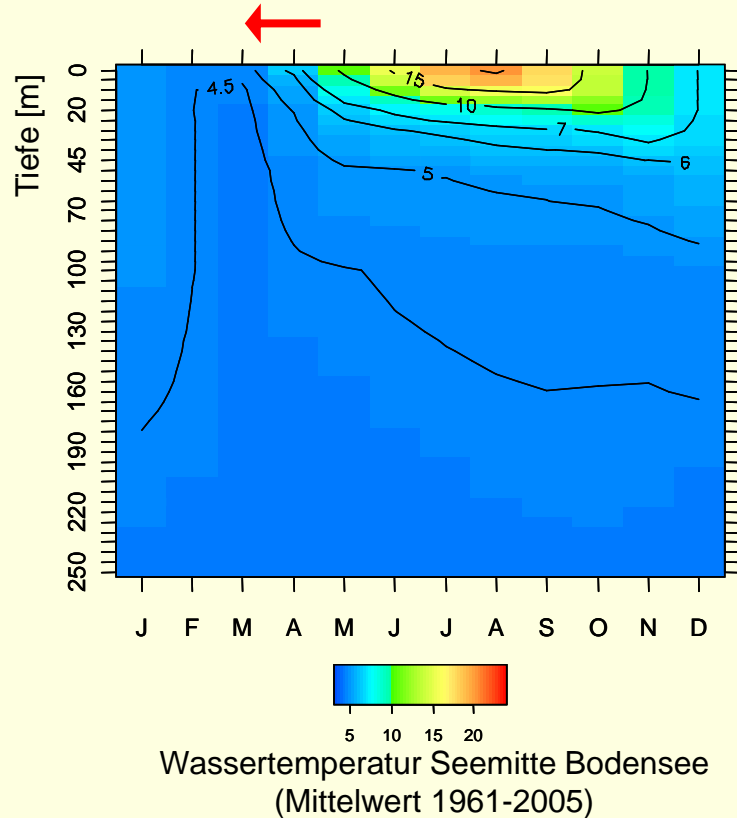
Jährliche Sauerstoffminima im Tiefenwasser



Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Schichtung und Phytoplanktonwachstum setzen früher ein



