Die rote Gefahr!

Neues zur Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*)

Deborah Knapp, Martina Schalch, Thomas Posch

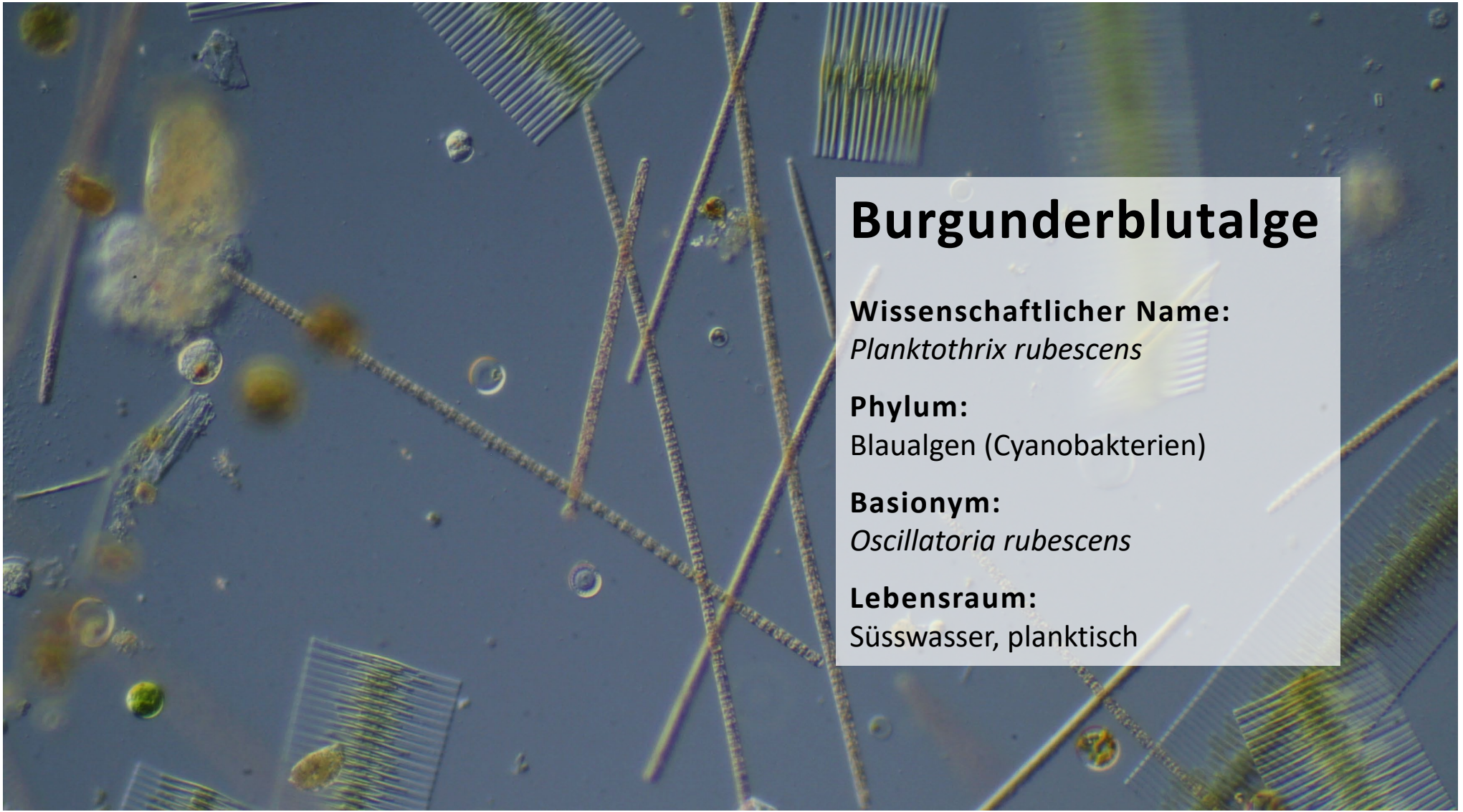
Limnologische Station Kilchberg, Universität Zürich

SeeWandel

Life in Lake Constance – the past, present and future

University of Zurich[UZH]

LIMNO Station



Burgunderblutalge

Wissenschaftlicher Name:
Planktothrix rubescens

Phylum:
Blaualgen (Cyanobakterien)

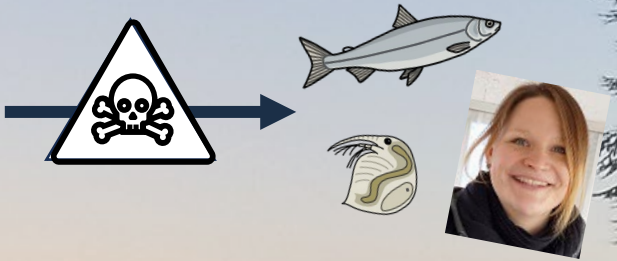
Basionym:
Oscillatoria rubescens

Lebensraum:
Süsswasser, planktisch

Cyanobakterien Giftstoffe

Cyanobakterien Giftstoffe

Microcystin



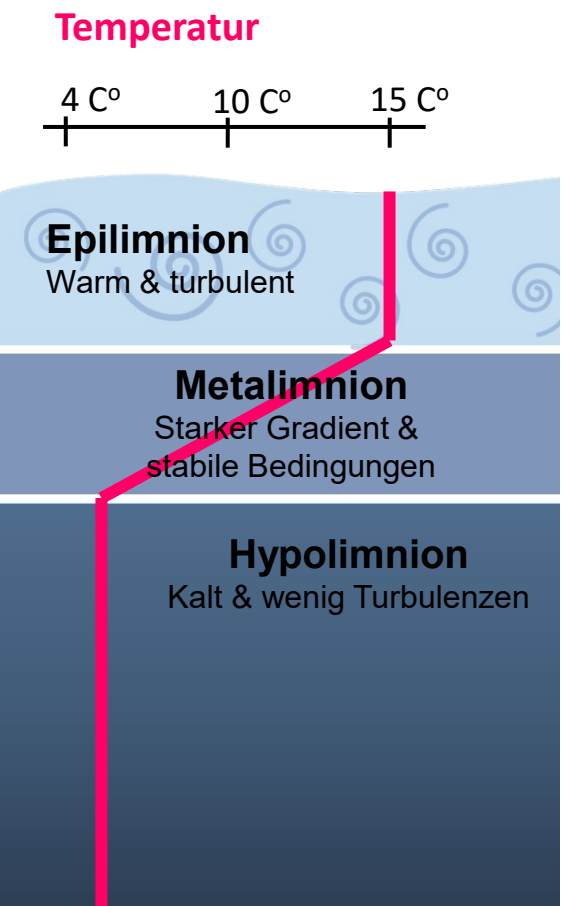
Limnologie des Zürichsee

Monomiktisch = Tiefenmischung einmal im Jahr

- z_{max}: **136 m**
- Monomiktisch
- **Trinkwasser,** Fischerei, Transport, Erholung, Kläranlagen
- Eutrophierung Mitte des 20 Jahrhunderts
- Heute: Mesotroph
- **Seenerwärmung:** Stärkere Schichtung und abgeschwächte Tiefenmischung

