

Eutrophierung und Reoligotrophierung in Schweizer Seen: die Folgen für das Plankton

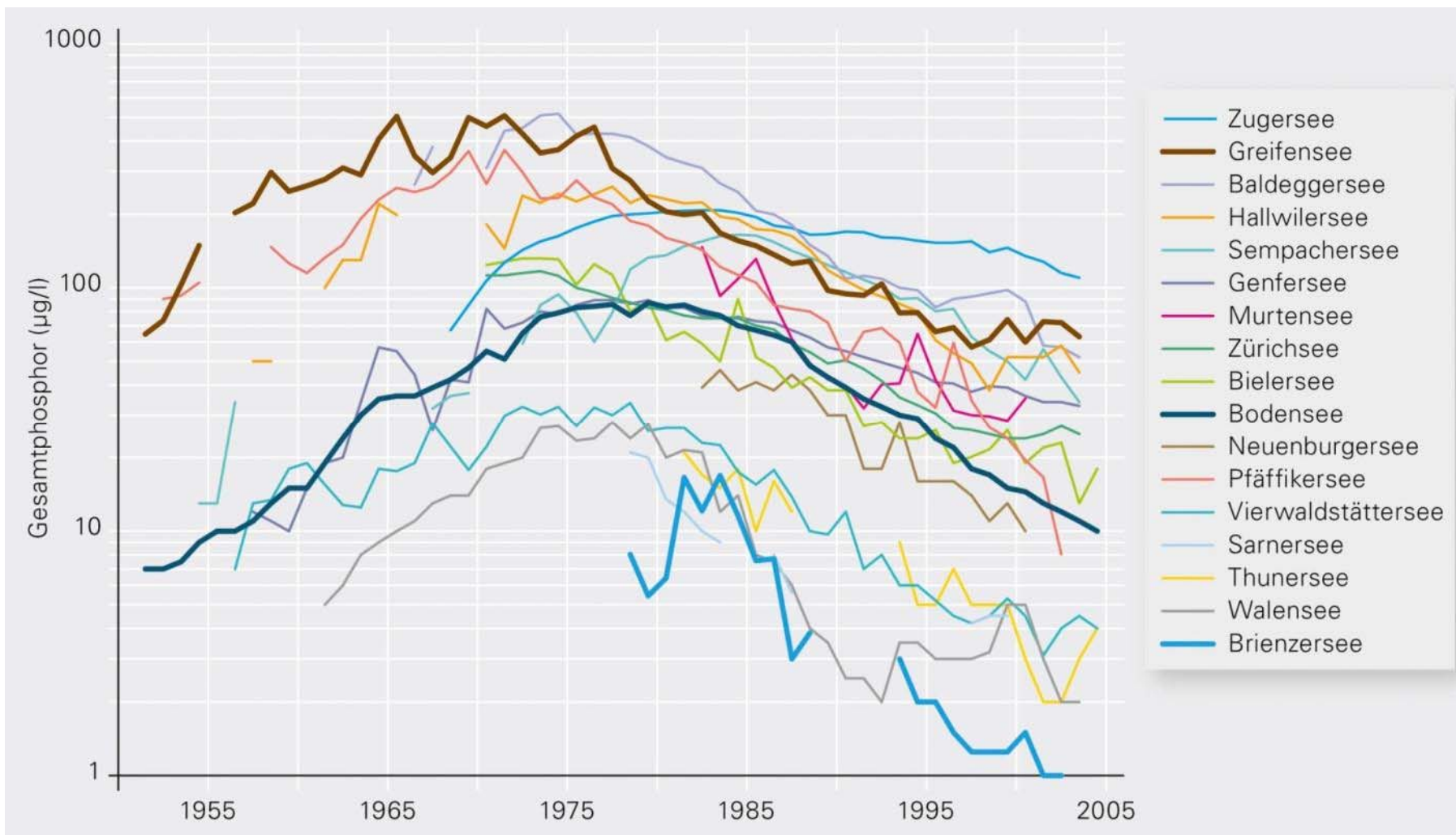
Piet Spaak

Zuviel Phosphor verursacht Probleme in Seen

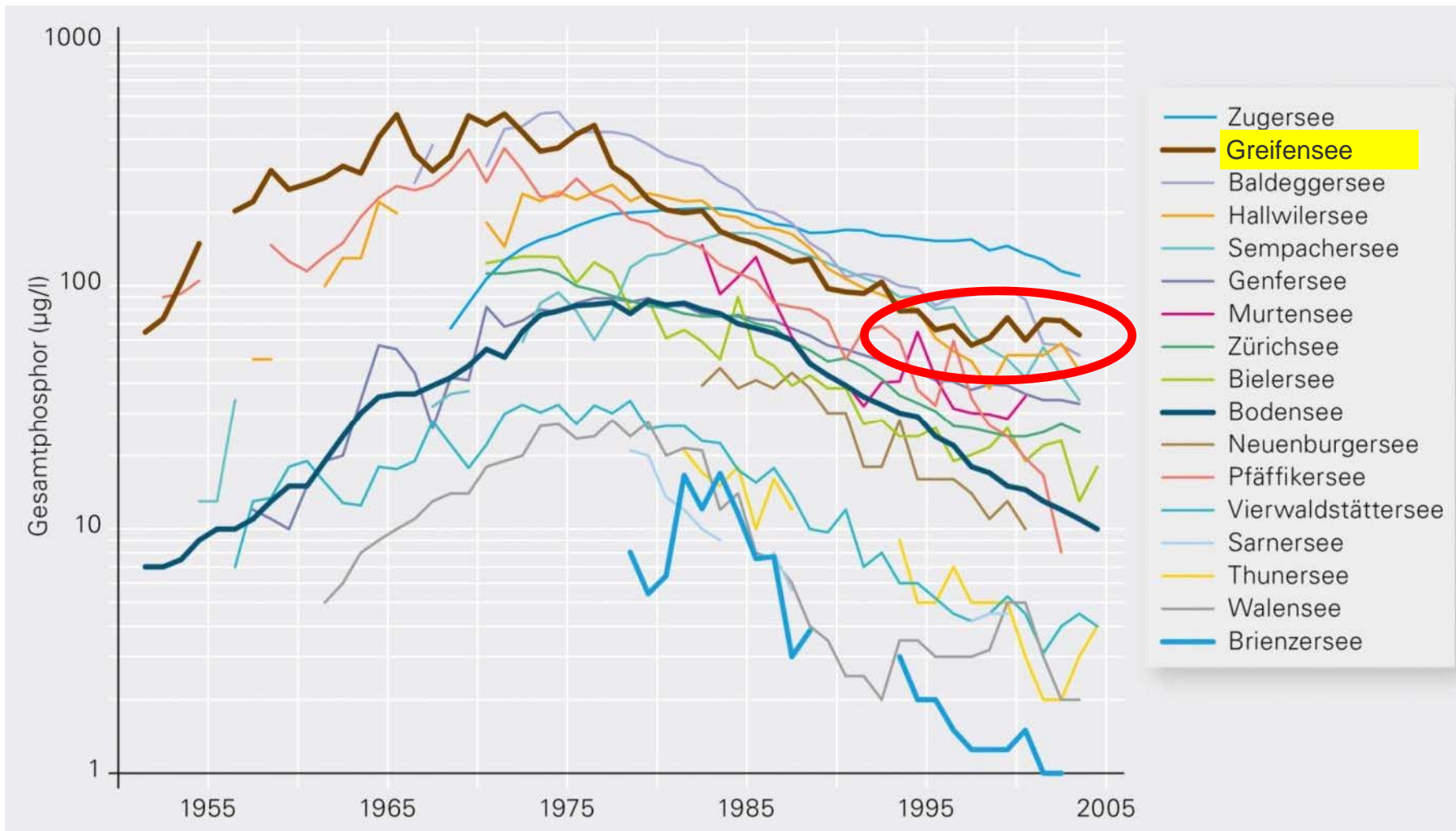
In meinem Vortrag möchte ich:

- Anhand von **Fallbeispielen** zeigen, wie sich Eutrophierung und Reoligotrophierung auf Zooplankton (*Daphnia*) und Blaualgen auswirkt
- Am Beispiel *Daphnia* zeigen, wie sich die Futterqualität auf die Anfälligkeit für Krankheiten auswirken kann

Aufgrund von Gewässerschutzmassnahmen gingen die Phosphor-Konzentrationen in Schweizer Seen zurück



In einigen Schweizer Seen sind die Phosphor-Konzentrationen noch immer hoch



Biologie des Wasserflohs (*Daphnia*)