Phytoplankton



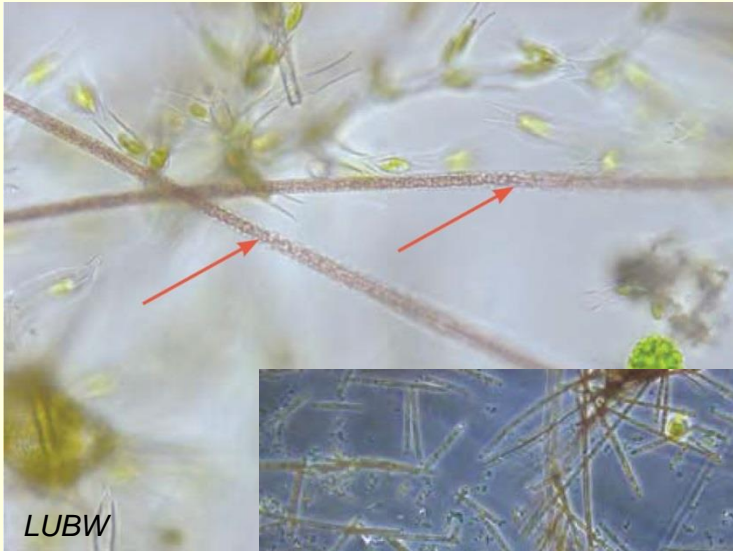
Zooplankton

Klimawandel am Bodensee

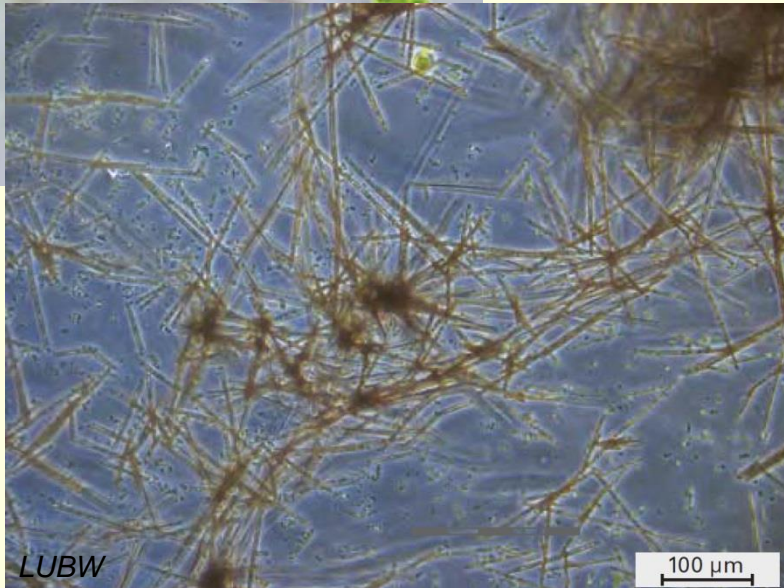
Le lac de Constance et le changement climatique

Vermehrtes Blaualgen-Wachstum?

2016 erstmalig auffällige Blüte der Burgunderblutalge (*Planktotrix rubescens*)

