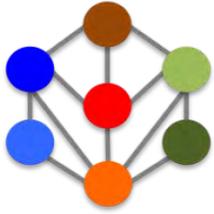


CONNECT



Connectivity and synchronisation of
lake ecosystems in space and time



IGB

Leibniz-Institut für Gewässerökologie
und Binnenfischerei

Ergebnisse aus dem Forschungsprojekt **CONNECT**: Ökologische Untersuchungen an Seenketten in Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg

Dr. Stella Berger & Dr. Sabine Wollrab

Leibniz-Institut für Gewässerökologie und Binnenfischerei (IGB)
im Forschungsverbund Berlin e.V.

Abteilung 3, Plankton und Mikrobielle Ökologie

Gewässersymposium

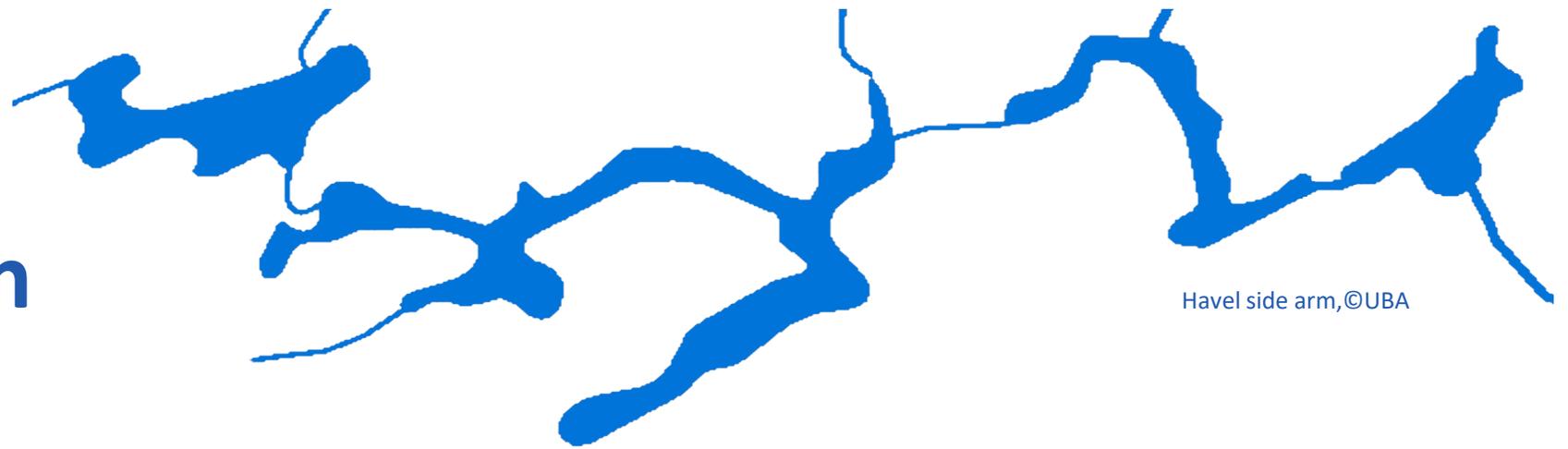
Rostock, 22.06.2022





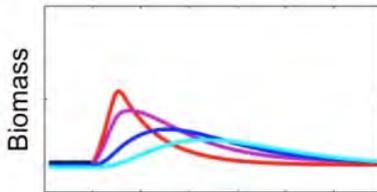
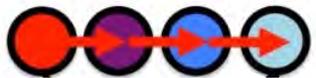
Sentinel 2 / multi spectral image

Fragestellungen

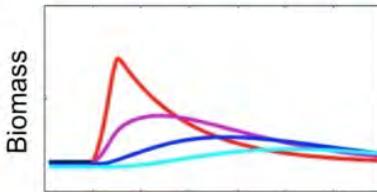


Connectivity of lakes Phytoplankton dynamics

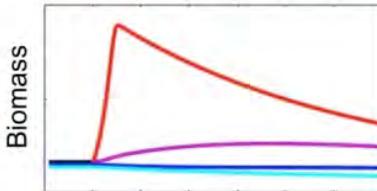
Short residence time



Medium residence time



Long residence time



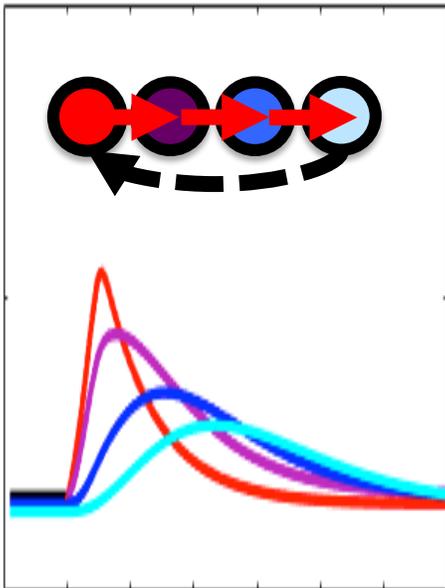
Time

- Wie beeinflusst die **Konnektivität von Seen den Transport und die Entwicklung von Phytoplankton entlang von Seenketten?**
- Welche Rolle spielen **Seentiefe und Durchmischungsregime** von Seen?
- **Welches Potential** hat die **Fernerkundung zur Unterstützung des regionalen Gewässermonitorings?**

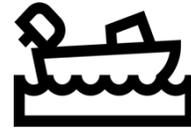
Kombinierte Methoden



Seenketten-Modell:
Nährstoff und
Phytoplankton
(Chl-a) Dynamik



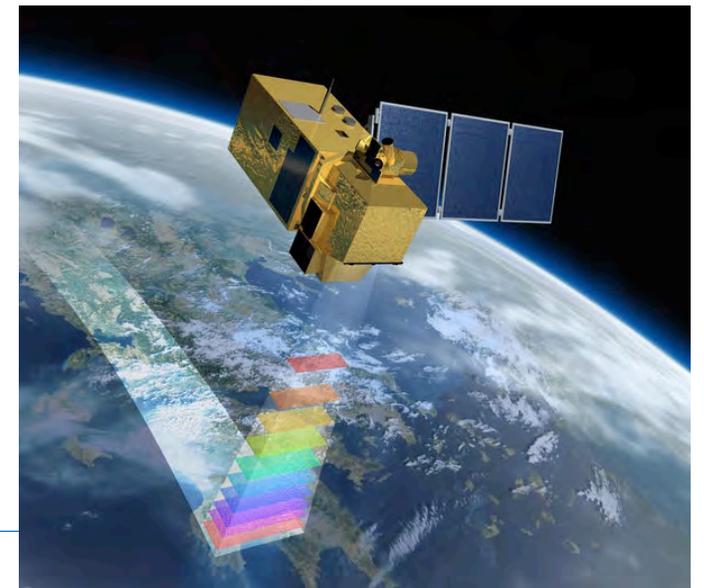
**Hoch-frequente
in situ Sensoren:**
Chl-a, Cyanobakt,
Temp, pH, Cond,
Sauerstoff



Beprobung & Labor:
Phytoplankton and
Wasserchemie,
HPLC Pigmente (Chl-a),
FlowCam

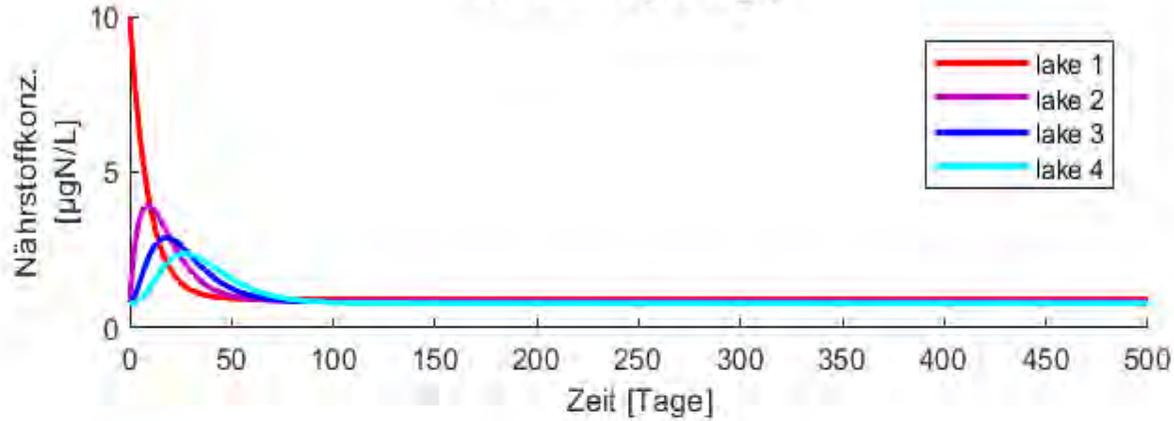


Fernerkundung:
Hyper- and multispektrale
Kameras (Chl-a), Handgeräte
> Dronen > Flugzeug >
Satelliten

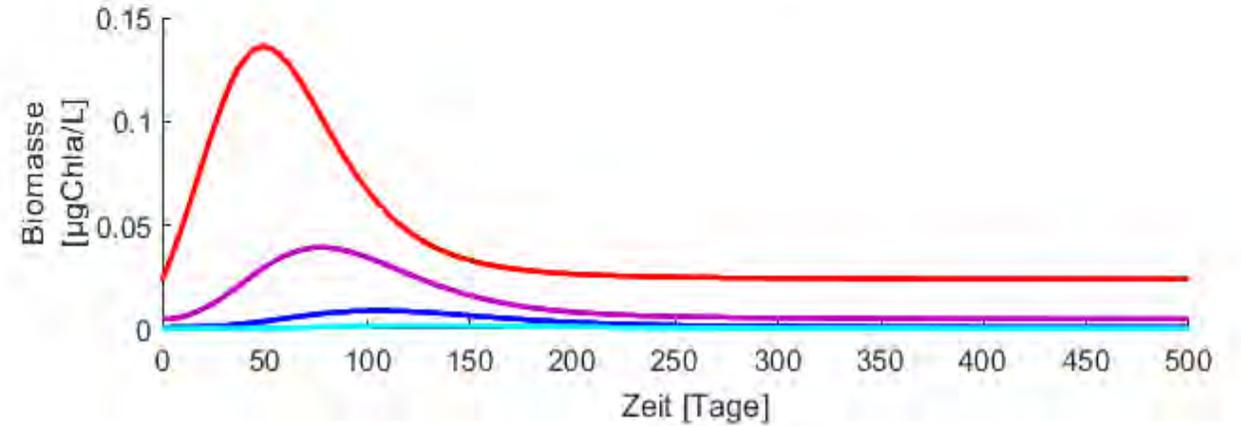
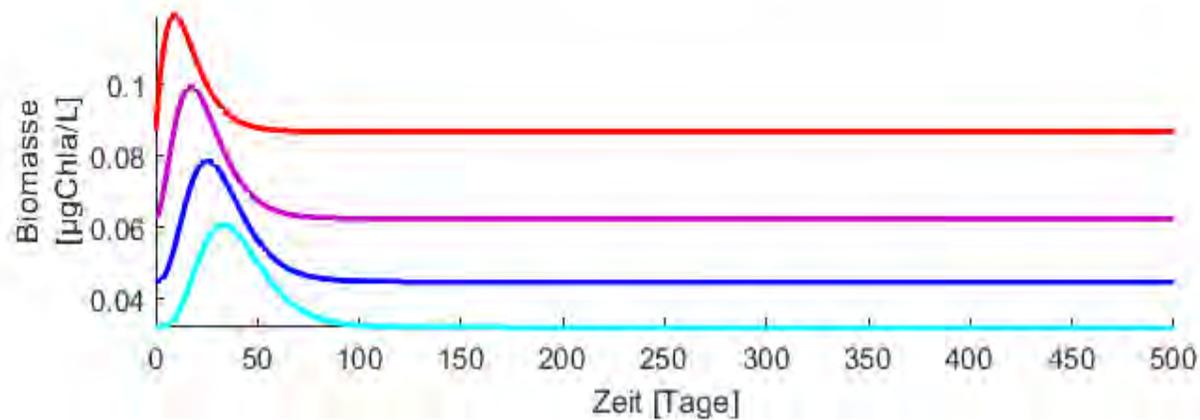
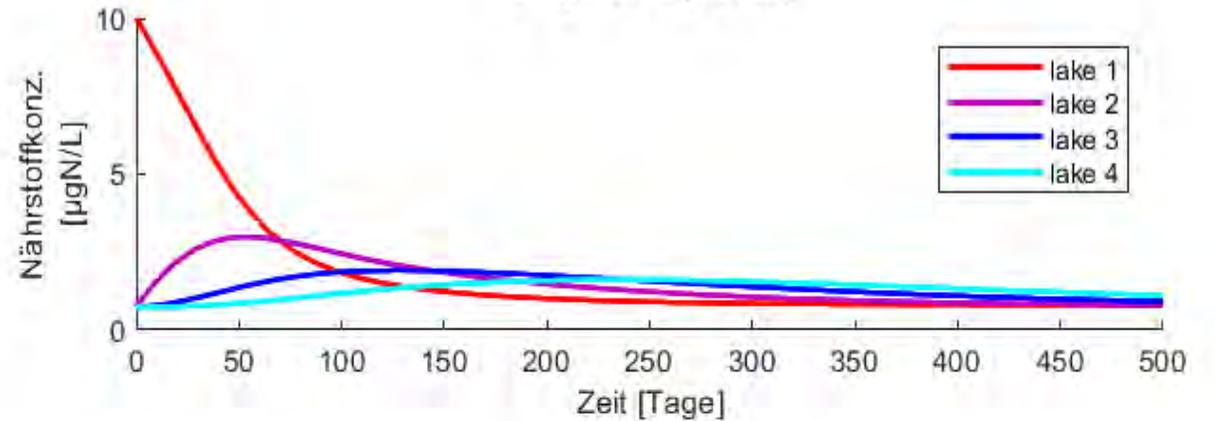