Schichtung und Mixis

Wärmeres Wasser hat eine geringere Dichte und mehr Auftrieb

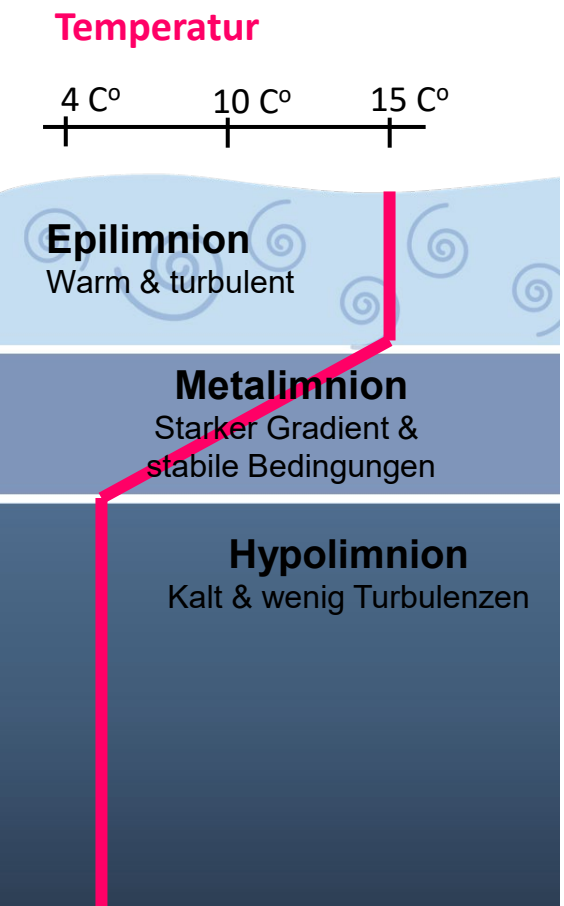


Warme Monate

Die Erwärmung des Oberflächenwasser ermöglicht die Dichteschichtung

Schichtung und Mixis

Wärmeres Wasser hat eine geringere Dichte und mehr Auftrieb

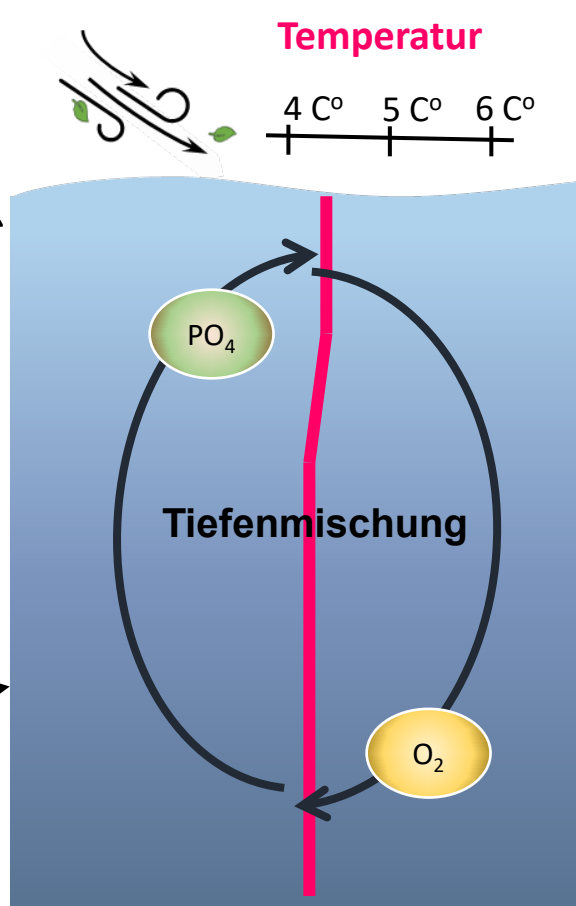


Warme Monate

Die Erwärmung des Oberflächenwasser ermöglicht die Dichteschichtung

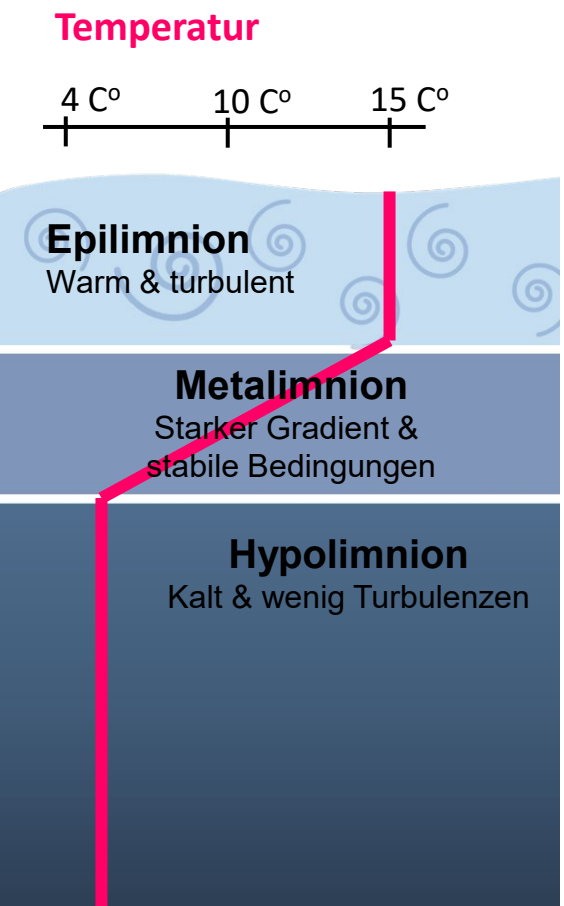
Kalte Monate

Die Abkühlung des Oberflächenwassers ermöglicht eine Durchmischung



Schichtung und Mixis

Wärmeres Wasser hat eine geringere Dichte und mehr Auftrieb

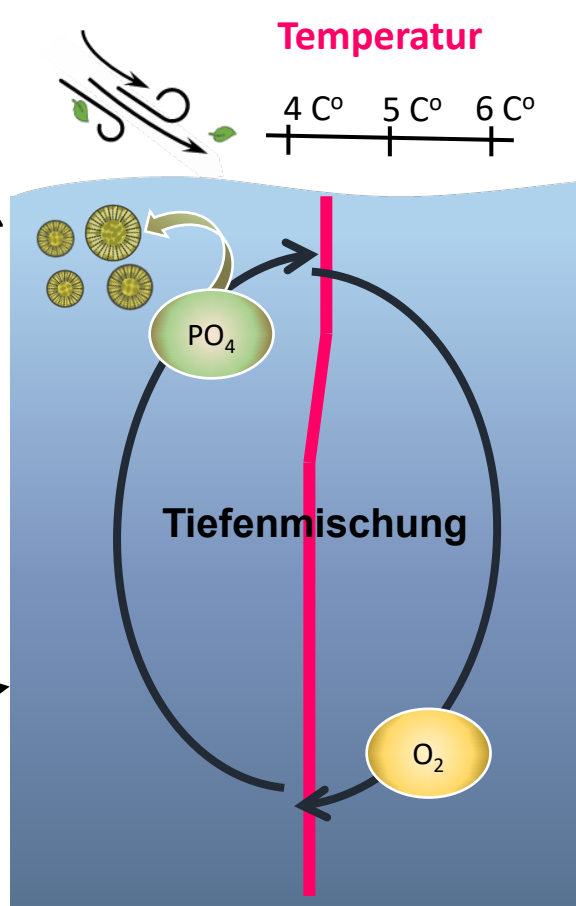


Warme Monate

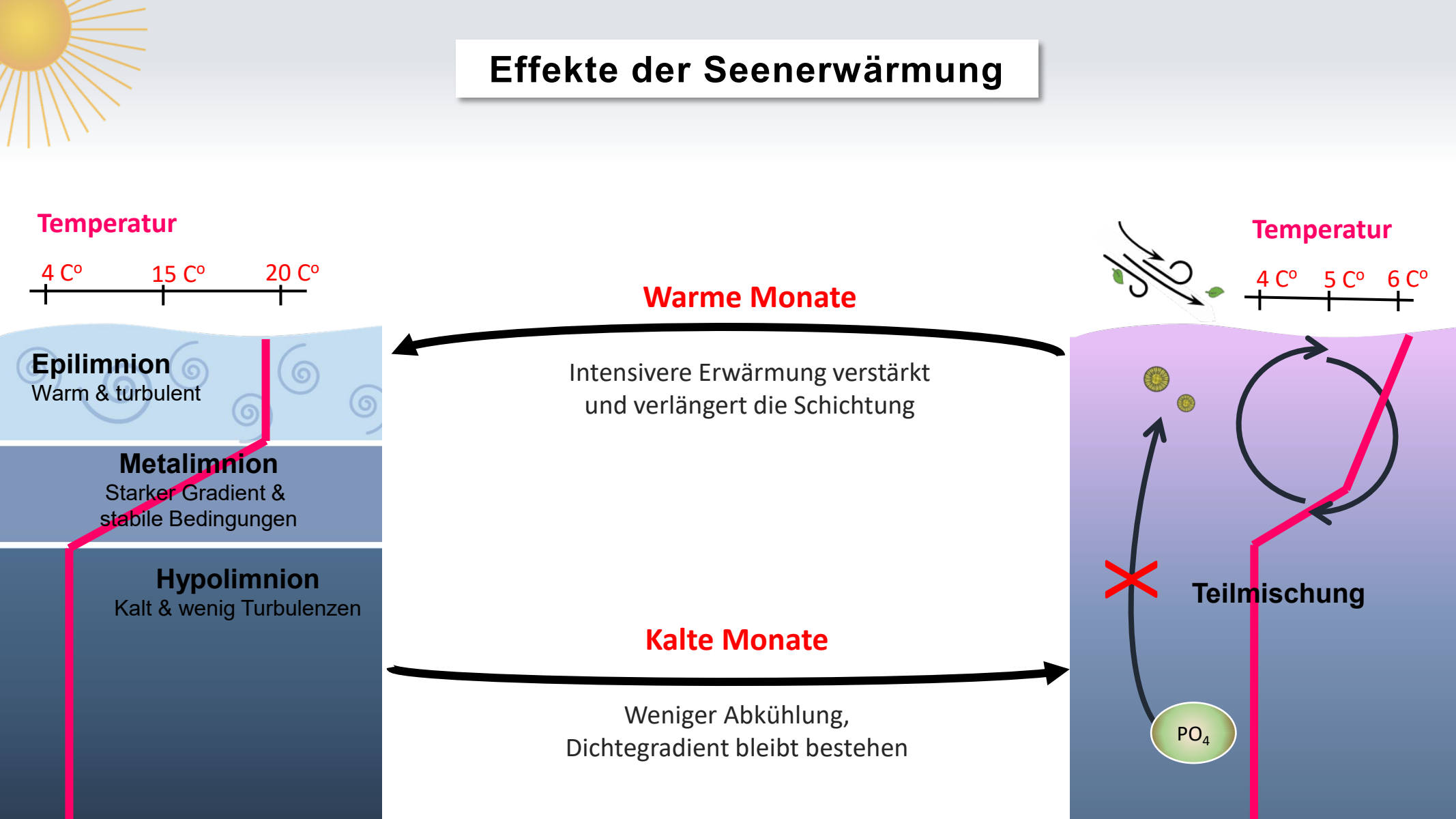
Die Erwärmung des Oberflächenwasser ermöglicht die Dichteschichtung

Kalte Monate

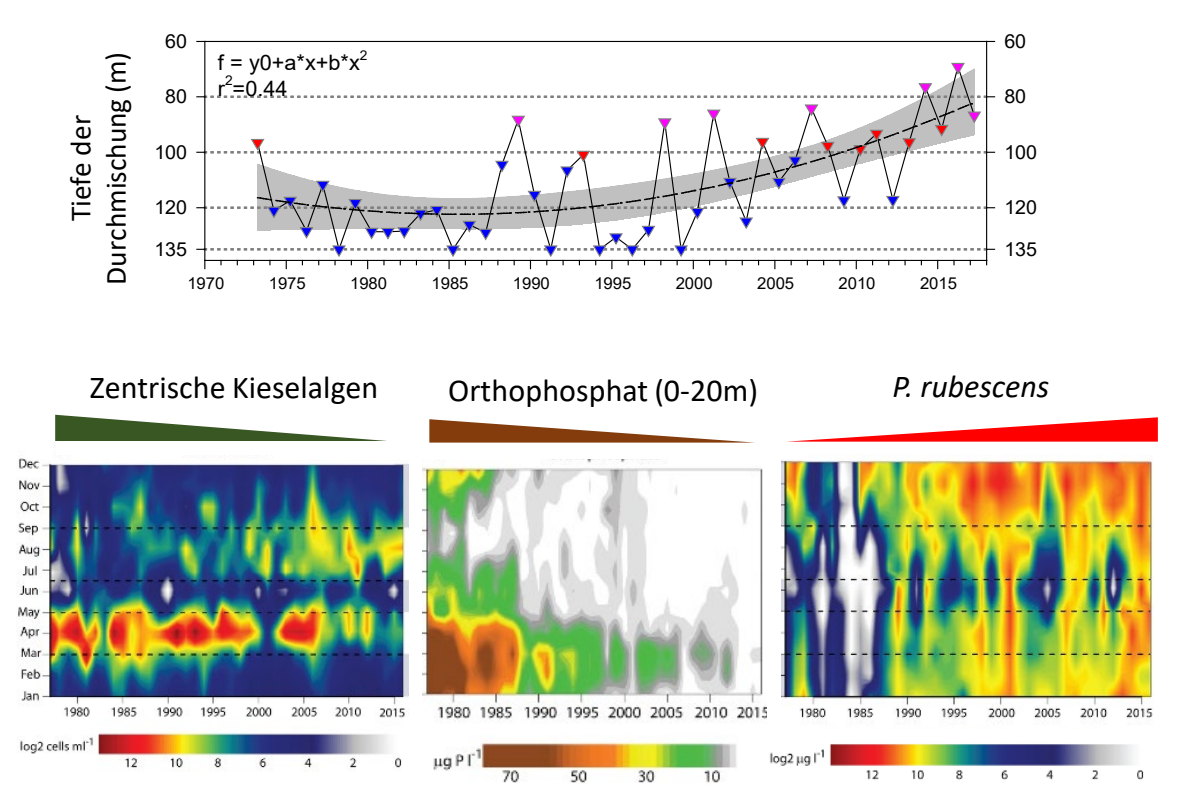
Die Abkühlung des Oberflächenwassers ermöglicht eine Durchmischung



Effekte der Seenerwärmung

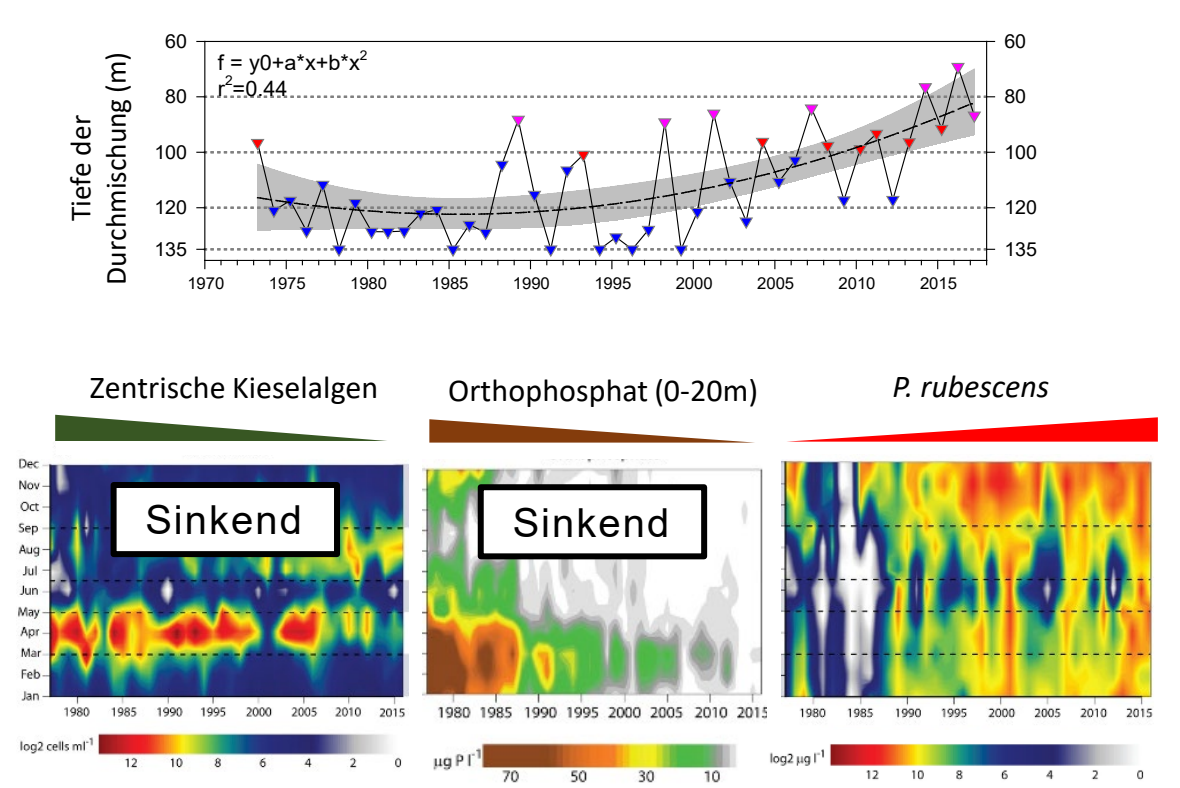


Auswirkungen von Teilmischungen im Zürichsee



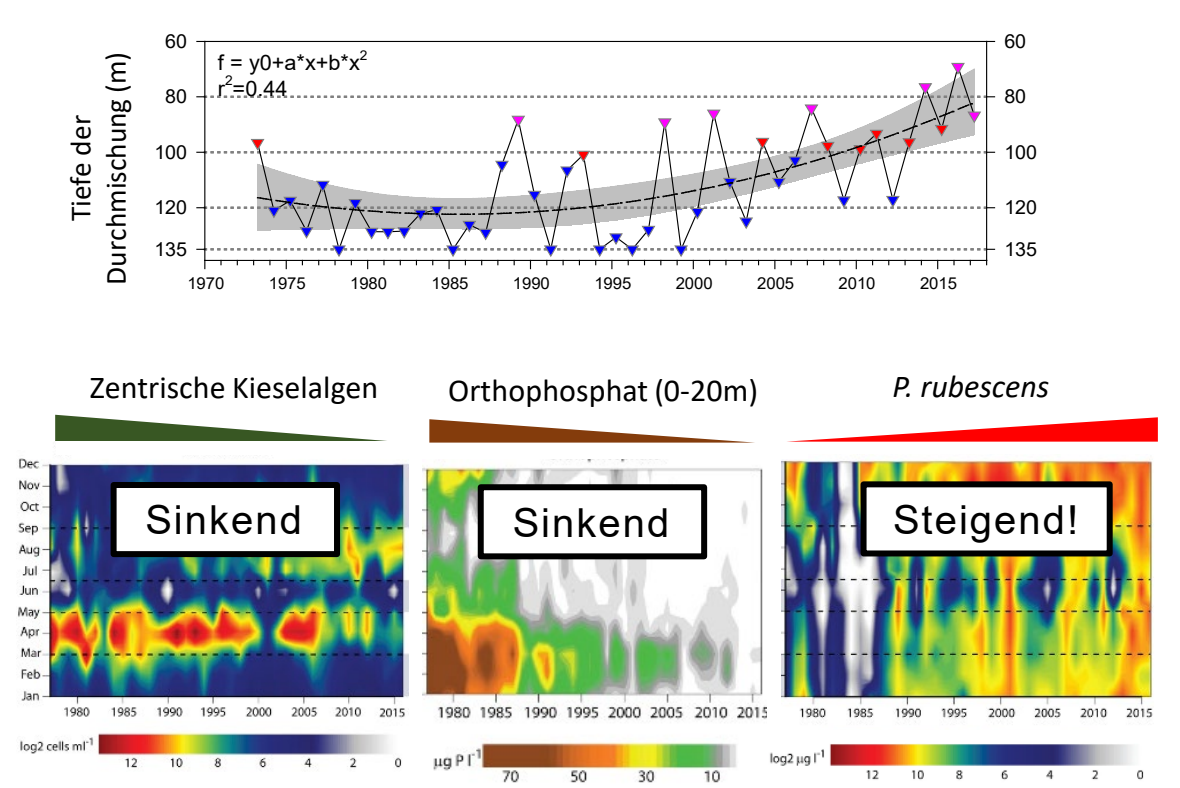
Yankova et al. (2017) Scientific Reports