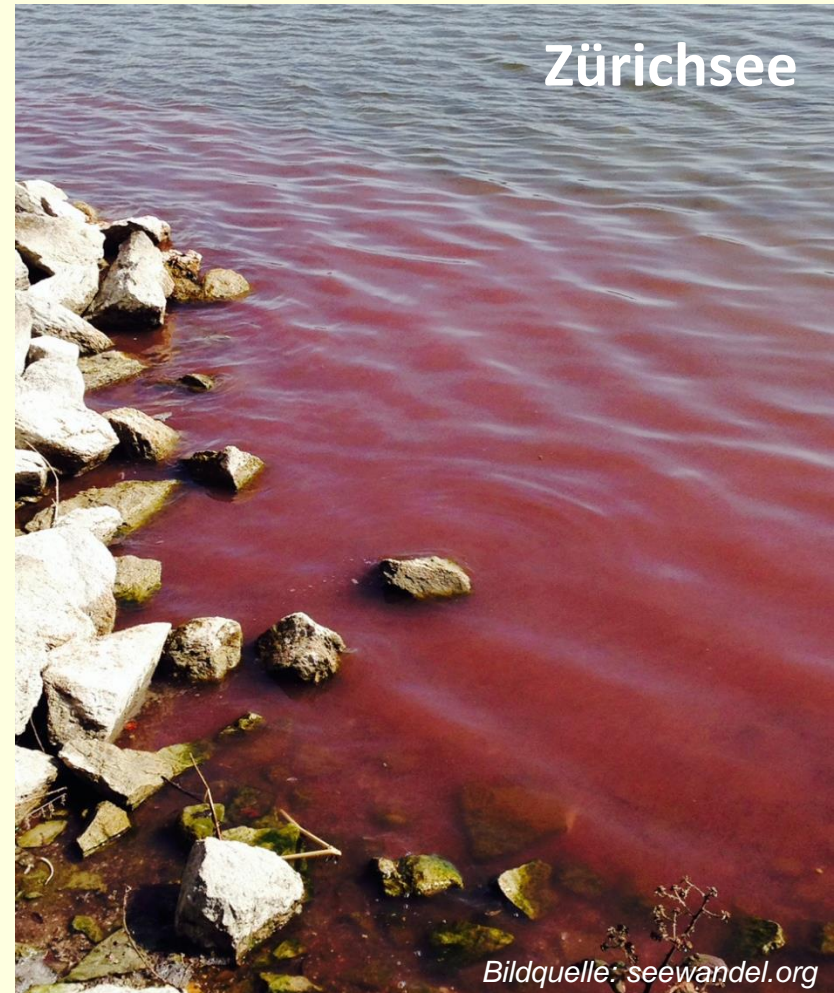


LUBW



LUBW

100 µm



Zürichsee

Bildquelle: seewandel.org

Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