

Bedrohung von Trinkwasserwerken durch schädliche Algenblüten und Anwendung von bbe-Produkten

Detlev Lohse and Tobias Boehme

Agenda

- Rückblick auf die Algenblüte und ihre Bedrohungen
- Methoden der Algenbehandlung
- Warum Cyanobakterien eine große Bedrohung für die Trinkwasserwerke sind
- Wie Online-Messungen in verschiedenen Schritten des Behandlungsprozesses
- Fragen und offene Diskussion

Überblick über Algenblüten und ihre Auswirkungen



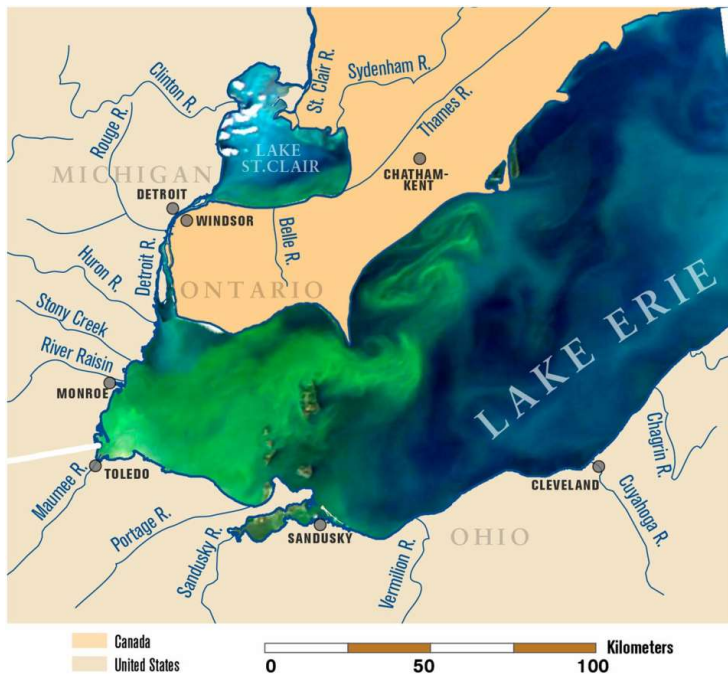
Algenblüten und schädliche Algenblüten (HAB)

- Produktion von Toxinen
- Akkumulation, verdrängen andere Algen
- Verbrauchen den Sauerstoff im Wasser
- Setzen Geschmacks- und Geruchsstoffe frei



Microcystis (Cyanobakterien
= Blaualgen)

Auftreten von Algenblüten in den verschiedenen Gewässern



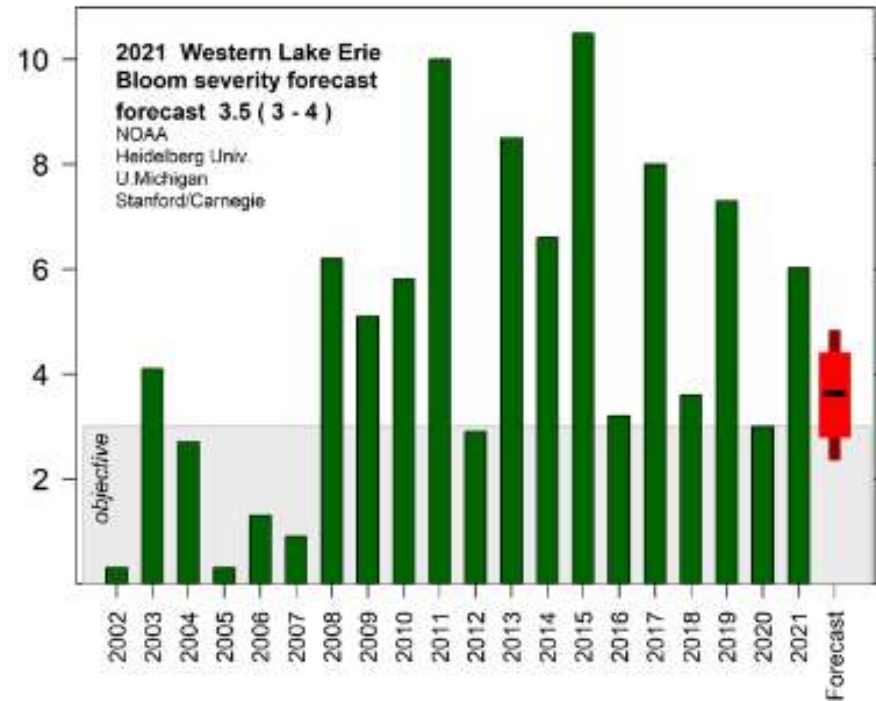
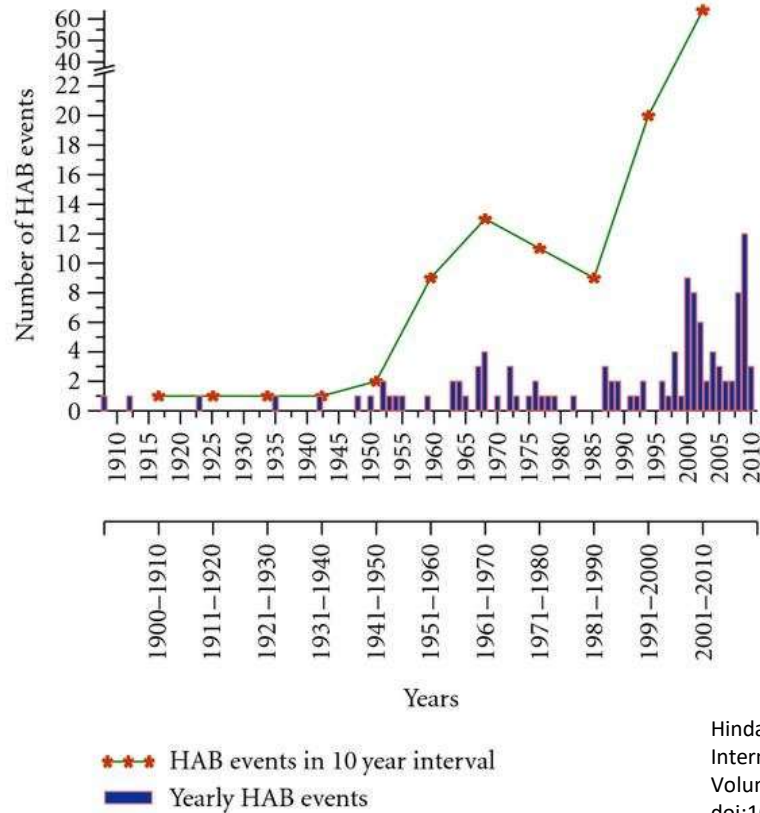
Süßwasser

In den Vereinigten Staaten wurden in allen 50 Bundesstaaten, in Puerto Rico und auf den US-Jungferninseln Cyanobakterienblüten in Süßwasserkörpern gefunden. Diese Blüten treten häufiger in stehenden Gewässern wie Seen oder Teichen auf, können aber auch in Flüssen oder Bächen vorkommen. Cyanobakterien verursachen die meisten Süßwasserblüten, die für die öffentliche Gesundheit bedenklich sind.

Meerwasser

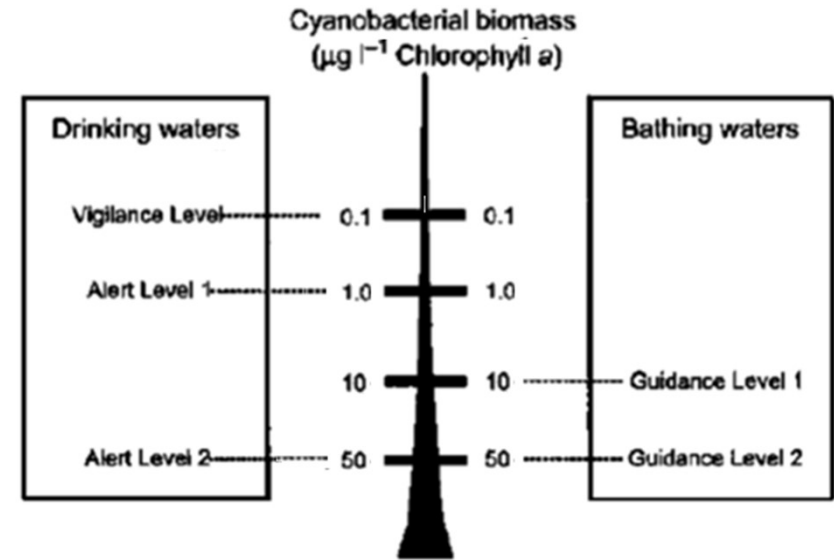
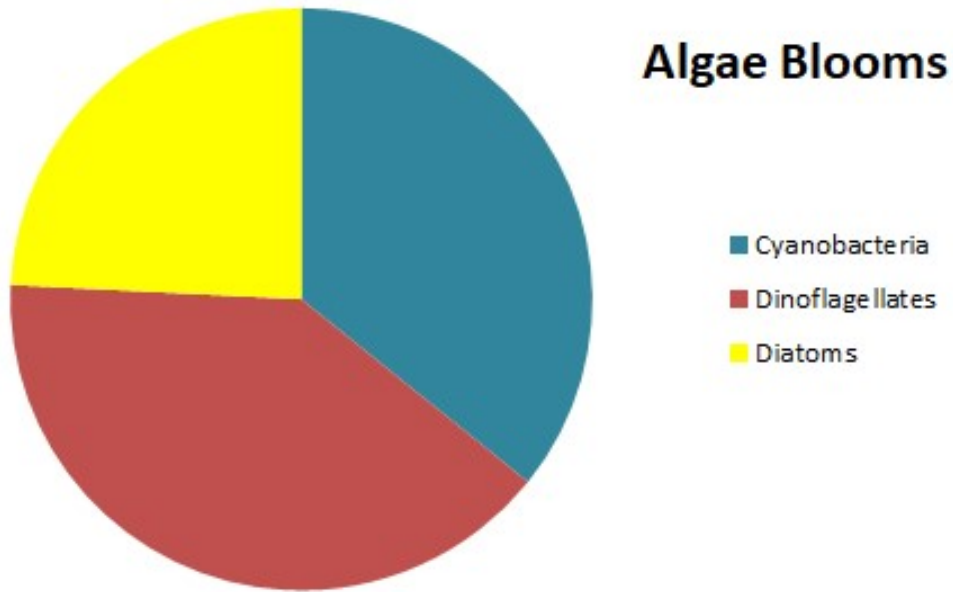
Blüten in Meeresbereichen wie Ozeanen und Küsten betreffen alle Küstenstaaten der USA. Sie werden am häufigsten durch Dinoflagellaten oder Kieselalgen verursacht, können aber auch durch Cyanobakterien hervorgerufen werden.