Ungeschlechtliche Fortpflanzung



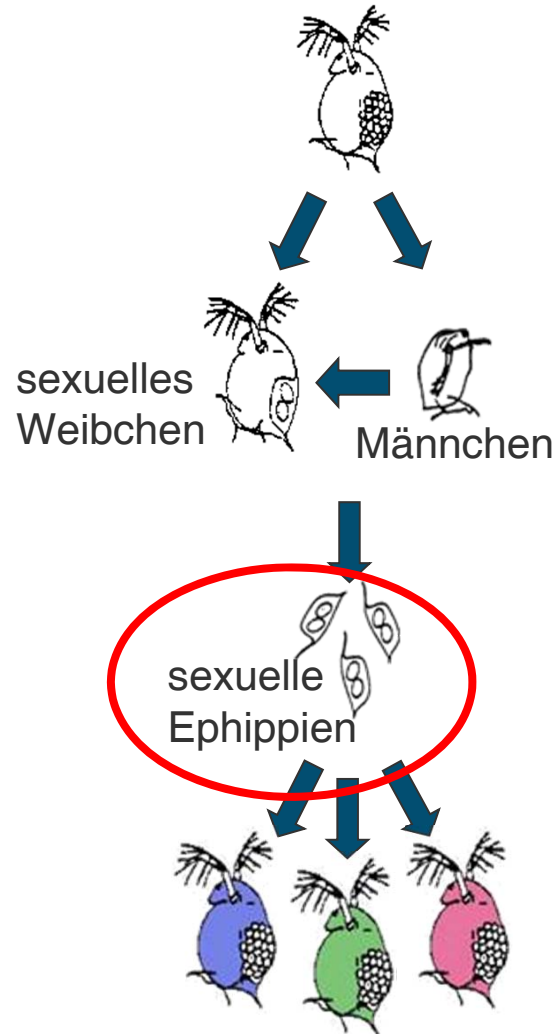
Wächst durch Häutungen



Ungeschlechtliche Fortpflanzung



Sexuelle Reproduktion



Fortpflanzung von *Daphnia*: Zyklische Parthenogenese



Männchen



sexuelles Weibchen

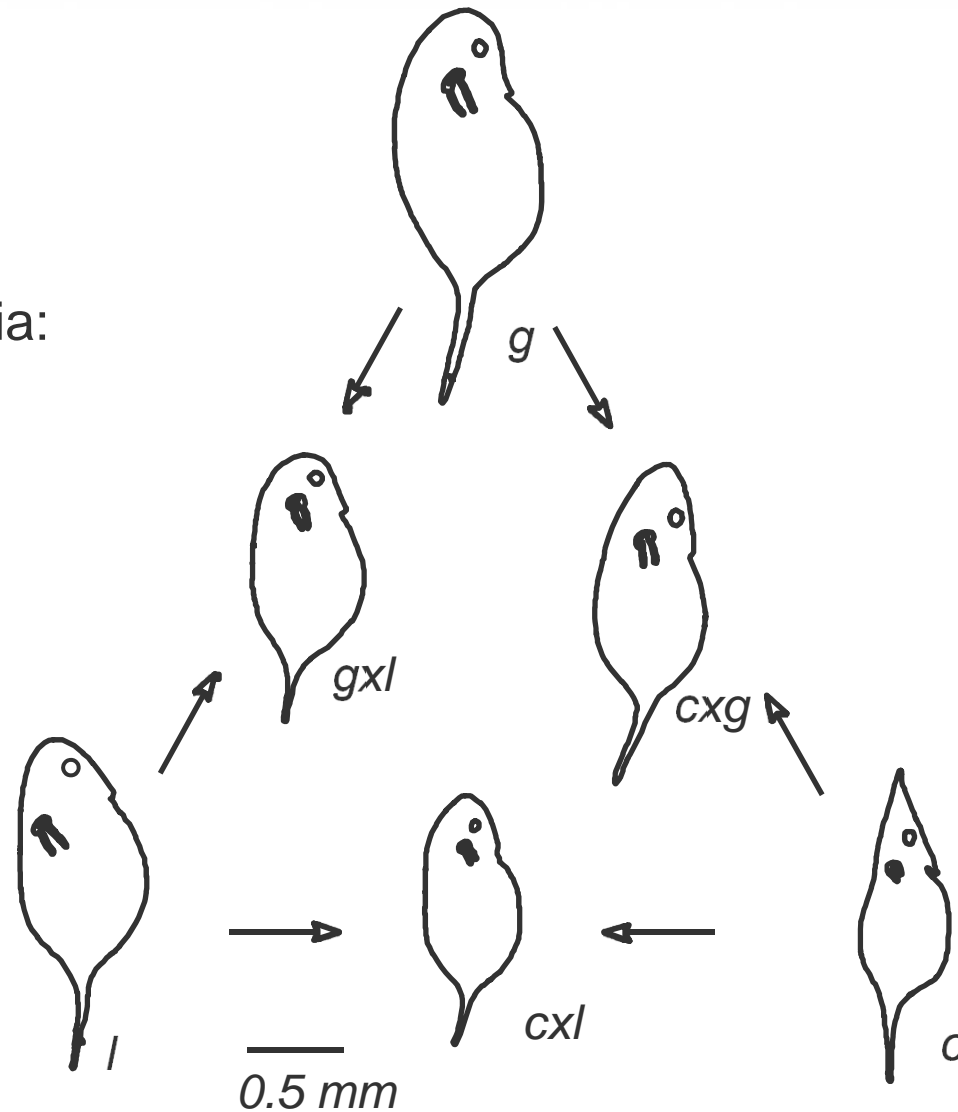
Daphnia-galeata-Komplex mit seinen Hybriden

Untergattung Hyalodaphnia:

