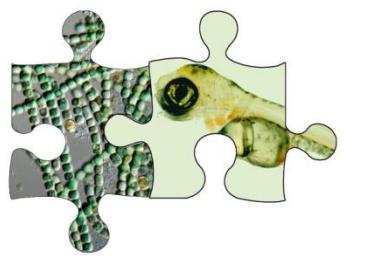




Modellierung der Auswirkung veränderlicher Umweltbedingungen auf das Algenwachstum

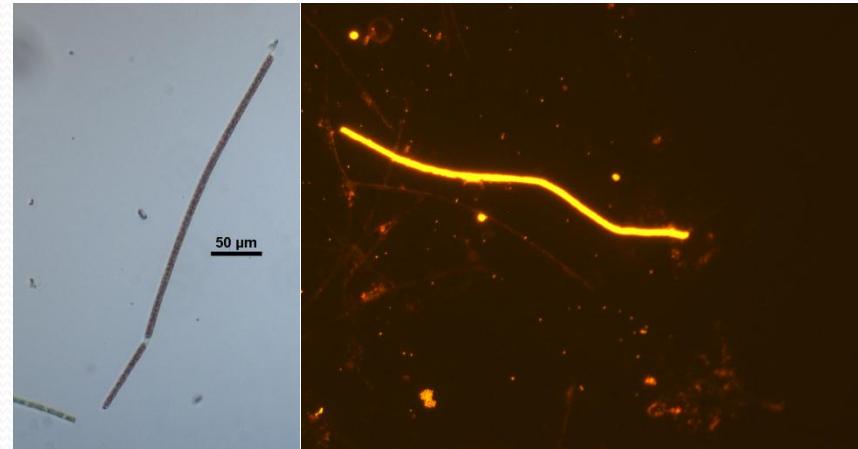
Philipp Trummer, Rainer Kurmayer,
Institut für Limnologie der ÖAW, Mondsee



SIL Tagung Pörtschach



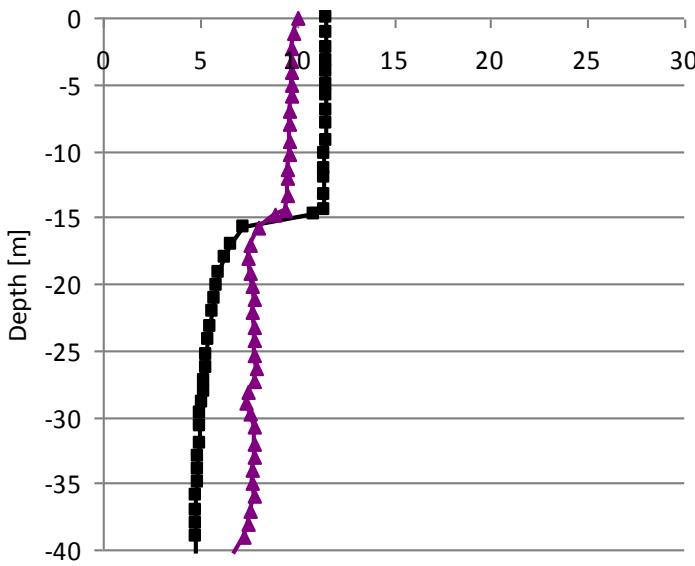
Planktothrix (Oscillatoriaceae) in tiefen Voralpenseen