Hydrologische Veränderungen

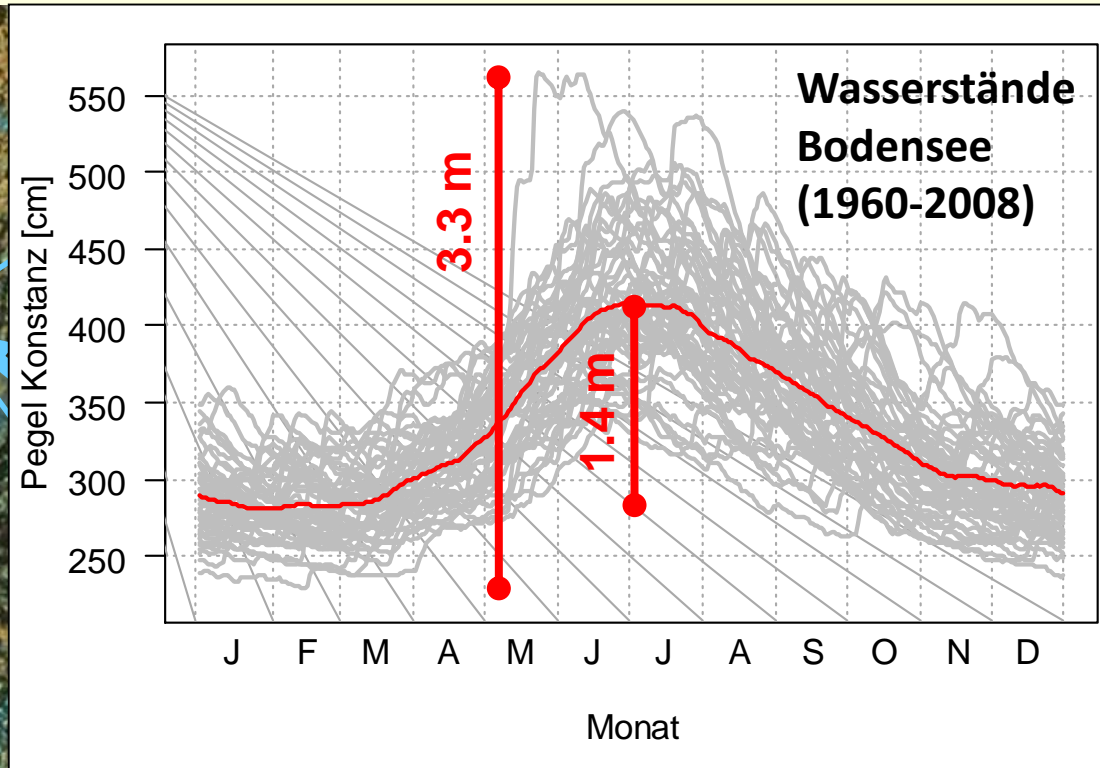
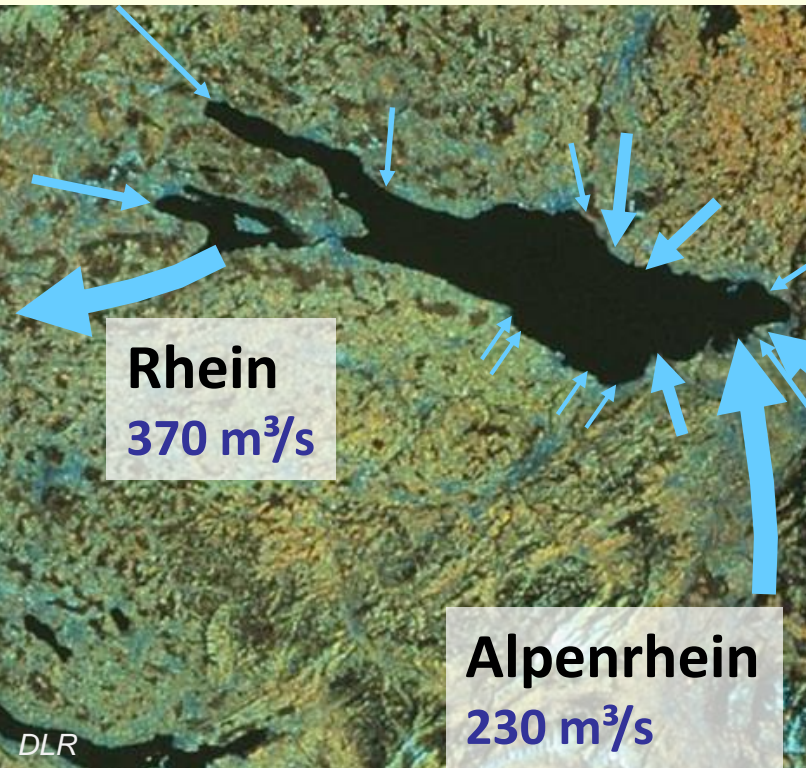