g: *Daphnia galeata*

c: *Daphnia cucullata*

l: *Daphnia longispina*





Greifensee

Zwei Sedimentkerne pro Probestelle



Vorkommen von
Ehippien



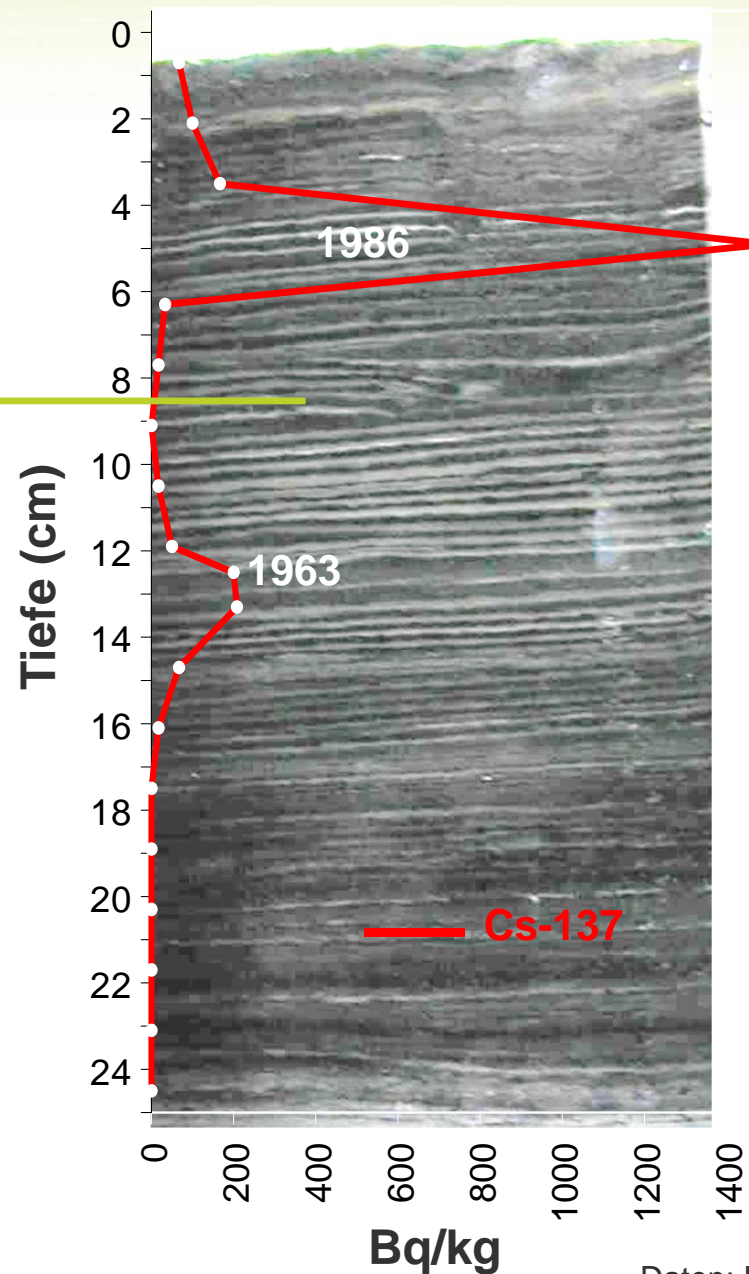
Bestimmung
der Schichtung

Greifensee

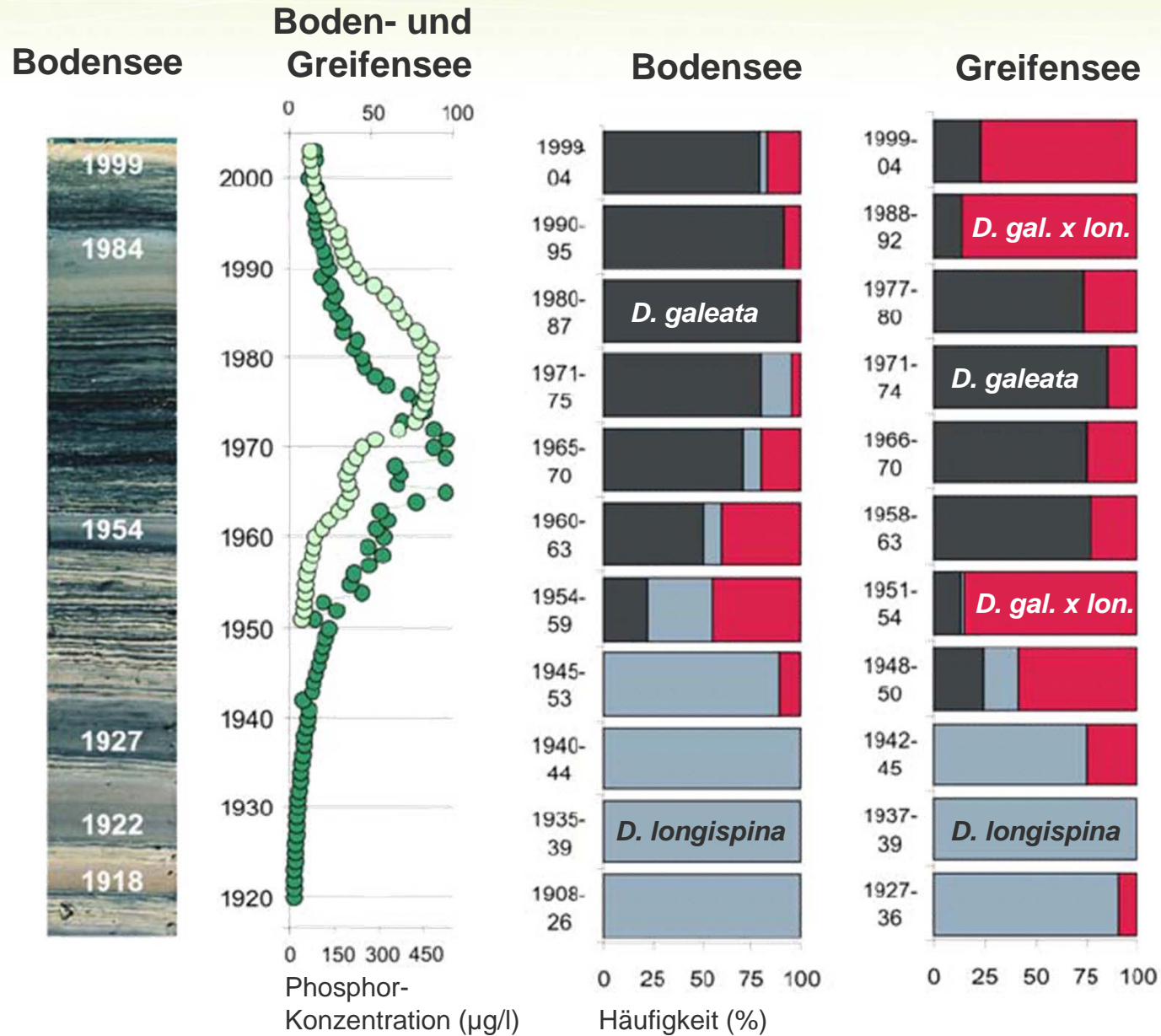
Datierter Querschnitt eines
Sedimentkerns



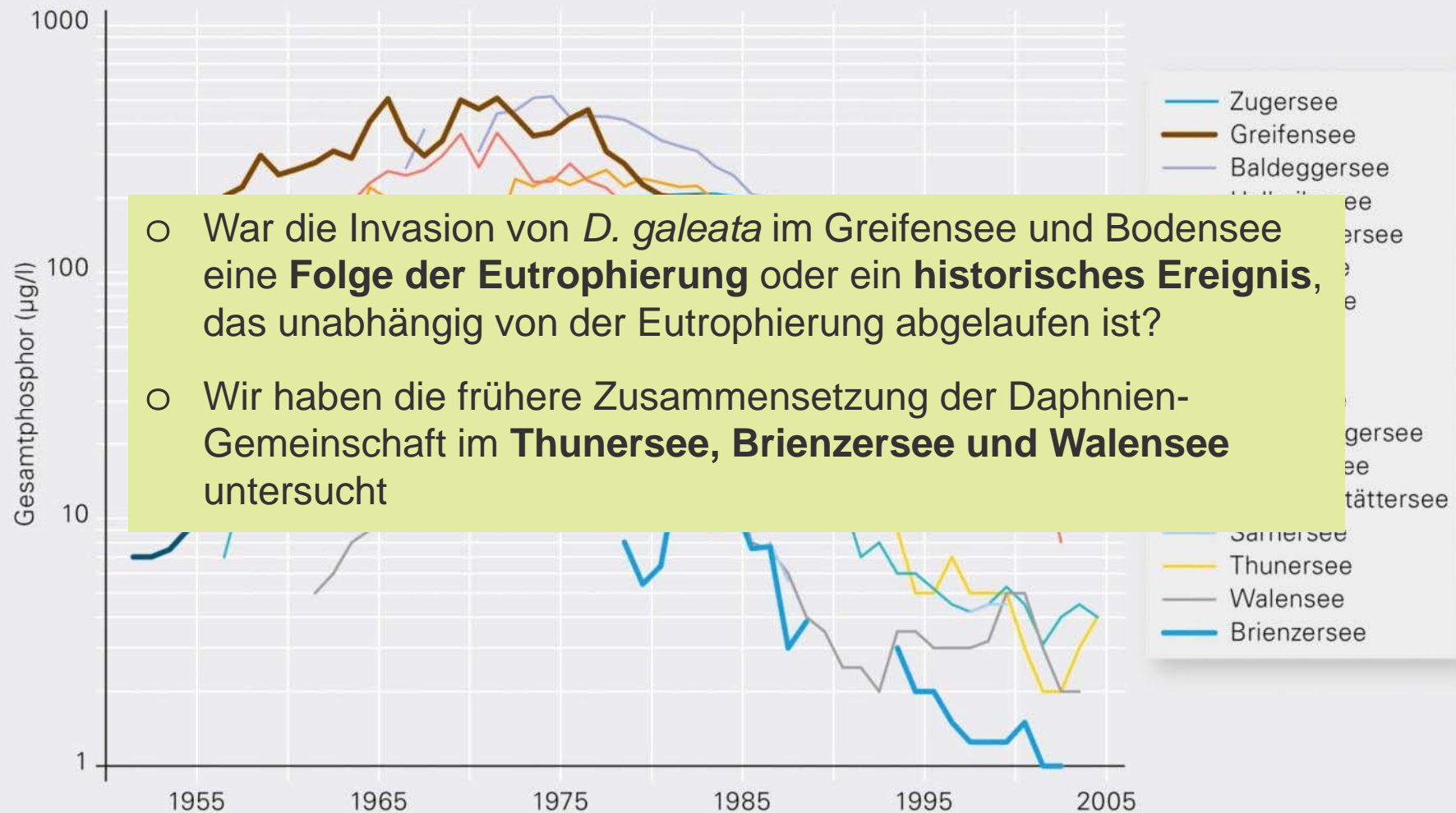
- Isolierte Ehippien
- DNA aus 1 oder 2 Dauereiern
- 6 bis 8 Mikrosatelliten pro See