Auswirkungen von Teilmischungen im Zürichsee



Yankova et al. (2017) Scientific Reports

Auswirkungen von Teilmischungen im Zürichsee

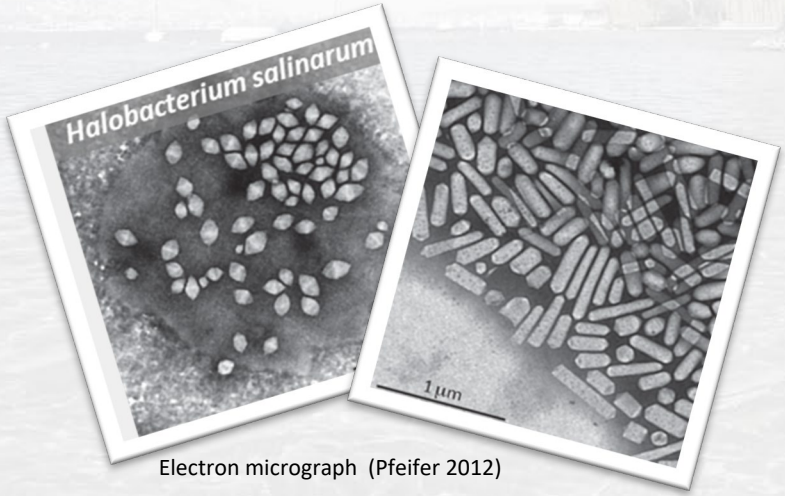


Yankova et al. (2017) Scientific Reports

Wichtige Eigenschaft: Gasvesikel Produktion

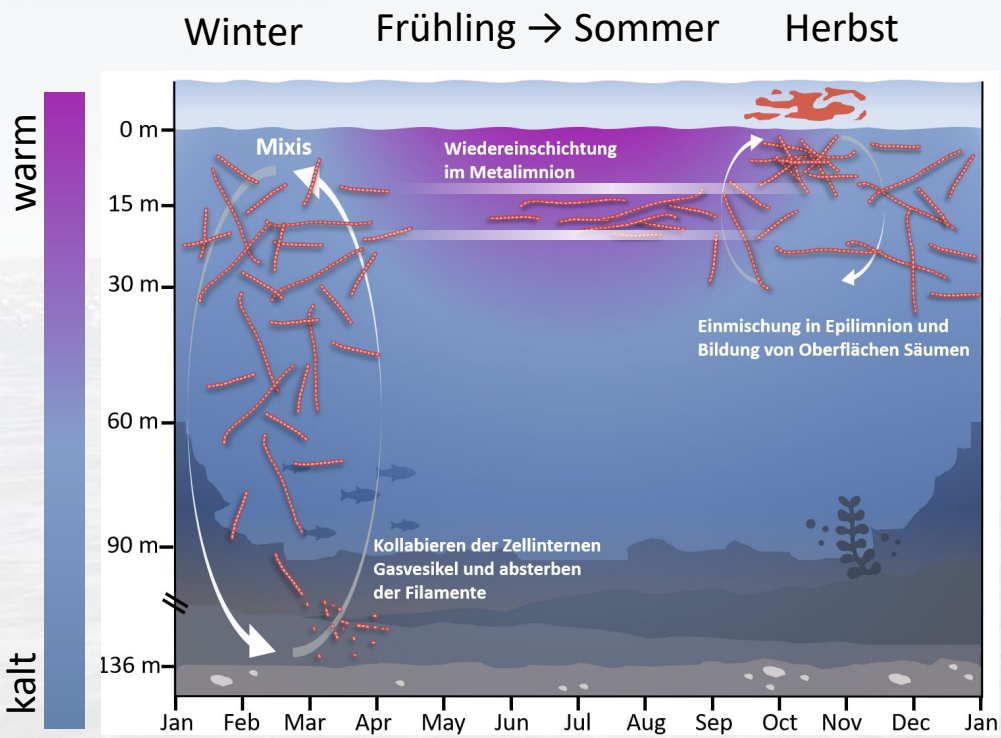
Zellinterne starre und gasgefüllte Strukturen, die eine aktive Auftriebsregulierung ermöglichen

→ **Entscheidender Faktor für die Ökologie und den Erfolg von *P. rubescens***

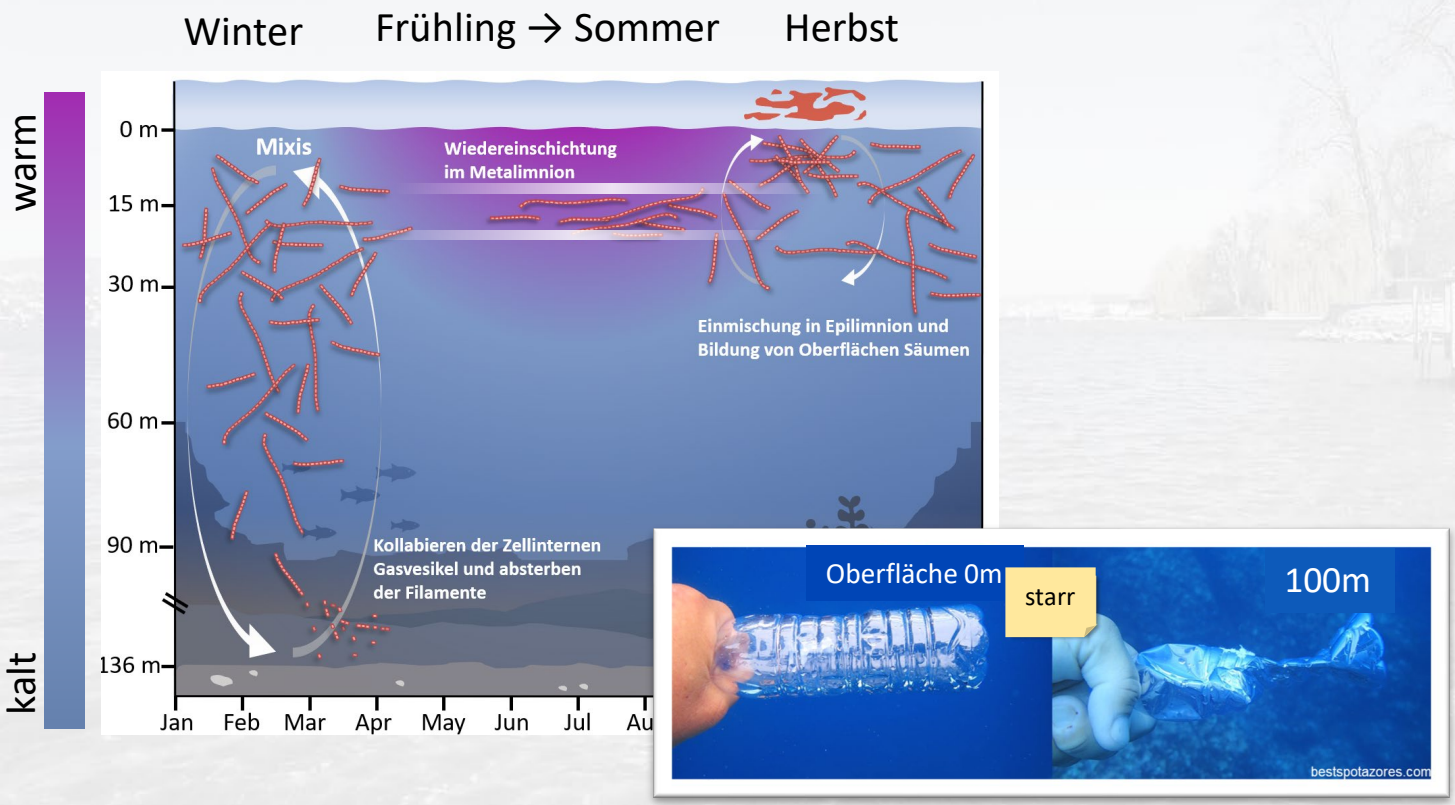


Electron micrograph (Pfeifer 2012)