Modellvorhersagen

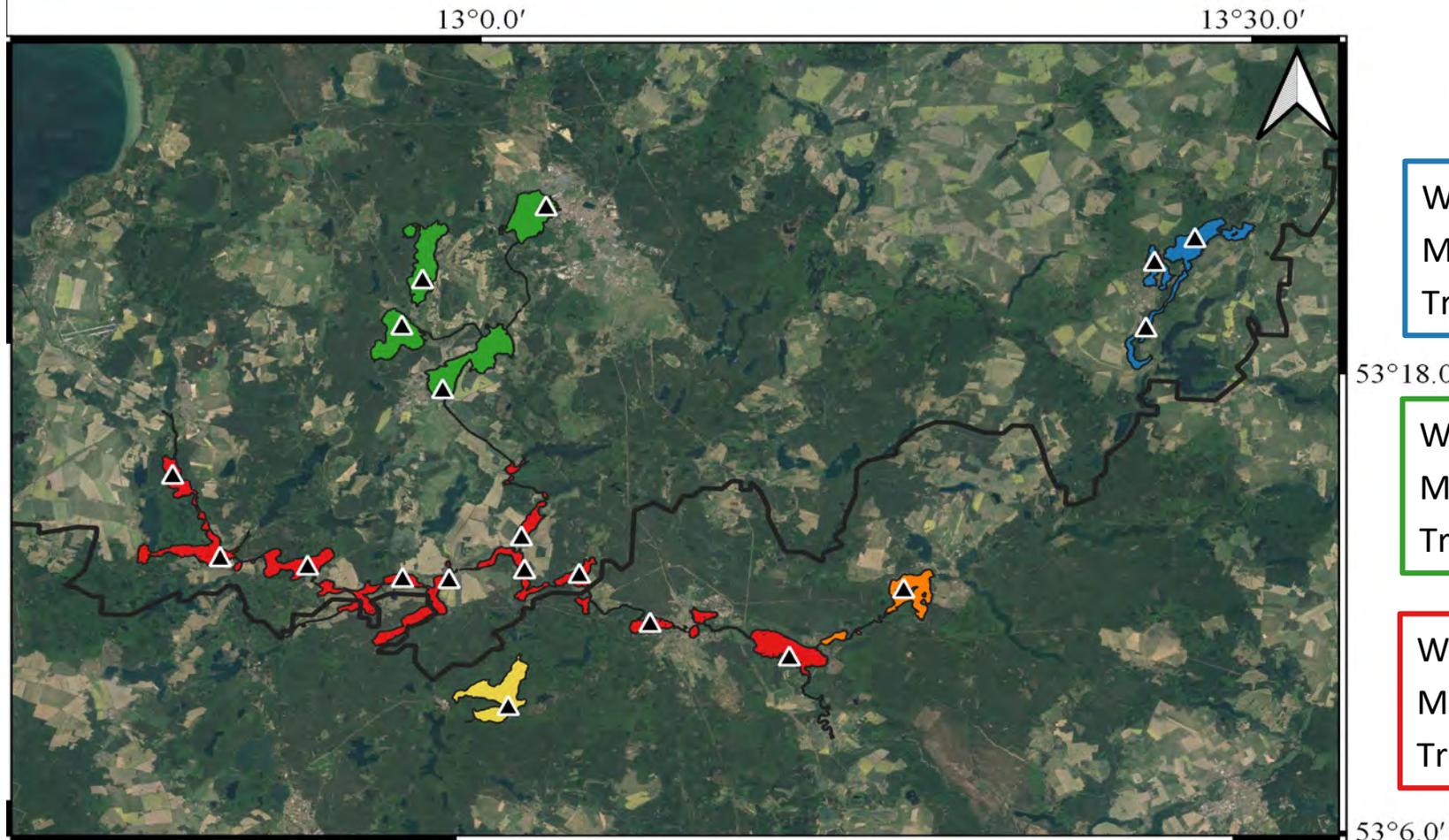
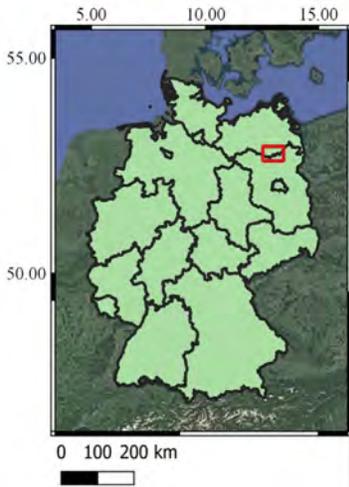
stark verbunden
Kurze WVZ (30 Tage)



schwach verbunden
Lange WVZ (1 Jahr)



Feldkampagne – 19 Seen in BB und MV



WVZ: 3.1-16.3 J
 Mittlere Tiefe: 5.8-22.8 m
 Trophischer Index: 1.4-2.1

WVZ: 0.3-1.2 J
 Mittlere Tiefe: 1.6-4.6 m
 Trophischer Index: 2.8-3.7

WVZ: 0.1-7 J
 Mittlere Tiefe: 3.7-10.8 m
 Trophischer Index: 2.4-3.3

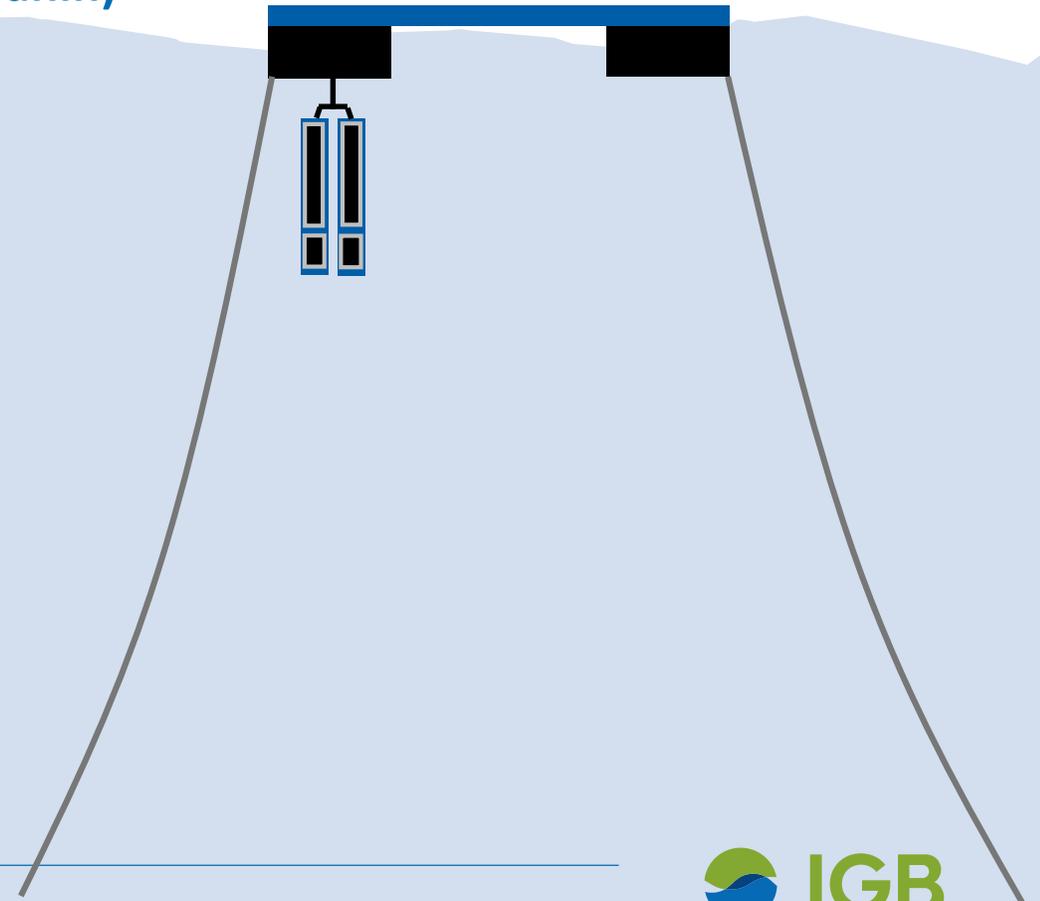
- 0 5 10 km
- Germany administrative boundaries
- CONNECT Buoys
- Deep Muritz-Havel Lakes
- Shallow Havel Lakes
- Deep Feldberg Lakes
- Stechlinsee
- Großer Lychensee

Hoch-frequente *in-situ* Messungen

Bojen für die Feldstudie ausgestattet mit:

Multiparametersonden auf 1 m Tiefe

(pH, Sauerstoff, Temp, Leitfähigkeit, Trübung, Chl-a, Phycocyanin)

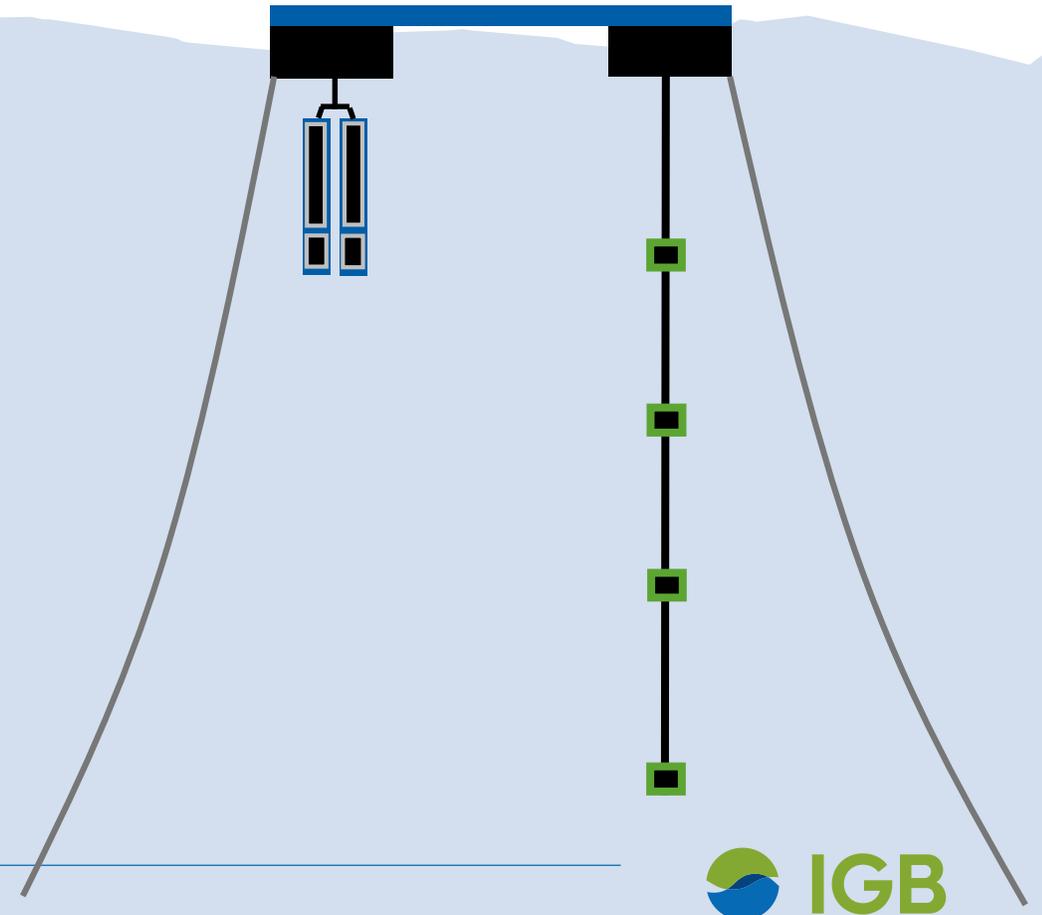


Hoch-frequente *in-situ* Messungen

Bojen für die Feldstudie ausgestattet mit:

Multiparametersonden

Temperatur/Licht Datenlogger



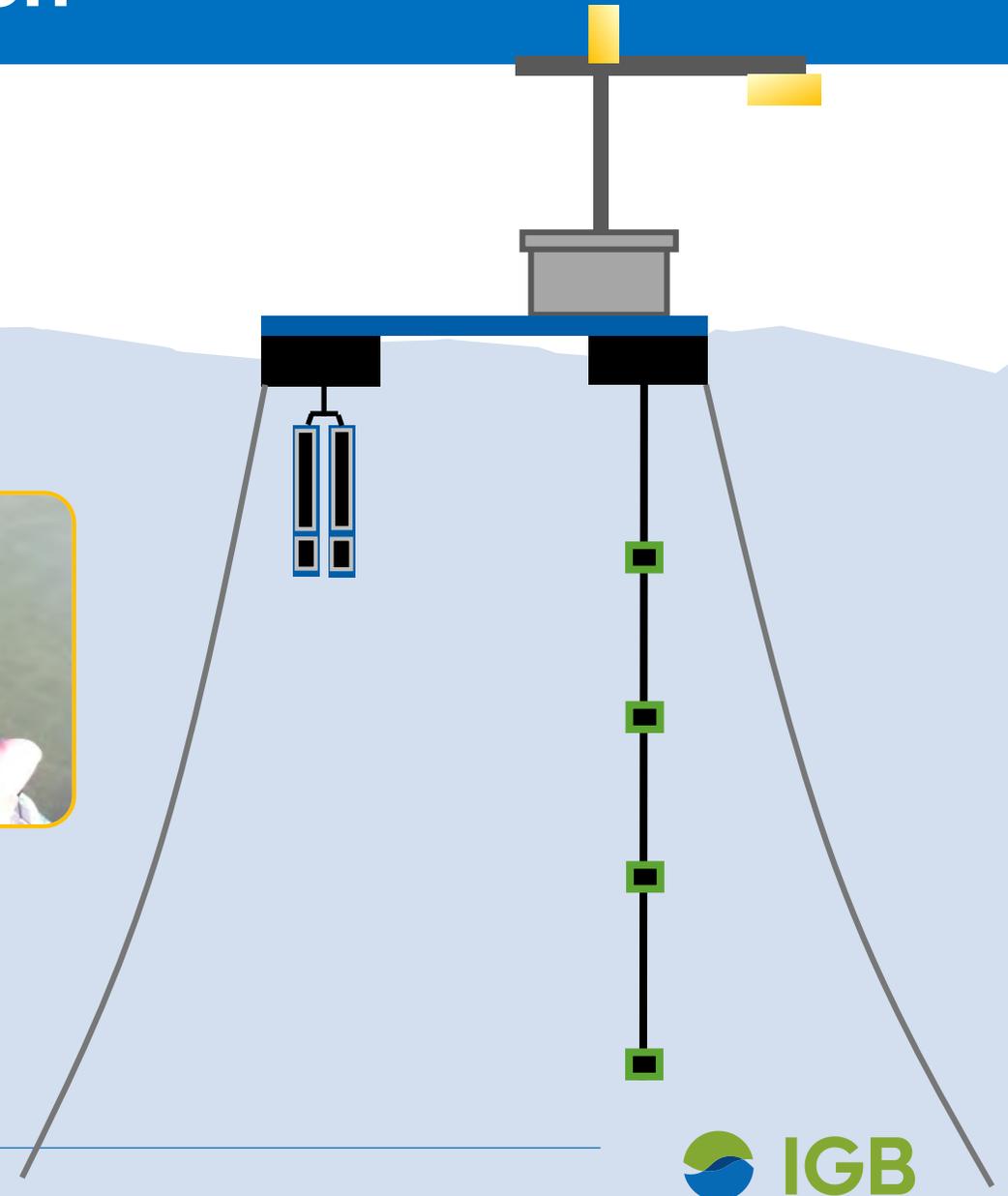
Hoch-frequente *in-situ* Messungen

Bojen für die Feldstudie ausgestattet mit:

Multiparametersonden

Temperatur/Licht Datenlogger

Spektrometer



Hoch-frequente *in-situ* Messungen

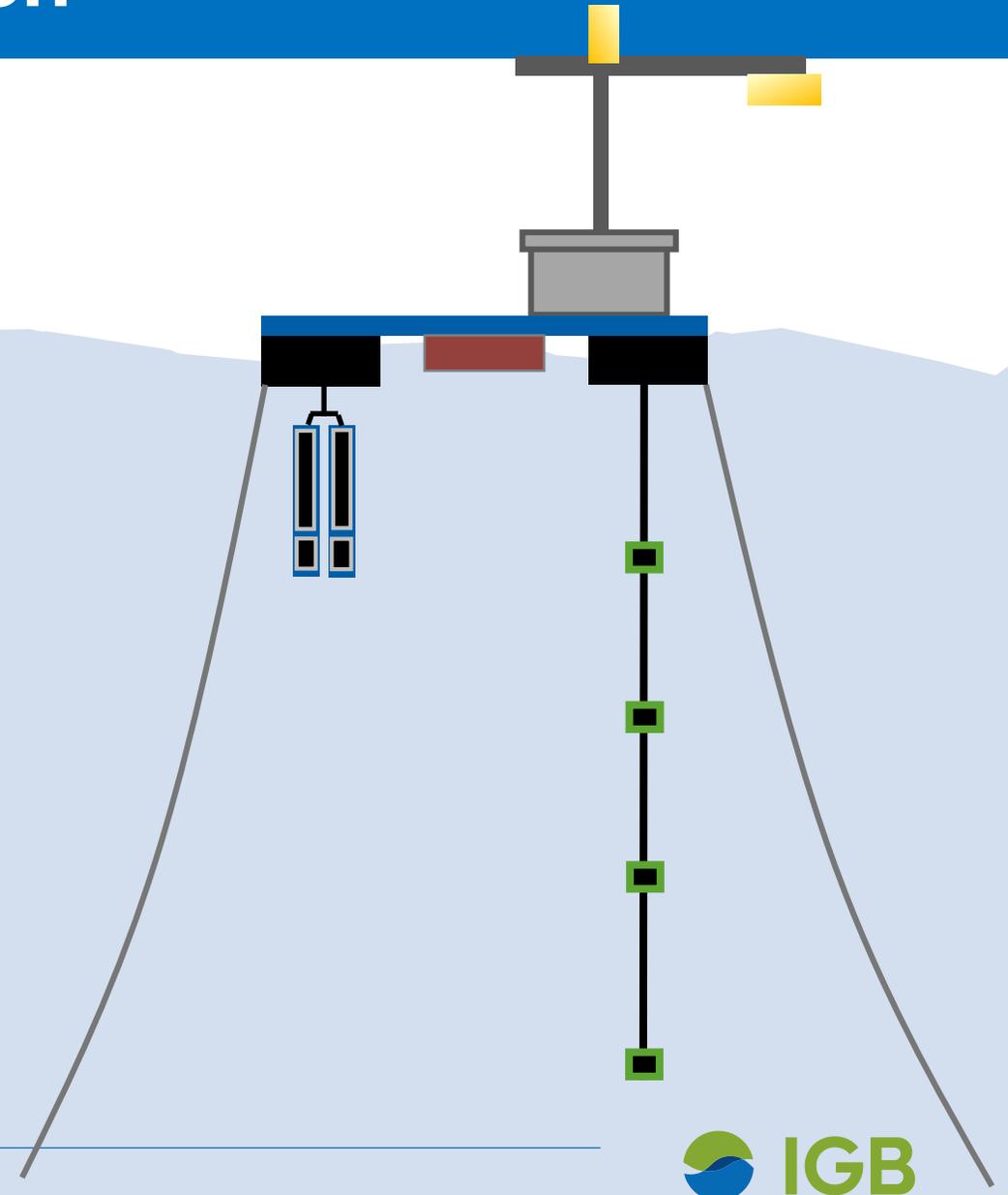
Bojen für die Feldstudie ausgestattet mit:

Multiparametersonden

Temperatur/Licht Datenlogger

Spektrometer

Gashauben zur Messung von CH_4 und CO_2





CONNECT Feldkampagne 2019/2020



Phytoplankton und Nährstoffdynamik

Christine Kiel



- **Sensorprofile**
- **Wasserchemie**
- **Phytoplanktonpigmente (HPLC)**
- **Bildbasierte Phytoplanktonanalyse (FlowCam)**
- **Cyano-Toxine**

See-zu-See Kohärenz

Andreas Jechow



- **Bojensystem**
- **3D Spektrometer (Eigenbau)**
- **Kontinuierliche *in-situ* Sensoren (Chl-a, Phycocyanin, Trübung, Temp, pH, Sauerstoff)**

Fernerkundung und bio-optische Modellierung

Igor Ogashawara



- **Optische Eigenschaften des Wassers (Feld und Labormessungen)**
- **Verarbeitung von Satellitenbildern**

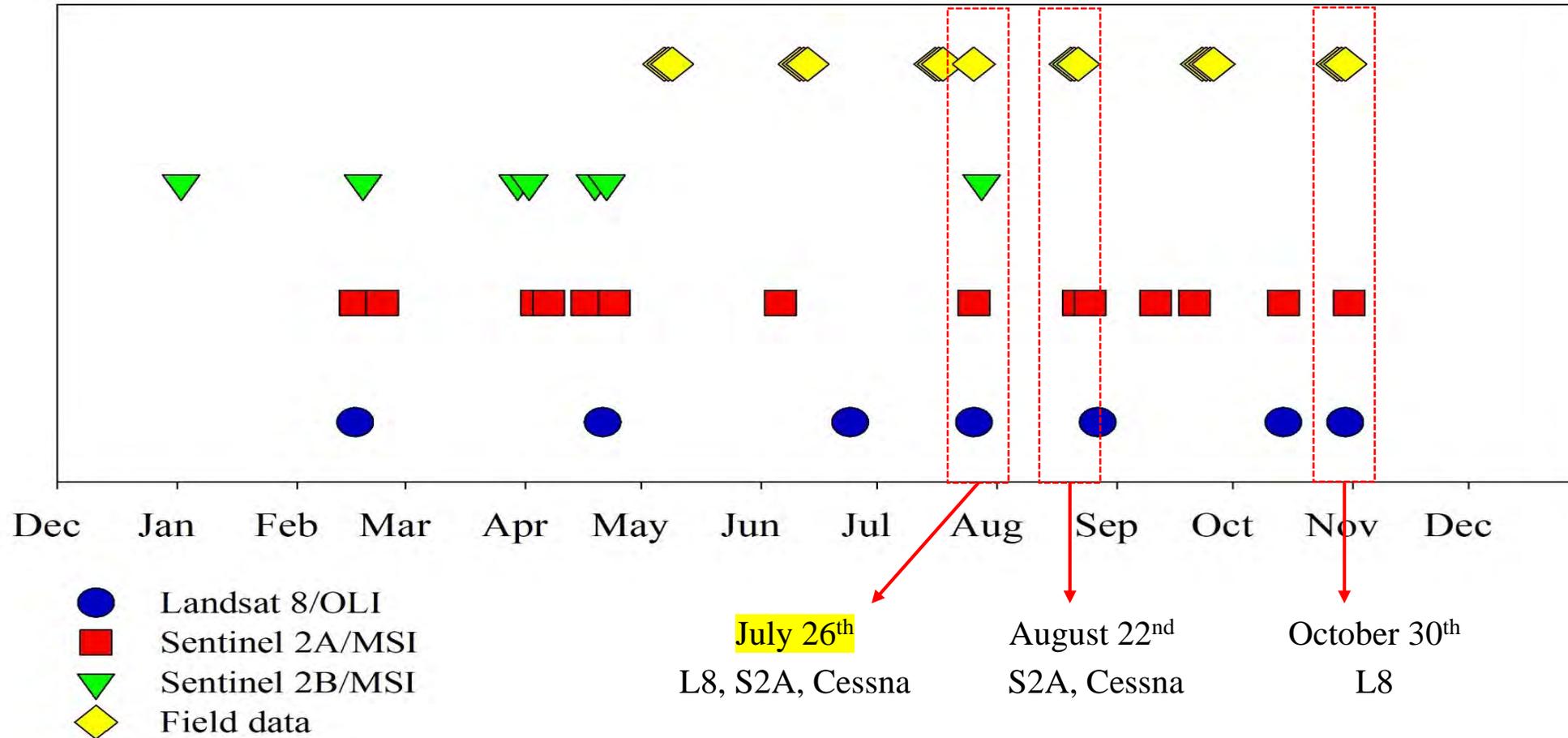
Treibhausgasflüsse

Katrin Kohnert

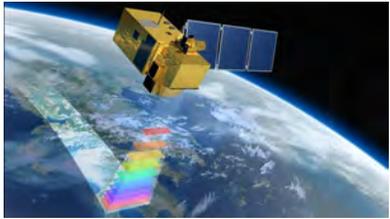


- **CH4 und CO2 Messung**
- **Manuelle und automatische Gashauben (Eigenbau)**
- **Eddy-Kovarianz-Messungen**