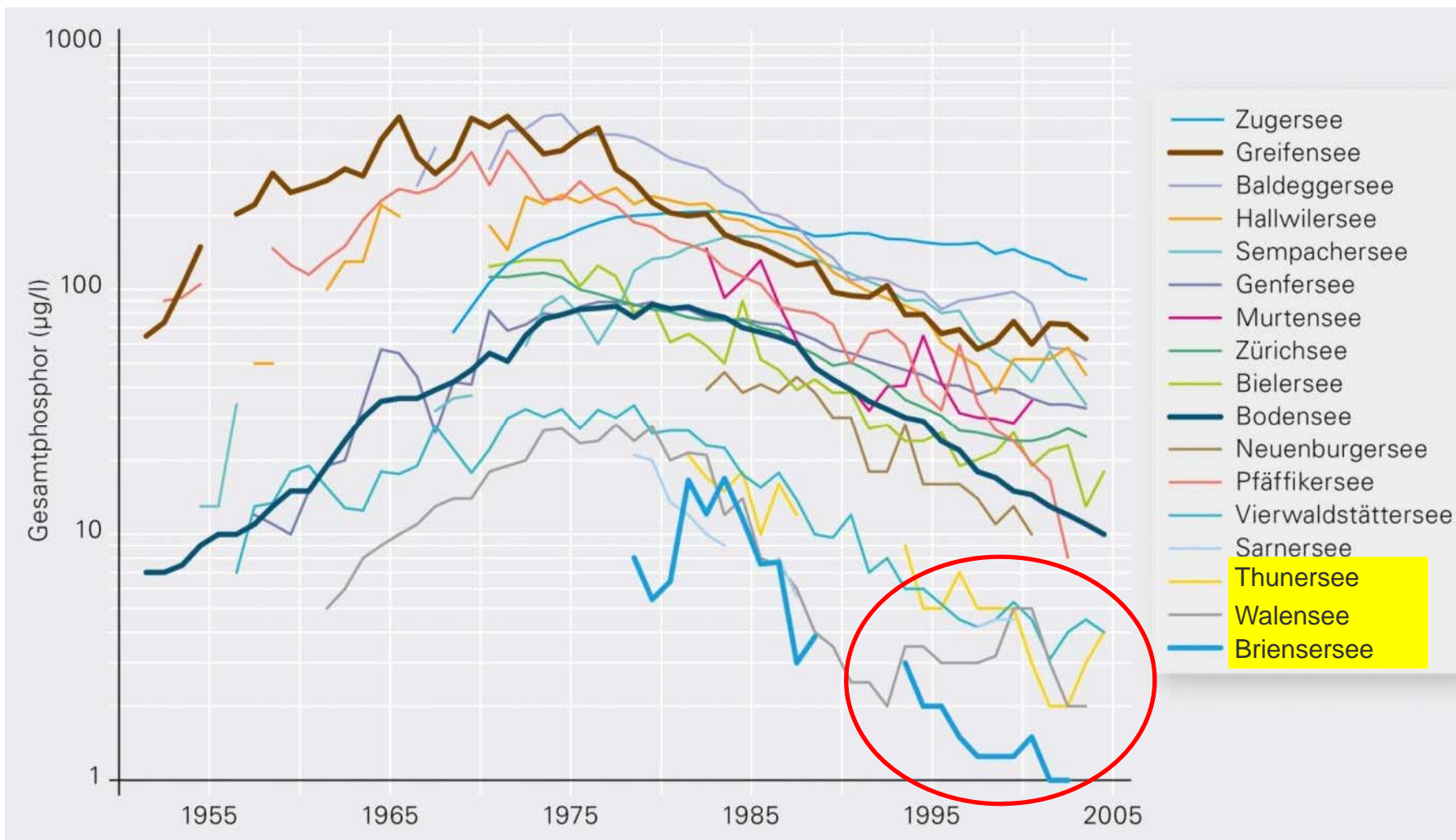
Daten: Eawag, M. Sturm



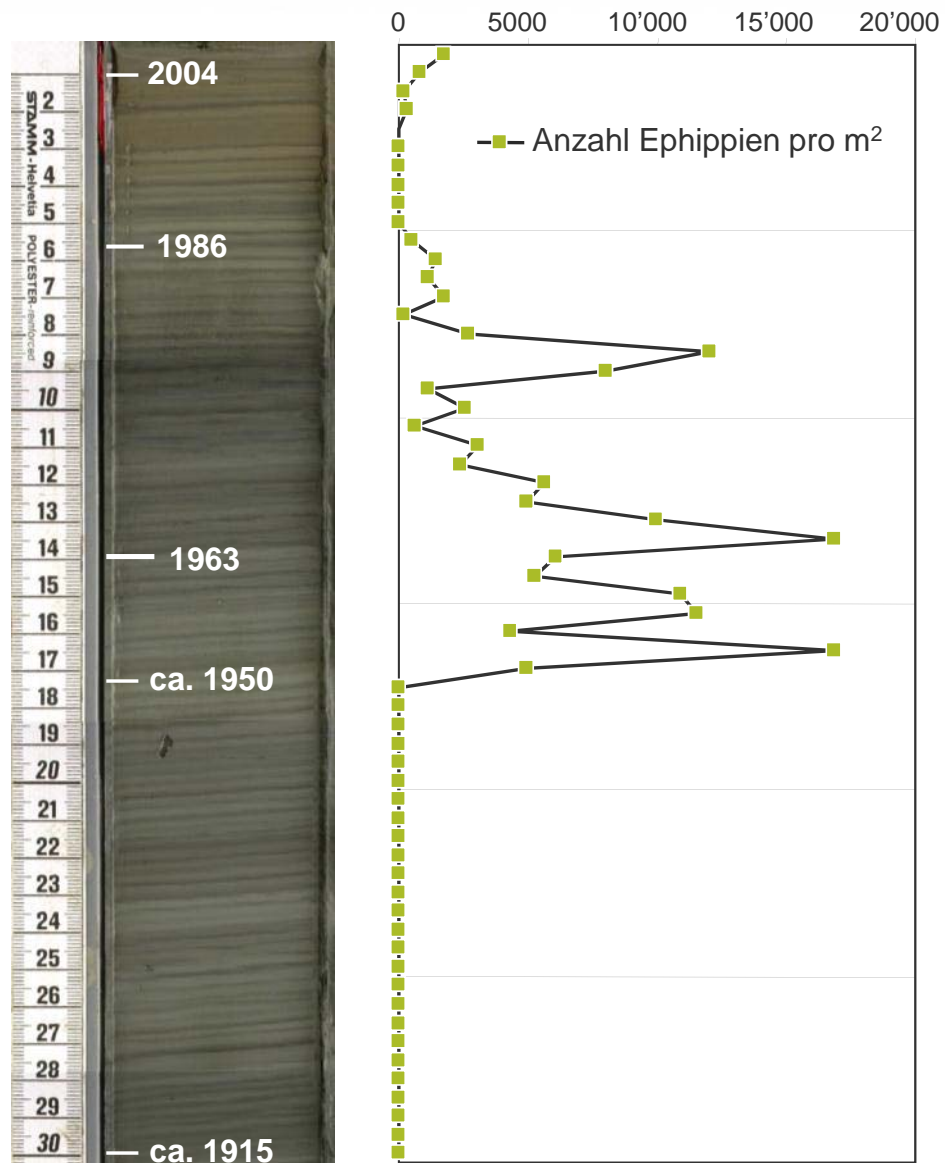
Welches Muster finden wir in oligothropen Seen?