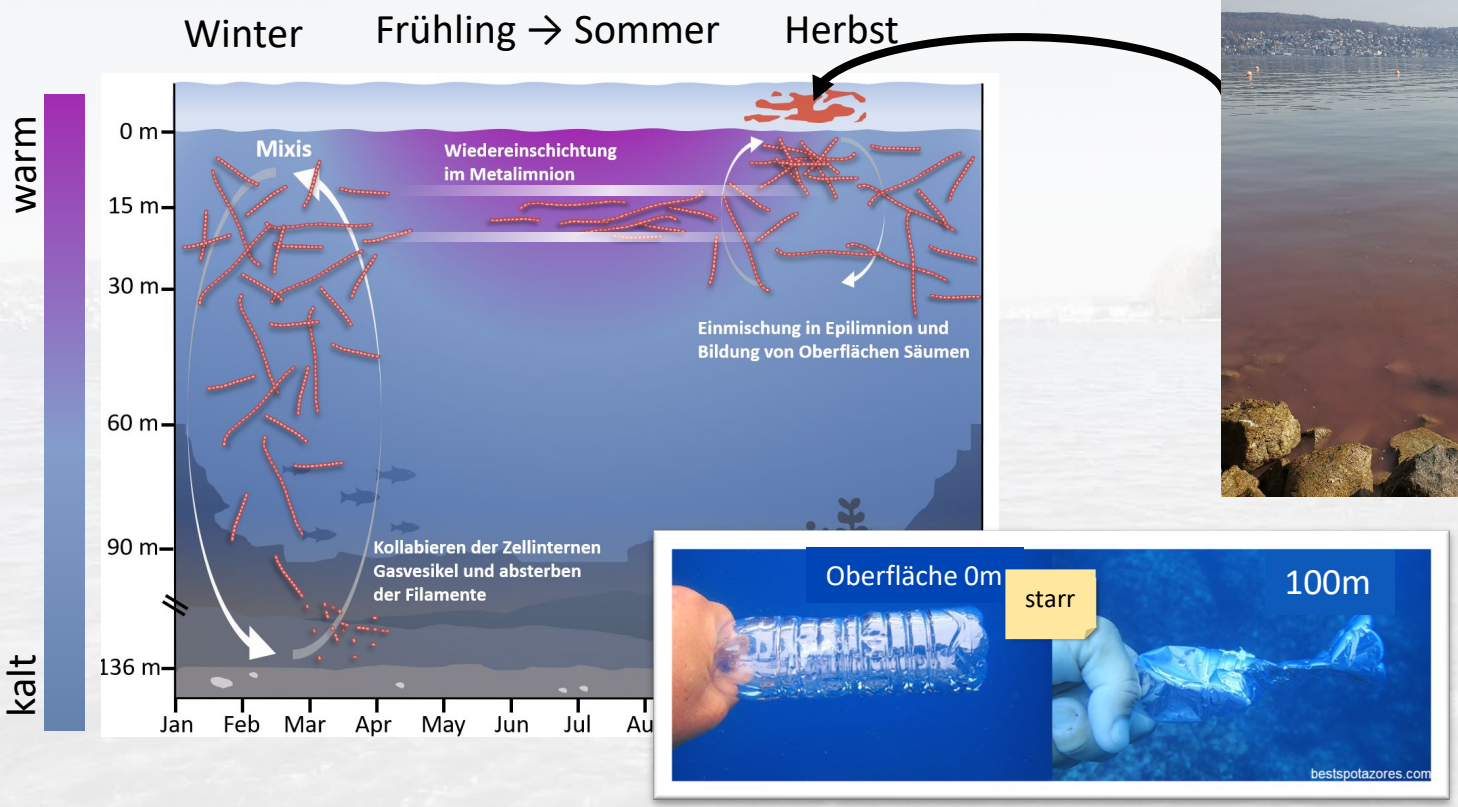
Populationsdynamik von *P. rubescens*

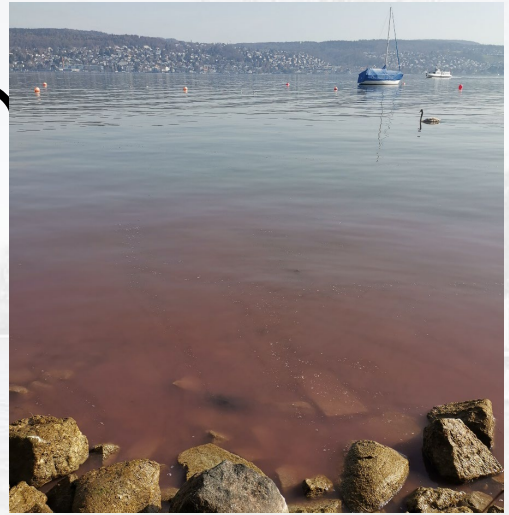


Populationsdynamik von *P. rubescens*

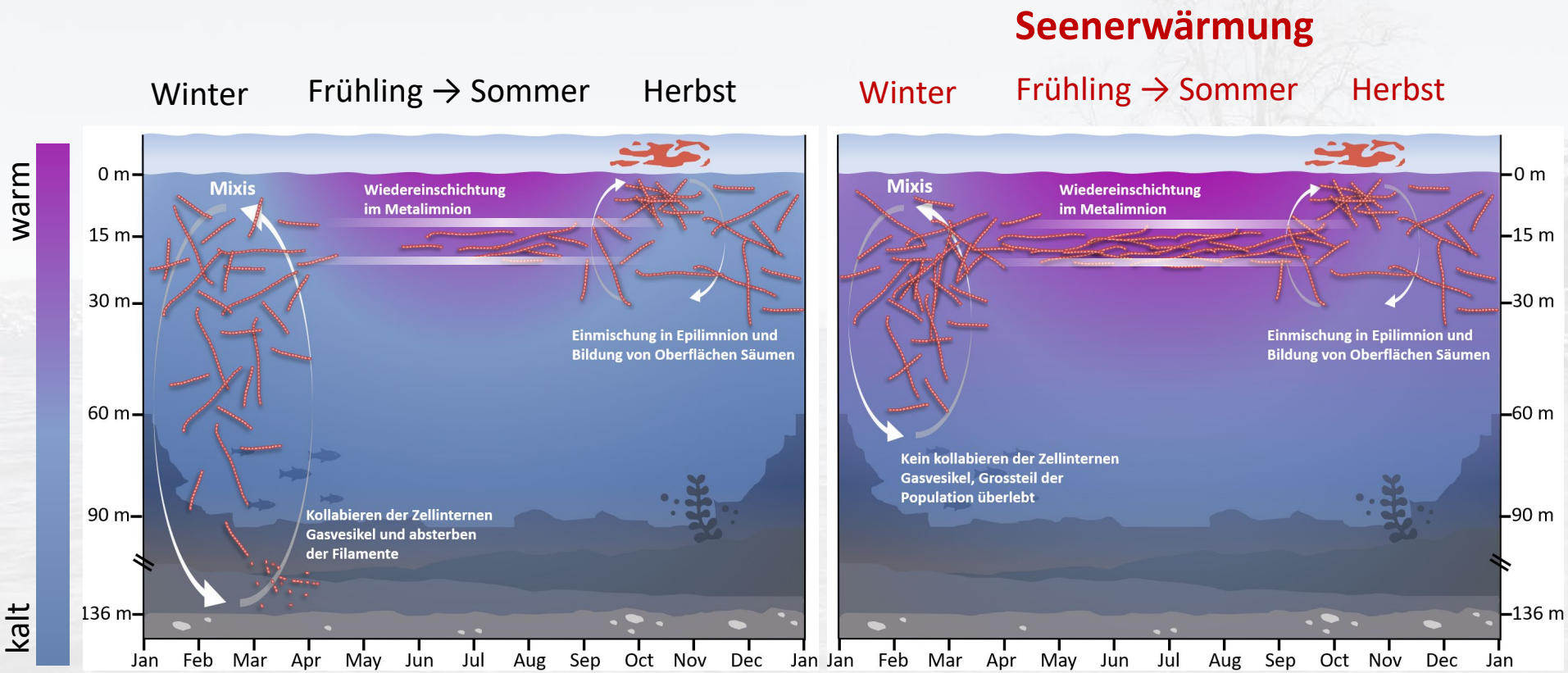


Populationsdynamik von *P. rubescens*

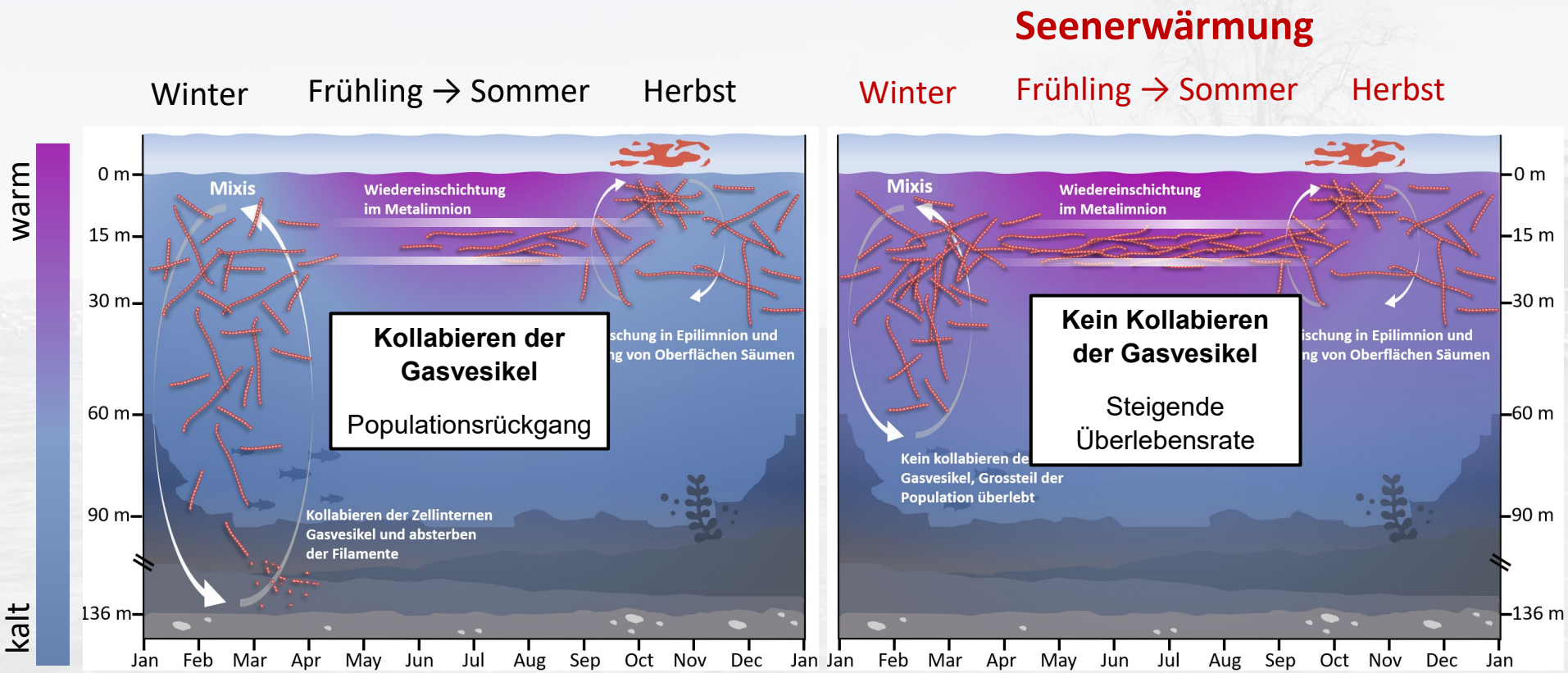




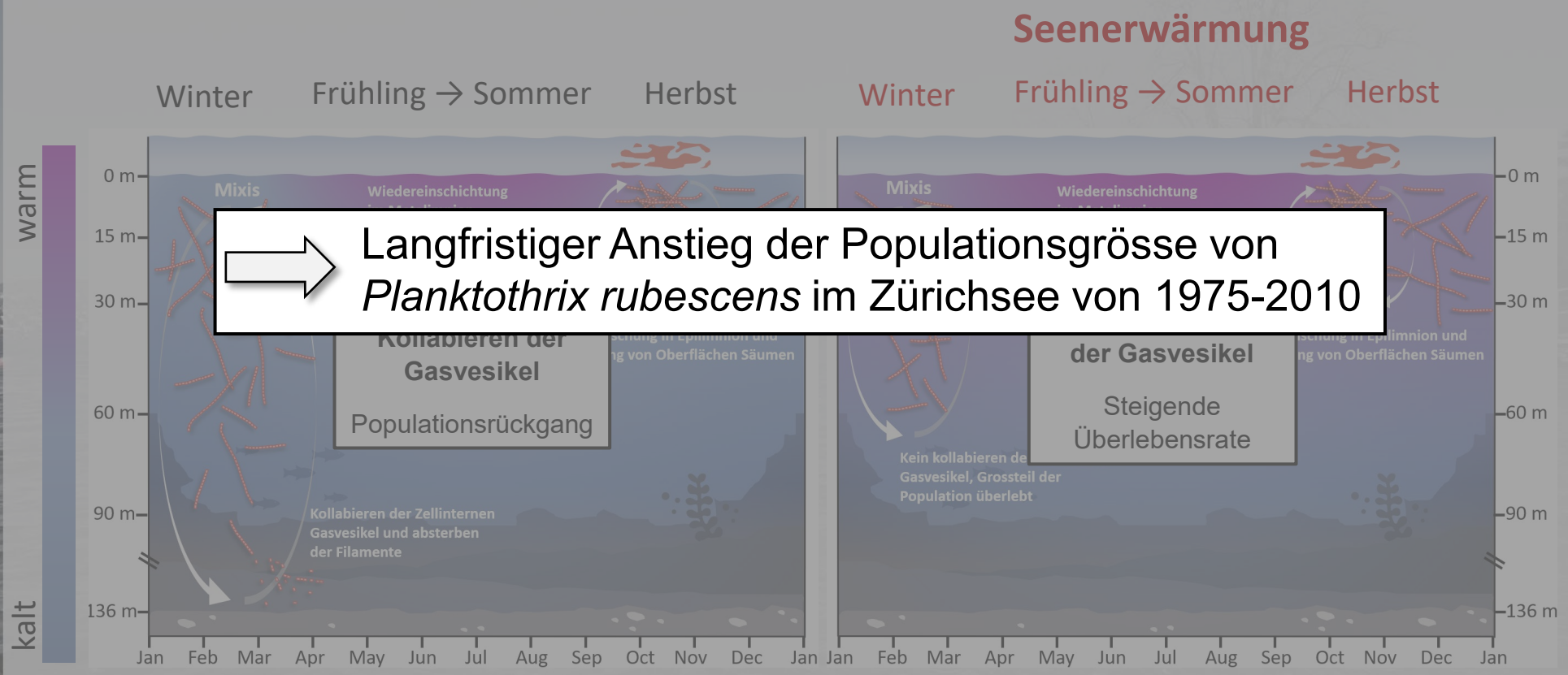
Populationsdynamik: Klimawandel



Populationsdynamik: Klimawandel



Populationsdynamik: Klimawandel

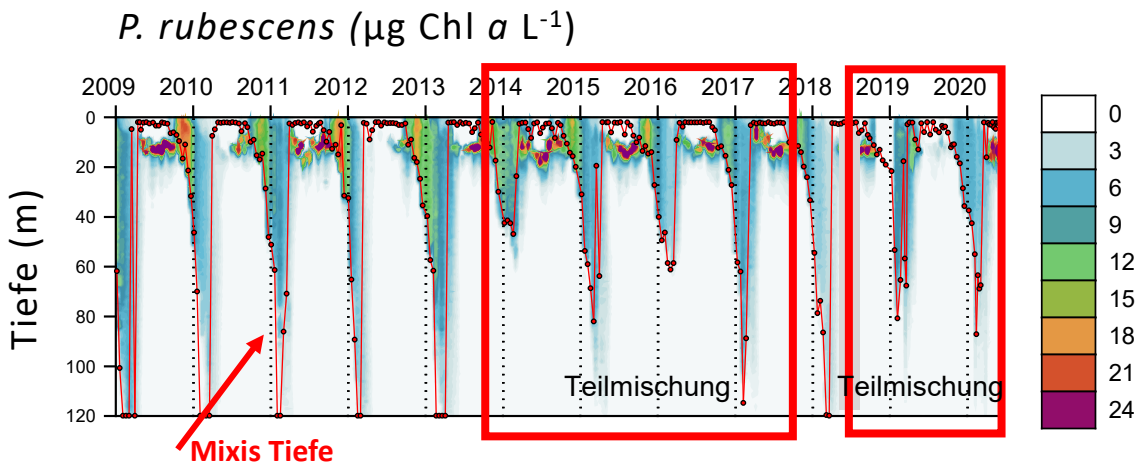


Langfristiger Anstieg der Populationsgrösse von *Planktothrix rubescens* im Zürichsee von 1975-2010

Effekte auf die Populationsgrösse

Häufigkeit von Teilmischungen ↑

Zürichsee



Angepasst von Knapp et al. (2021) Frontiers in Microbiology

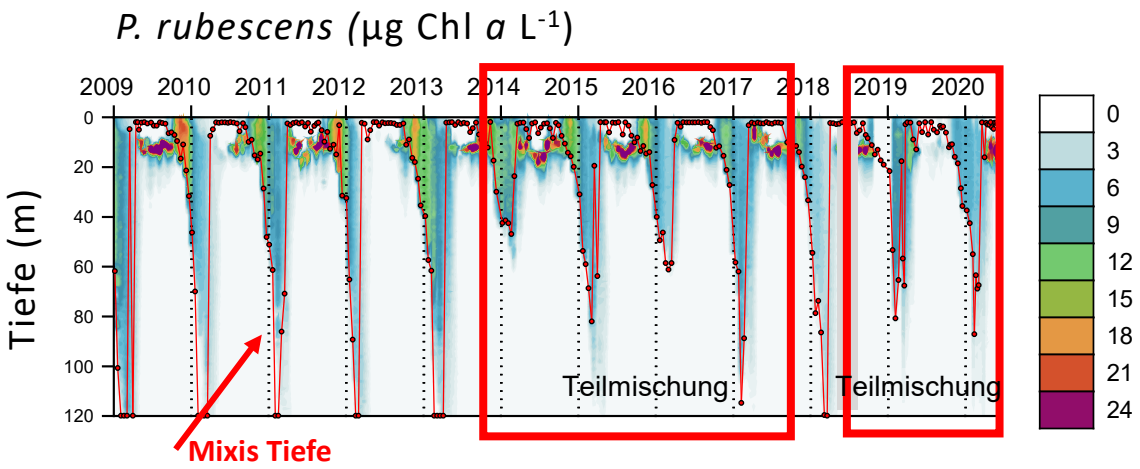
Effekte auf die Populationsgrösse

Häufigkeit von Teilmischungen ↑

Erwartung:

Die Populationsgrösse von *P. rubescens* nimmt weiter zu

Zürichsee



Angepasst von Knapp et al. (2021) Frontiers in Microbiology

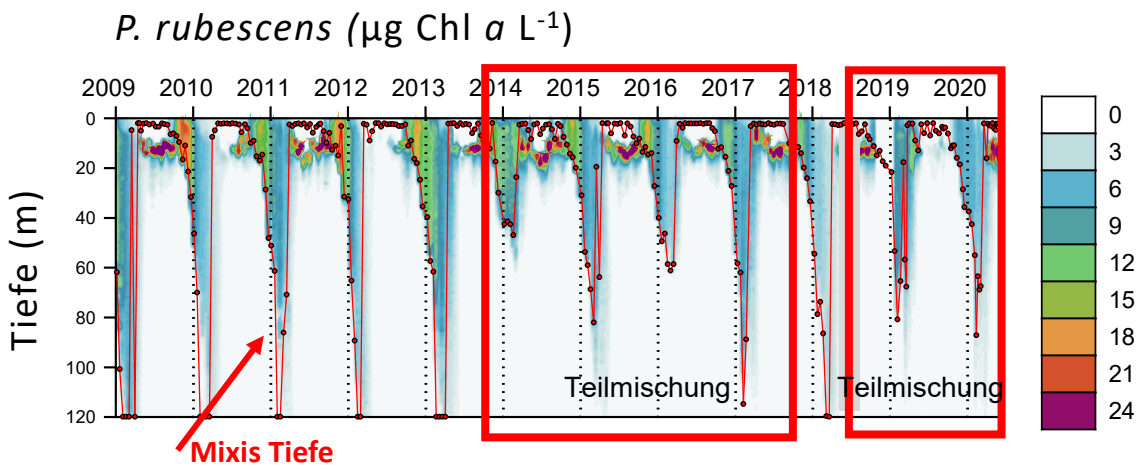
Effekte auf die Populationsgrösse

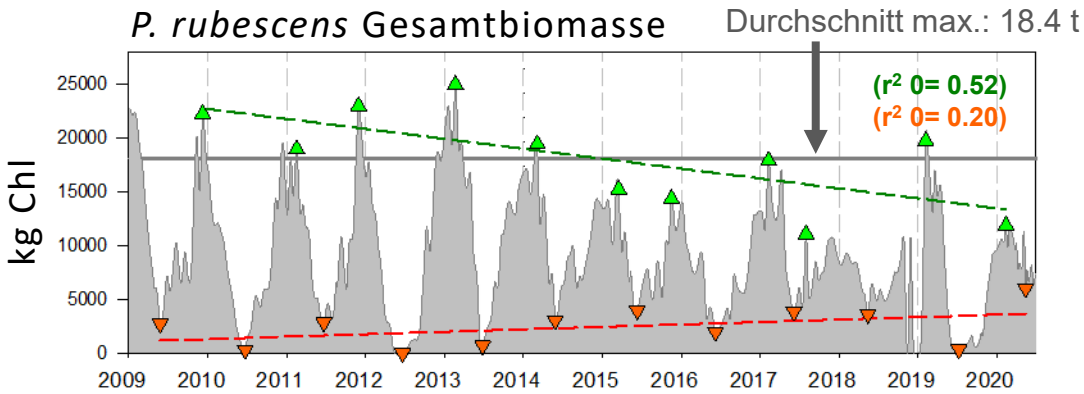
Teilmischungen führen zu höheren Ausgangspopulationen im Frühjahr