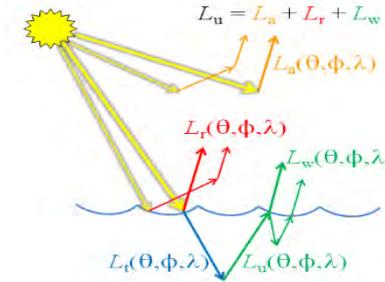
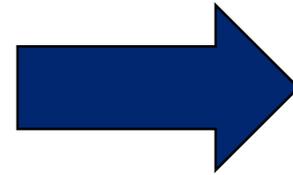
Zeitgleiche Probenahme und Satellitenbilder 2019



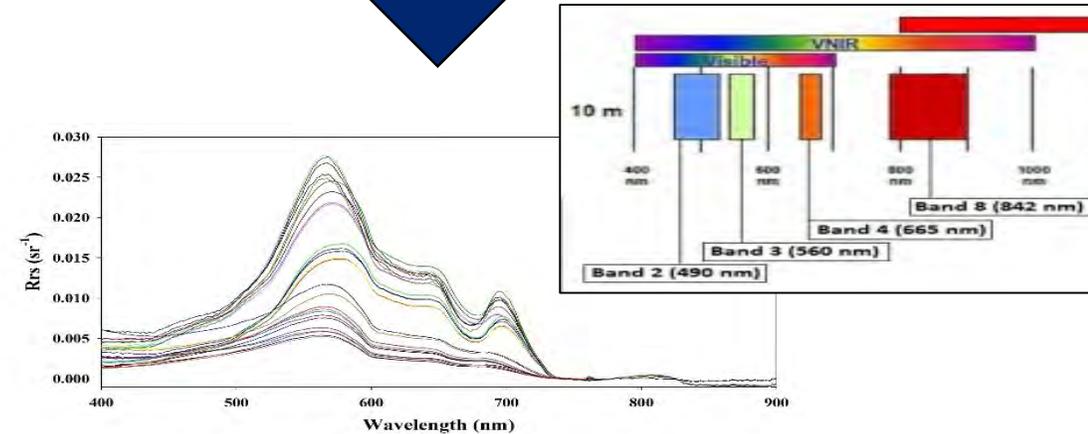
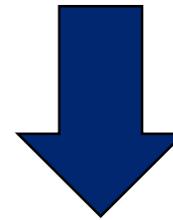
Chl-a Abschätzung aus dem Weltraum



Satellitenbild (MSI)

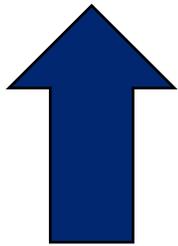


Atmosphärenkorrektur



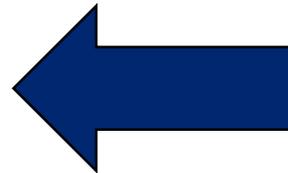
Remote Sensing Reflektanzen

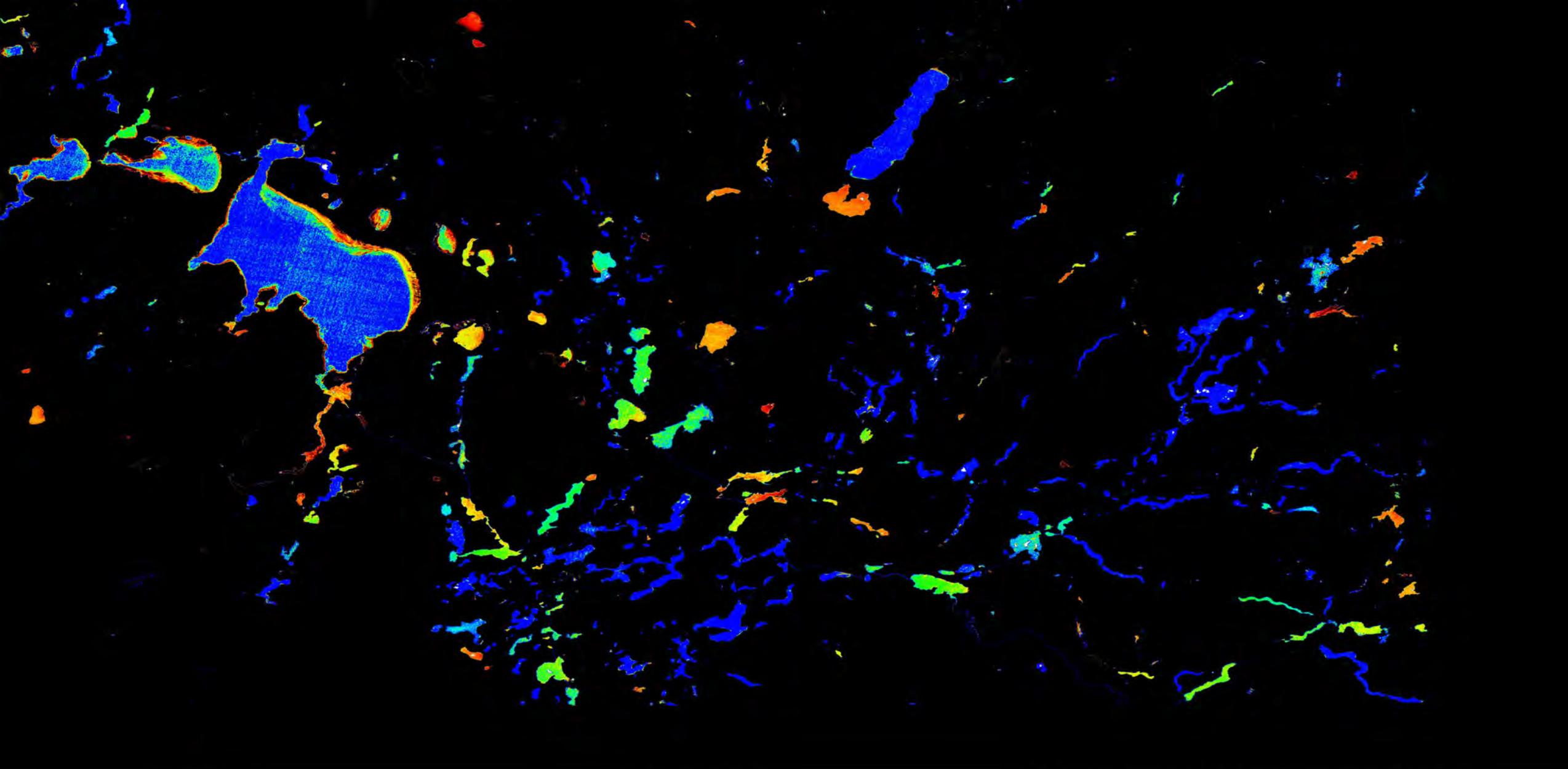
Chlorophyll-a



$$\begin{aligned}
 & \int_{-\infty}^{\infty} f(x) \delta(x-a) dx = f(a) \\
 & \nabla \cdot (\rho \mathbf{v}) = -\nabla p + \nabla T \cdot \mathbf{f} \\
 & H = \sum \rho(\lambda) \log(\rho(\lambda)) \\
 & TC(Q, q, m) = \sum \left[\frac{\partial S_i}{\partial q_j} + c_i \cdot D_i + \frac{\partial H_i}{\partial q_j} \left(\ln \left(1 + \frac{D_i}{\rho_i} \right) - 1 \right) \cdot \frac{\partial D_i}{\partial q_j} \right] \cdot c_j \\
 & \frac{d \Delta \rho(\lambda, \phi)}{d \lambda} = \begin{bmatrix} \beta & -\beta \\ -\beta & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta \rho(\lambda, \phi) \\ \Delta M(\lambda, \phi) \end{bmatrix} \\
 & \int \log(x) dx = \frac{x}{2} \left(\frac{x}{2} + \log(x) \right)
 \end{aligned}$$

Bio-Optische Algorithmen



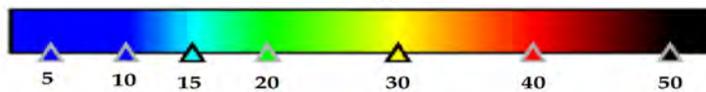


CONNECT

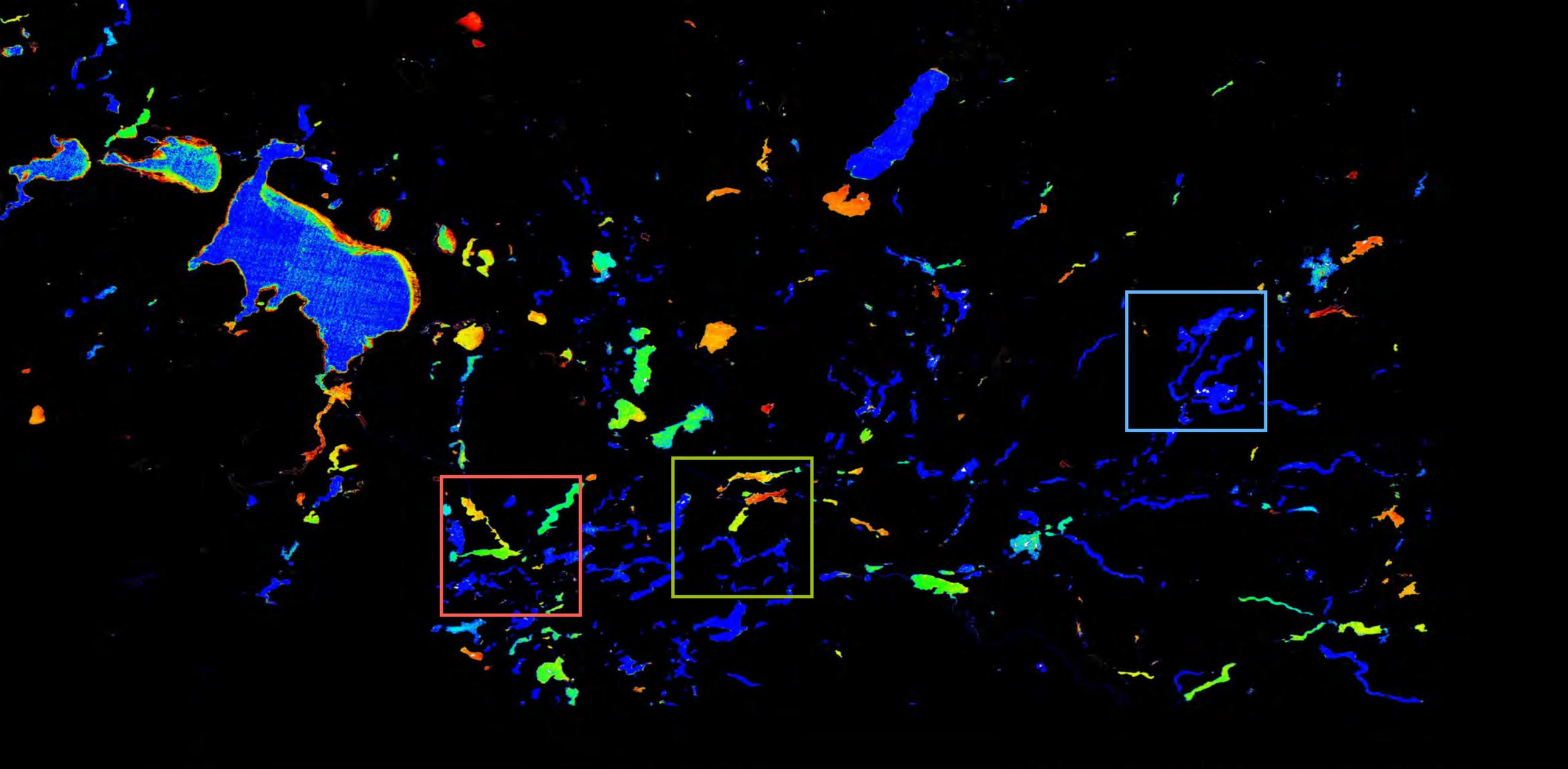


Connectivity and synchronisation of lake ecosystems in space and time

Chl-*a* (ug/L)



Algorithm: 2BDA (Dall'Olmo et al. 2005)
Calibration: A14A (Augusto-Silva et al. 2014)
Image: Sentinel 2A / MSI
Date: 26.07.2019