Zunahme von Algenblüten weltweit



Hindawi Publishing Corporation
 International Journal of Oceanography
 Volume 2012, Article ID 263946, 7 pages
 doi:10.1155/2012/263946

Zunehmende Probleme durch Algenblüten und Cyanobakterien sowie Richtwerte zur Vermeidung und Gefährdung



WHO-Richtlinien 1998

<1 μg Microcystin/L im Trinkwasser



Toxine, Geschmacks- und Geruchsstoffe durch Cyanobakterien - was sind die Ursachen und Probleme?

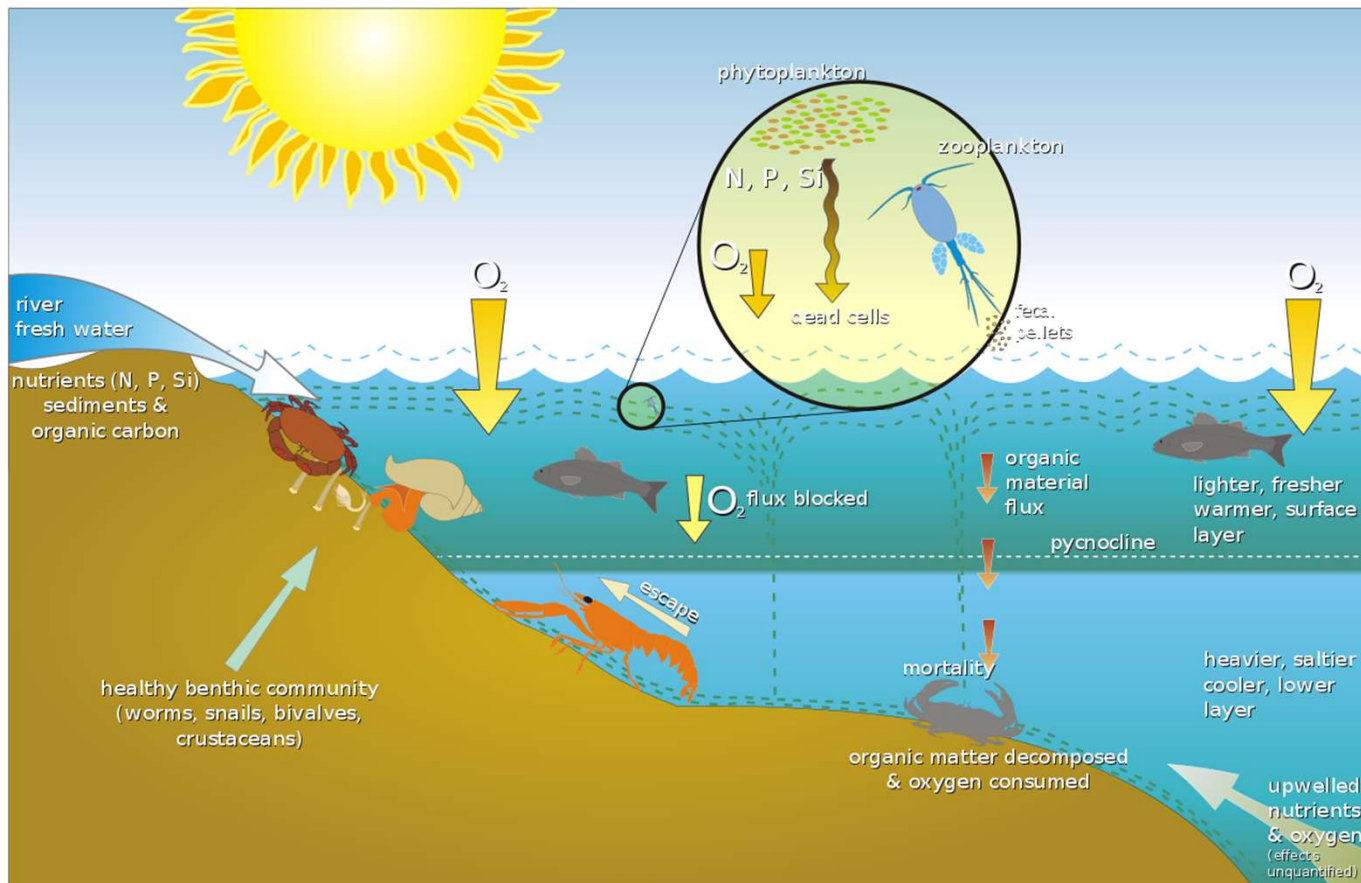
Blualgen und starkes Zellwachstum

- Düngemittel
- Starkes Sonnenlicht
- Erhöhte Temperaturen

Konsequenzen

- irreversible Lebertoxizität und tumorfördernde Reaktionen
- Korrelation zwischen Mikrozystinen im Trinkwasser und primärem Leberkrebs
- möglicher Zusammenhang mit degenerativen Nervenkrankheiten (Alzheimer, Parkinson)
- hautreizende Wirkungen
- inakzeptabler Geschmack
- unerwünschter muffiger Geruch

Stoffkreisläufe in natürlichen Gewässern



- Flüsse -> Nährstoffe, Schwebstoffe und Biomasse
- Luft -> Sauerstoff, Staub
- Wind -> Aufwind -> Nährstoffe, Sediments, Sauerstoff
- Nahrungskette -> Algen, Zooplankton, Fische

Überwachung und Nachweis der Biomasse

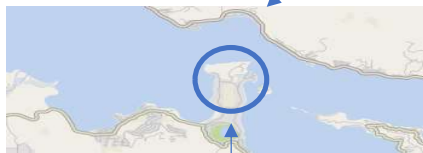
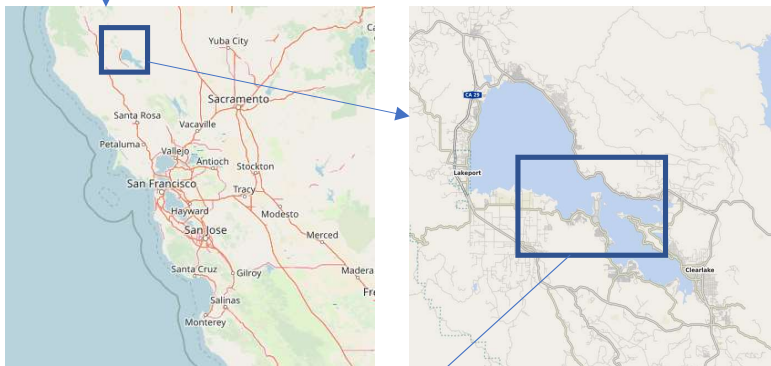
- Verschiedene Analyse Methoden sind verfügbar
 - ATP, Mikroskopische Zählung, HPLC, Flowcam, ...
 - Die meisten sind Laborinstrumente oder halbautomatisierte Laborinstrumente

Algen sind ein großes Problem in offenen Gewässern

- Fluoreszenzmessungen sind einfache Methoden zur Messung der Phytoplankton Konzentration in-situ oder in-vivo
- Die Fluoreszenz korreliert mit der Biomasse des Phytoplanktons
- Die Methode ist schnell und reproduzierbar