In einigen Schweizer Seen sind die Phosphor-Konzentrationen sehr tief

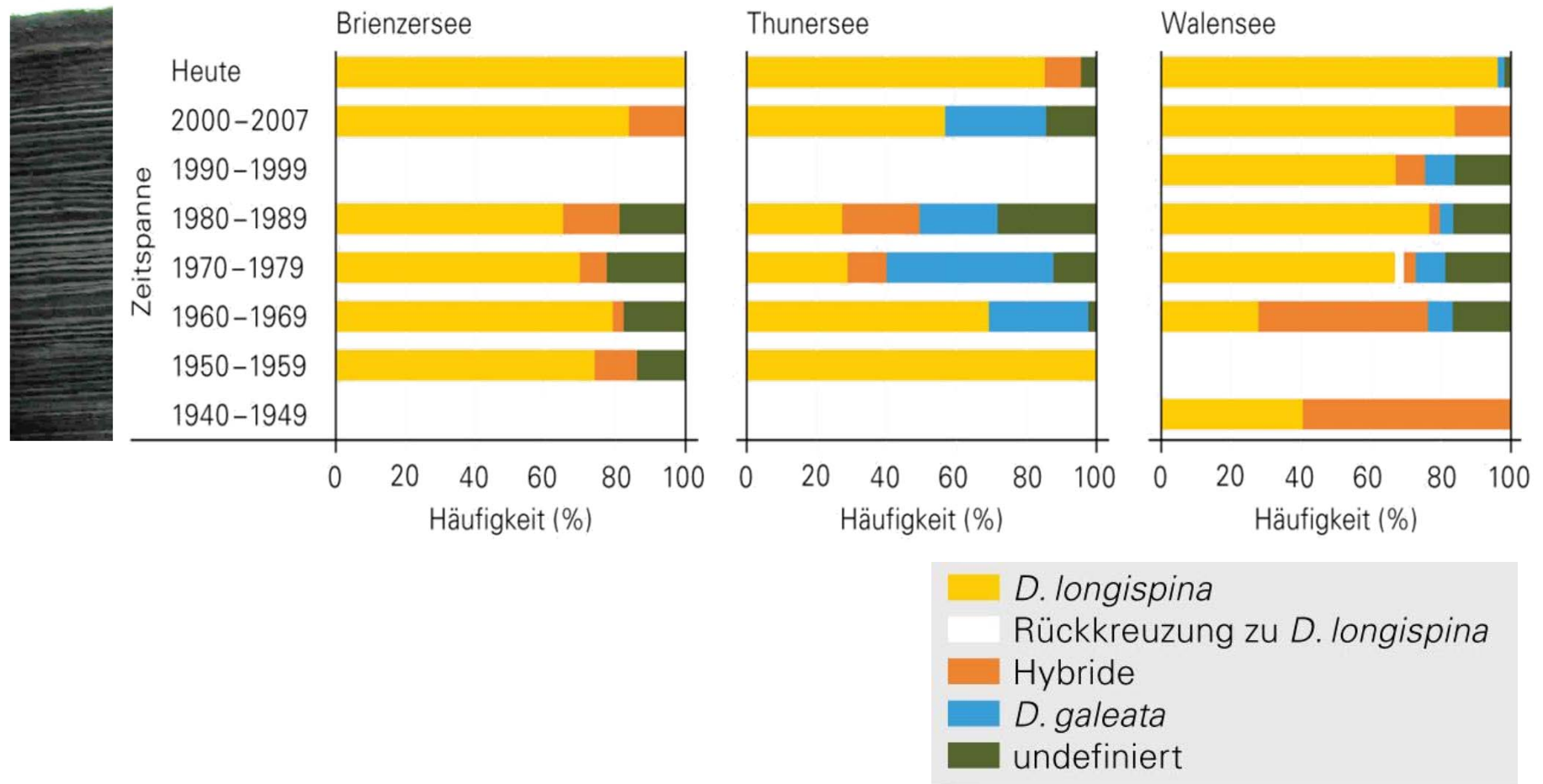


Brienzersee: Sedimentkerne

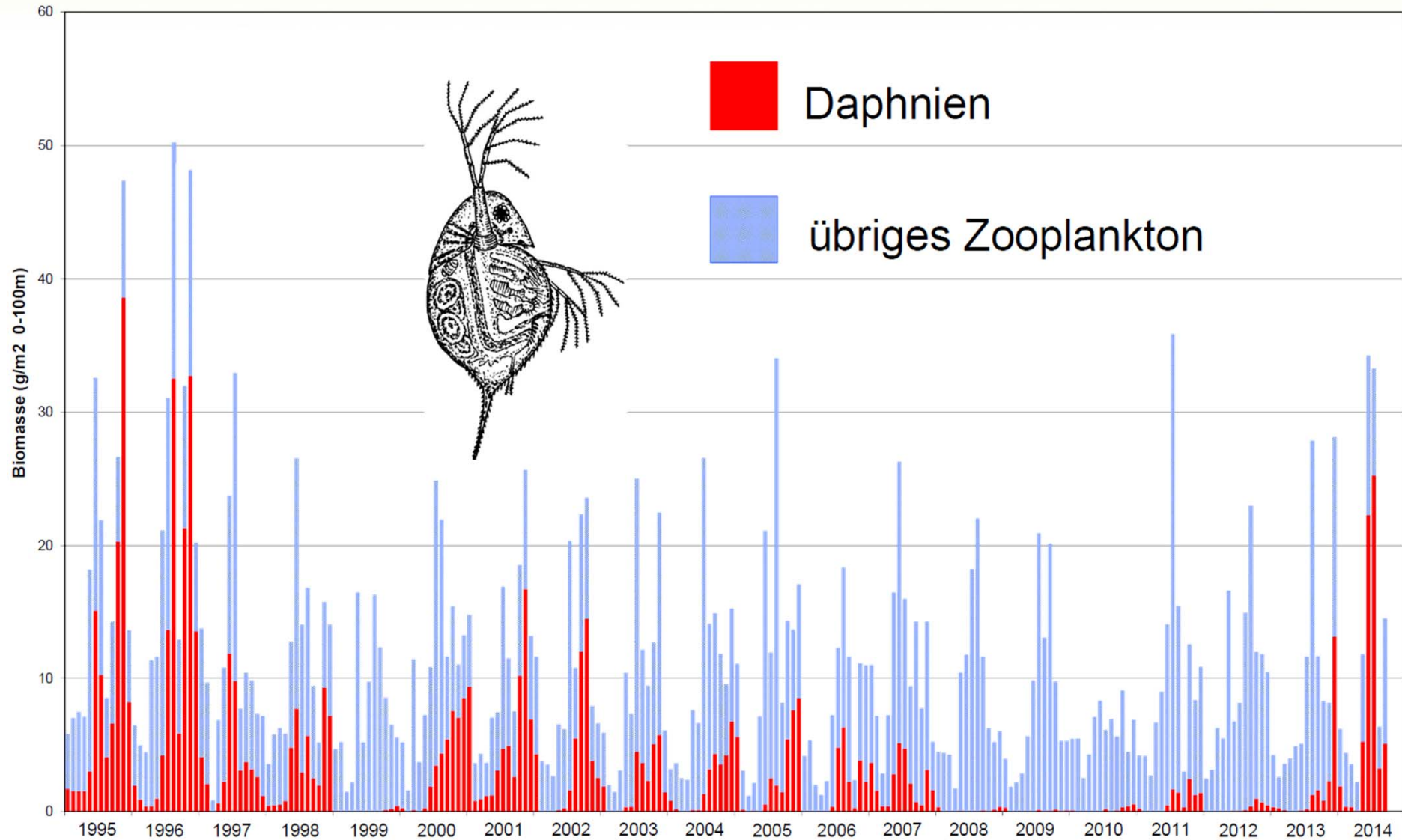


- 4 verschiedene Kerne analysiert (1915-2004)
- Keine Dauereier vor 1950!

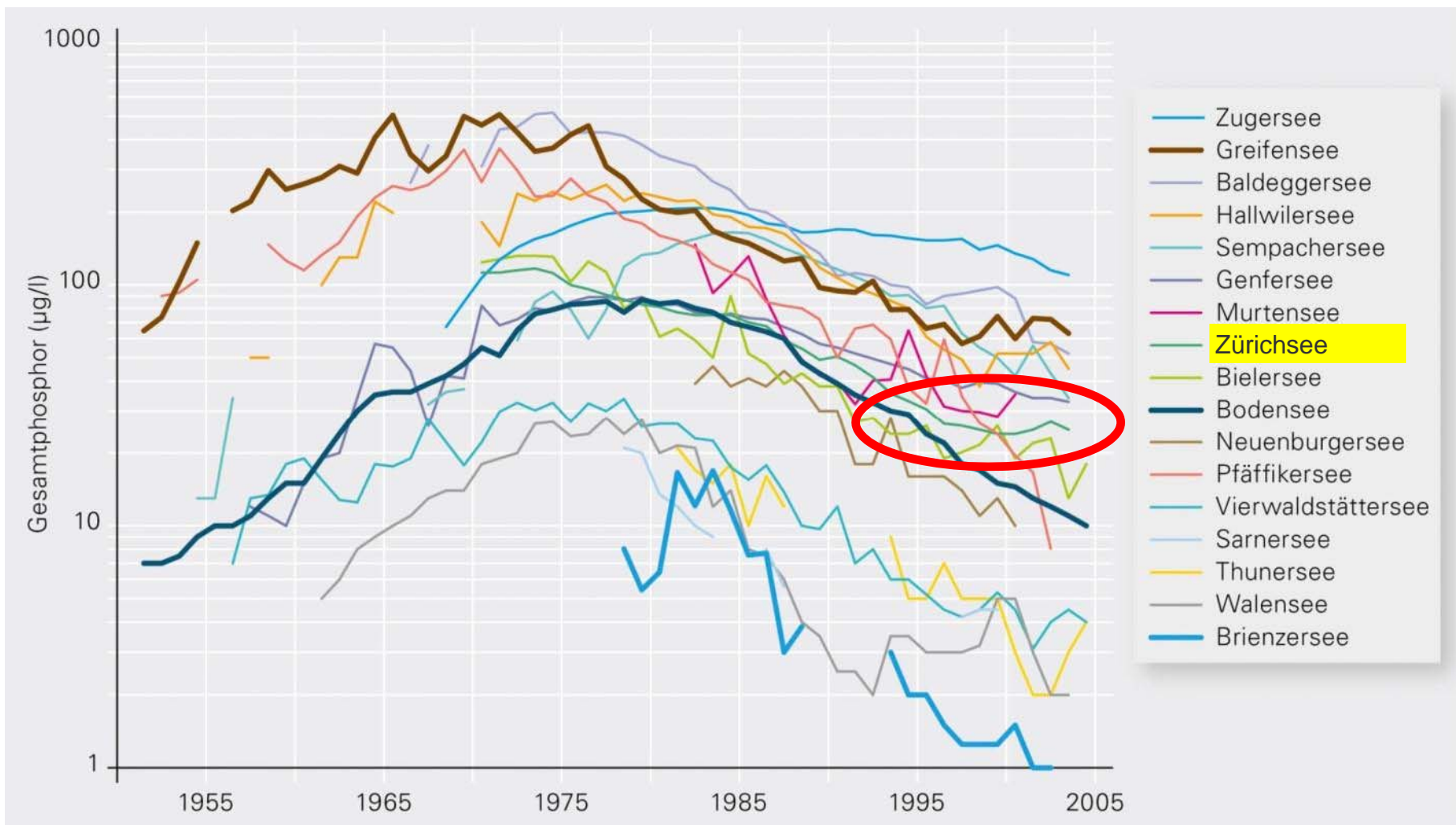
Zusammensetzung der Daphniengemeinschaft seit 1940



Zooplankton Brienersee (1995 - Sept 2014)