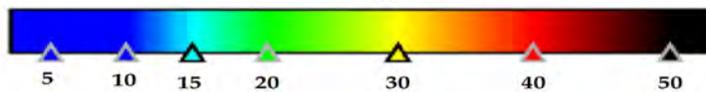


CONNECT



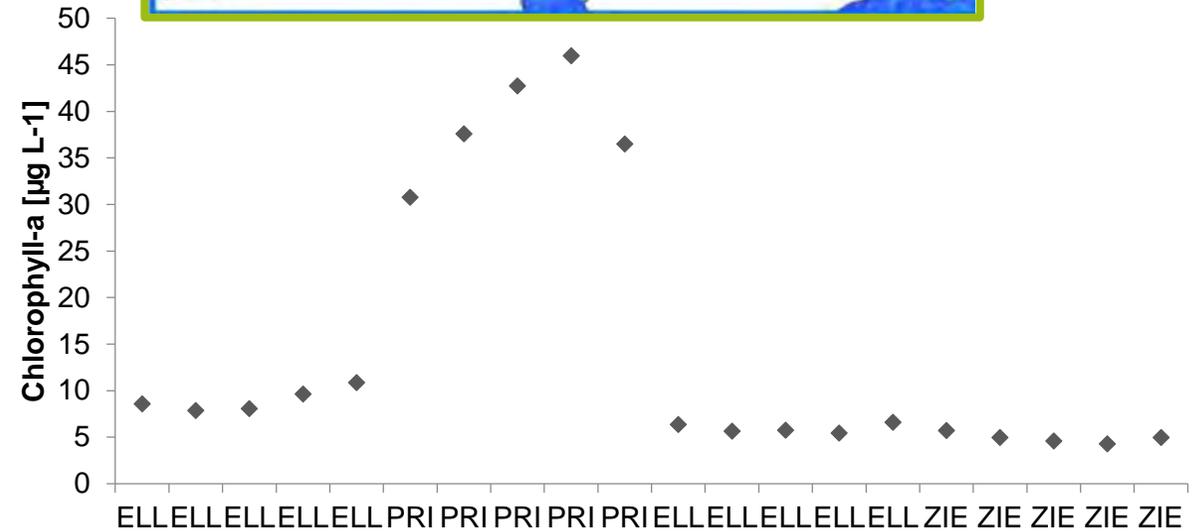
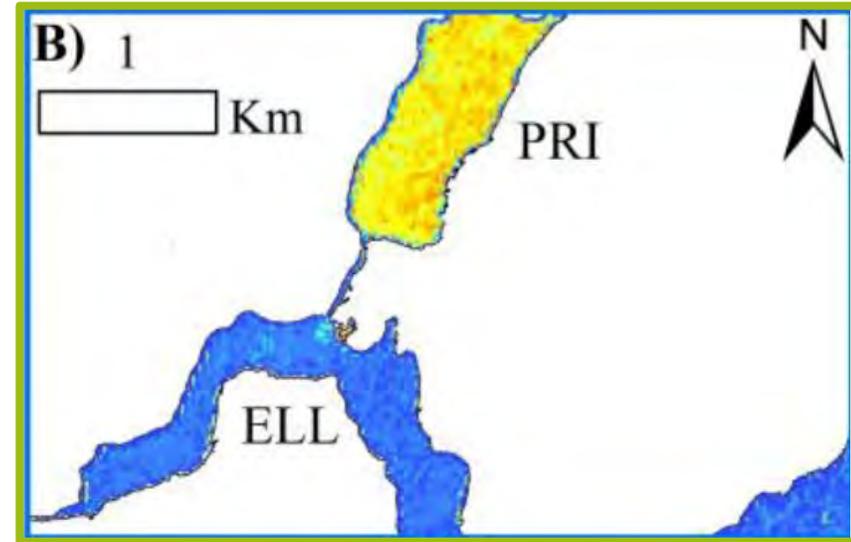
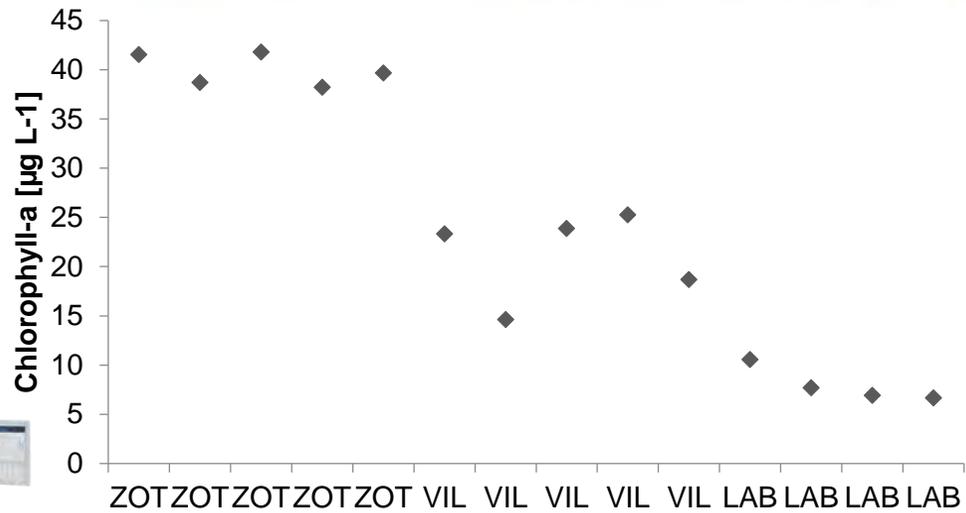
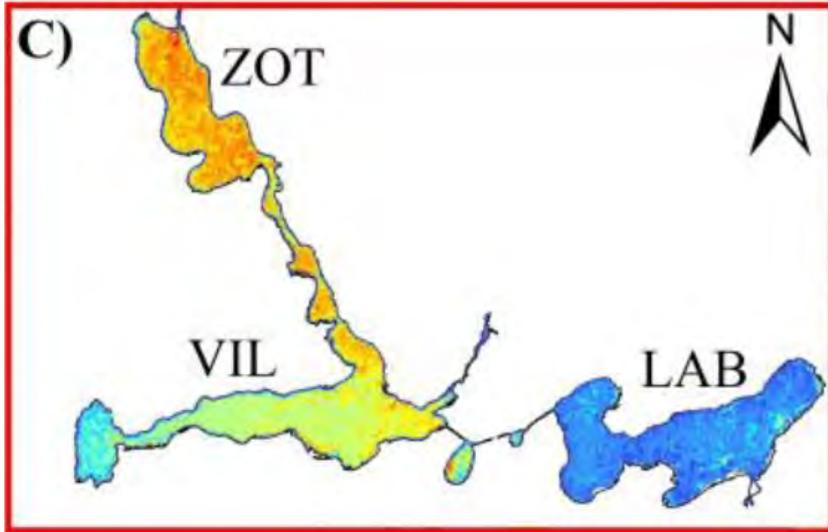
Connectivity and synchronisation of lake ecosystems in space and time

Chl-*a* (ug/L)

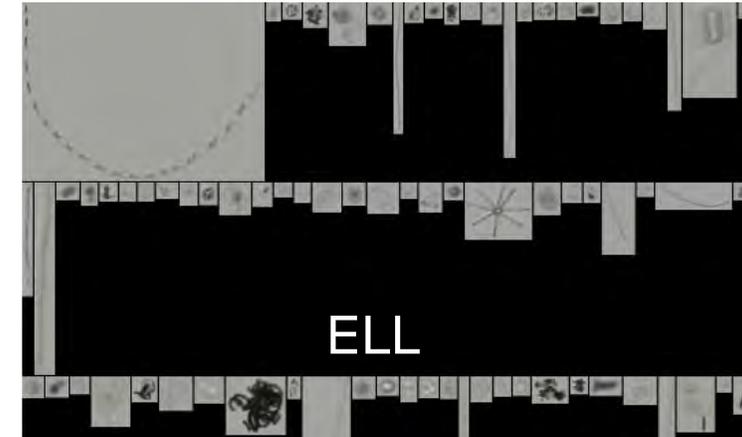
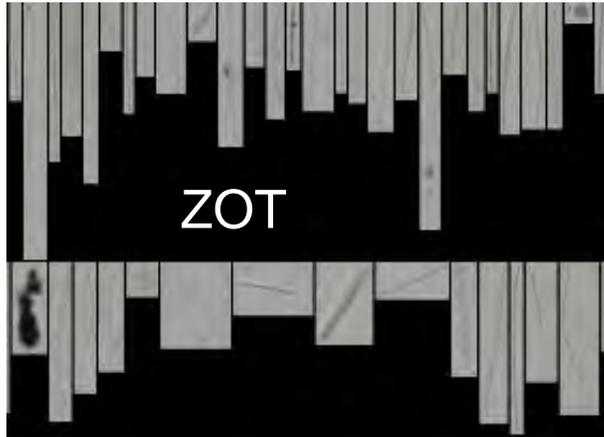
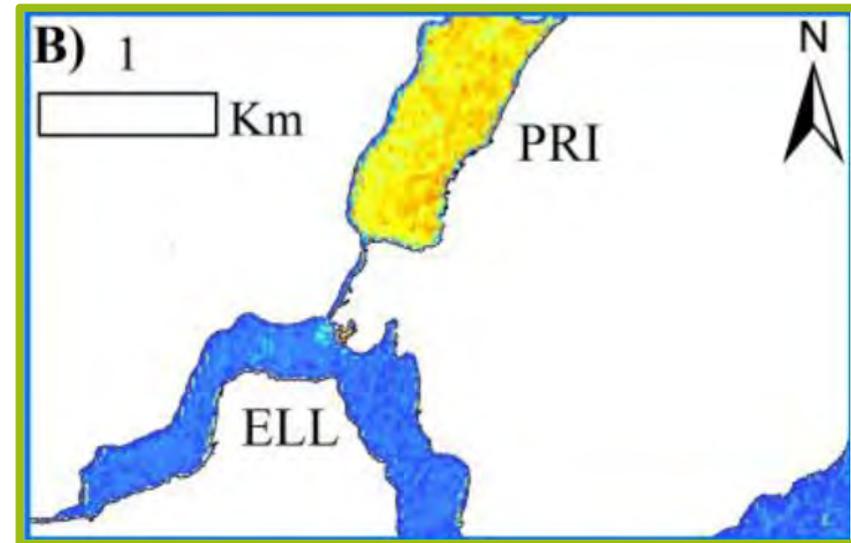
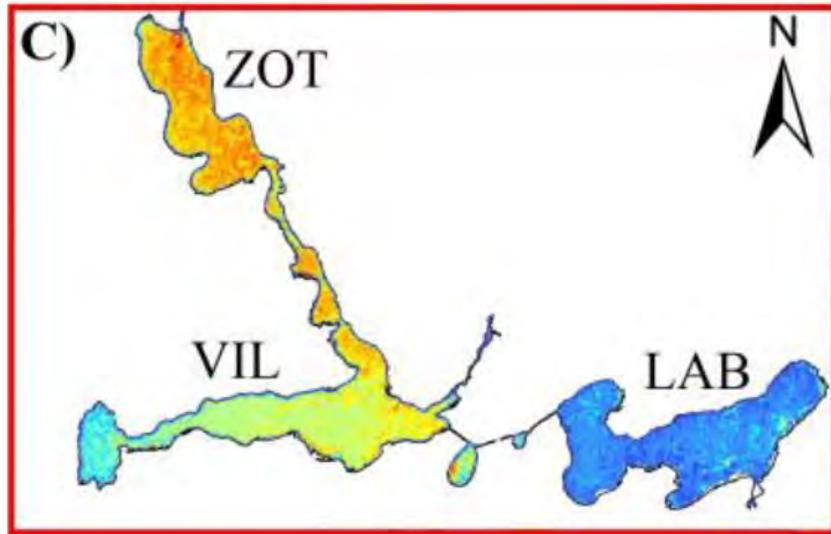


Algorithm: 2BDA (Dall'Olmo et al. 2005)
Calibration: A14A (Augusto-Silva et al. 2014)
Image: Sentinel 2A / MSI
Date: 26.07.2019