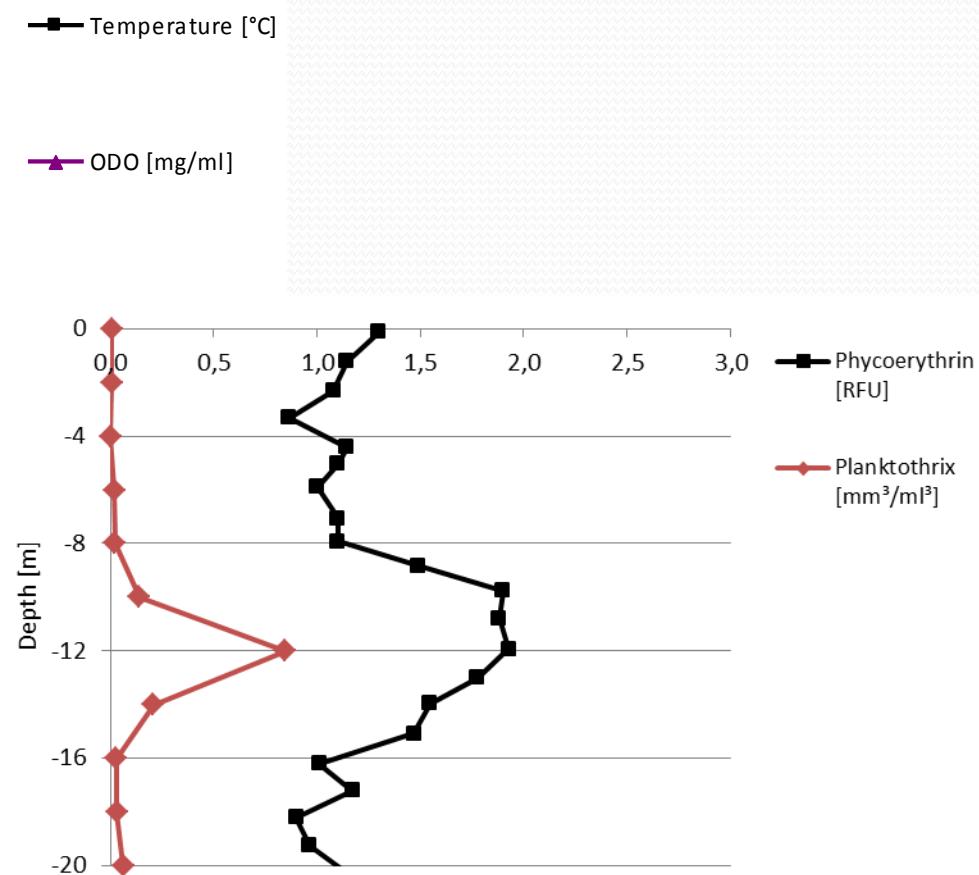
Planktothrix rubescens

- Filamentbildendes Cyanobakterium
- Pigment Phycoerythrin als Anpassung an niedrige Lichtverfügbarkeit
- Gasvesikel erlauben Einschichtung im Metalimnion und Blütenbildung an der Gewässeroberfläche
- Mögliche Umweltgefährdung durch toxische Sekundärmetaboliten wie das Heptapeptid Microcystin

Einschichtung von Planktothrix in der Wassersäule



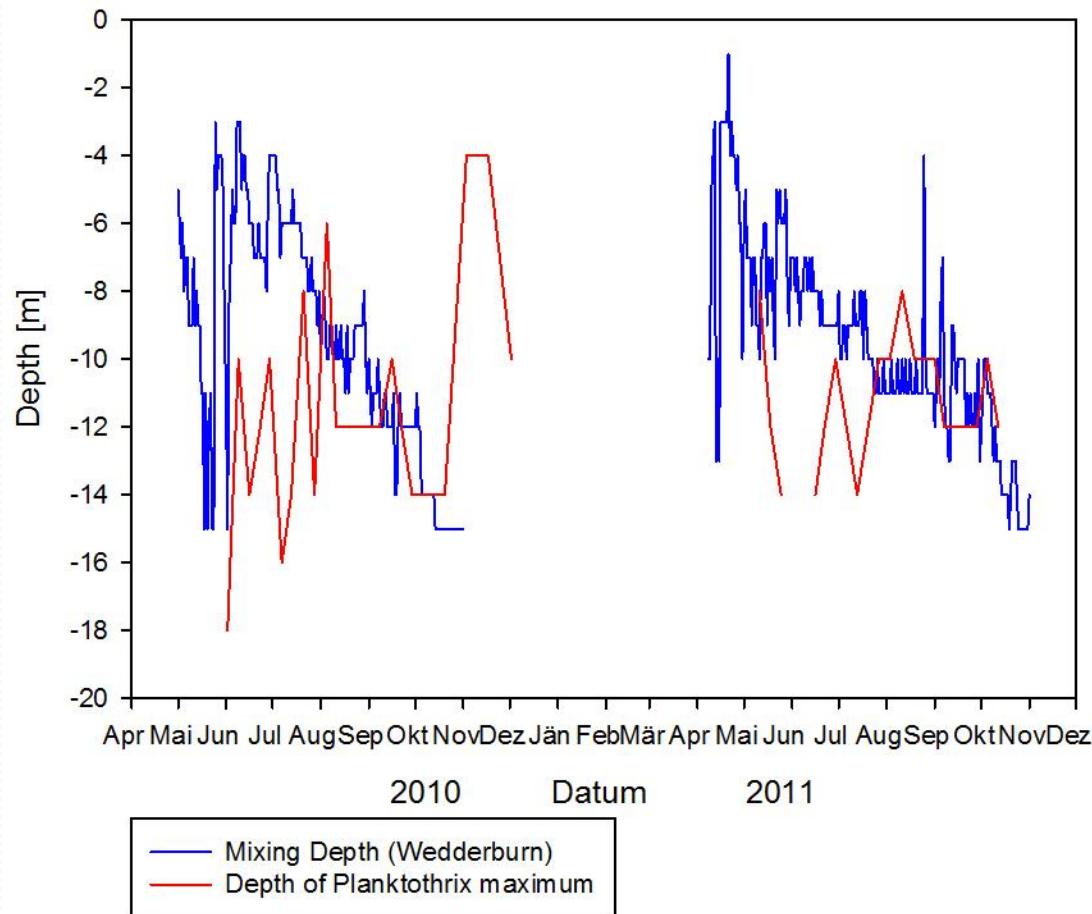
Eingeschichtete
Planktothrix-Population
am 14.09.11