Foto: © M...

Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Hydrologische Veränderungen

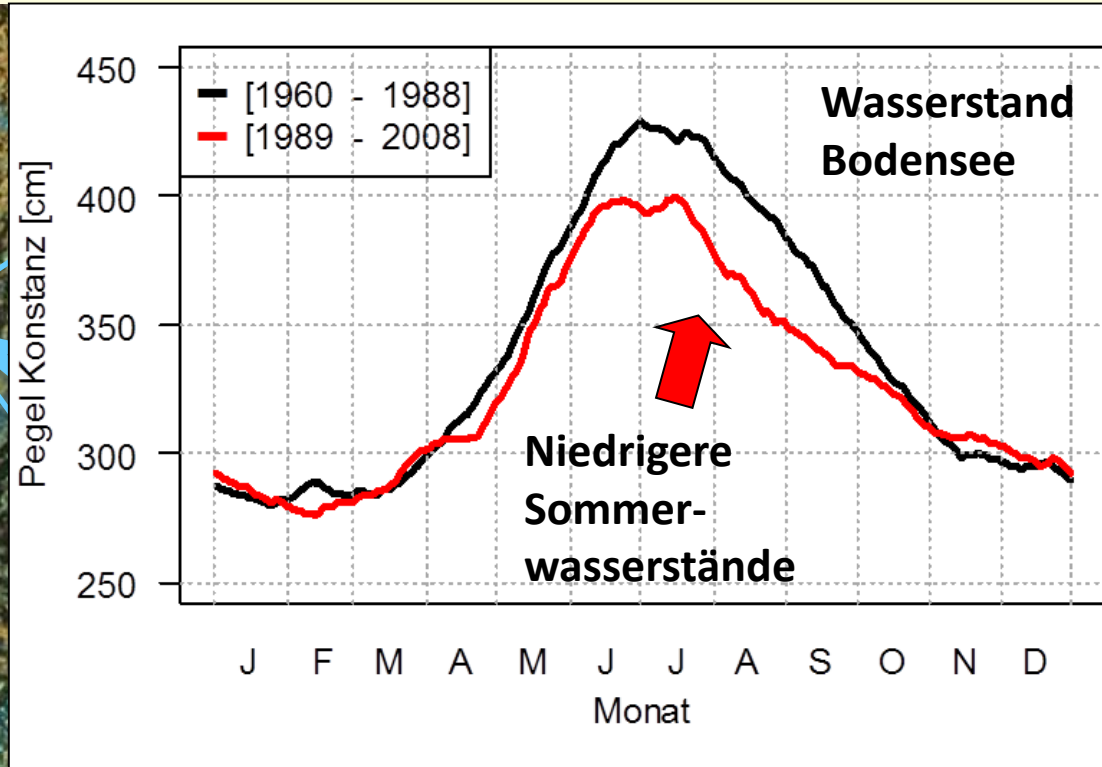
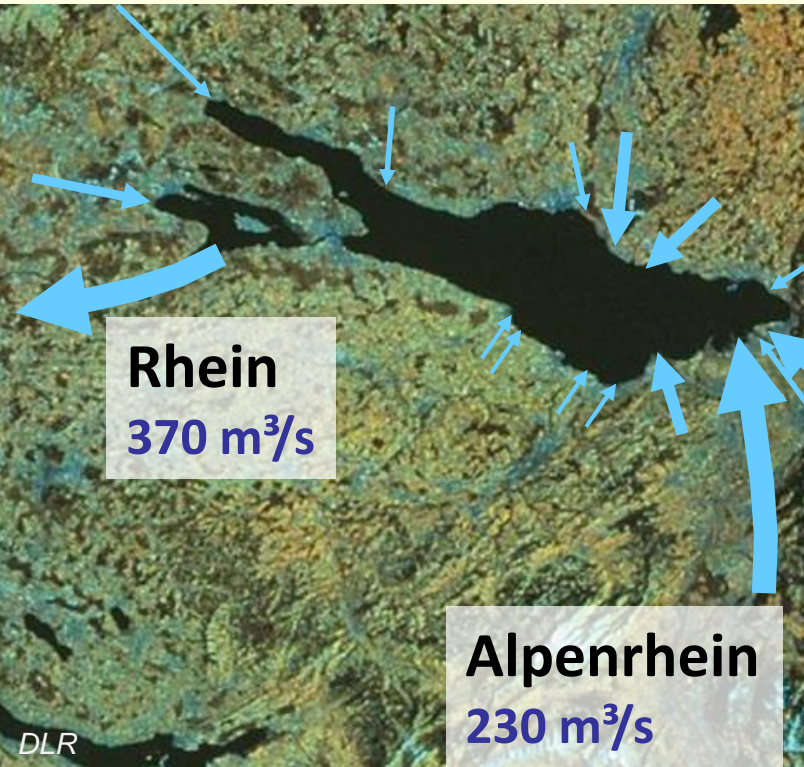