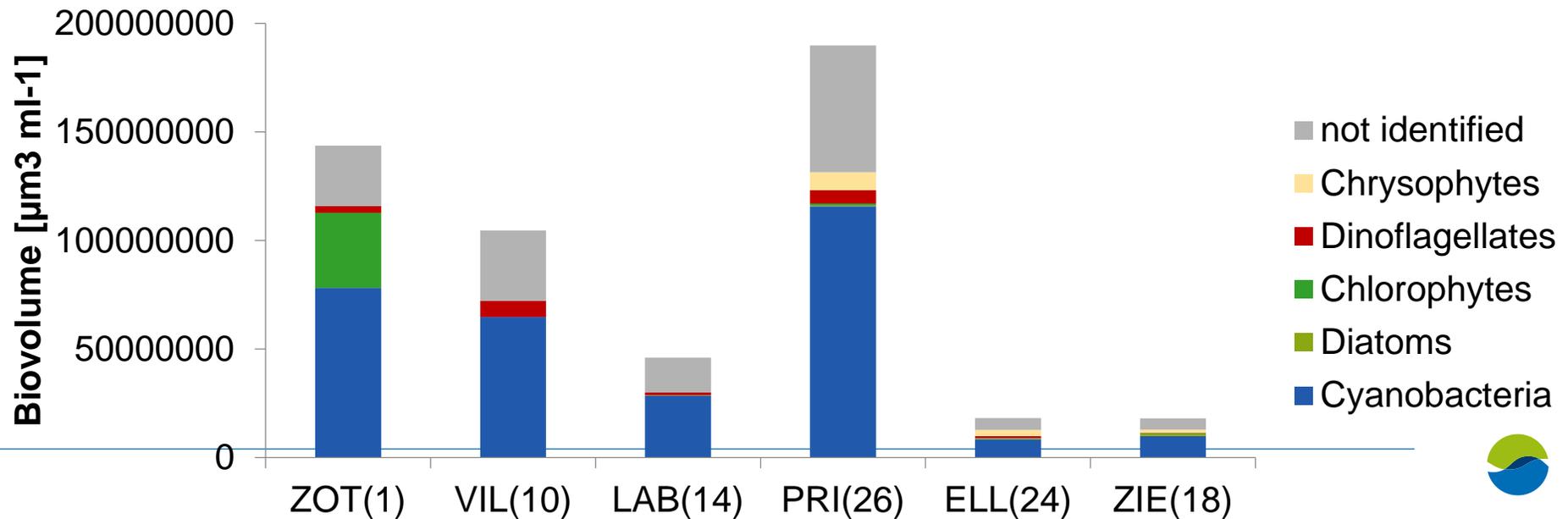
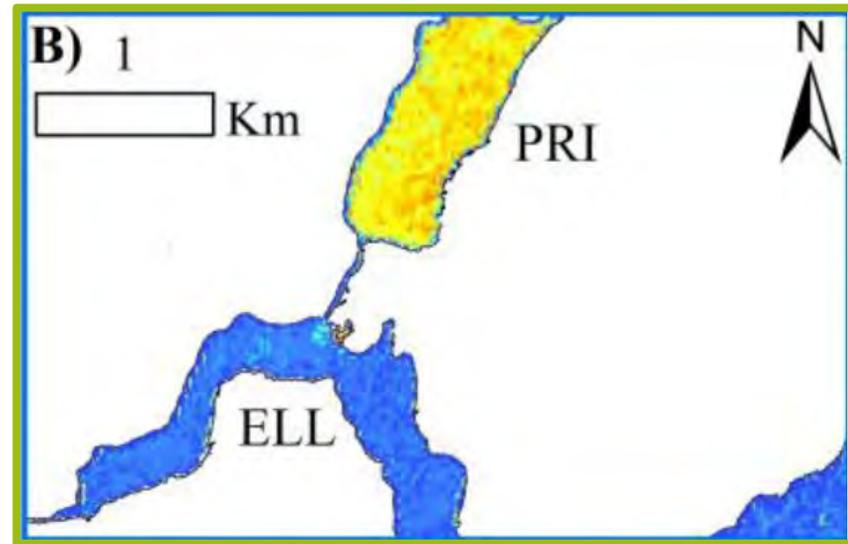
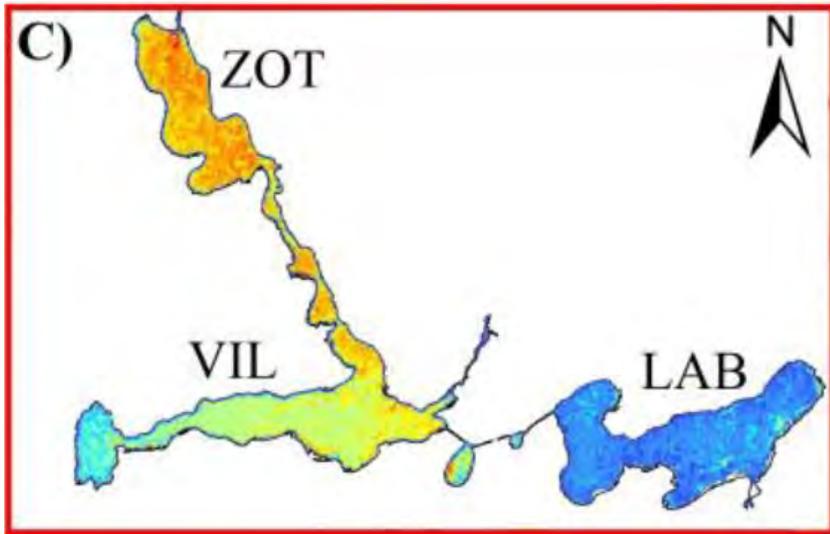
Räumliches Phytoplankton-Monitoring



Räumliches Phytoplankton-Monitoring

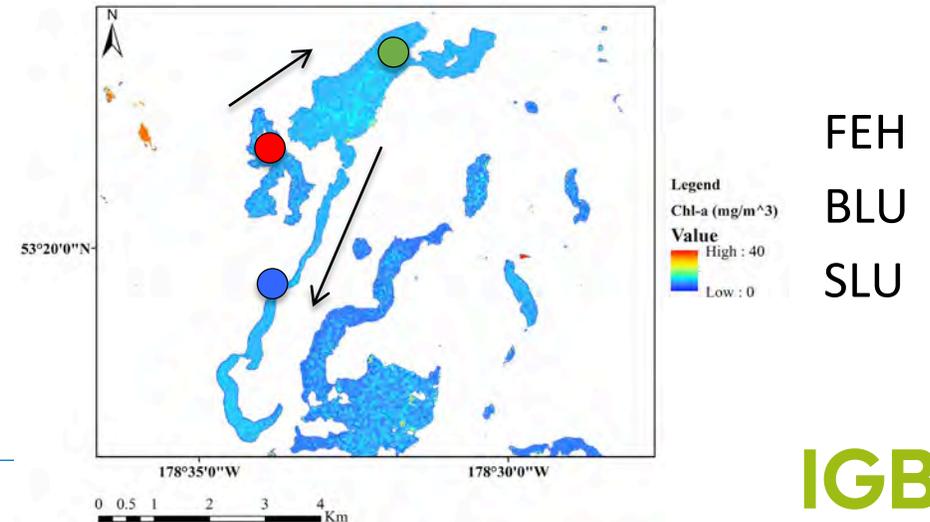
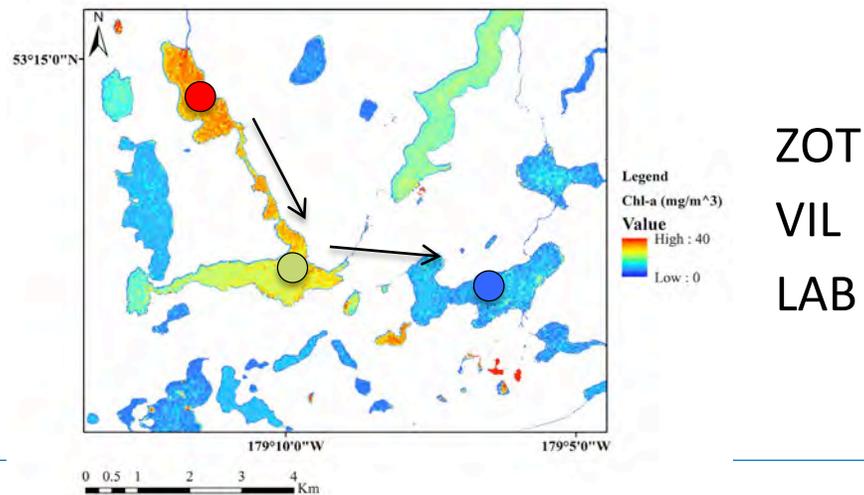
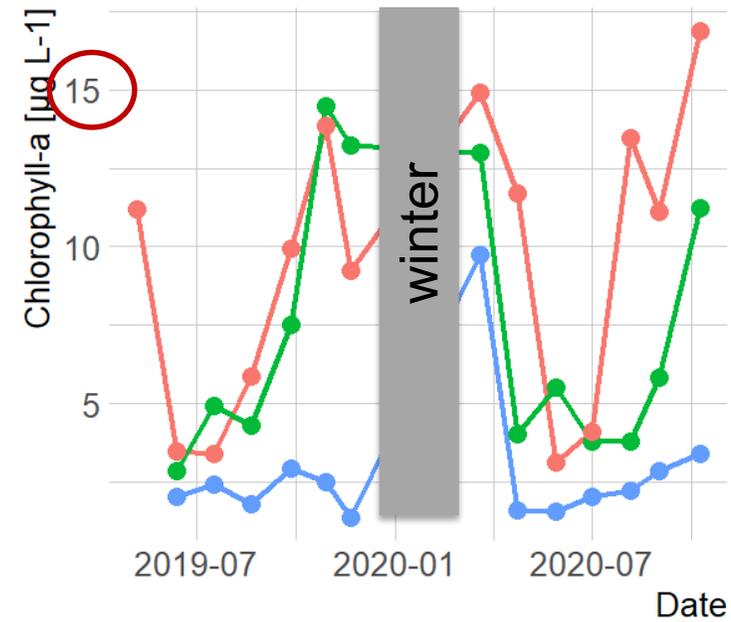
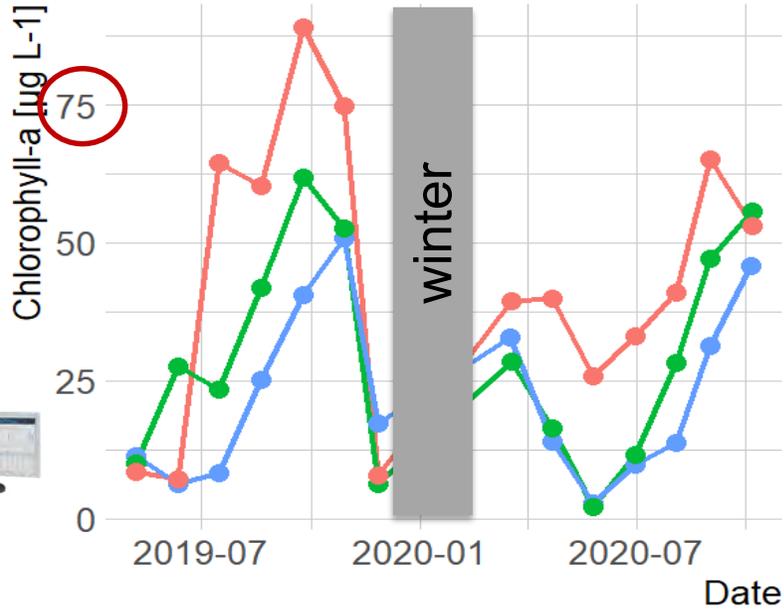


Räumliches Phytoplankton-Monitoring



Stark verbundene Seen

Schwach verbundene Seen

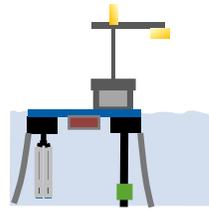
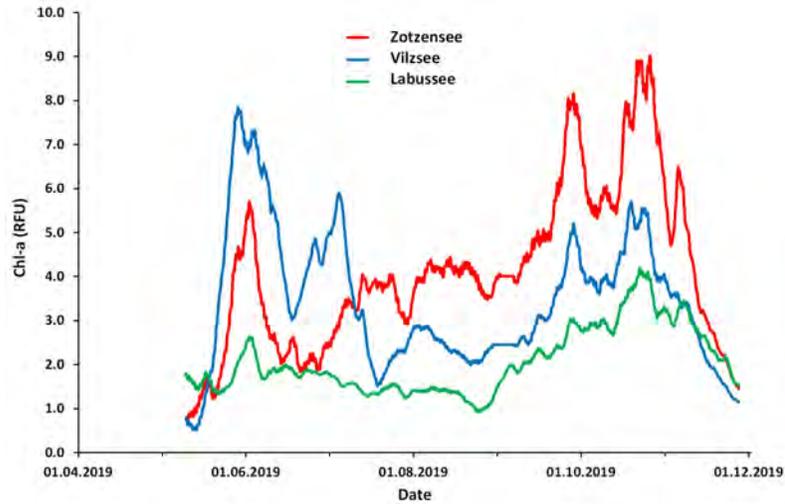