<u>aber</u>

auch zu lediglich moderatem Wachstum im weiteren Jahresverlauf

Zürichsee





Angepasst von Knapp et al. (2021) Frontiers in Microbiology

Effekte auf die Populationsgrösse

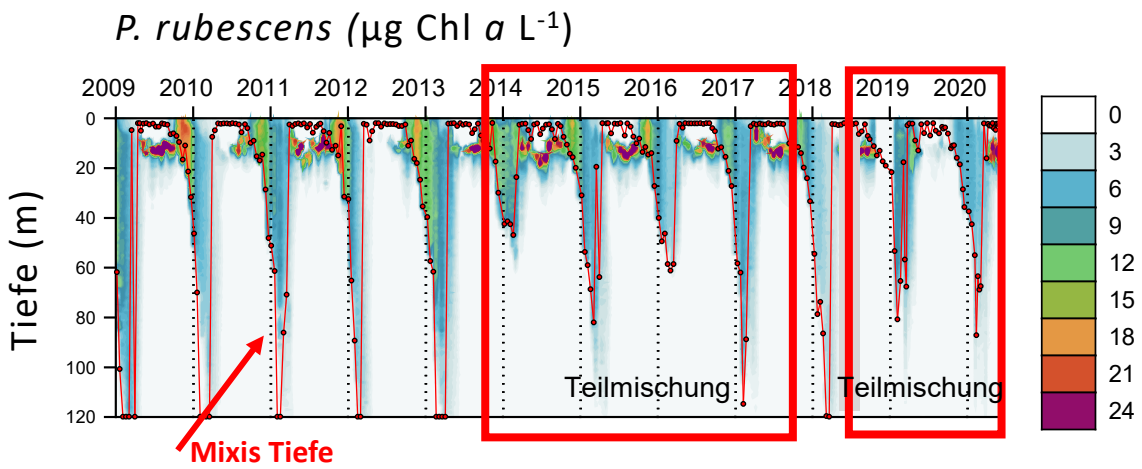
Teilmischungen führen zu höheren Ausgangspopulationen im Frühjahr

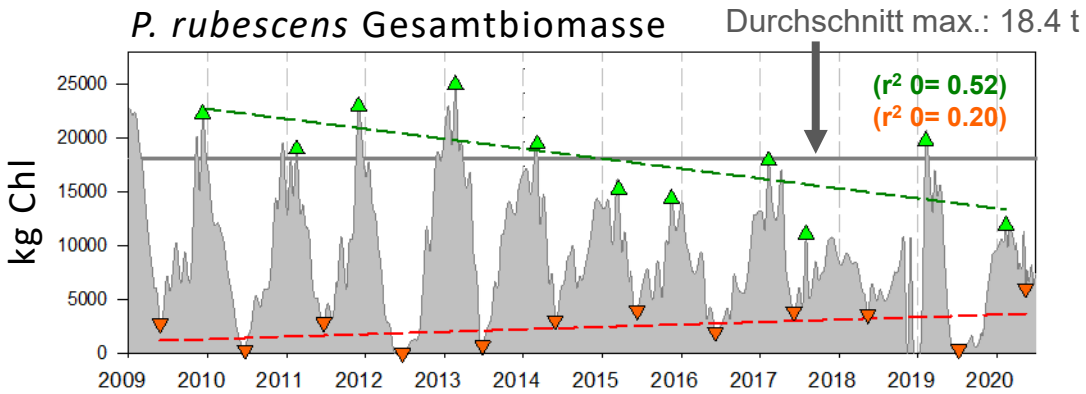
<u>aber</u>

auch zu lediglich moderatem Wachstum im weiteren Jahresverlauf

Rückgang der Populationsgrösse!

Zürichsee





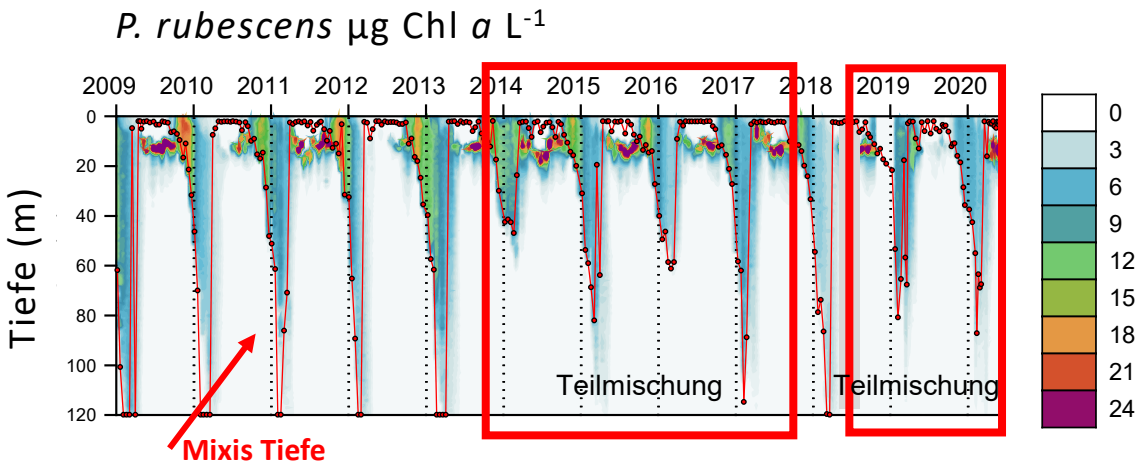
Angepasst von Knapp et al. (2021) Frontiers in Microbiology

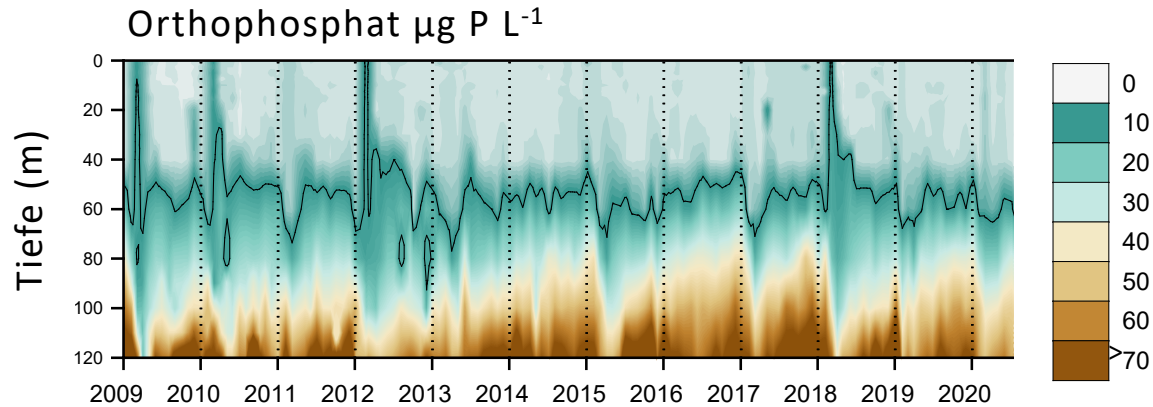
Mixis Tiefe & Orthophosphat

Teilmischungen führen zu höheren Ausgangspopulationen im Frühjahr

<u>aber</u>

auch zu lediglich moderatem Wachstum im weiteren Jahresverlauf





Angepasst von Knapp et al. (2021) Frontiers in Microbiology

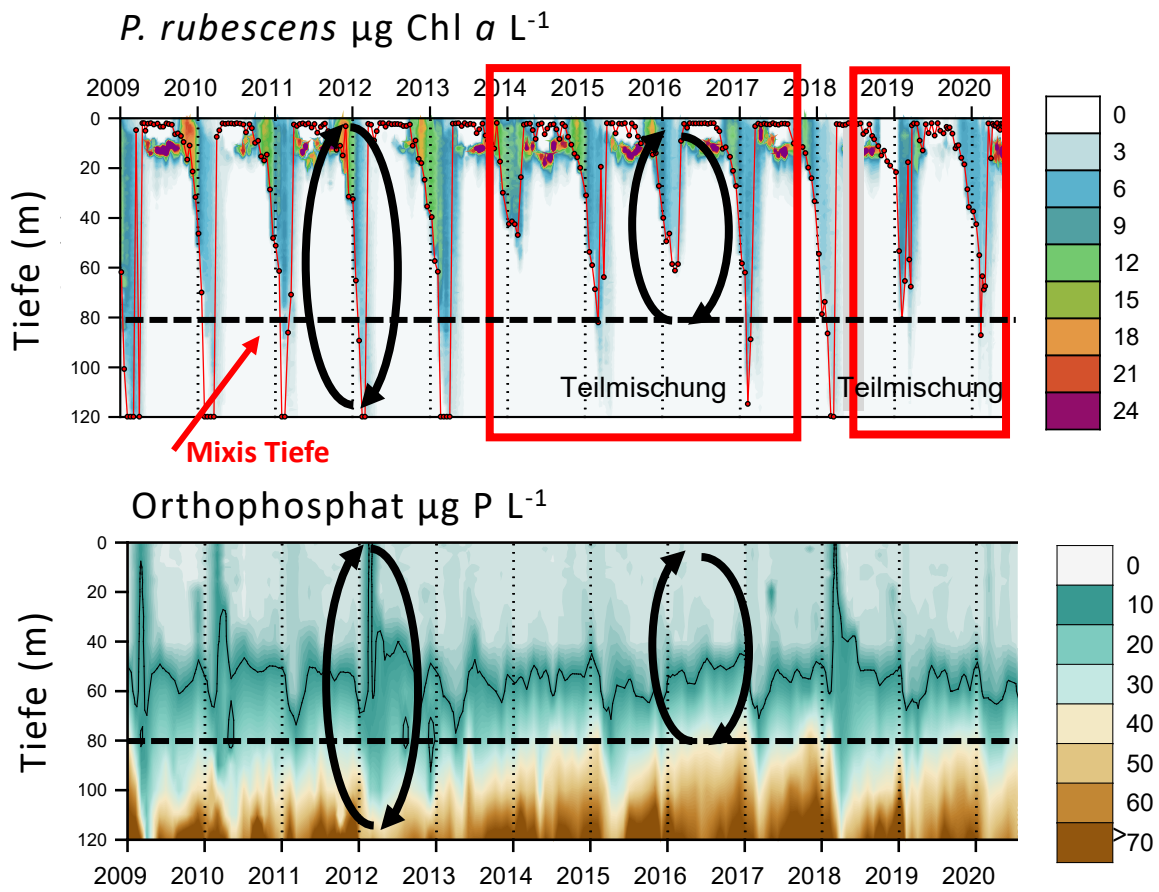
Mixis Tiefe & Orthophosphat

Teilmischungen führen zu höheren Ausgangspopulationen im Frühjahr

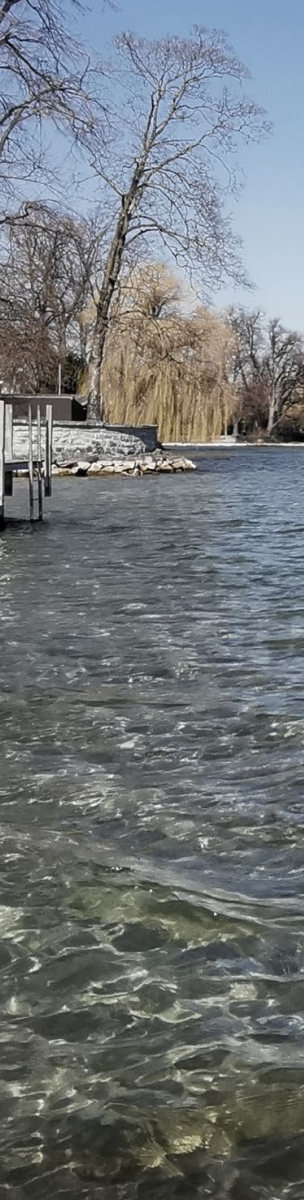
<u>aber</u>

auch zu lediglich moderatem Wachstum im weiteren Jahresverlauf

→ Nährstoff Limitation?