Trinkwasserwerk Buckingham



Buckingham park Wasserbezirk



Wasseransaugrohre
Oxidation mit 12,5%igem
Natriumhypochlorit



Koagulationsmittel für die
Sedimentation im Tank



2 Druckfilter (Anthrazit und Sand)
laufen parallel

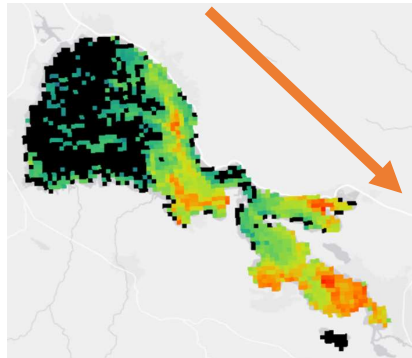


Überwachung mit einem bbe PhycOLA
nach verschiedenen
Behandlungsschritten

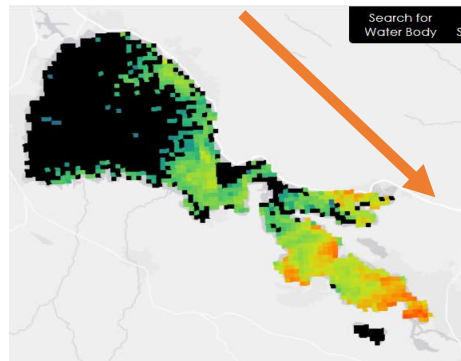
Beta-Version der Satellitenbestimmung



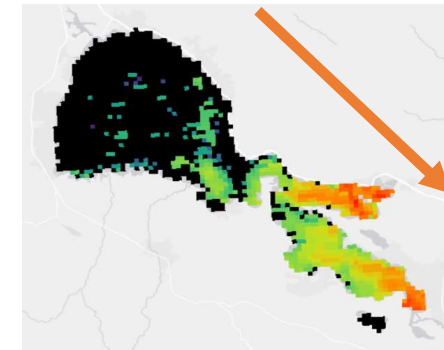
30.07.2019



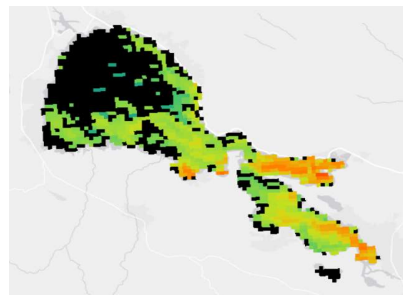
06.08.2019



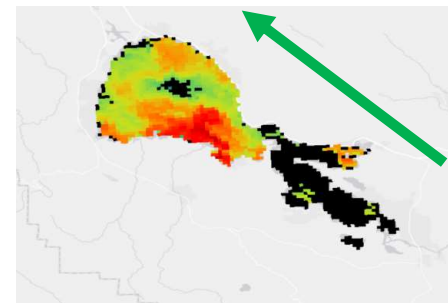
11.09.2019



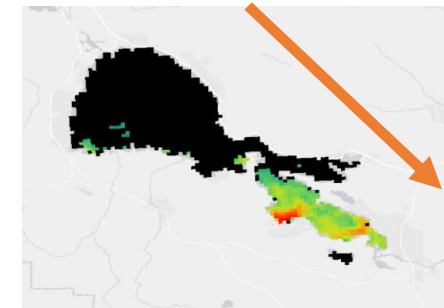
16.09.2019



23.09.2019



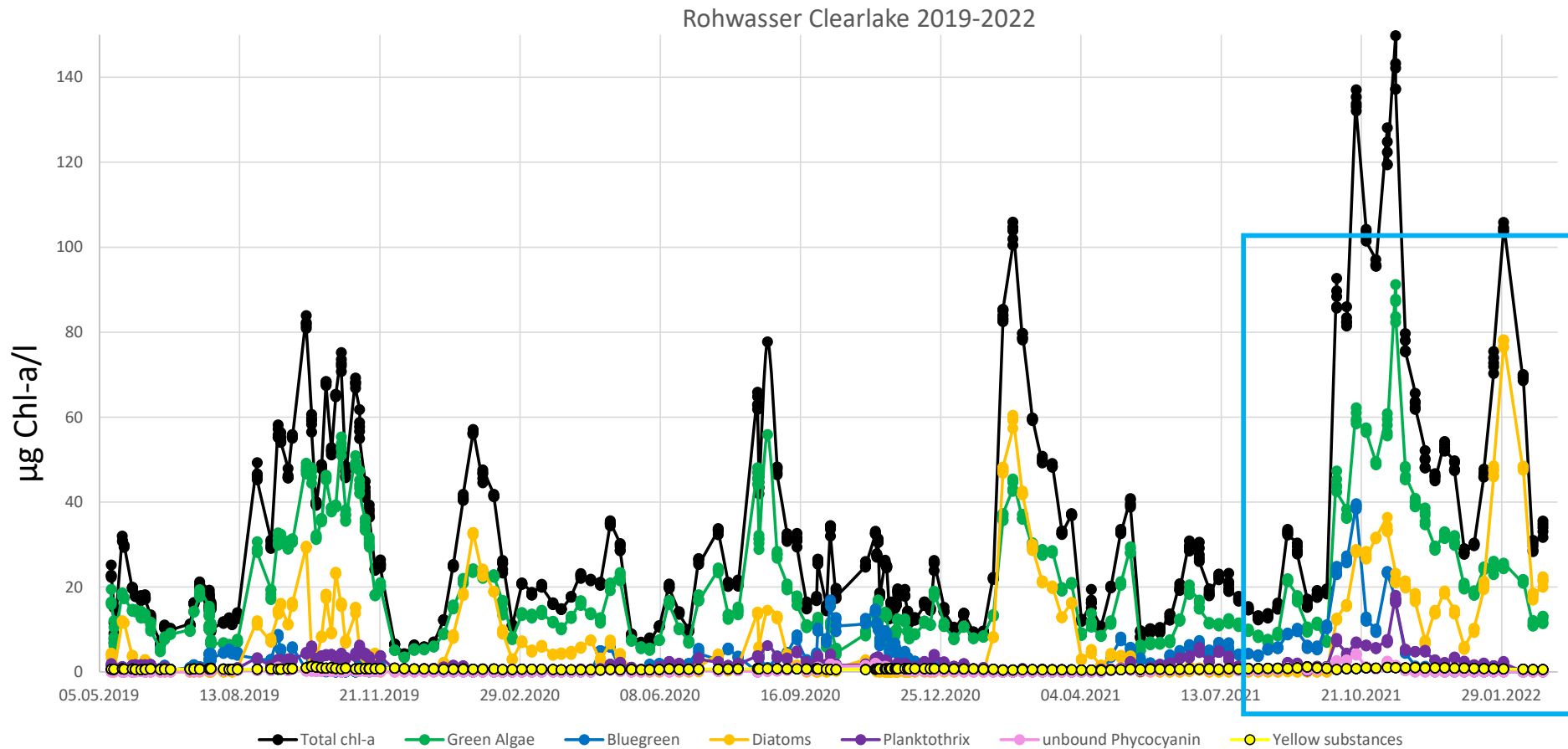
28.09.2019



<https://fhab.sfei.org/>

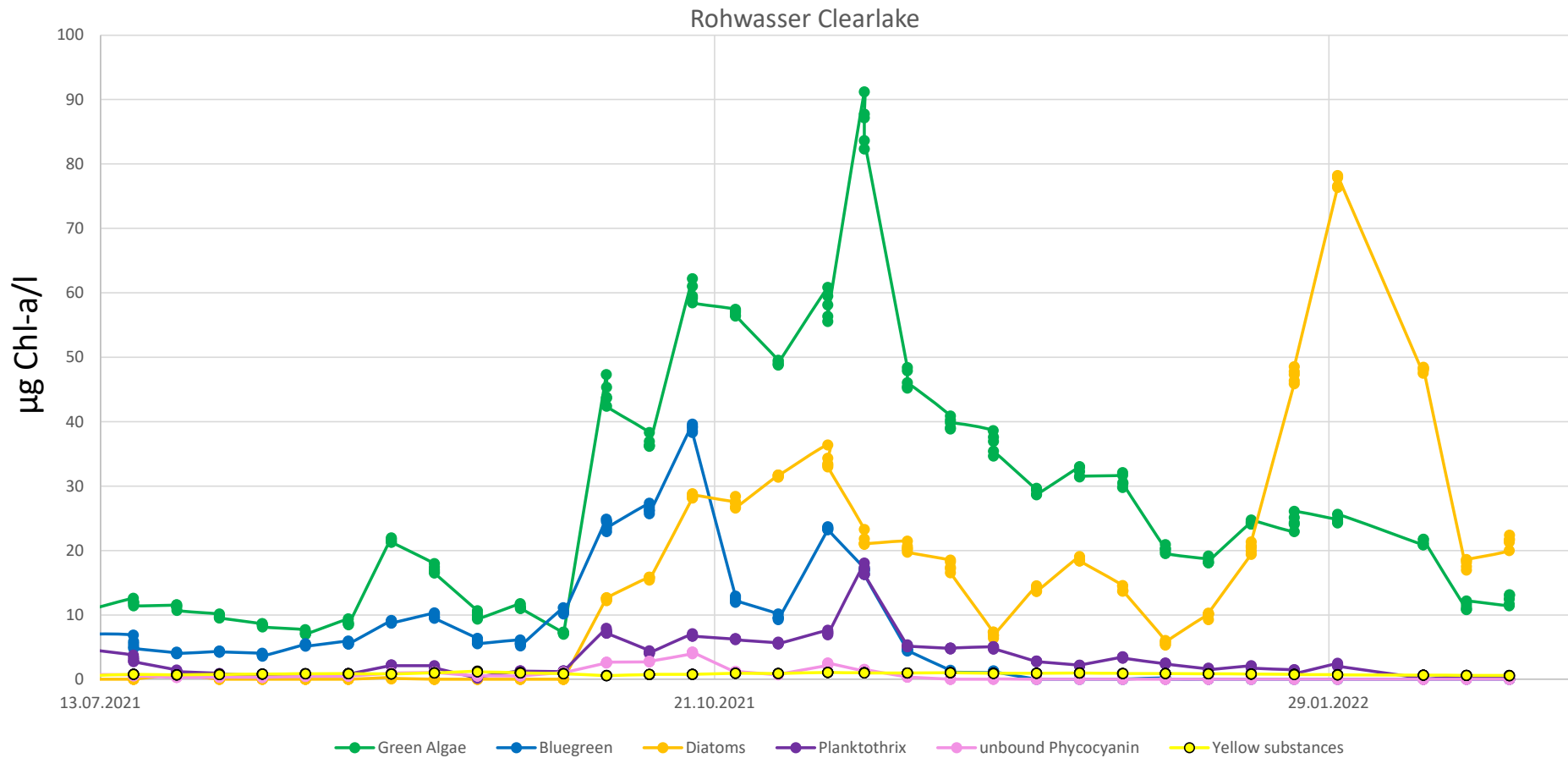
Hauptwindrichtung aus Nord/West

Fallstudie: Variabilität der Algenzusammensetzung über 2.5 Jahren im Clearlake Buckingham(USA)

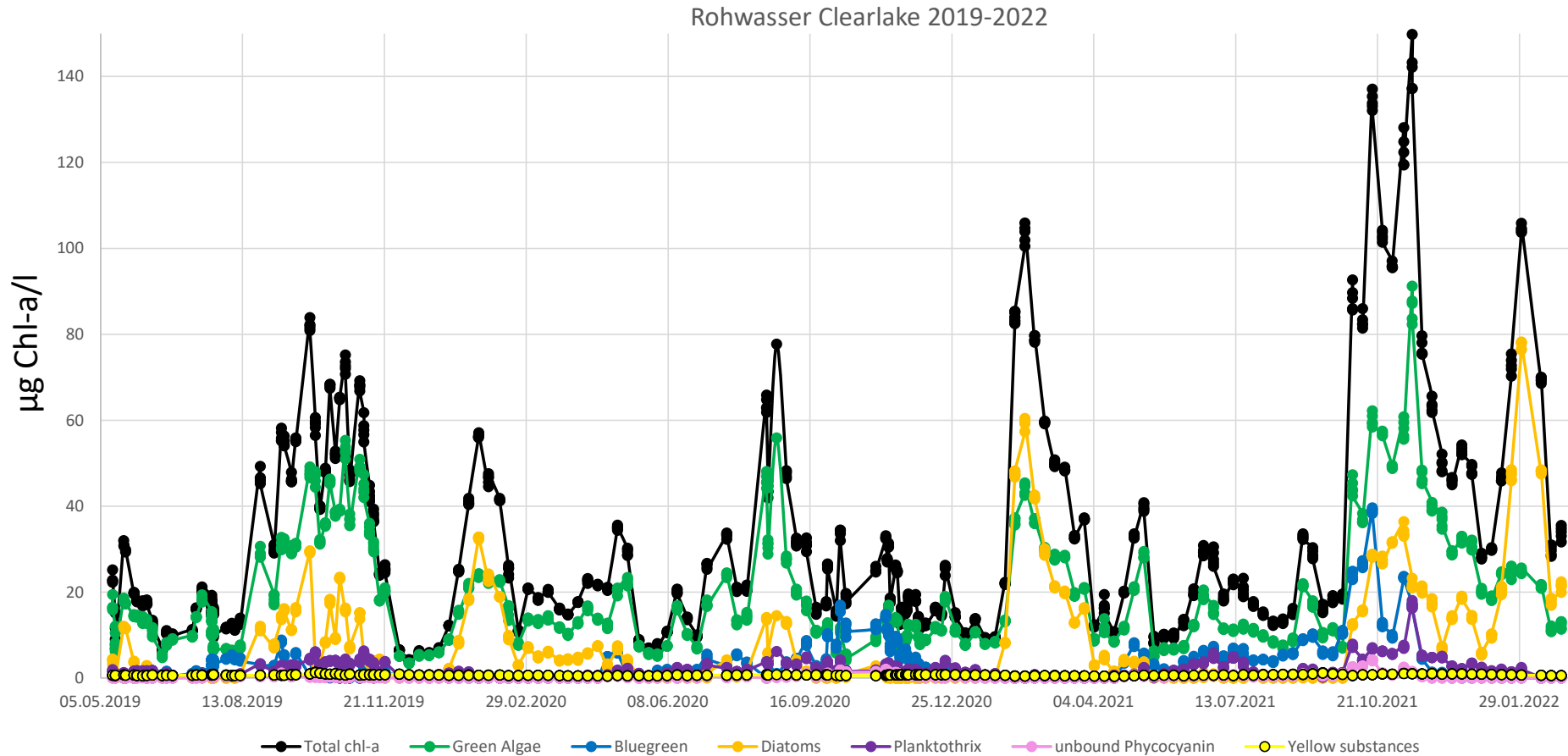


Dank an Will Rae Buckingham Park Water Distrikt, wöchentliche Messung mit einem PhycoLabAnalyser