Stark verbundene Seen

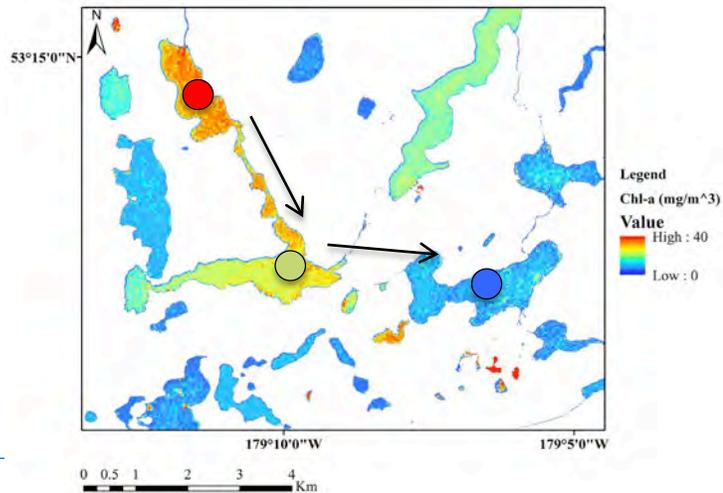
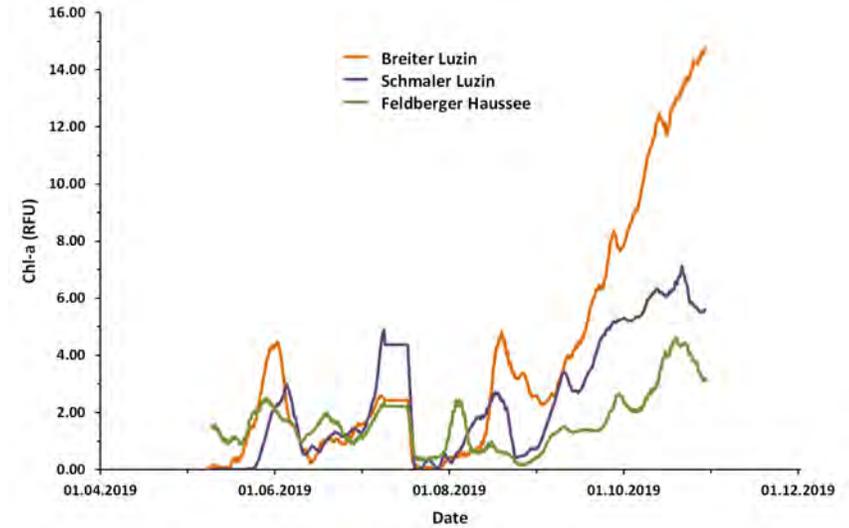
Schwach verbundene Seen



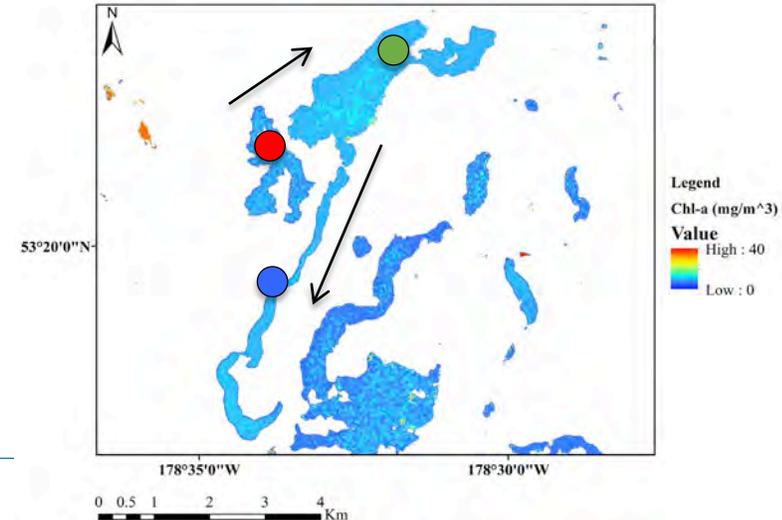
Chl-a at 1m depth



Chl-a at 1m depth

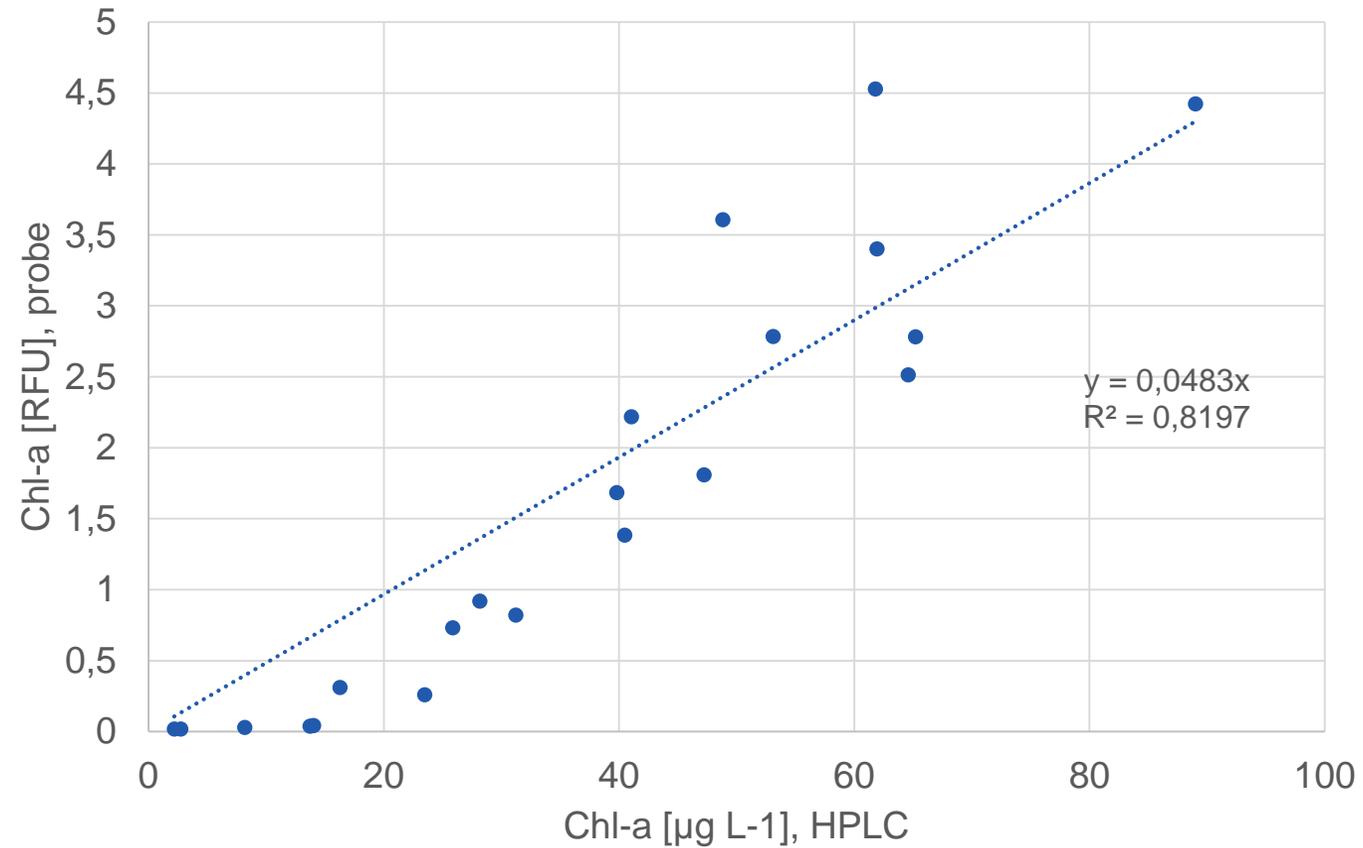


ZOT
 VIL
 LAB

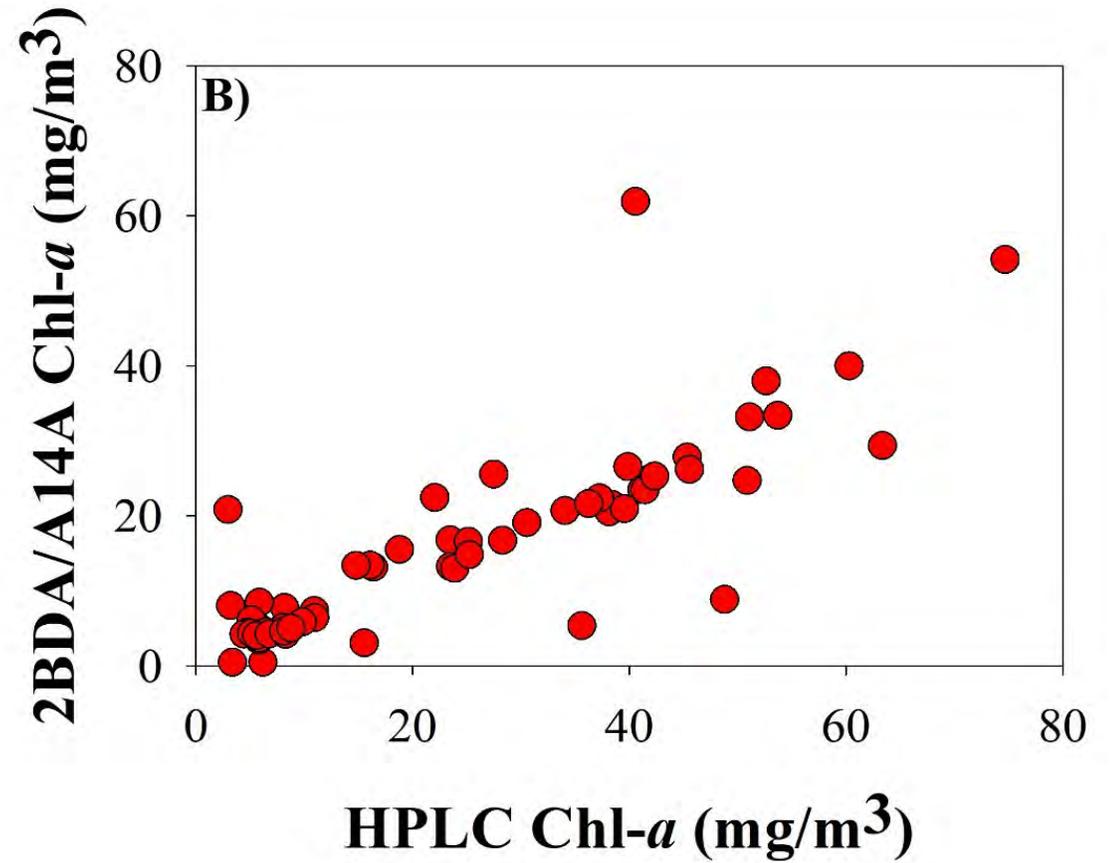
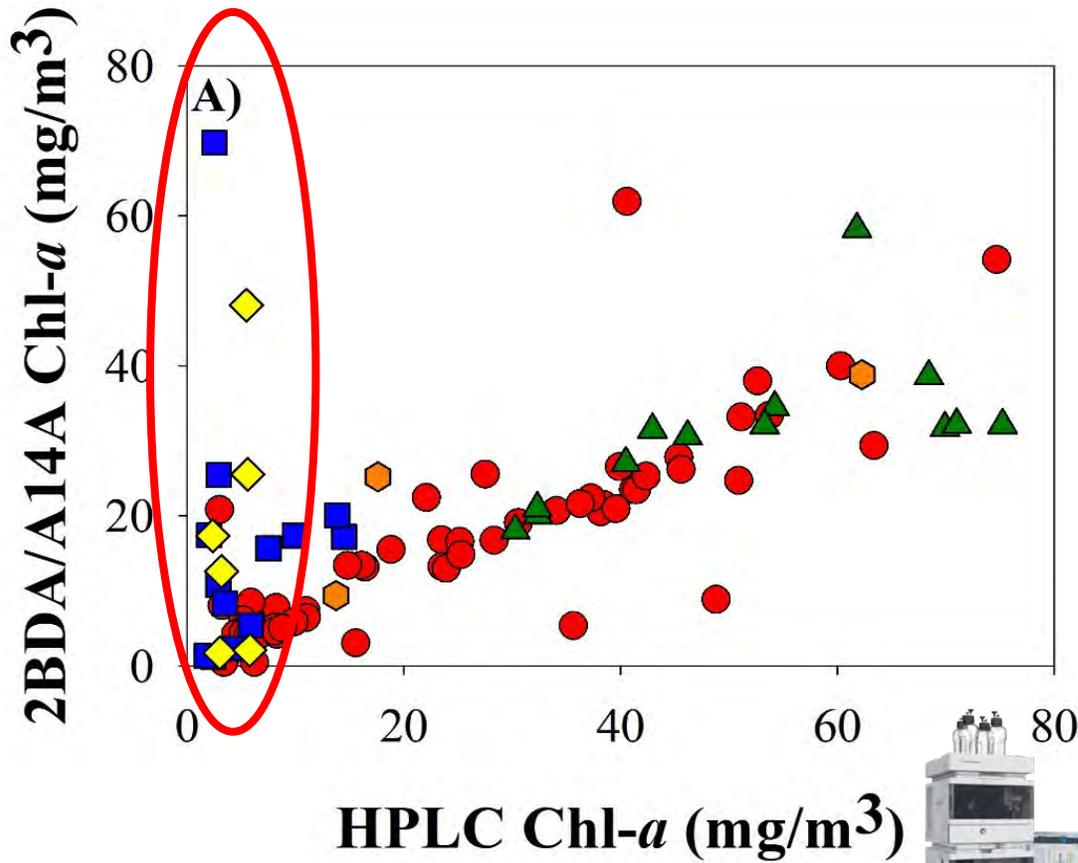