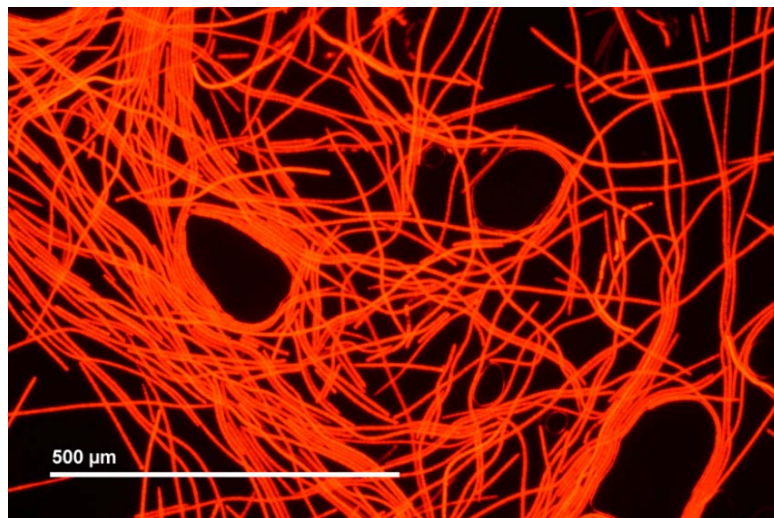


Im Zürichsee ist die Phosphor-Konzentrationen bis 20 µg/l zurück gegangen



Harmful filamentous cyanobacteria favoured by reduced water turnover with lake warming

Thomas Posch^{1*}, Oliver Köster², Michaela M. Salcher¹ and Jakob Pernthaler¹

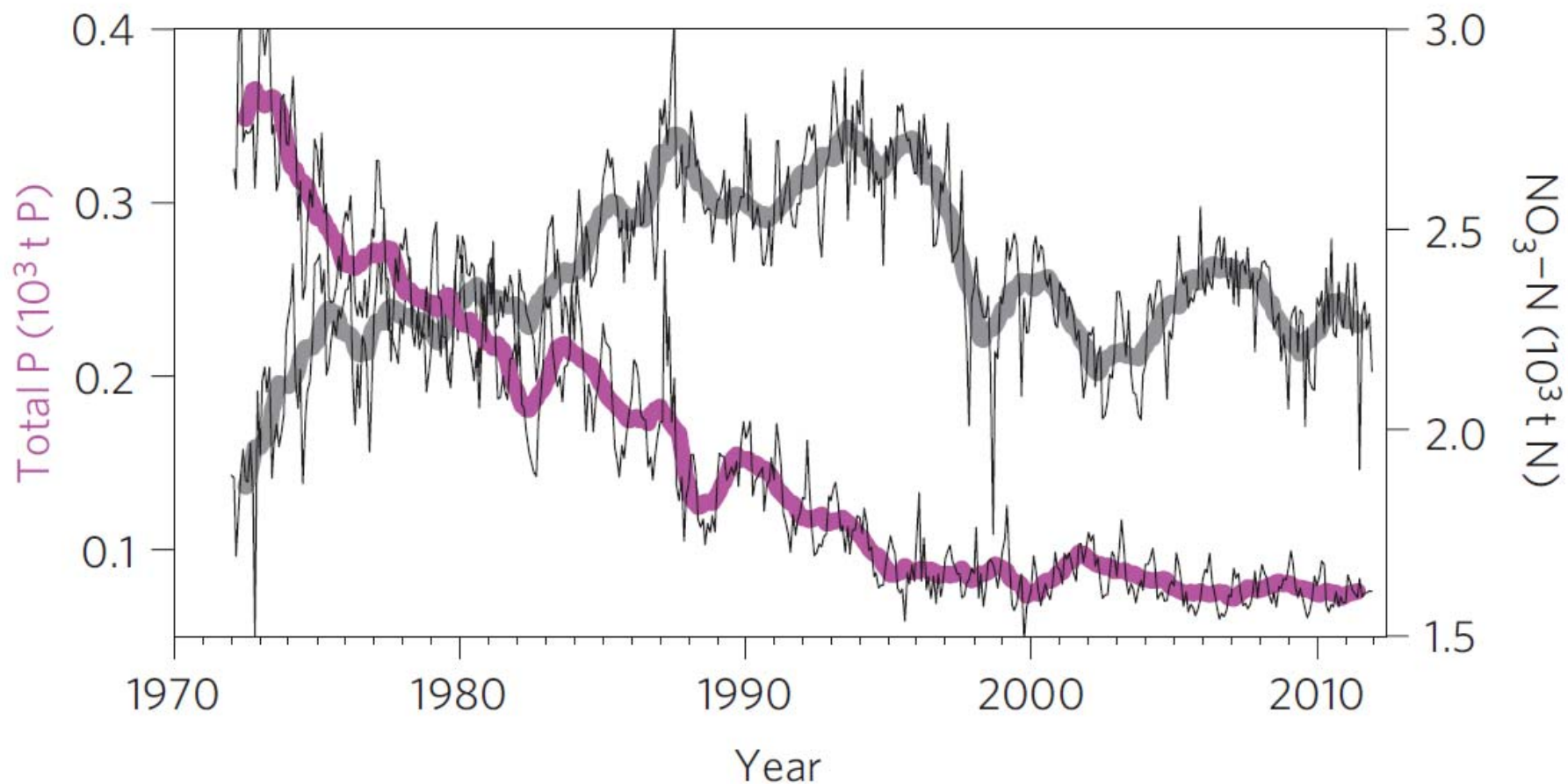


Planktothrix rubescens

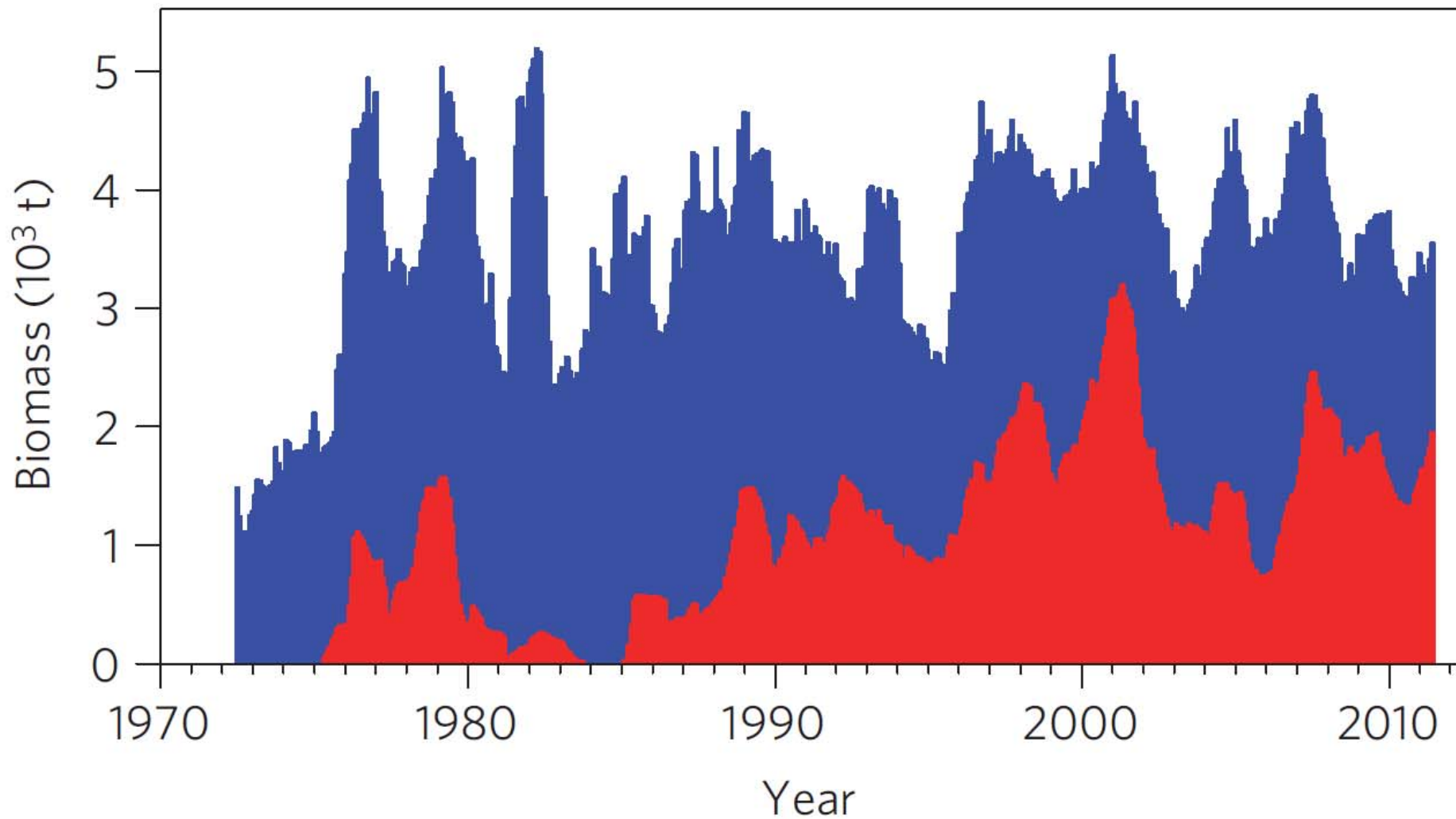


Bild: Christian Dietz («Zürichsee-Zeitung»)