Foto: © M...

Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Hydrologische Veränderungen

Klimatische Einflüsse

- Weniger **Schnee** in den Alpen
- Veränderte **Niederschläge**
- Zunahme der **Verdunstung** im Einzugsgebiet

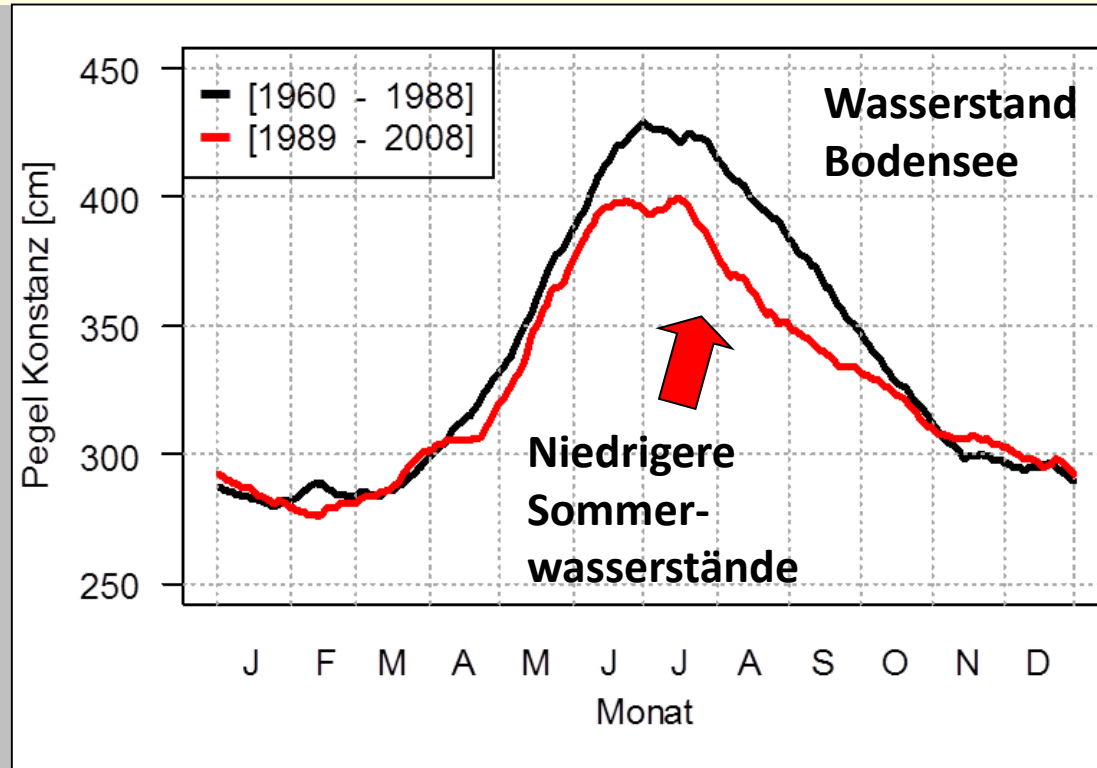


Foto: © M

Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Flachwasser



Ufer



Schilf- und Riedflächen



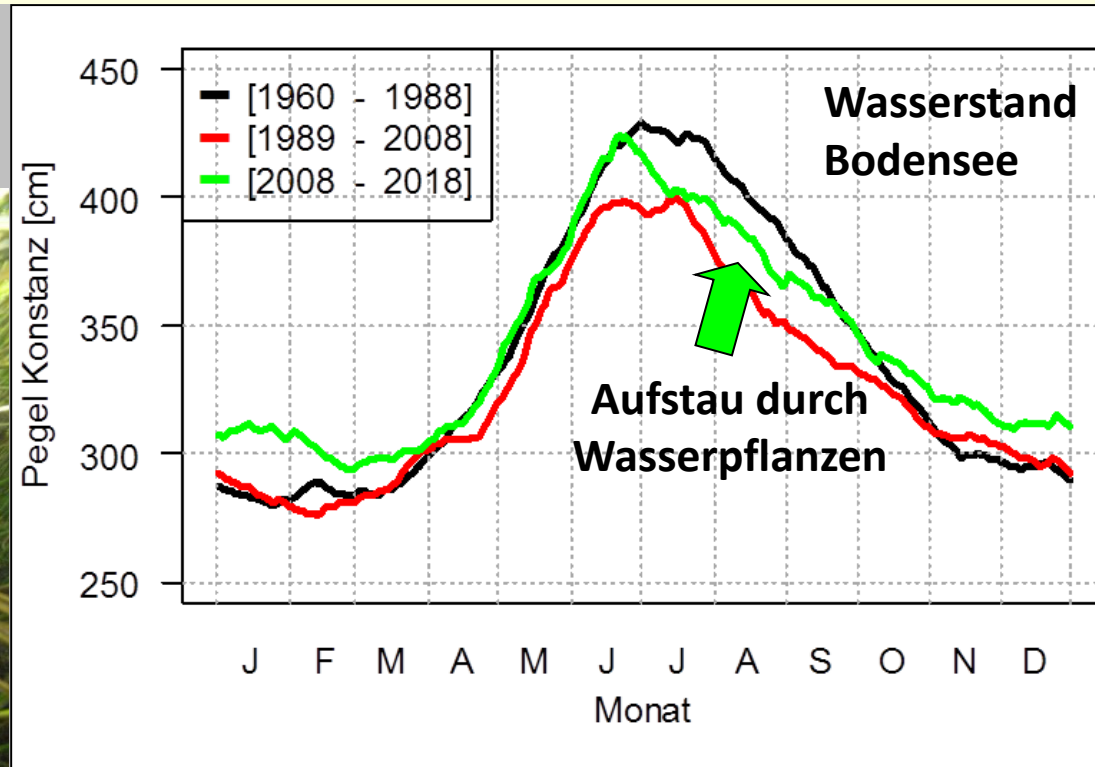
Fotos: © John Hessescherdt, Kerstin Bittner