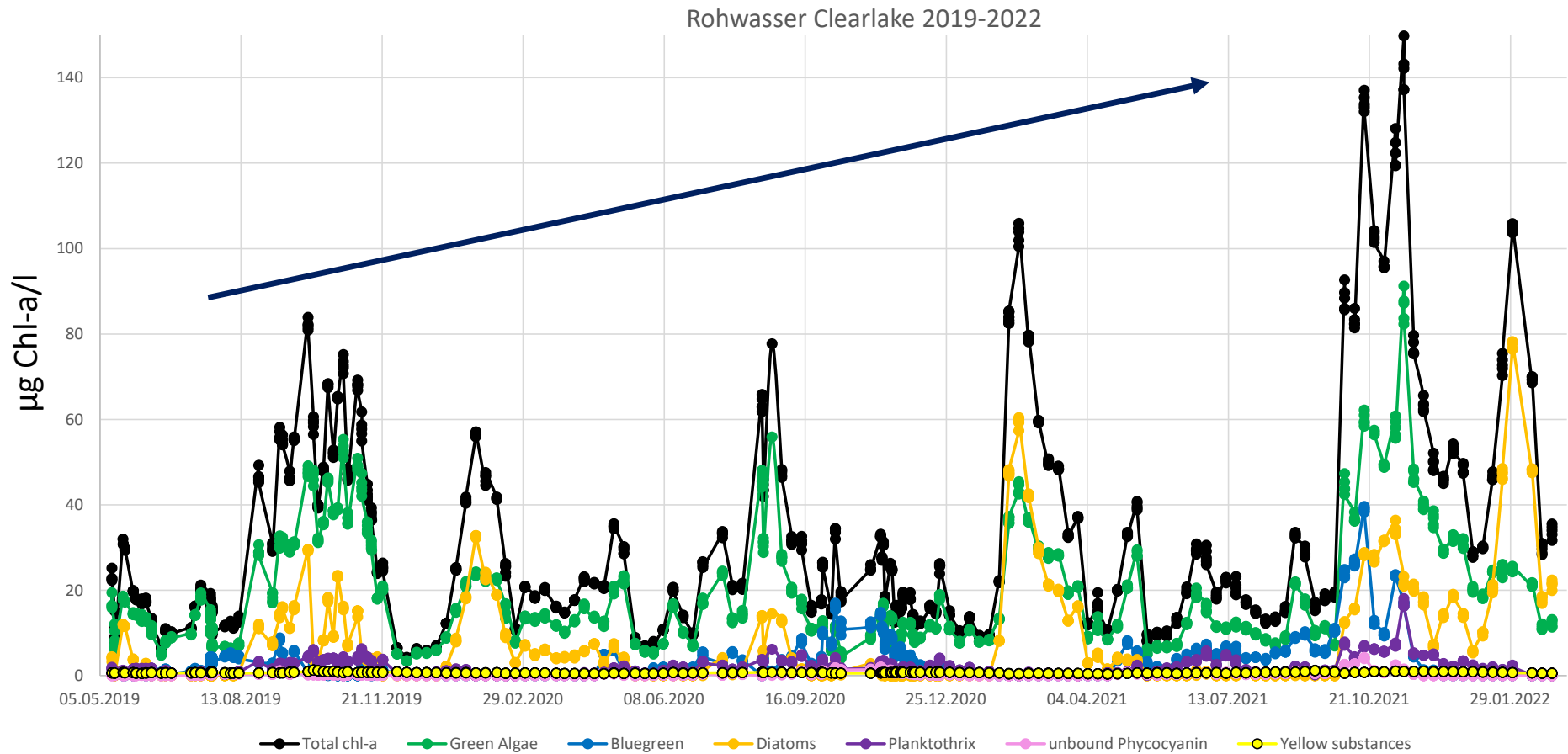
Algenzusammensetzung



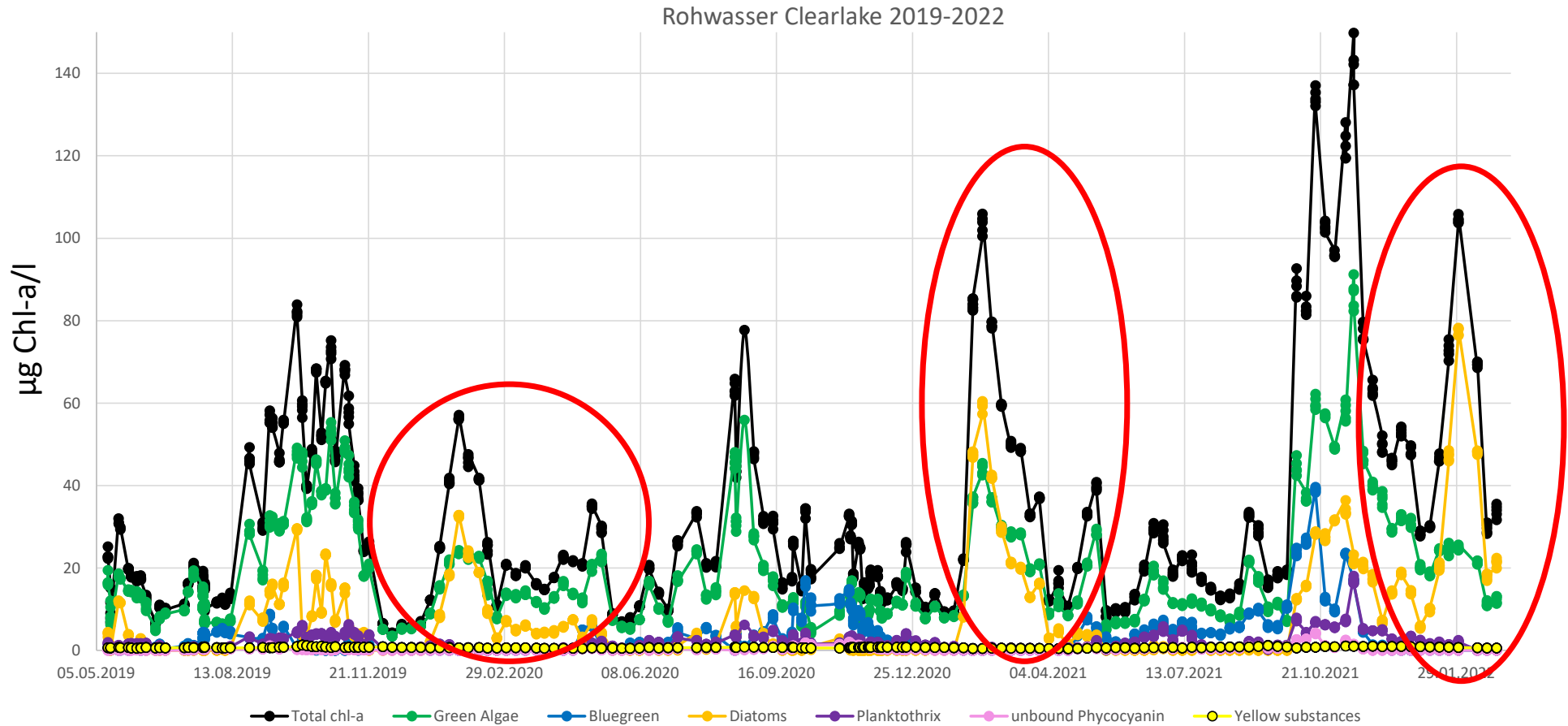
Variabilität der Algenzusammensetzung über 2.5 Jahren im Clearlake Buckingham(USA)