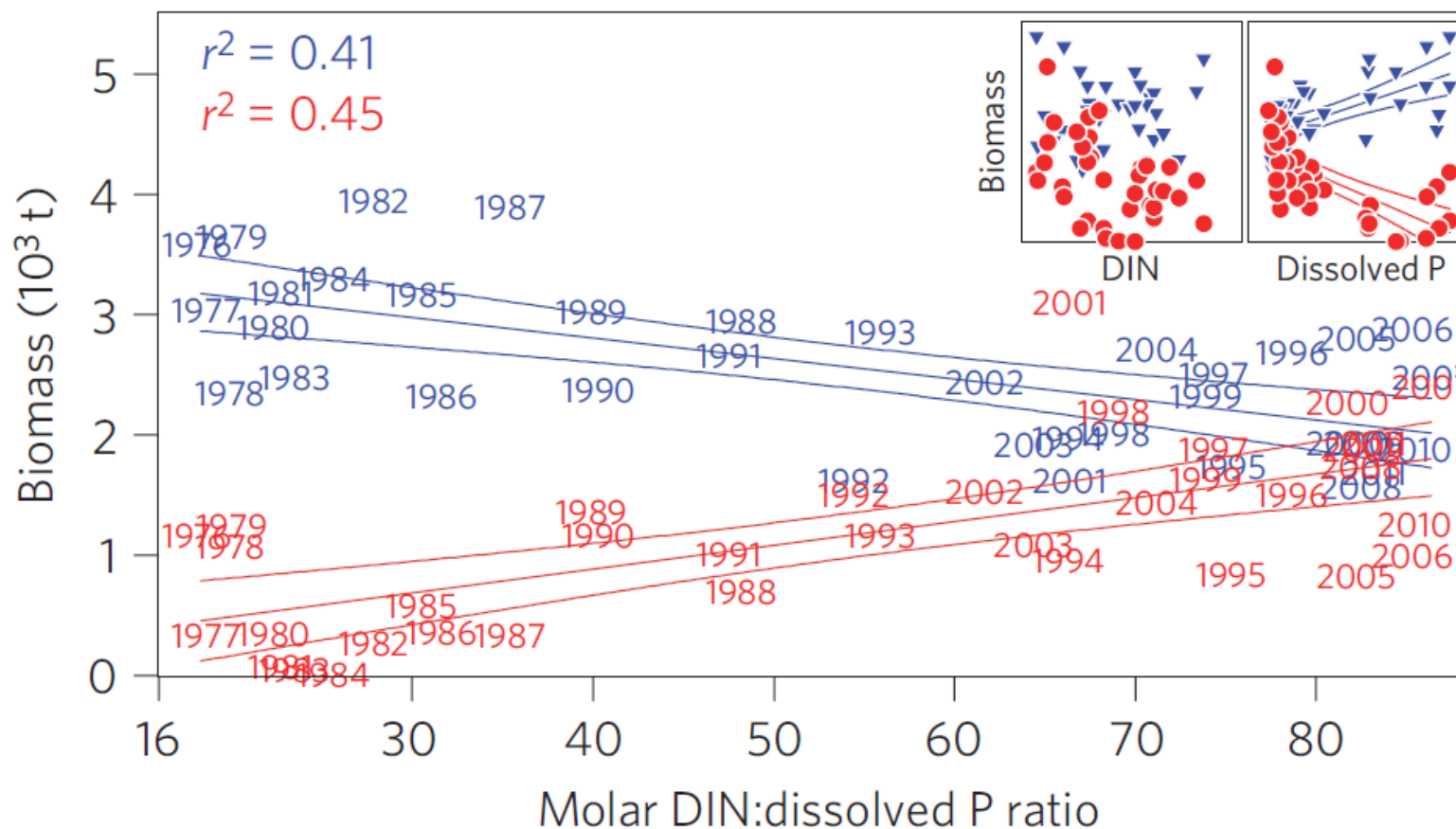
Gesamt Phosphor und Stickstoff (Nitrat) im Zürichsee



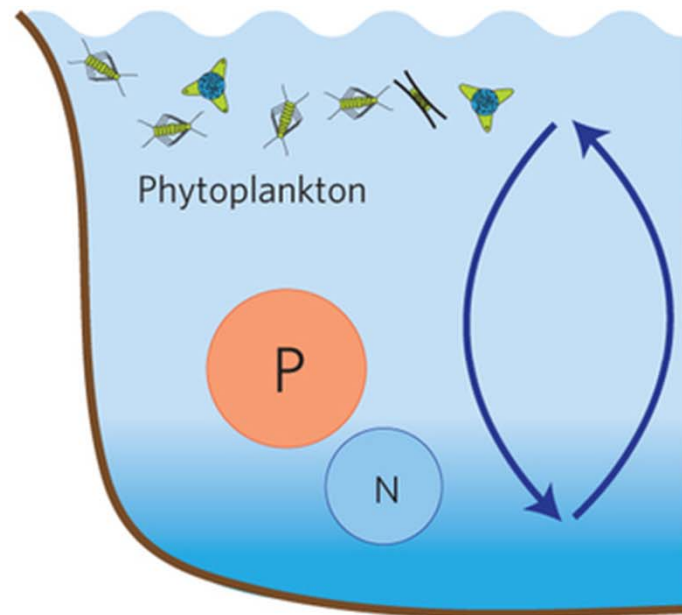
Phytoplankton Biomasse im Zürichsee (blau) ohne *Planktothrix rubescens* (rot)



Phytoplankton (blau) korreliert negativ und *P. rubescens* (rot) positiv mit N:P Ratio

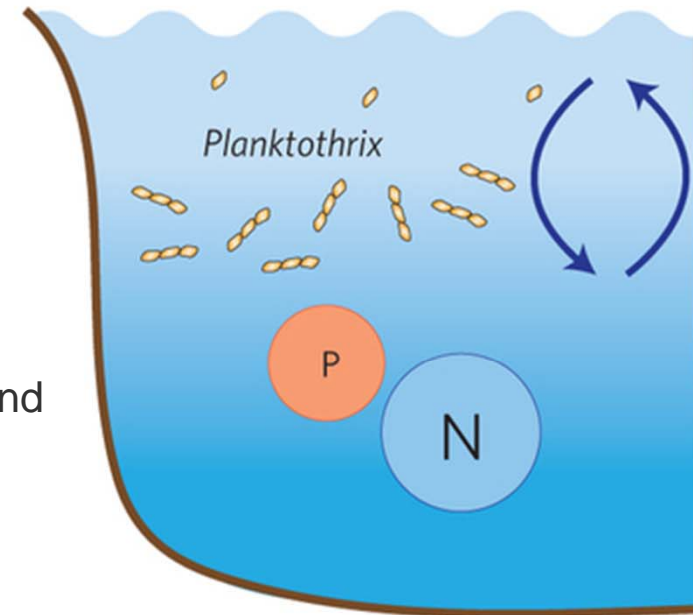


Zürichsee: Reoligotrophierung und Klimaerwärmung verursachen *Planktothrix rubescens* Blüten



Starke Mischung, hohe Nährstoffeinträge

See Erwärmung und Phosphor Reduzierung



Schwache Mischung, reduzierter Phosphoreintrag

Greifensee, Cyanobacteria Rekonstruktion vom Sediment mit Sequenziermethoden der nächste Generation



Marie-Eve
Monchamp

- Phosphor Konzentration vom See und Sediment sind Korreliert
- OTU Reichtum sank während der Eutrophierung und nahm während der Reoligotrophierung wieder zu.