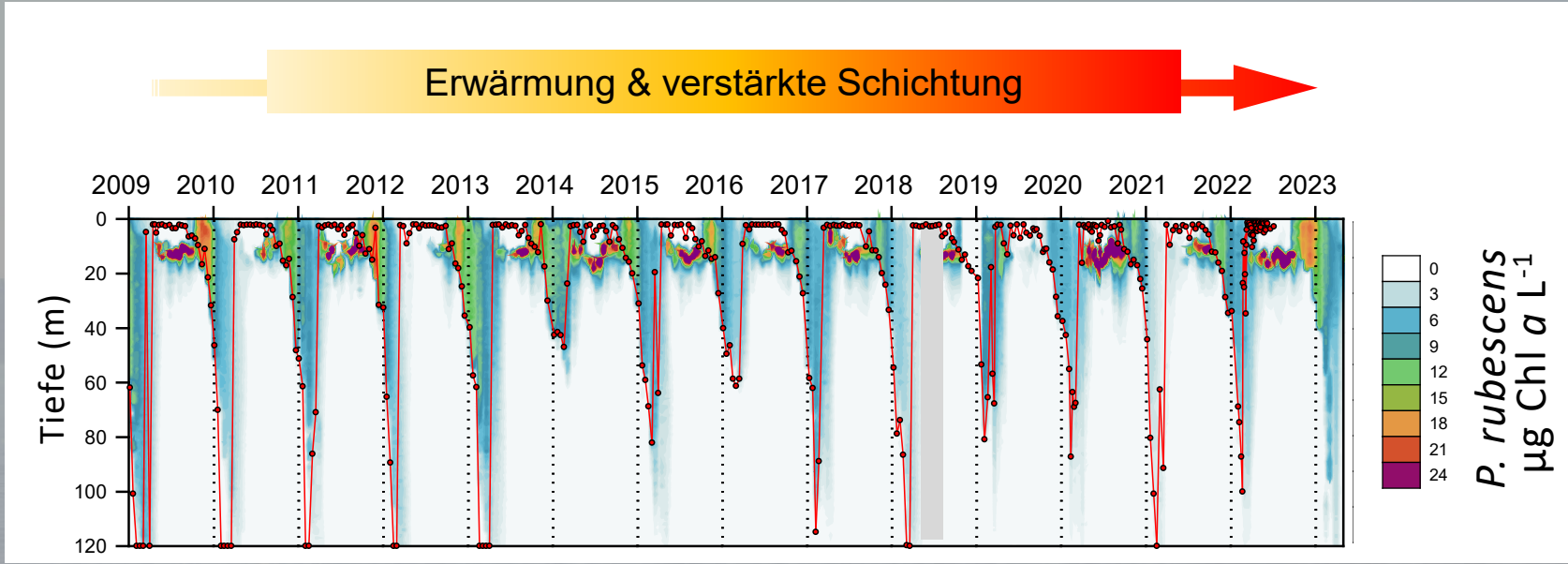
Angepasst von Knapp et al. (2021) Frontiers in Microbiology



Einflussfaktoren für *P. rubescens* Blüten

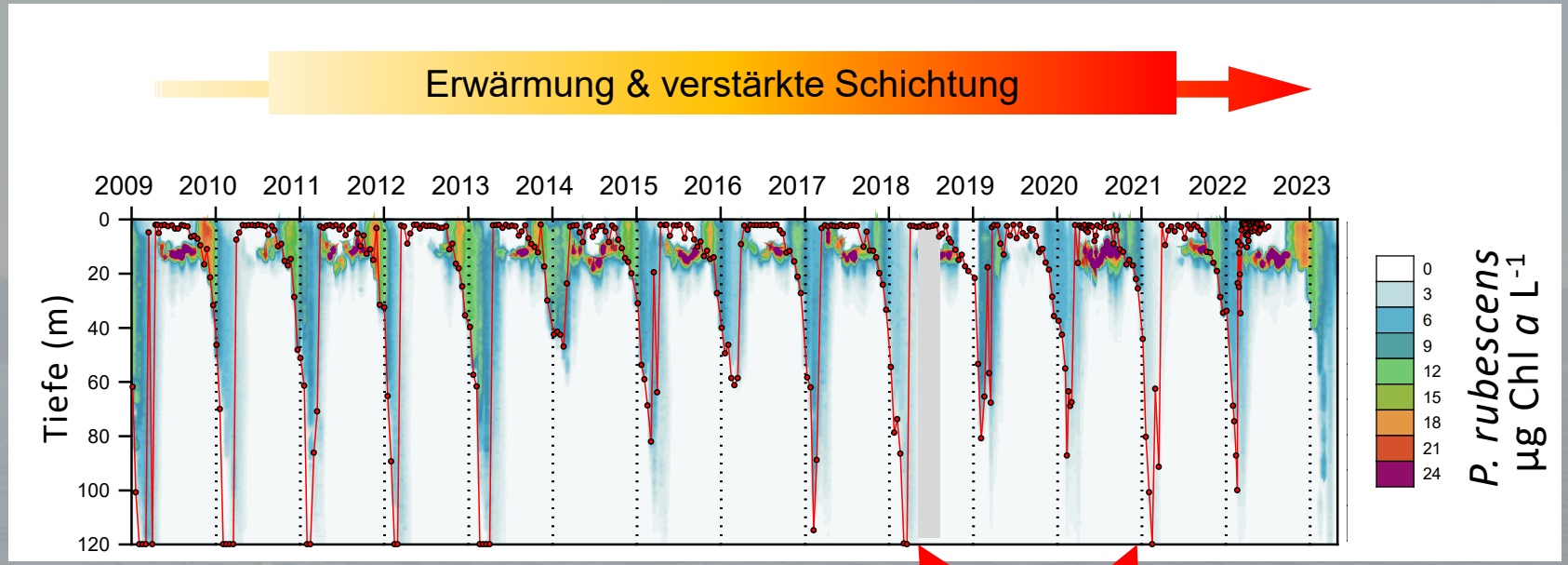
- Teilmischungen steigern die Überlebensrate
  → **aber limitieren das Wachstum der Population**
- Langanhaltende Serie von Teilmischungen
  → **führt zu schlechteren Wachstumsbedingungen**

Veränderung des Durchmischungsregimes?



Meromiktisch = Seen ohne Vollzirkulation

Veränderung des Durchmischungsregimes?

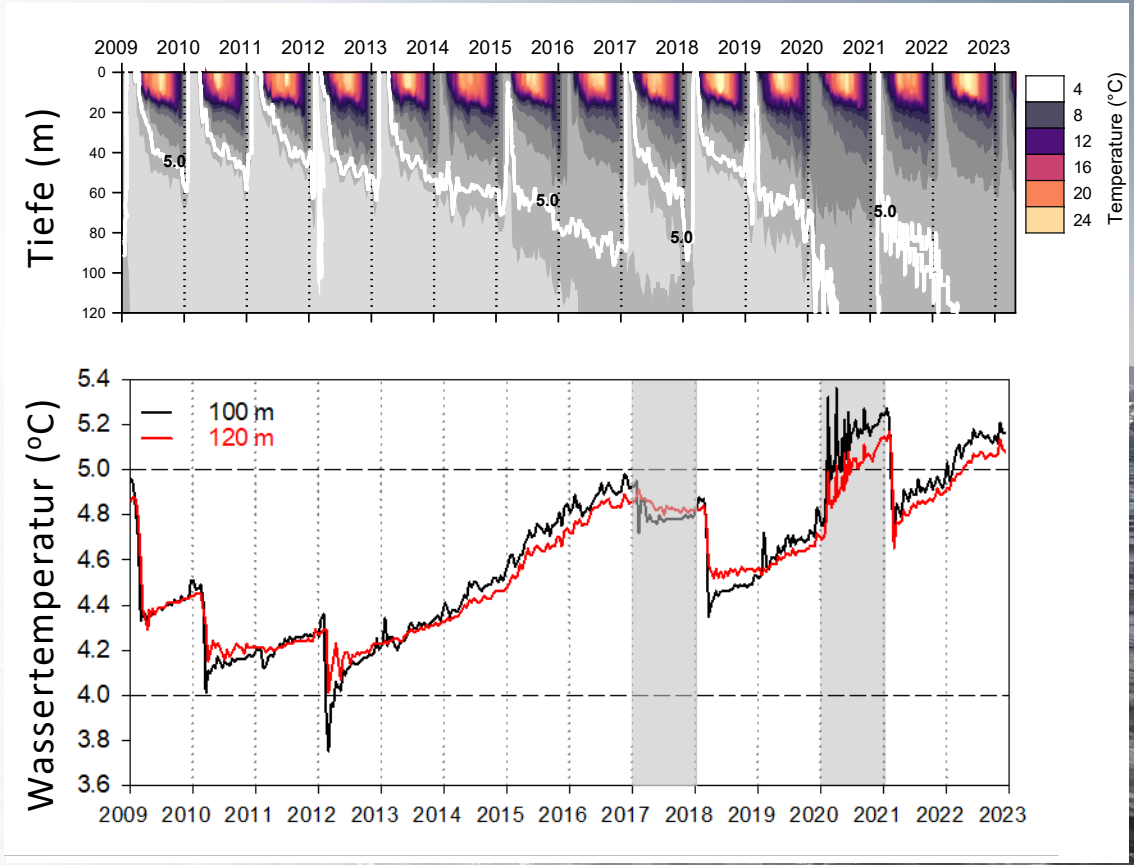


Tiefenmischungen!

Meromiktisch = Seen ohne Vollzirkulation

Erwärmung des Tiefenwassers

Die Tiefenmischung erfordert minimale Temperaturunterschiede



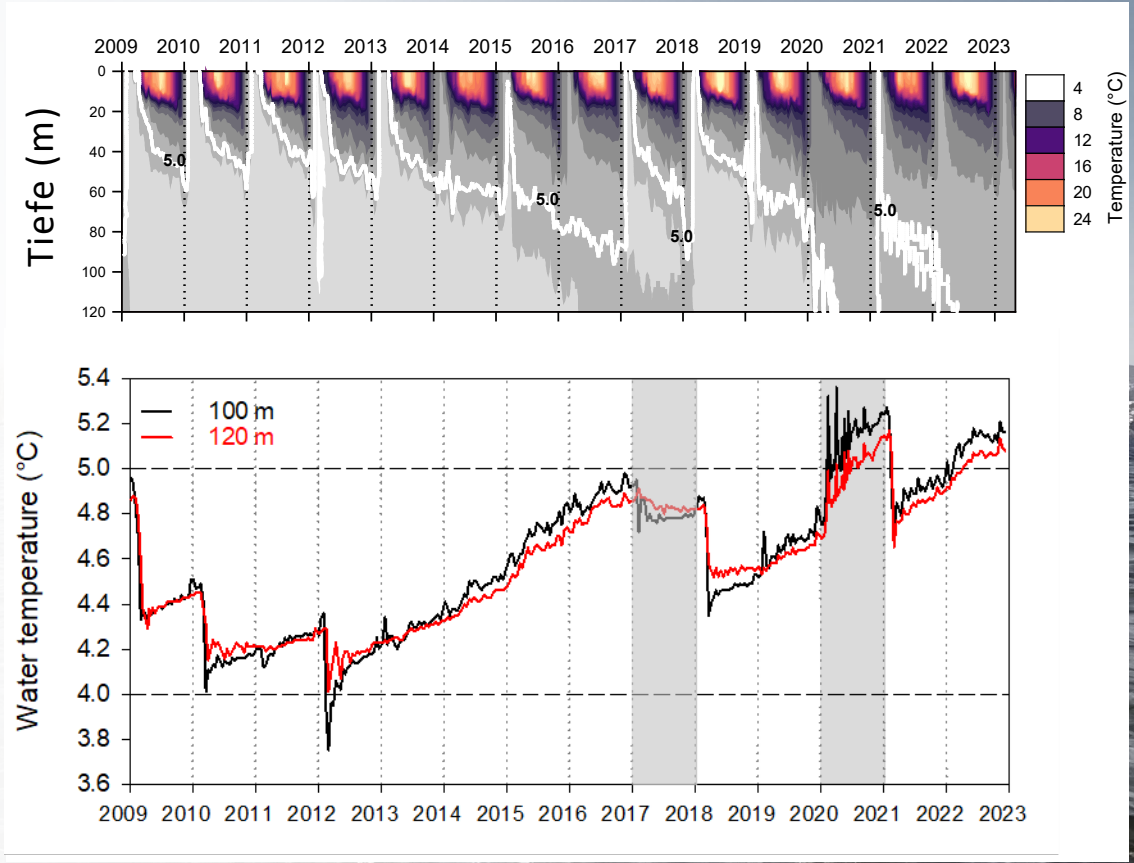
Schalch et al., in Vorbereitung

Erwärmung des Tiefenwassers

Die Tiefenmischung erfordert minimale Temperaturunterschiede

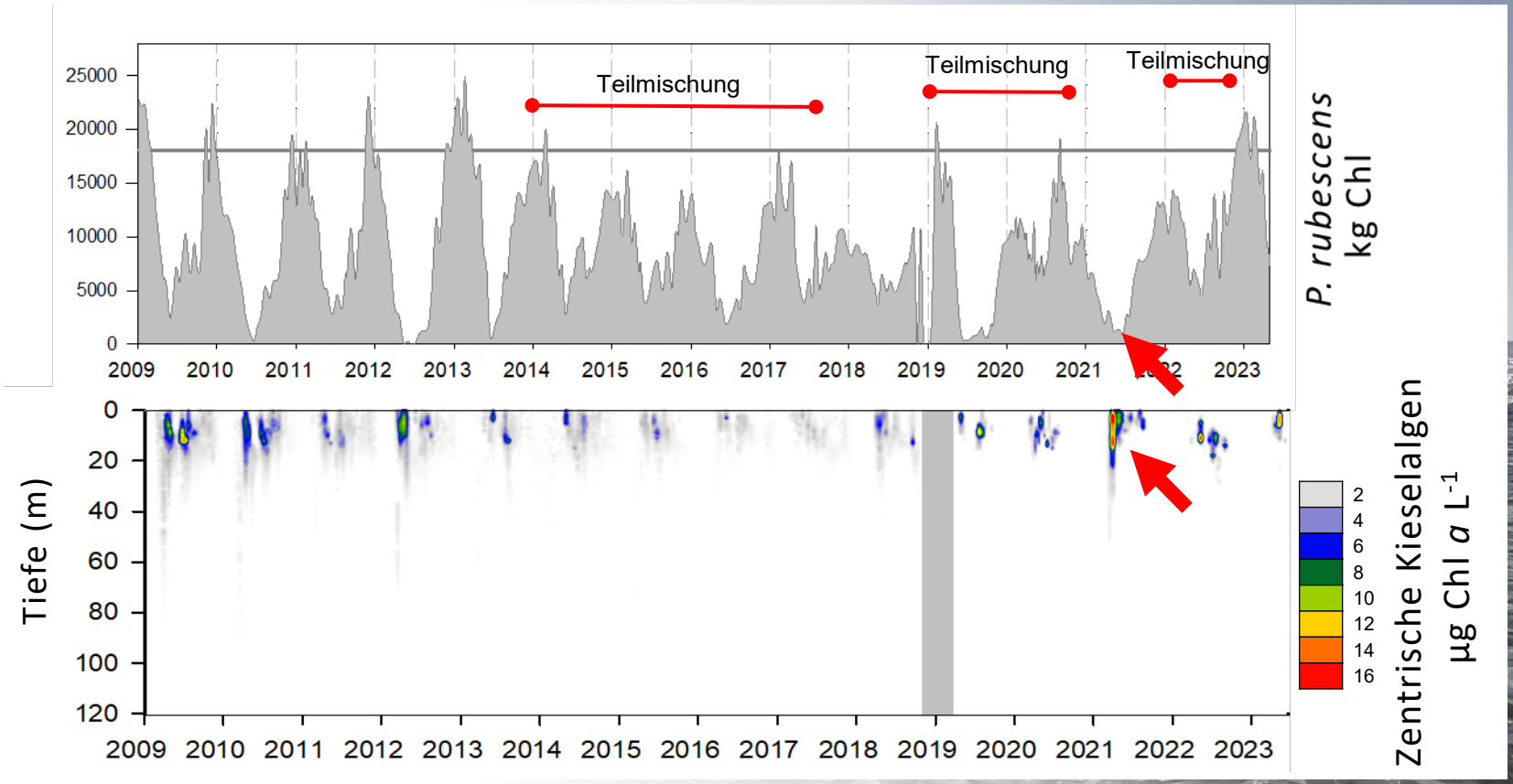
Die Erwärmung des Tiefenwassers fördert erneut die Tiefenmischung <u>aber</u>

Bei höheren Temperaturen!