Zunahme aller Algenklassen über 2,5 Jahre

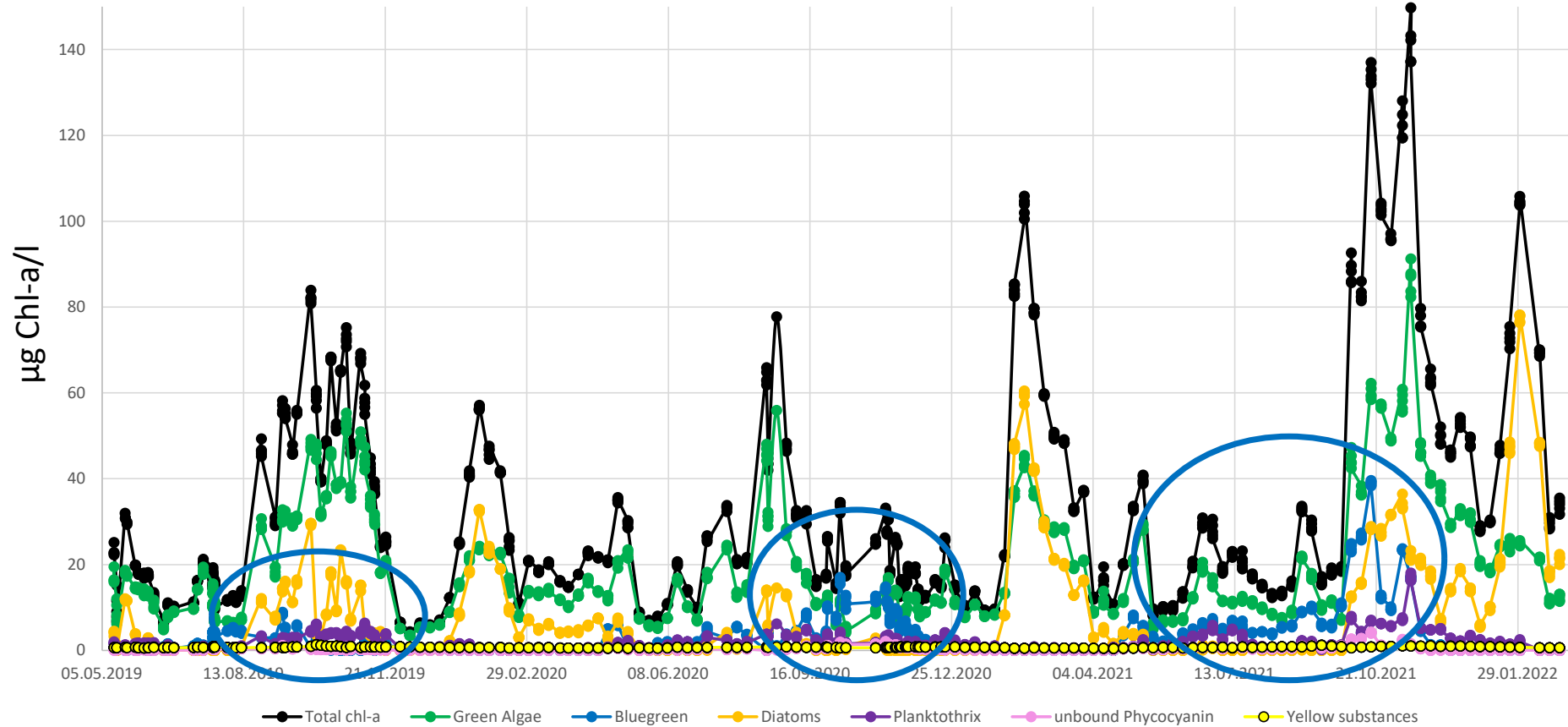


Im Frühjahr dominieren die Kieselalgen und Grünalgen

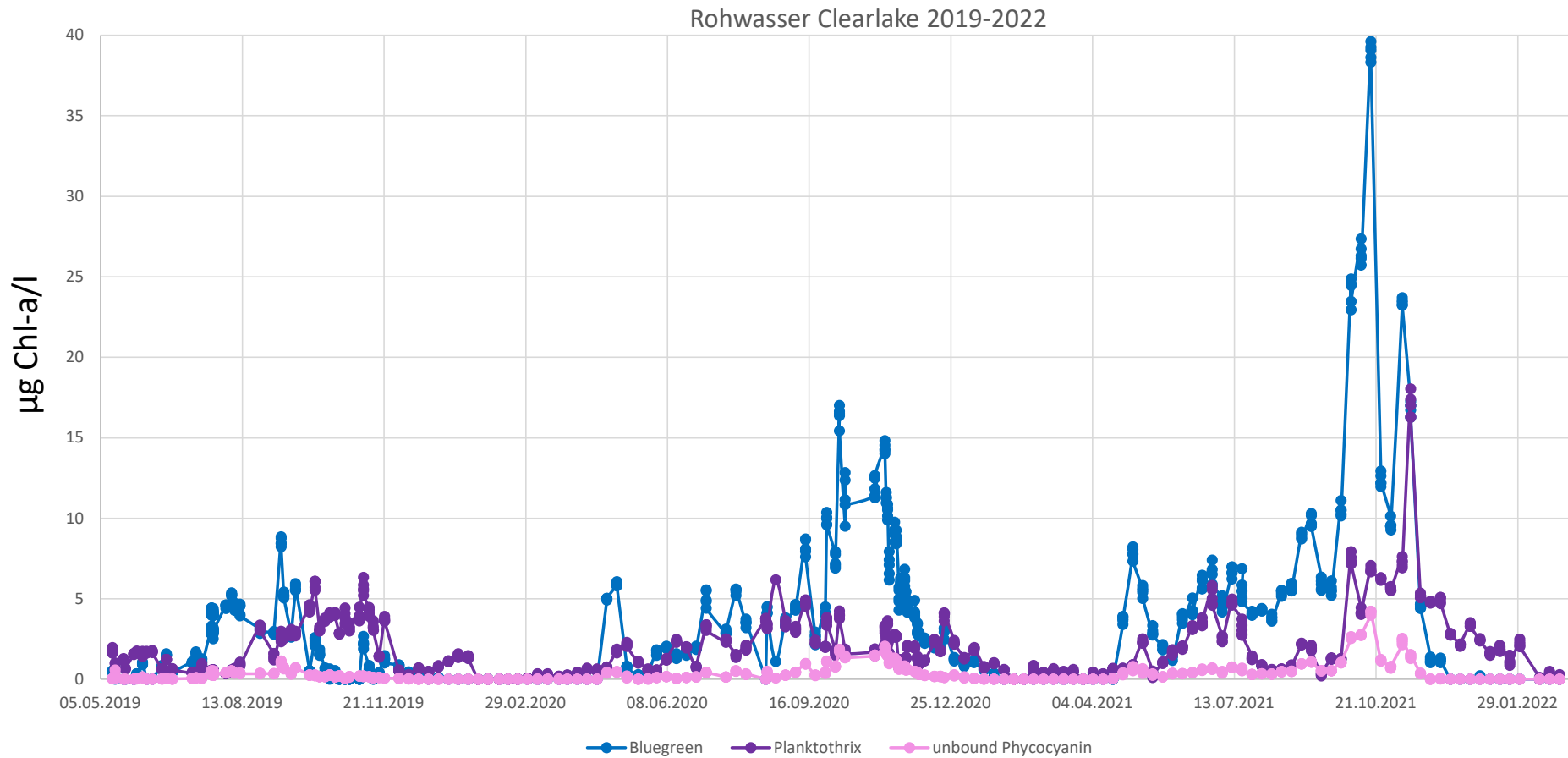


Im Herbst dominieren die Cyanobakterien

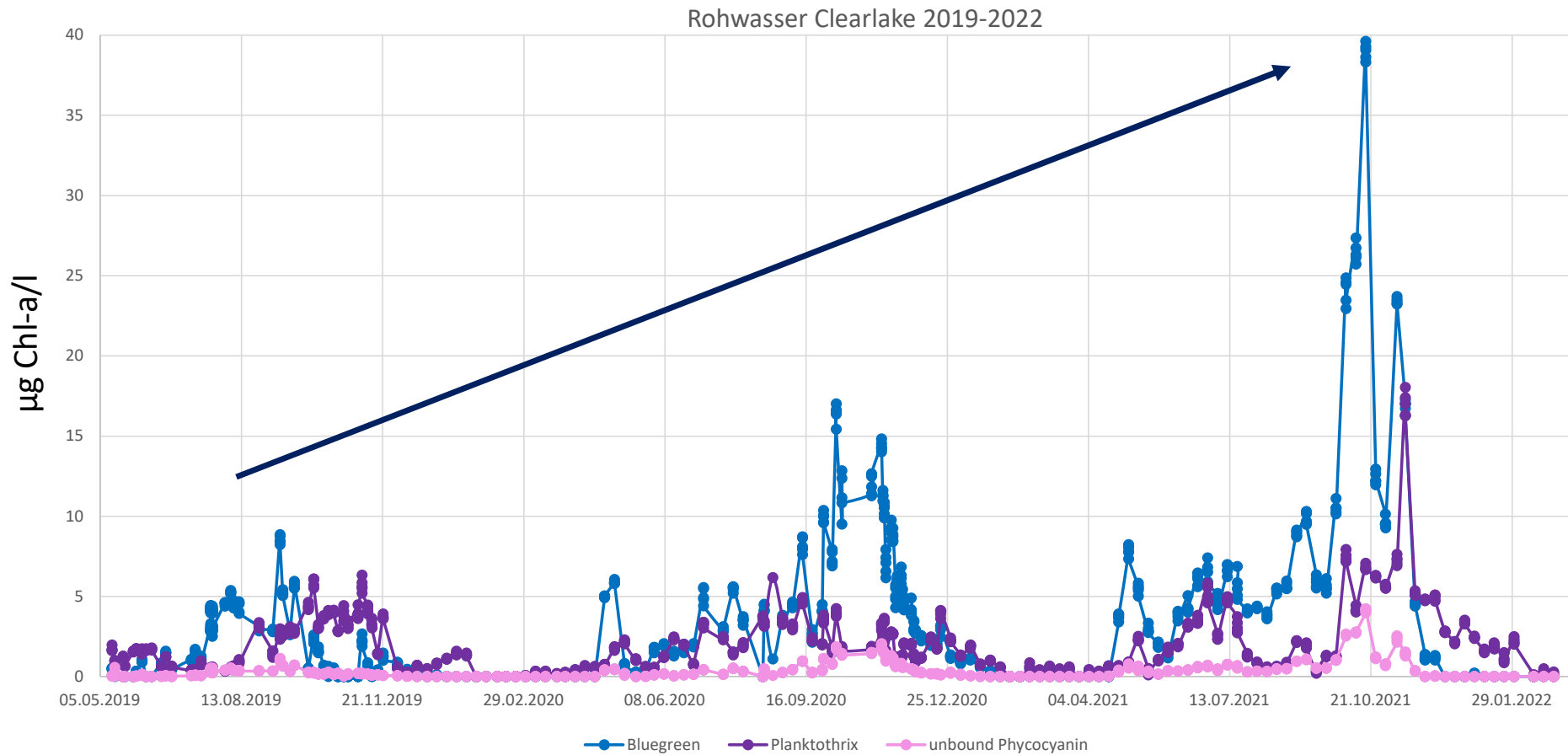
Rohwasser Clearlake 2019-2022



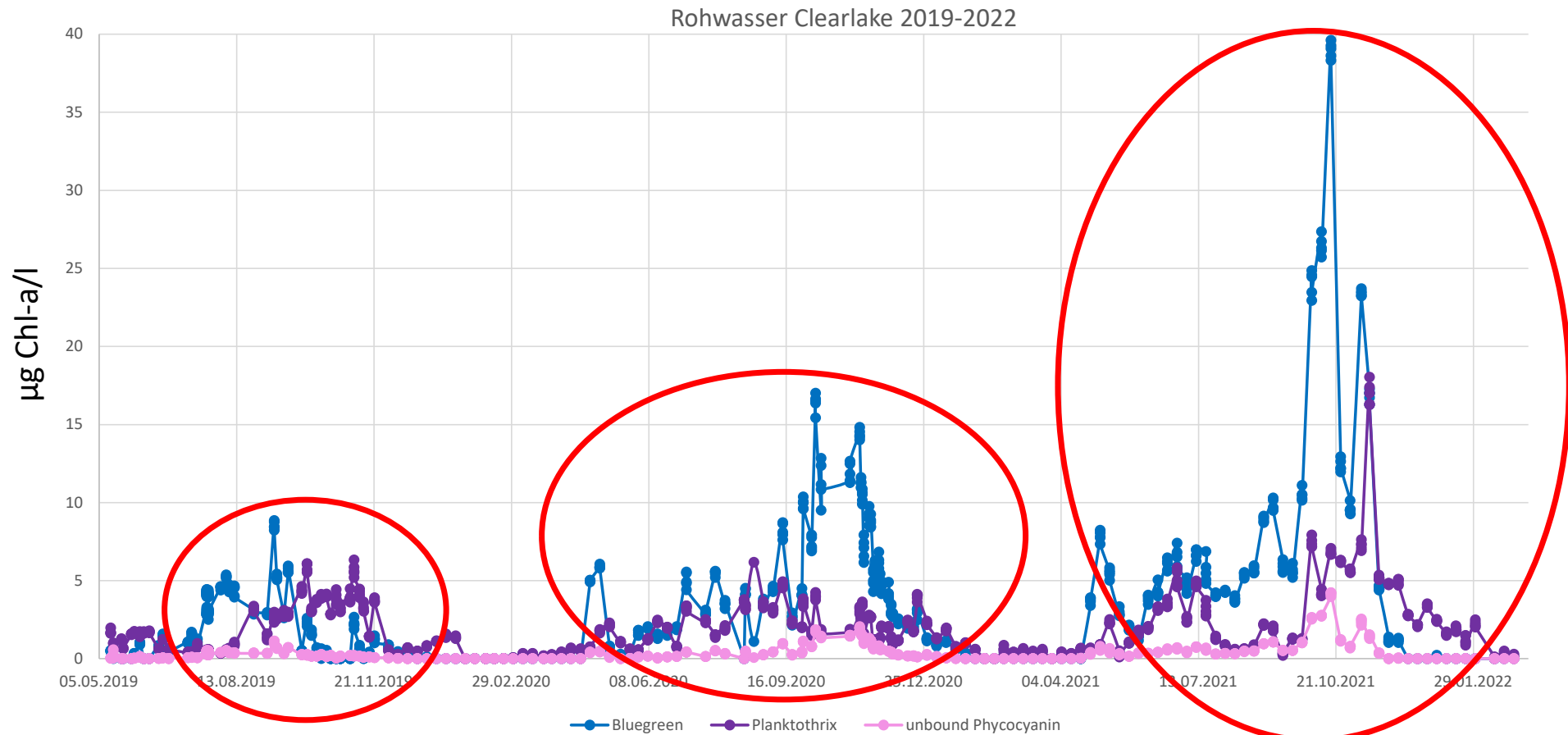
Variabilität der Cyanobakterien (blau/grün), Planktothrix rubescens und ungebundenes Phycocyanin