Klimawandel am Bodensee

Le lac de Constance et le changement climatique

Hydrologische Veränderungen

Seit wenigen Jahren vermehrt
Aufstau durch Wasserpflanzen



Klimawandel in „kleinen Seen“

Les « petits lacs » et le changement climatique



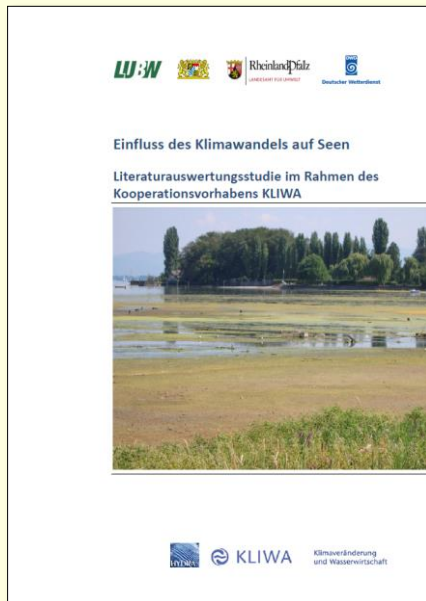
Klimawandel in „kleinen Seen“

Les « petits lacs » et le changement climatique

„Kleine Seen“ sind

- anders als große Seen
- und sehr unterschiedlich

Literaturstudie (KLIWA)
„Einfluss des Klimawandels
auf Seen“



Unterschiede

Größe, Tiefe, Einzugsgebiete,
Zuflussmenge, Wasserqualität,
Nährstoffe, Höhenlage,
Windeinfluss, Eisbedeckung,
Tier- und Pflanzenwelt, ...

Foto: © Kerstin Birmer

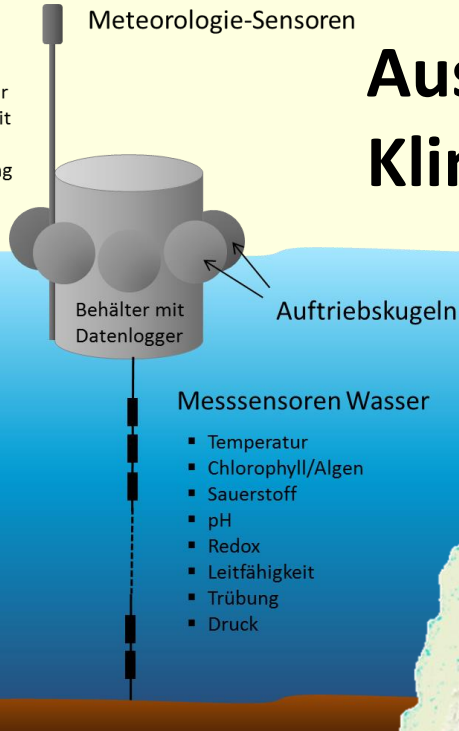


Klimawandel in „kleinen Seen“

Les « petits lacs » et le changement climatique

- Windrichtung
- Windstärke
- Regen
- Lufttemperatur
- Luftfeuchtigkeit
- Luftdruck
- Globalstrahlung