FEH
 BLU
 SLU

Chl-a - Sensoren versus Labor



Chl-*a* - Fernerkundung versus Labor

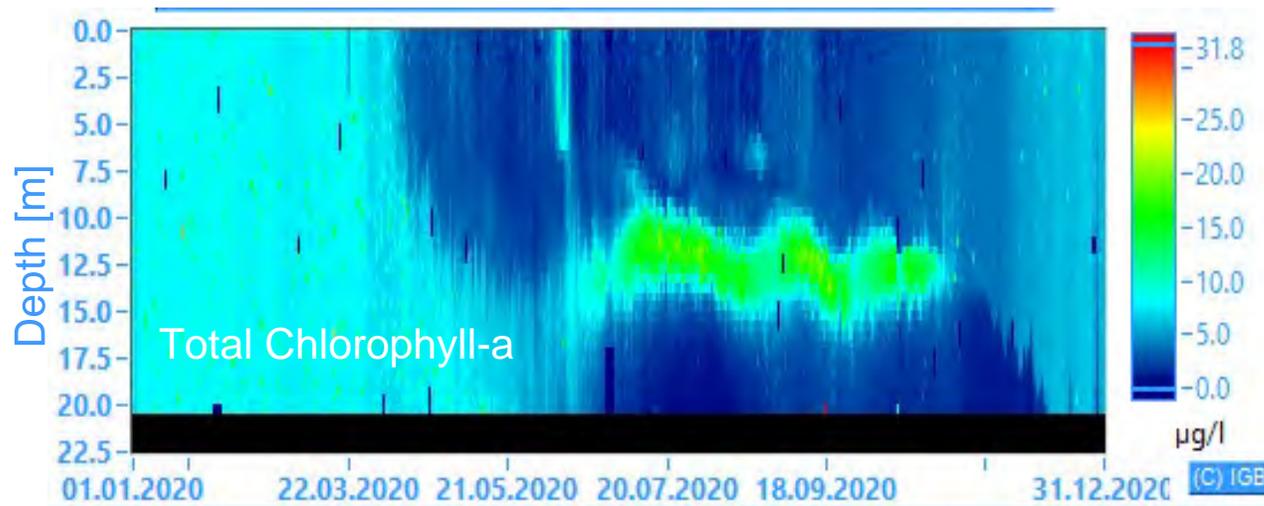
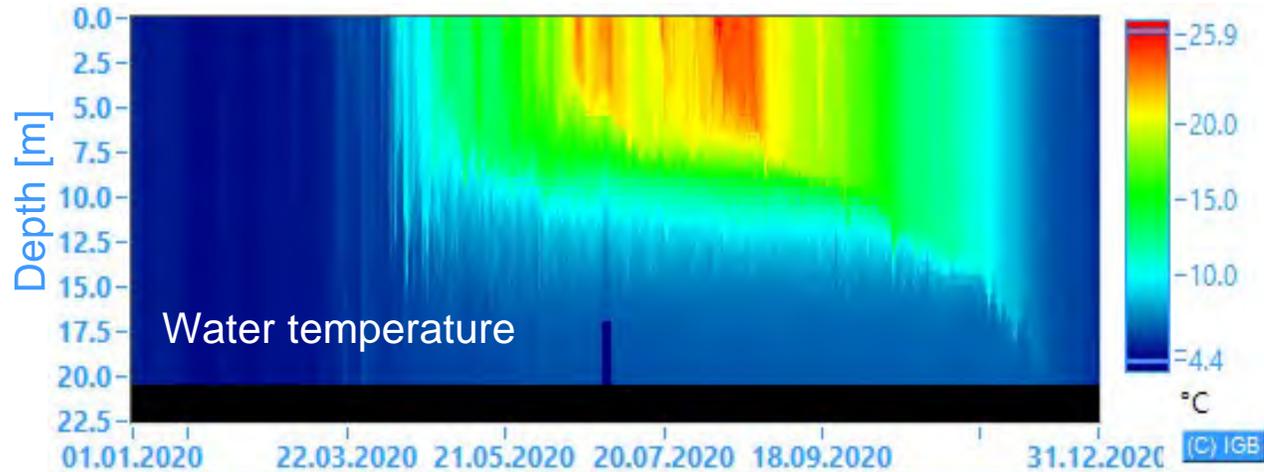


- Deep Muritz-Havel Lakes
- ▲ Shallow Havel Lakes

■ Deep Feldberg Lakes

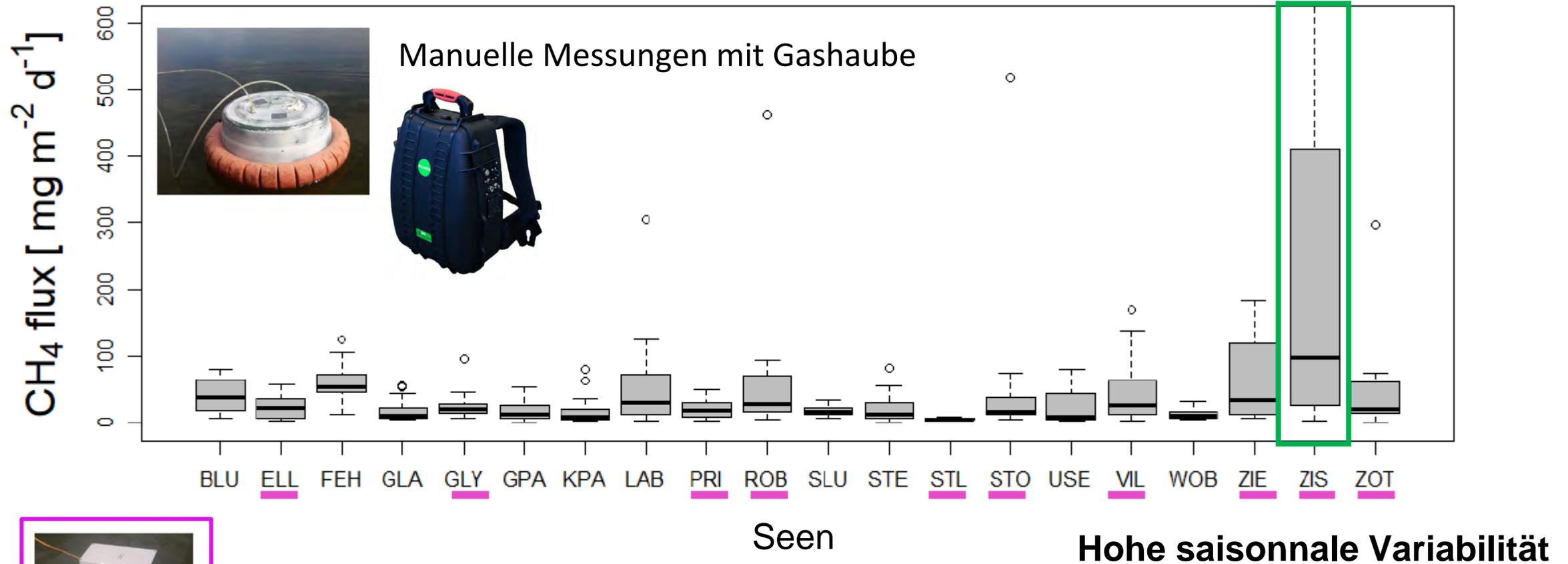
- ◆ Stechlinsee
- ⬡ Großer Lychensee

Tiefenchlorophyllmaximum im Stechlinsee



- *Planktothrix rubescens* ist an Schwachlicht und niedrige Temperaturen angepasst
- *P. rubescens* kann aktiv seine Position entlang der Wassersäule ändern
- *P. rubescens* dominiert das **Tiefenchlorophyllmaximum** im Stechlinsee (Sommer 2020)
- *P. rubescens* verteilt sich im Herbst und Winter in der gesamten Wassersäule

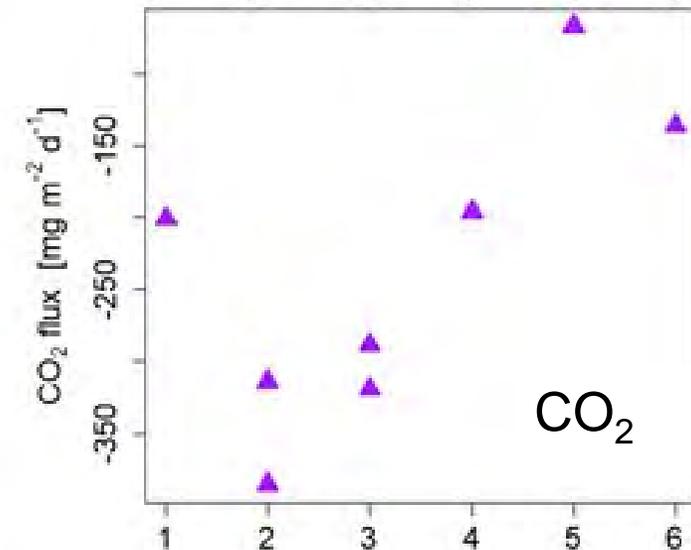
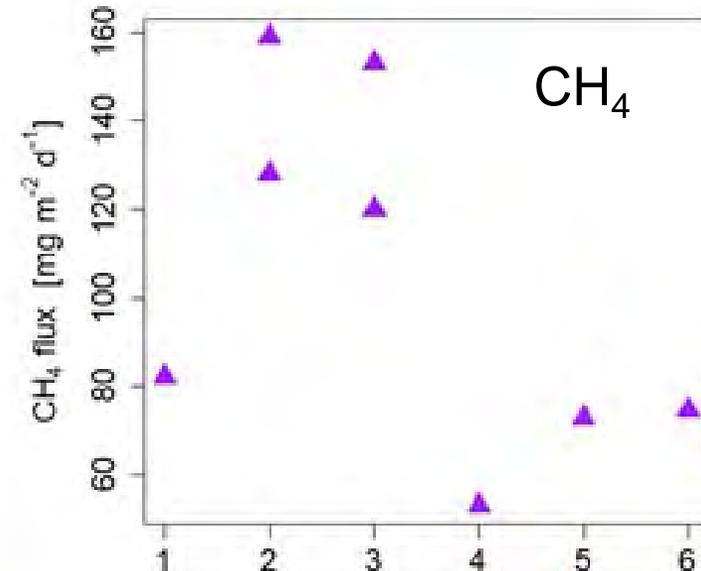
Treibhausgas-Messungen - Methanflüsse 2019-2020



Seen die zusätzlich mit automatischen Messhauben ausgestattet waren

Treibhausgas-Messungen - räumliche Kampagne 2020

Zierker See 29.09.2020
Variabilität innerhalb des Sees



Messpunkte

Zusammenfassung und Fazit

- **Zeitlich und räumlich hochaufgelöste Daten sind wichtig zum Verständnis von Biomasseentwicklung des Phytoplanktons und Transportprozessen entlang von flussverbundenen Seen (Fernerkundung, Meßnetzwerke in Seenketten, flexibles Monitoring)**
- **Stark verbundene Seen sind ähnlicher bzw. synchronisiert und lokale Eutrophierungsereignisse haben eine größere Reichweite im Vergleich zu schwach verbundenen Seen**
- **Fernerkundung bietet räumlich hochaufgelöste Daten und eignet sich zur Unterstützung des Seenmonitorings, allerdings müssen Algorithmen angepasst werden und der Abgleich mit *in-situ* Messungen ist notwendig (Cal/Val)**
- **Klarwasserseen sind eine Herausforderung für Fernerkundungsdaten, da z.B. Tiefenchlorophyll-maxima von satellitenbasierten Daten (eher) nicht erfasst werden**
- **Treibhausgasemissionen aus Seen sollten in Zukunft mit untersucht werden**

Danksagung - IGB, CONNECT Team and Partners



CONNECT Partners



Gefördert durch



& Praktikantinnen:

Lena Mellin, Carolin Berndt, Elena Ziemann



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Bei Fragen wenden Sie sich bitte an:
Leibniz-Institut für Gewässerökologie
und Binnenfischerei (IGB)
Abteilung für Plankton und Mikrobielle Ökologie

Dr. Stella Berger & Dr. Sabine Wollrab
stella.berger@igb-berlin.de, sabine.wollrab@igb-berlin.de

<https://www.igb-berlin.de/projekt/connect>