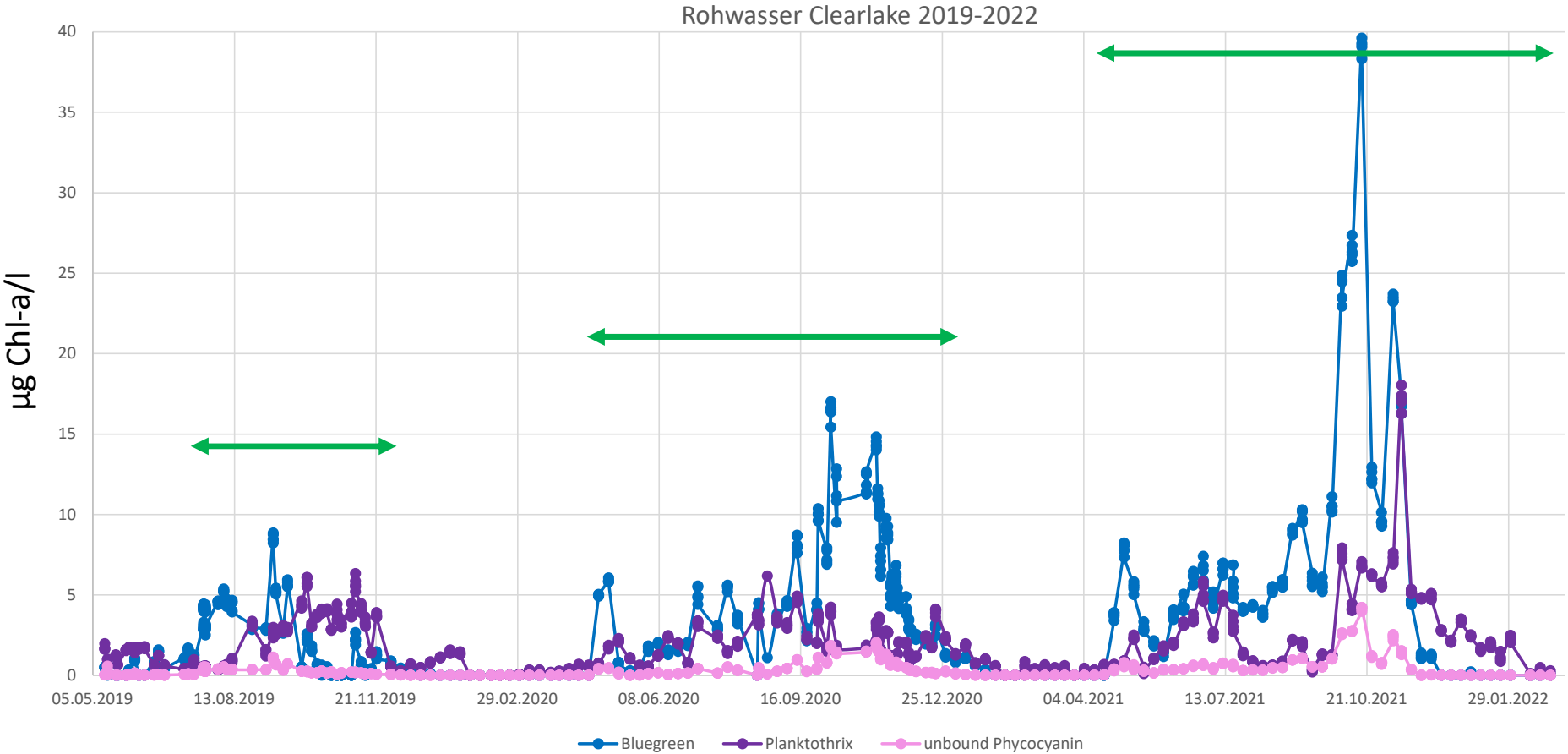
Dramatische Zunahme von Cyanobakterien über 2,5 Jahre



Im Herbst dominieren die Cyanobakterien



Die Dauer der Cyanoblüten wird länger



Gängige Algenbehandlungsmethoden und einige Nachteile

- Chemische Behandlung von Cyanobakterien
- Ultraschall
- Wasserzirkulation
- Abschöpfung von Wasseroberfläche
- Beseitigung von Düngemitteln