Meteorologie-Sensoren

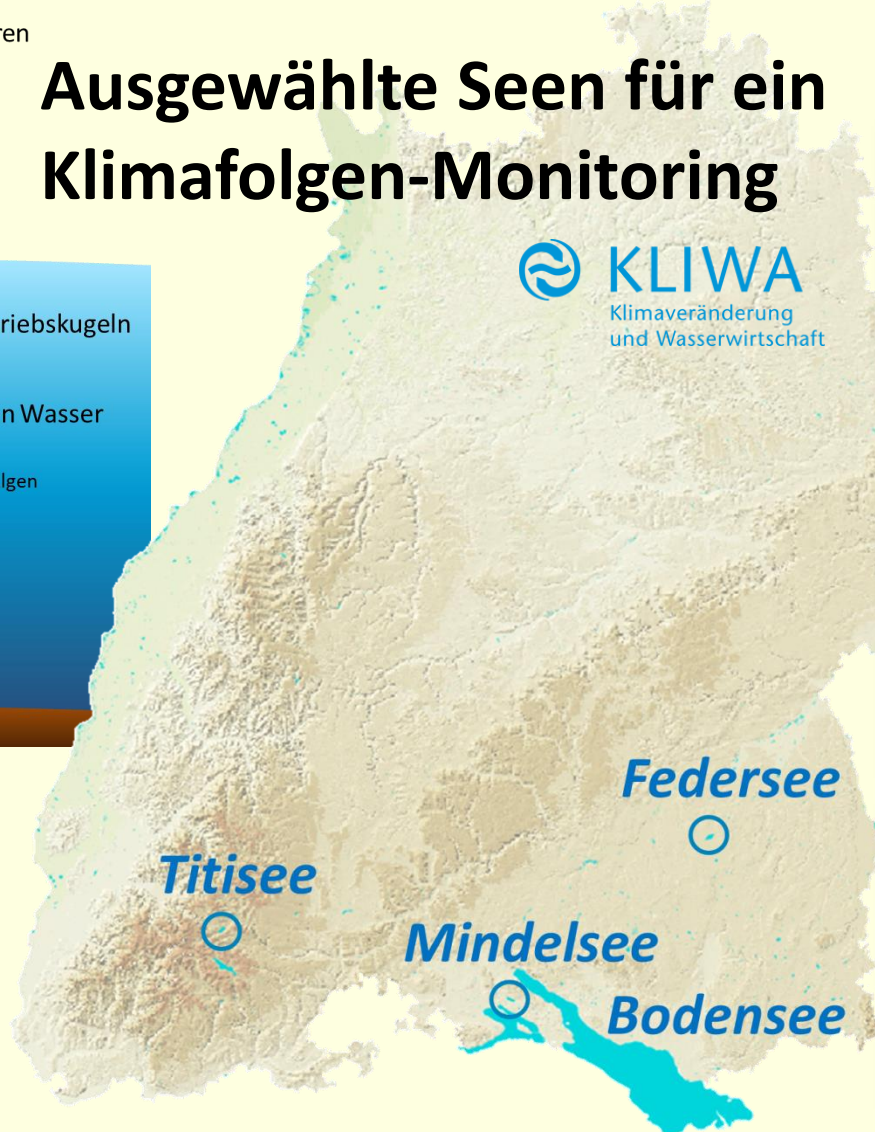


Messsensoren Wasser

- Temperatur
- Chlorophyll/Algen
- Sauerstoff
- pH
- Redox
- Leitfähigkeit
- Trübung
- Druck

Ausgewählte Seen für ein Klimafolgen-Monitoring

 **KLIWA**
Klimaveränderung
und Wasserwirtschaft



Topographische Karte: LGL

LUBW



LUBW

Résumé

Seen sind vielen Veränderungen und Störeinflüssen ausgesetzt

- ... der Klimawandel hat bereits deutlichen Einfluss
- ... das Ökosystem verändert sich
- ... Gefahren und negative Folgen
z.B. Wasserqualität, Verdrängung oder Verlust von Tier- und Pflanzenarten
- ... Nutzungen können betroffen sein
z.B. Trinkwasser, Schifffahrt, Fischerei, ...

Vorsorge

- anthropogene Belastungen vermeiden / minimieren
z.B. Nährstoffbelastung, Neozoen
- Veränderungen beobachten und verstehen
Monitoring, Forschung



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Merci de votre attention!