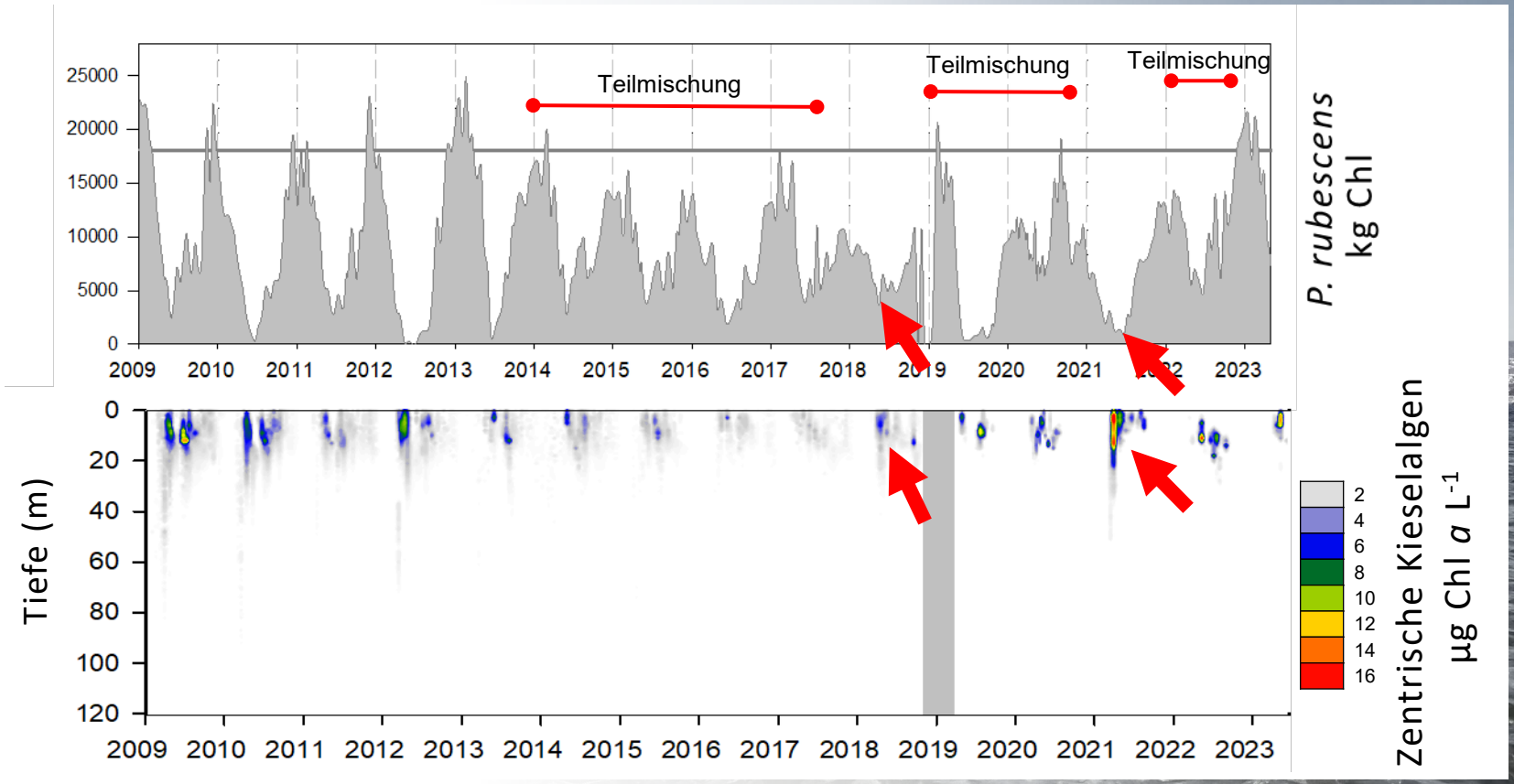


Schalch et al., in Vorbereitung

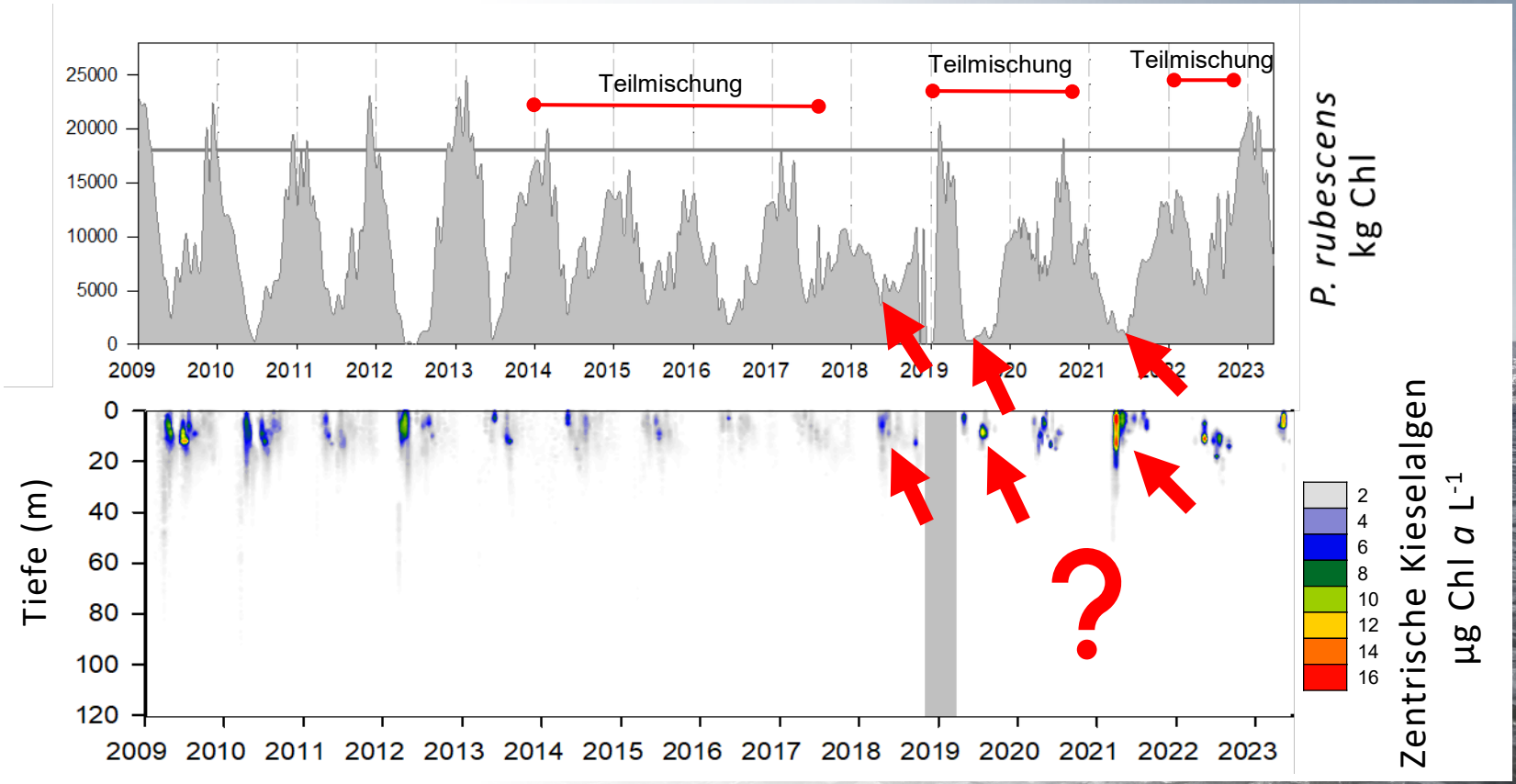
Konsequenzen für *P. rubescens*



Konsequenzen für *P. rubescens*



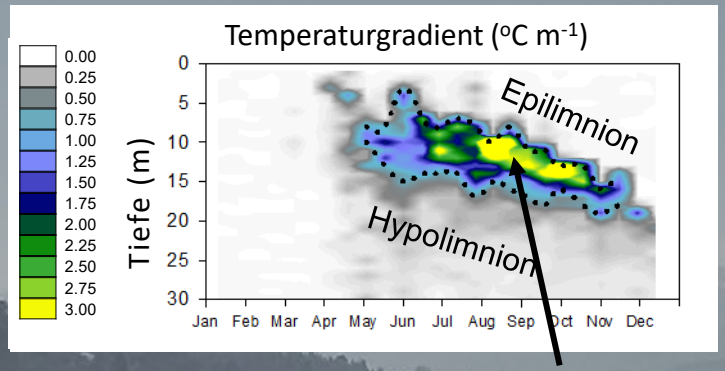
Konsequenzen für *P. rubescens*



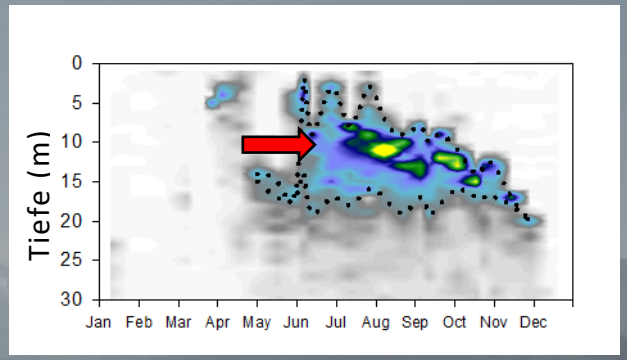
Dynamik des Metalimnion

Die metalimnetische Schicht ist in ihrer Ausdehnung und Tiefe sehr dynamisch

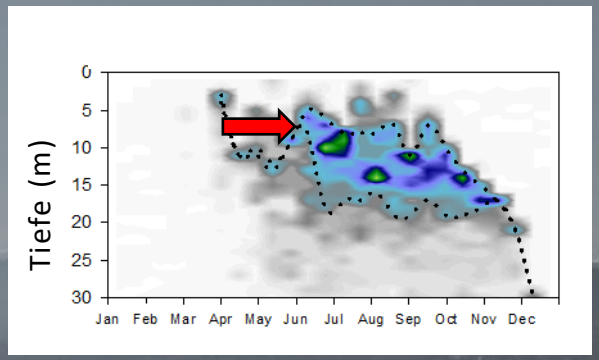
2018



2019



2021



Metalimnion

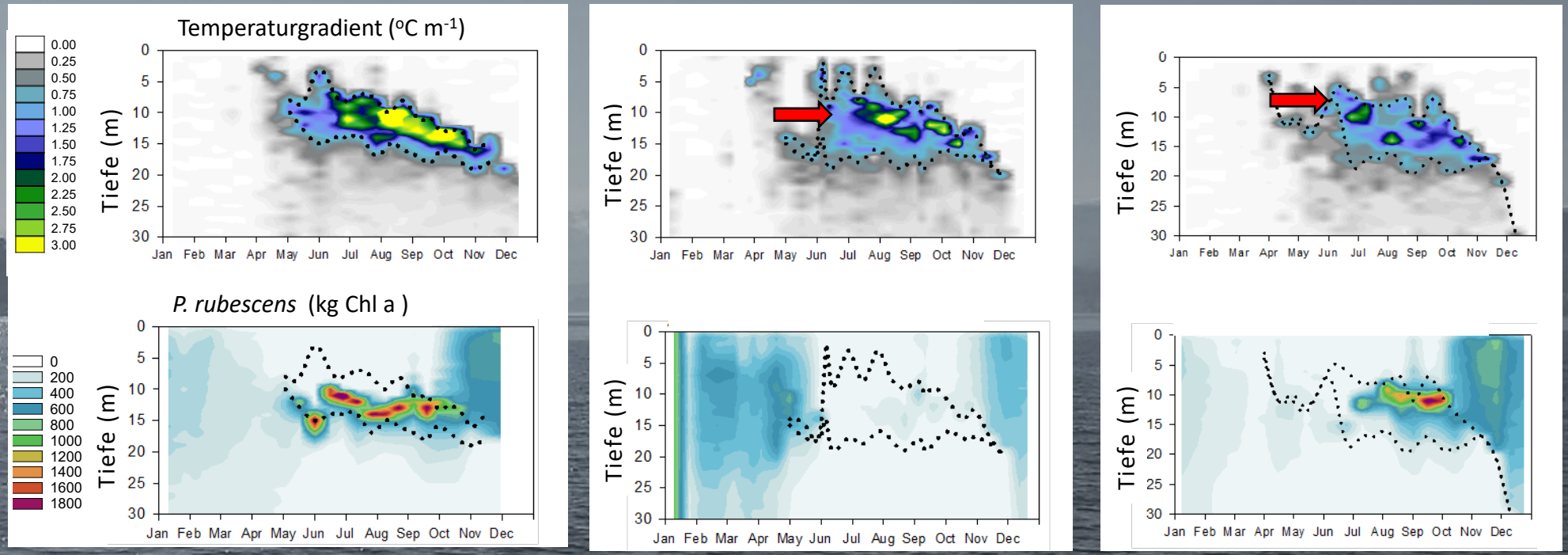
→ Starker Temperaturgradient

Posch & Knapp 2022. AWEL Report

Dynamik des Metalimnion

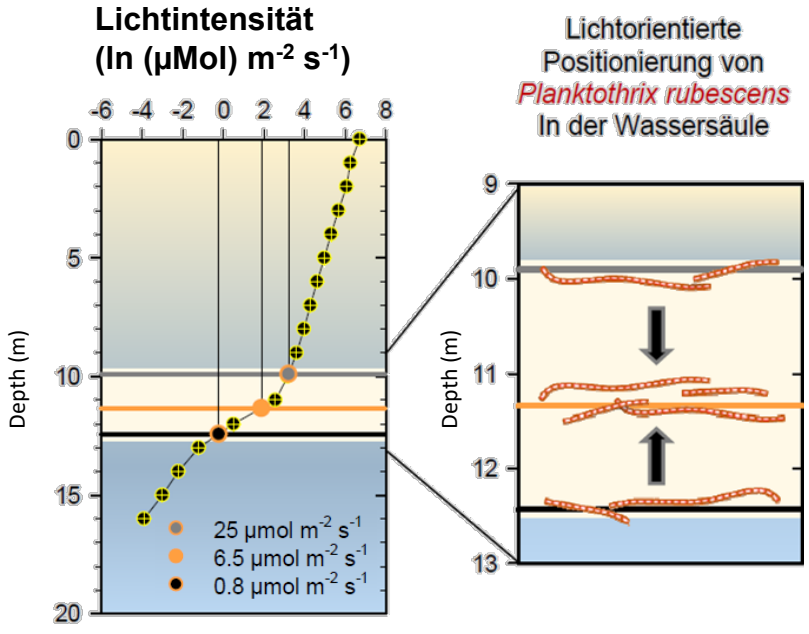
Der Grossteil der ***P. rubescens*** Population befindet sich im Metalimnion