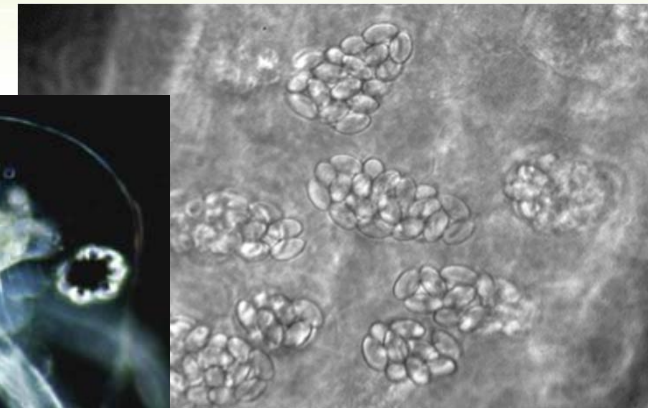
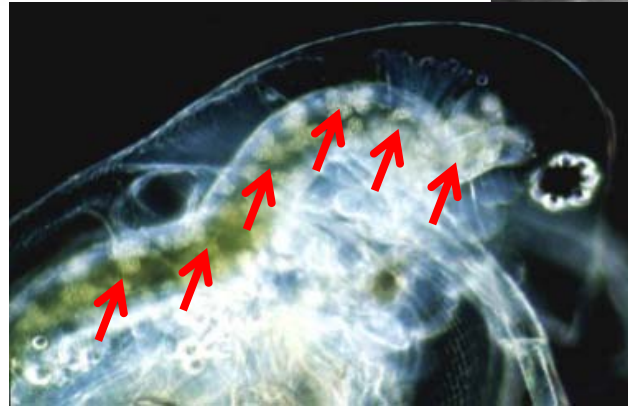
“Operationale Taxonomische Einheiten (engl. Units), abgekürzt OTU“

(Monchamp, unveröffentlicht)

Greifensee: *Daphnia* Darmparasit

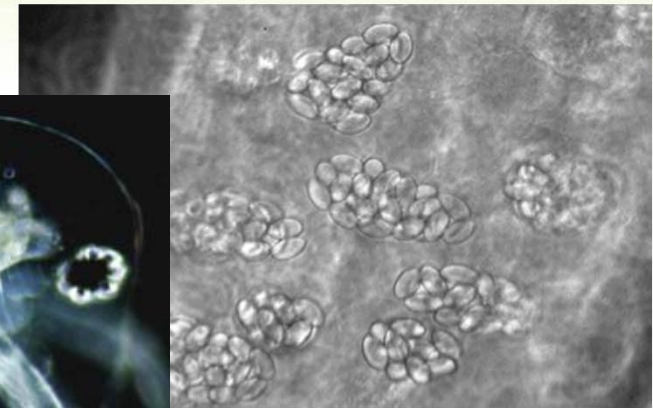
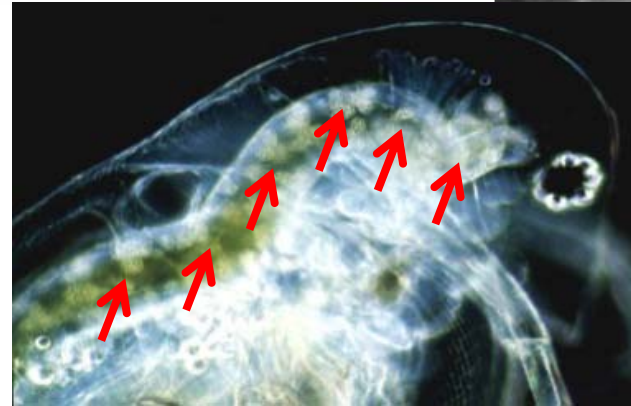
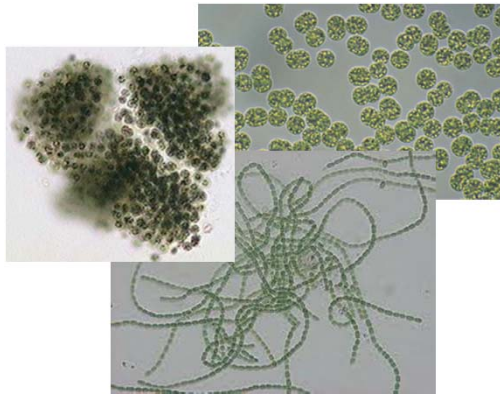
Caullerya mesnili

- Virulent reduziert Fruchtbarkeit vom Wirt drastisch
- Globales Vorkommen



Caullerya mesnili

Greifensee: Beziehung zwischen Caullerya und Cyanobacteria?



Caullerya mesnili

Machen Blaualgen Daphnien empfindlich für Parasiten befall?

Infektionsversuch – die Organismen



Nadine Tardent

Futter Behandlungen:

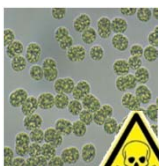


1. Kontrolle (*Scenedesmus obliquus*)



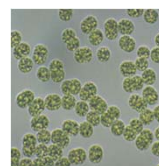
2. *Microcystis aeruginosa* Greifensee

- isoliert während der 2011 Epidemie
- MCYA Gen mit PCR bestätigt



3. *M. aeruginosa* PCC7806

- Toxisch (produziert Microcystin)
- einzellig

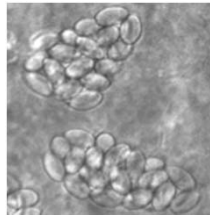


4. mcyA- Mutante von PCC7806

- mcyA Gen ausgeschaltet (→ nicht toxisch)
- einzellig

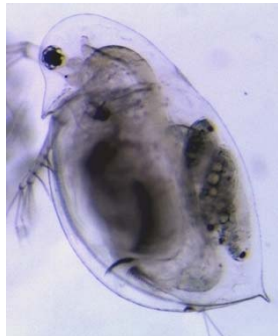
Machen Blaualgen Daphnien empfindlich für Parasiten befall?

Infektionsversuch – die Organismen



Caullerya:

- isoliert während der 2011 Epidemie
- Gezüchtet auf Labor Klon H7



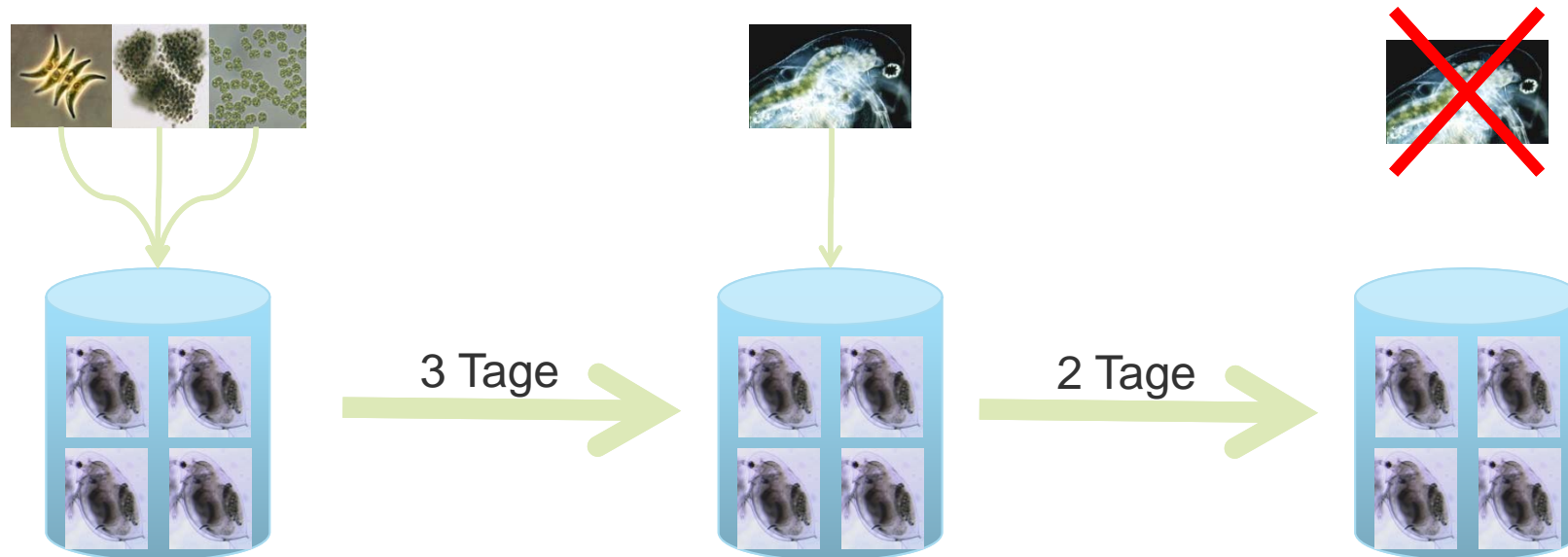
Daphnia longispina* × *galeata:

- 4 Klone isoliert während der 2011 Epidemie



Nadine Tardent

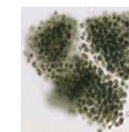
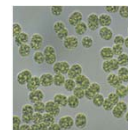
Infektion Versuch – Aufbau



- 5 Klone (inkl. H7)
- 1 mg C l⁻¹ Algen
- 1:1 Mischung von *M. aeruginosa* und *S. obliquus*
- 4 Replikate / Behandlung

- täglich geprüft

Microcystis vom Greifensee verursacht am meisten Infektionen



Futter

Schlussfolgerungen

- Eutrophierung hat in Schweizer Seen bei Blaualgen wie bei Daphnien zu einer **Veränderung der Artenzusammensetzung und -häufigkeit** geführt sowie zu genetischer Vermischung bei Daphnien
- Die Burgunderblutalge (*Planktothrix rubescens*) dominiert das Plankton, weil sich der Zürichsee in den letzten 20 Jahren deutlich erwärmt hat.
- Unsere Forschung an Cyanobakterien und Daphnien-Parasiten zeigt wie komplex Beziehungen im Nahrungsnetz von einem See sein können

Danksagung

Cristian Rellstab
Nora Brede
Barbara Keller
Justyna Wolinska
Markus Möst
Patrick Turko
Marie-Eve Monchamp
Nadine Tardent
Christine Dambone
Esther Keller
Francesco Pomati
Mike Sturm
Christoph Tellenbach