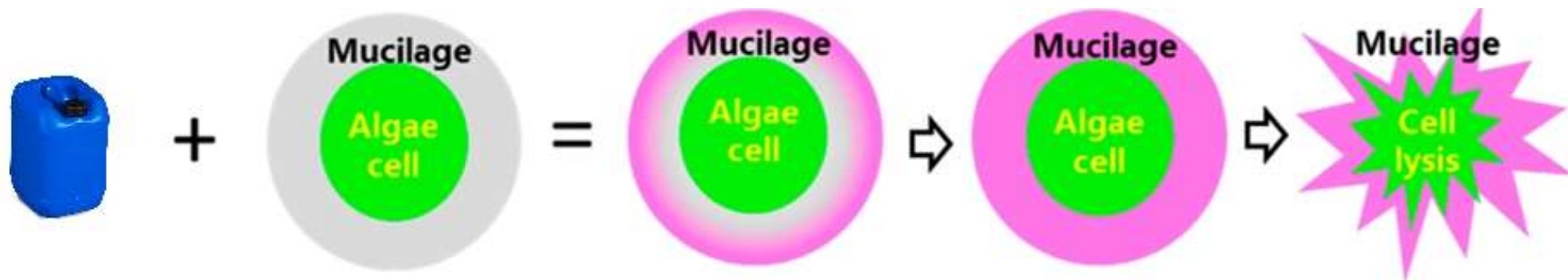
Aluminiumsulfat Plymoth US



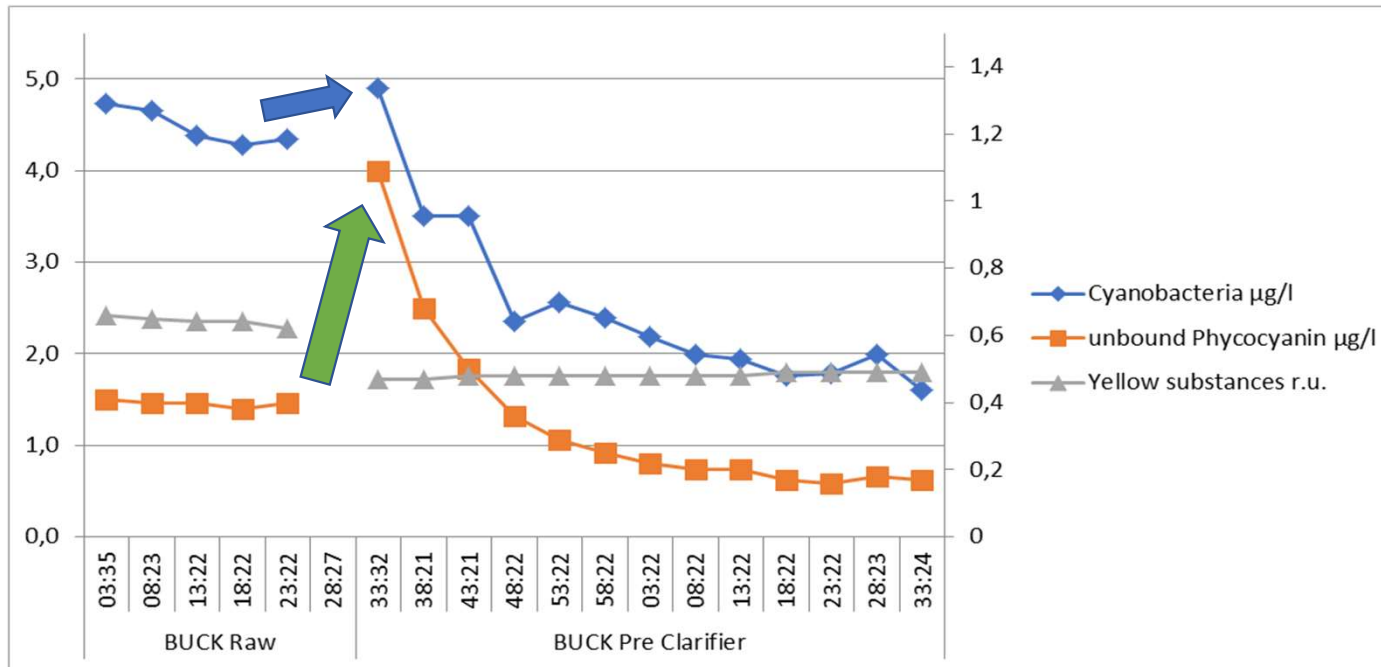
Wasserstoffperoxide Adelaide



Ultraschallwandler



Oxidation kann die Freisetzung der Toxine durch Zellzerstörung forcieren

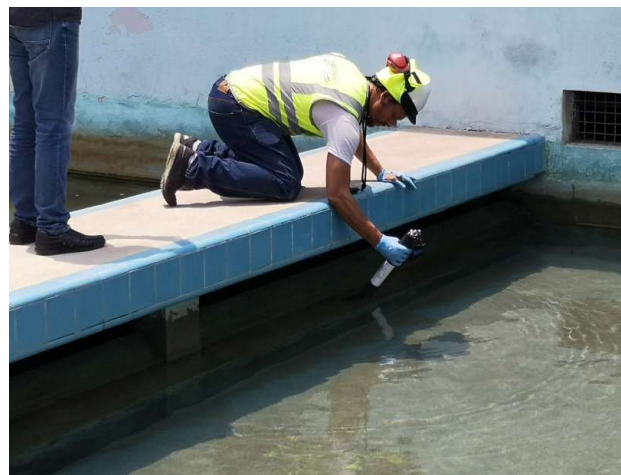
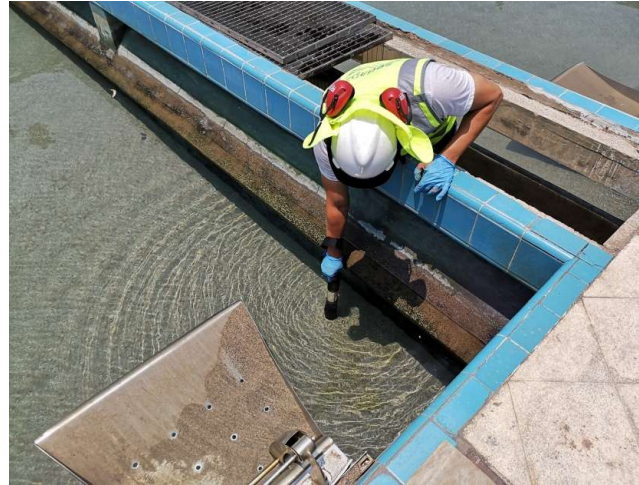


Microcystine Analyse zeigen hohe Werte in Buckingham (Microcystin)

Measurements: Karola Kenedy

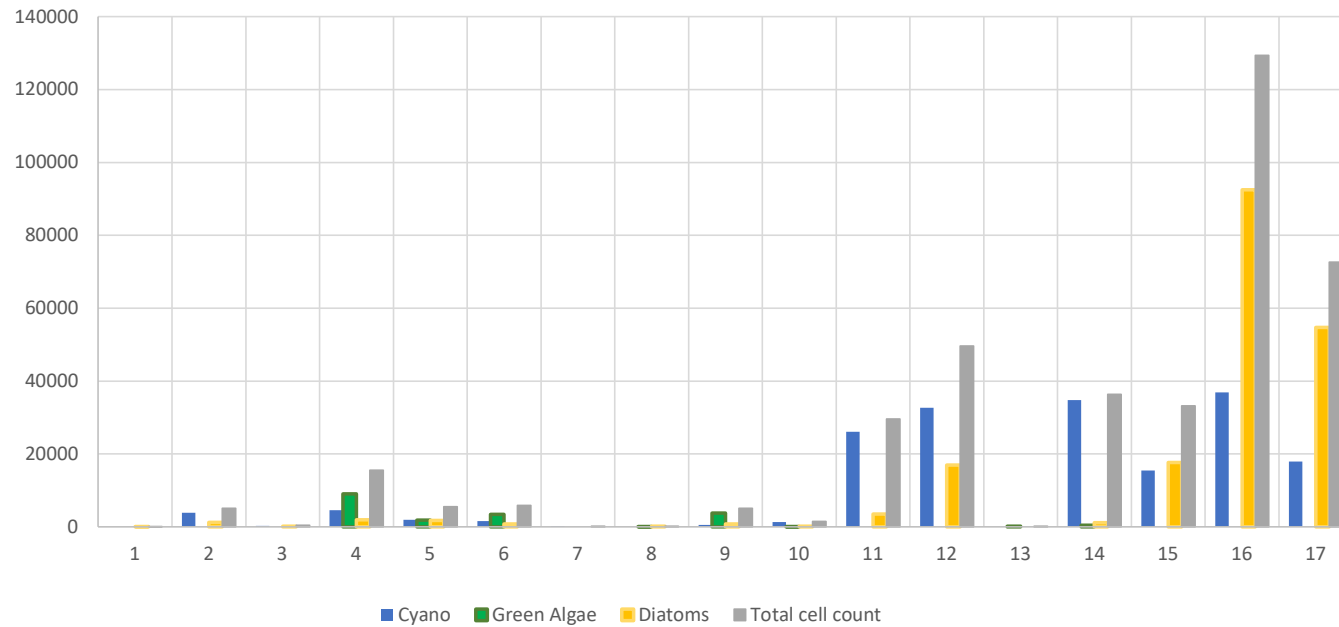
- Oxidation mit 12,5%igem Natriumhypochlorit
- Dramatischer Anstieg von freiem Phycocyanin durch den Einsatz von Klärmittel, mögliche Freisetzung von Toxinen

Überwachung von Sandfiltern mit der BenthosTorch in Peru



Ergebnisse der Sandfilterüberwachung mit dem BenthosTorch in Peru

BenthosTorch Messung ($\mu\text{g Chl-a}/\text{cm}^2$)



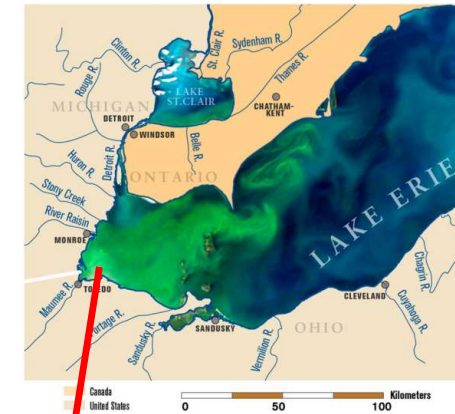
Benthische Algen an den Wänden und Sandfilter als Indikator für den Austausch des Sandes

Warum stellen Cyanobakterien eine Herausforderung für ein Trinkwasserwerk dar?

- Biotoxine können Filter passieren
- Löslichkeit der Biotoxine im ppb- und ppt-Bereich
- Cyanobakterientoxine sind unsichtbar, geschmacks- und geruchlos
- Hohe Toxizität, sowohl akute als auch chronische Wirkungen
- Der Nachweis erfordert eine hochentwickelte Laborausrüstung oder mühsame Beobachtung
- Online-Überwachung von Biotoxinen nicht verfügbar
- Kostspielige Gegenmaßnahmen

Wasserkrise von Toledo

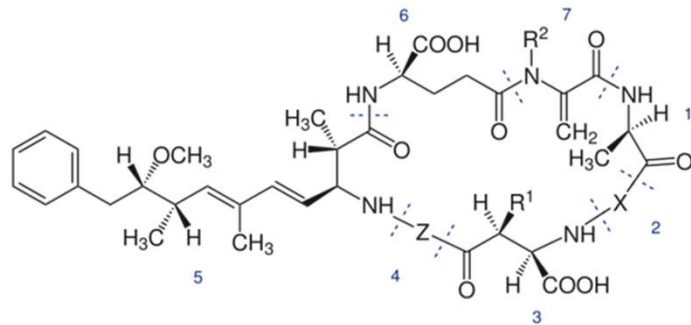
Am 2. August 2014 wurden die Einwohner von Toledo, Ohio, eindringlich davor gewarnt, ihr Leitungswasser zu trinken oder zu benutzen. Eine halbe Million Menschen konnten ihr Wasser nicht trinken, nicht damit kochen und sich nicht die Zähne putzen. Die Ursache? Giftstoffe aus einer schädlichen Algenblüte, die sich im Erie-See verbreitete, gelangten in das Wasserversorgungssystem.



Vor dem Event

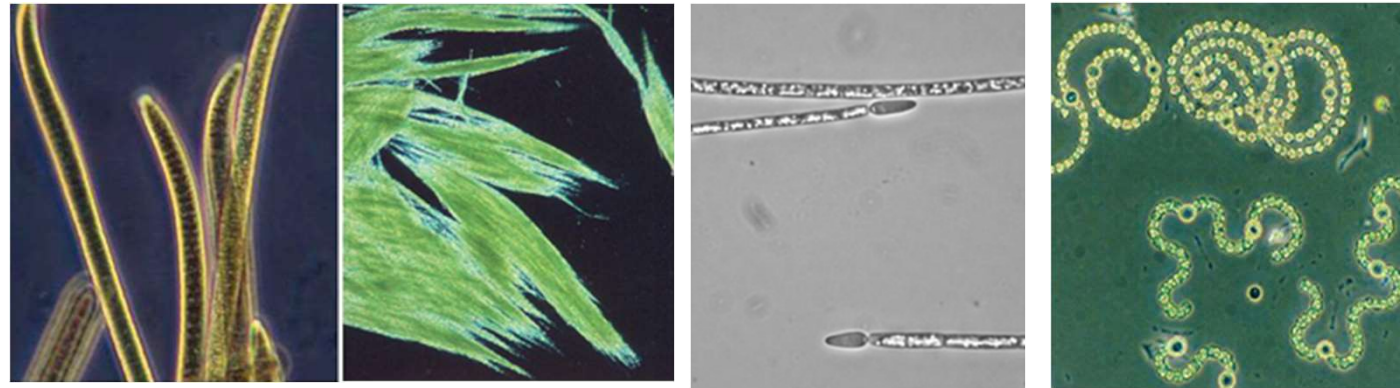
Während dem Event

Cyanobakterien und ihre toxischen Verbindungen



Microcystis aeruginosa

Microcystine
Nodularine
Anatoxin A - Very Fast Death Factor



Fallstudie beim Wasserwerk Solingen in



17,9 Mio. Einwohner (2020)

2,2 Mio. m³/Tag insgesamt

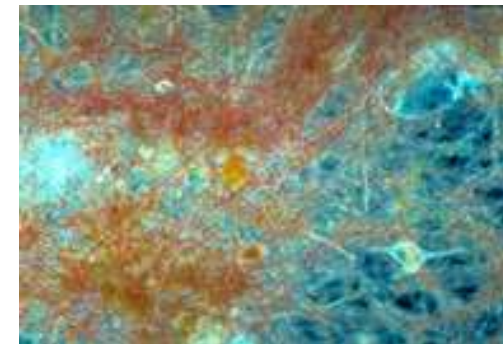
Nordrhein-Westfalen



Erholungsgebiet und
Trinkwasserreservoir



Trinkwassertalsperre



Planktothrix rubescens

20 ha, 2,8 Mio. m³ Maximale Tiefe 36 m
Massiver Damm mit Türmen für die Entnahme
Hund starb, als er das Wasser aus dem See trank