2018 2019 2021



Posch & Knapp 2022. AWEL Report

Schwachlicht Anpassung von *P. rubescens*



25 µMol m^{-2} s^{-1}
-> Gesättigt (sinken)

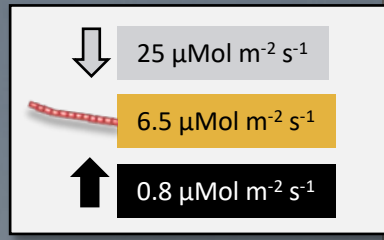
6.5 µMol m^{-2} s^{-1}
-> neutral buoyancy depth

0.8 µMol m^{-2} s^{-1}
-> unter Kompensationspunkt (aufsteigen)

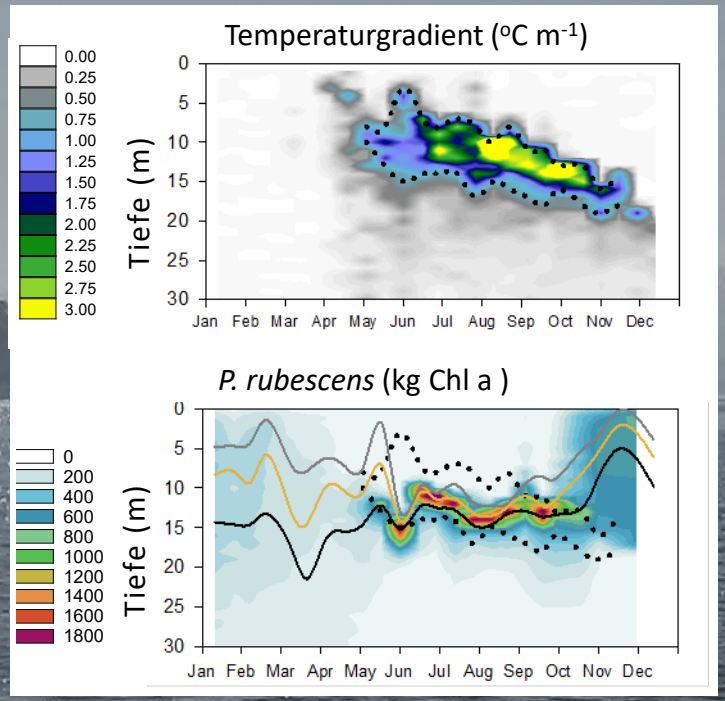
Angepasst von Knapp & Posch (2021) Aqua & Gas

Dynamik von Metalimnion & Lichtklima

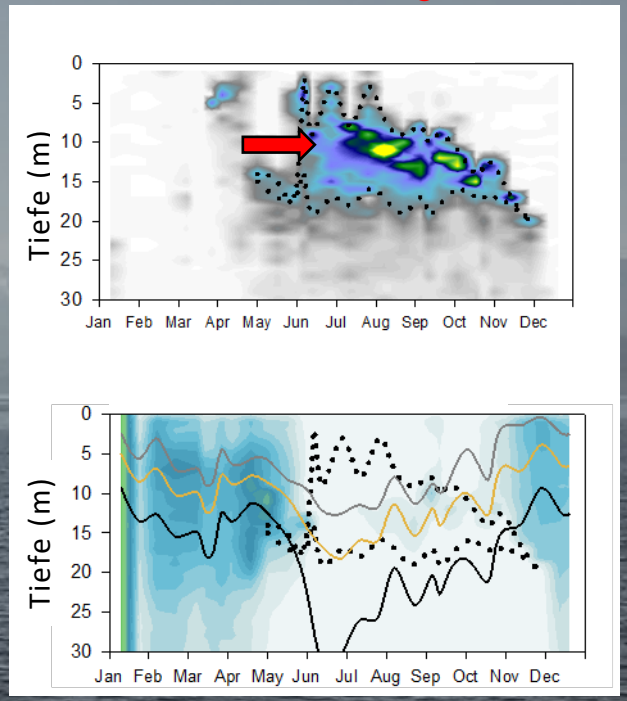
Hohe Synchronität der für ***P. rubescens*** relevanten Lichtintensitäten mit der Metalimnion-Ausdehnung im Jahr 2018



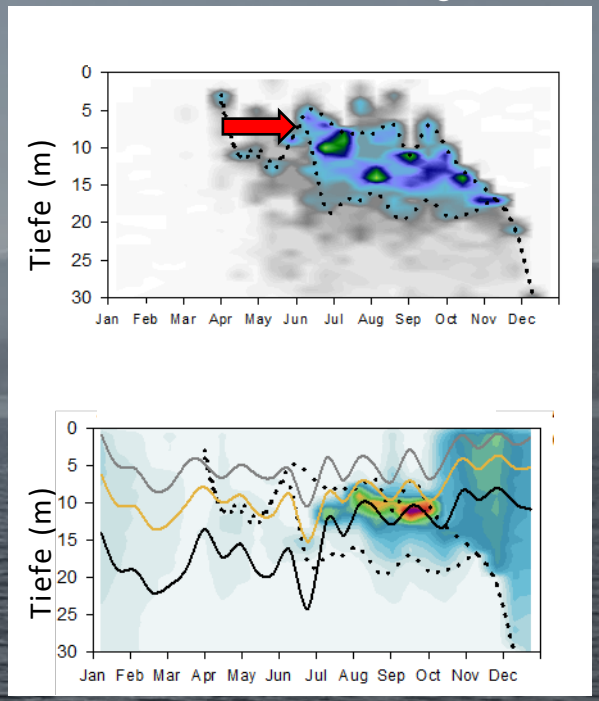
2018 Tiefenmischung



2019 Teilmischung



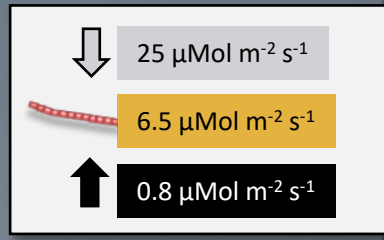
2021 Tiefenmischung



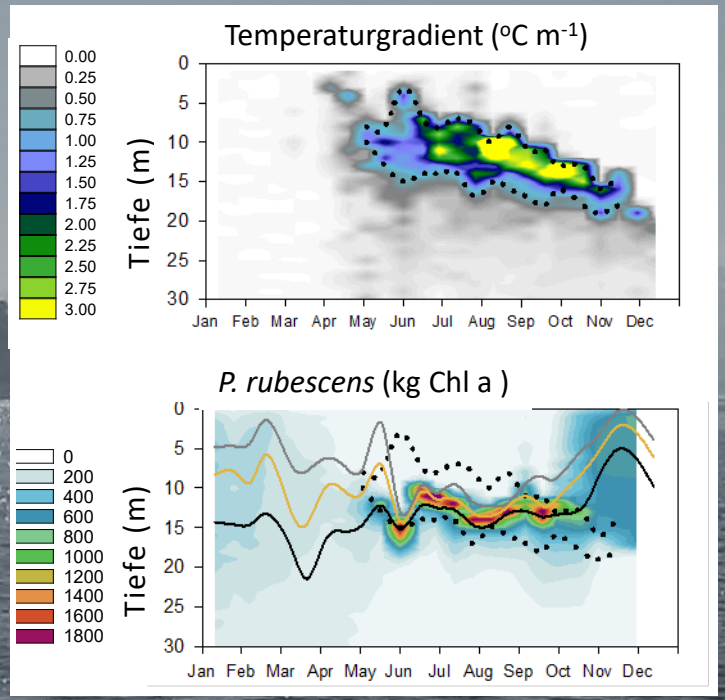
Posch & Knapp 2022. AWEL Report

Dynamik von Metalimnion & Lichtklima

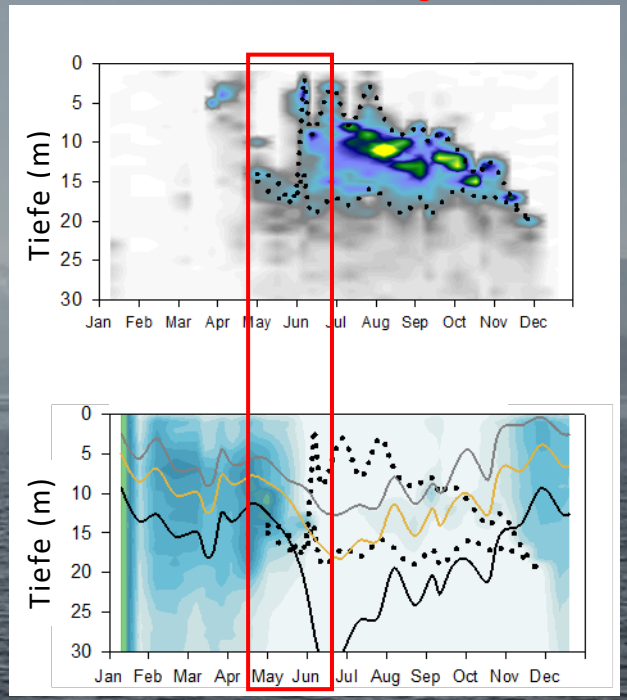
Starke Asynchronität zwischen Metalimnion und dem optimalen Lichtklima in den Jahren 2019 & 2021→ Zusammenbruch der Population



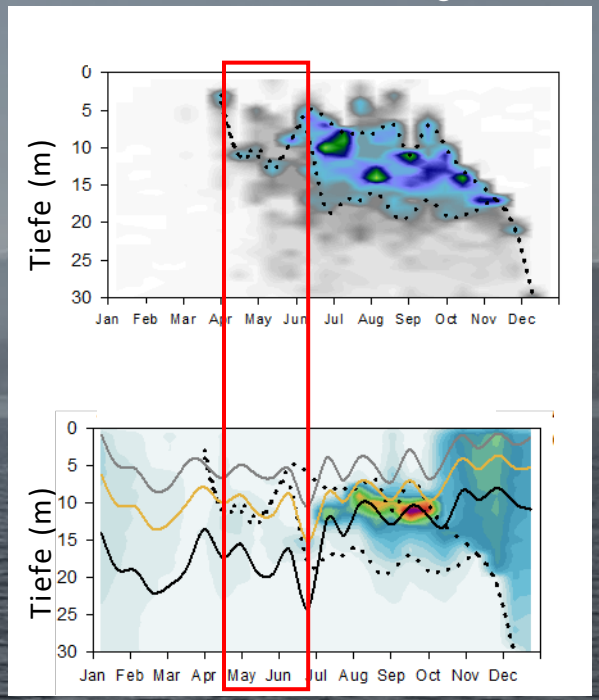
2018 Tiefenmischung



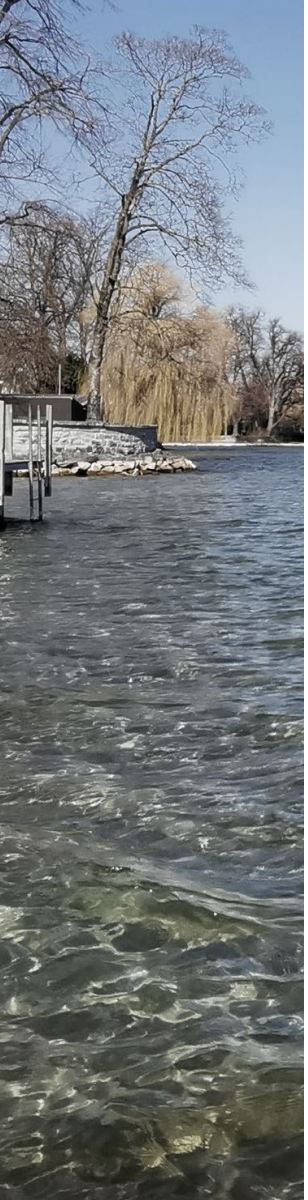
2019 Teilmischung



2021 Tiefenmischung



Posch & Knapp 2022. AWEL Report



Einflussfaktoren für *P. rubescens* Blüten

- Teilmischungen steigern die Überlebensrate
  → **aber limitieren das Wachstum der Population**
- Langanhaltende Serie von Teilmischungen
  → **führt zu schlechteren Wachstumsbedingungen**

Auch der Frühling ist wichtig:

- Frühe und stabile Metalimnionbildung & Synchronität mit optimalem Lichtklima
  → **günstige Bedingungen auch nach kompletter Tiefenmischung!**
- Verzögerte Bildung des Metallimnions & Asynchronität mit optimalem Lichtklima
  → **Schlechte Bedingungen für *P. rubescens* sogar nach Teilmischungen!**
- Komplette Tiefenmischung und schlechte Bedingungen im Frühling
  → **fördert zentrische Kieselalgen und benachteiligt *P. rubescens***

Grosses Dankeschön!

Dr. Pius Niederhauser (AWEL)

Wasserversorgung Zürich

Dr. Bieito Fernàndez Castro

Prof. em. Dr. Alfred Wüest

LIMNO Station

Prof. Dr. Thomas Posch (UZH)

Prof. Dr. Jakob Pernthaler (UZH)

Eugen Loher & Daniel Marti

SeeWandel

interreg Alpenrhein | Bodensee | Hochrhein

EUROPEAN UNION

European Regional Development Fund

lifescience zurich PhD program in Ecology

University of Zurich[UZH]

eawag aquatic research

FFS

LAZBW

LUBW

UNIVERSITY OF HOHENHEIM

universität innsbruck

Universität Konstanz

Life in Lake Constance – the past, present and future

Bodensee-Wasserversorgung

igkb

Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Kanton Zürich
Baudirektion
Amt für Abfall, Wasser, Energie und Luft

Baden-Württemberg

FWF Der Wissenschaftsfonds

DFG Deutsche Forschungsgemeinschaft

IBKF