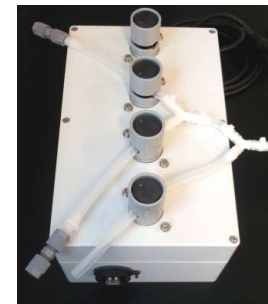
Online Überwachung im Wasserwerk



AlgaeOnlineAnalyser, Chlorophyll als Standard Parameter etabliert

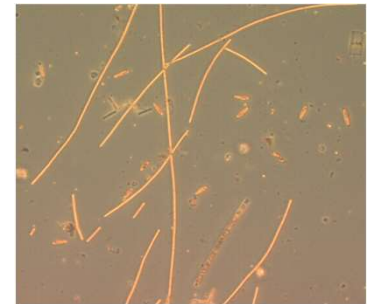
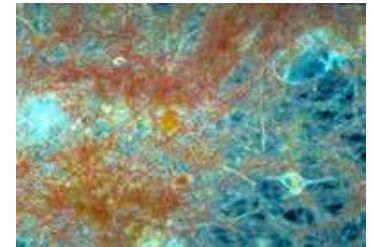
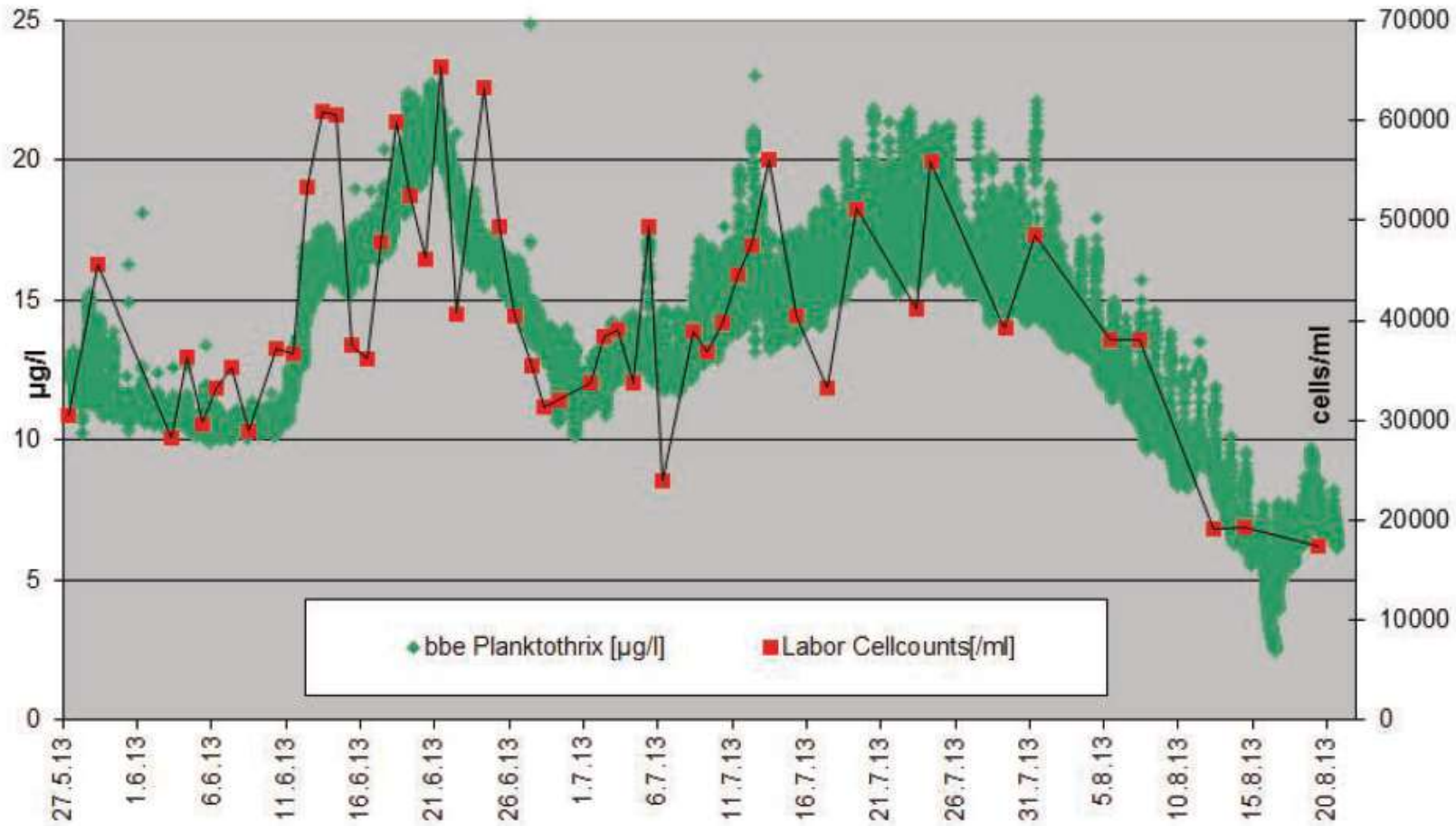


24/7 Online-Erkennung mit Alarmstufen für alle Algenklassen



Ventilsystem zur Messung verschiedener Behandlungsschritte

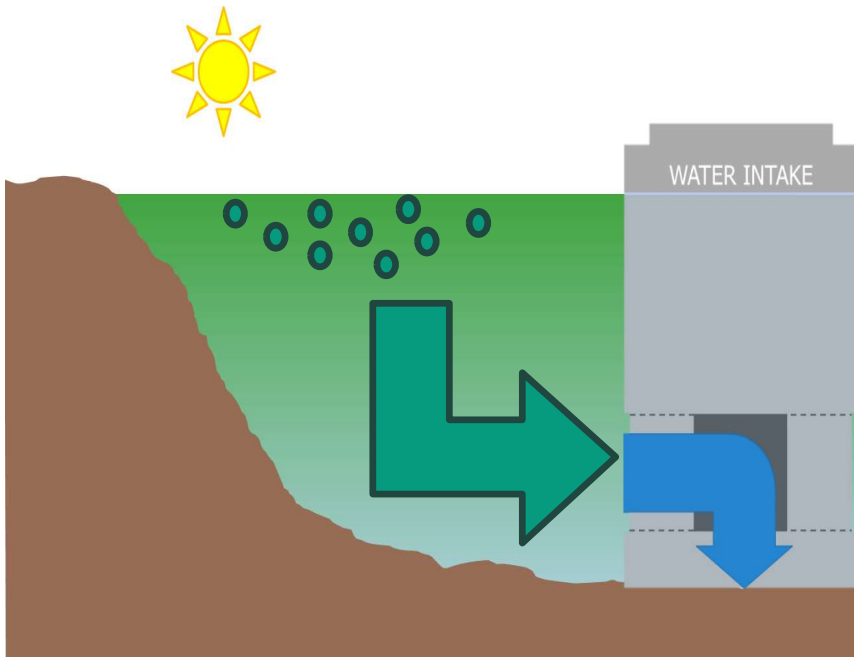
AlgaeOnlineAnalyser versus Zellzahlen



Planktothrix rubescens

Schwierige Zählung einer Fadenförmigen Alge

Wasserentnahme oft in tieferen Tiefen



Die Algenzusammensetzung ist stark tiefenabhängig



FluoroProbe
für die Tiefenprofilierung



Wischer

ADD-ON Options



Gelöster Sauerstoff



Mehrere Parameter (DO, C, pH))



Erweiterbar zum Küvettengerät

Verbreitung von *Planktothrix rubescens* in der Tiefe

08.06.2014

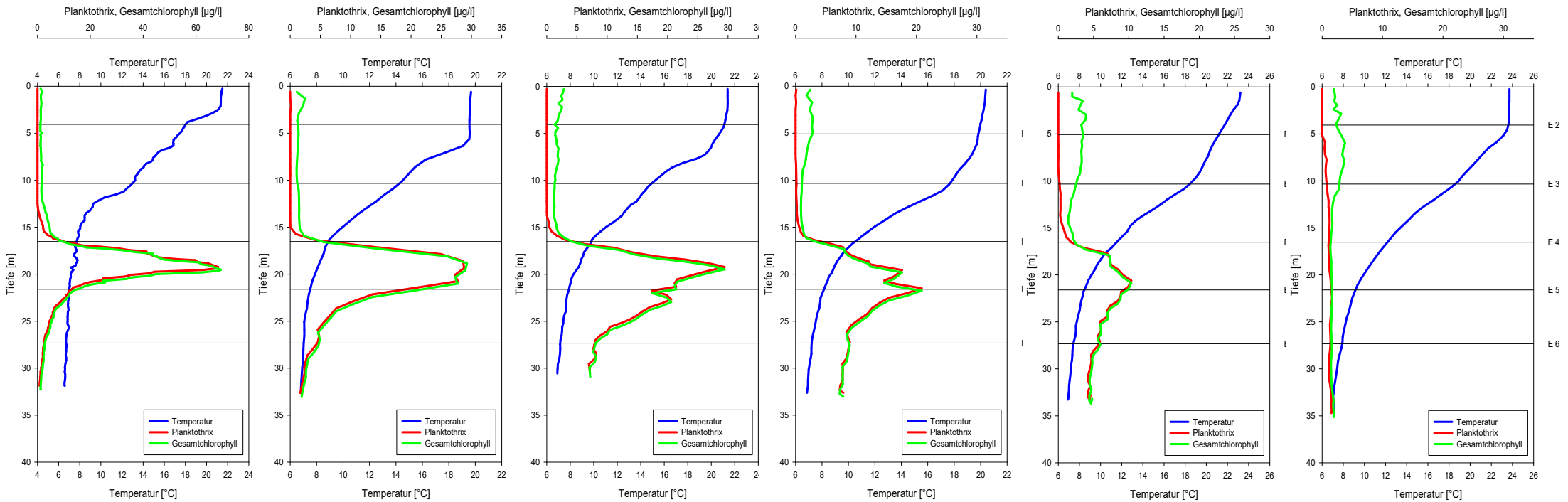
24.06.2014

08.07.2014

14.07.2014

22.07.2014

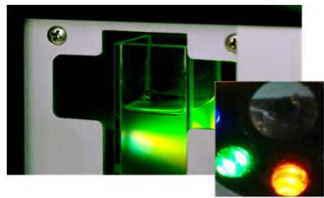
05.08.2014



bbe Fluorometer



AlgaeGuard



AlgaeLabAnalyser



AlgaeOnlineAnalyser



FluoroProbe



AlgaeTorch

NEW



Add-On DO



Add-On DO, C, pH

Vielen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit



Fragen
Ihre Erfahrungen
Anmerkungen