Einschichtung von Planktothrix in der Wassersäule

Mixing Depth: Tiefe der Winddurchmischung

Planktothrixmaxima zeigen in den Sommermonaten eine Einschichtung in der Wassersäule unterhalb der Durchmischungstiefe.

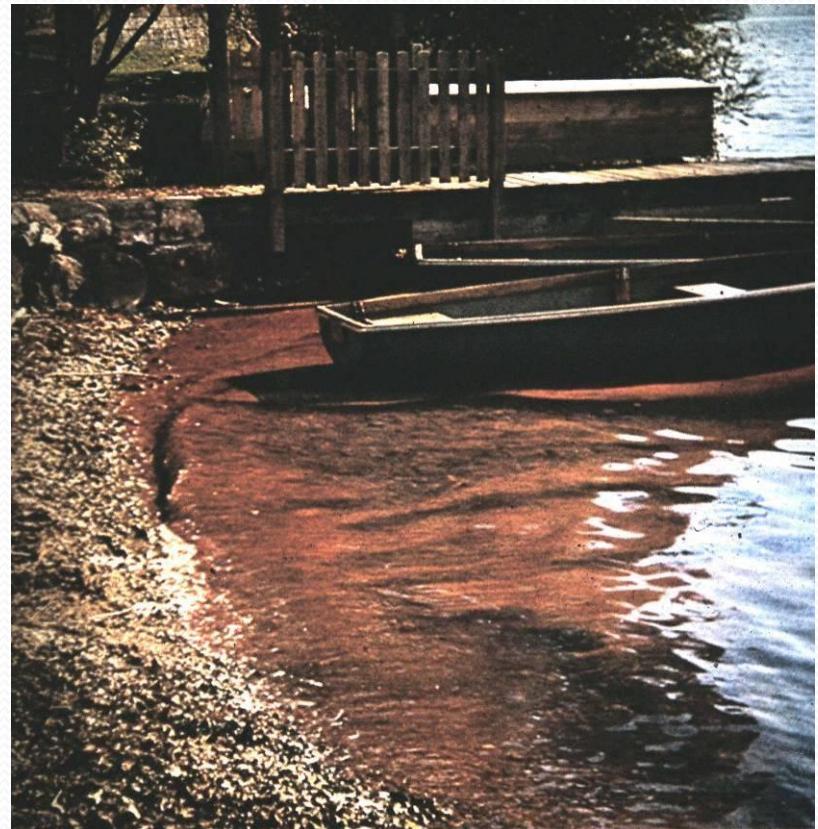


Effekte von Algenblüten

- +) schädlich (Toxine)
- +) Verlust der Biodiversität, irreversible Veränderung des Ökosystems

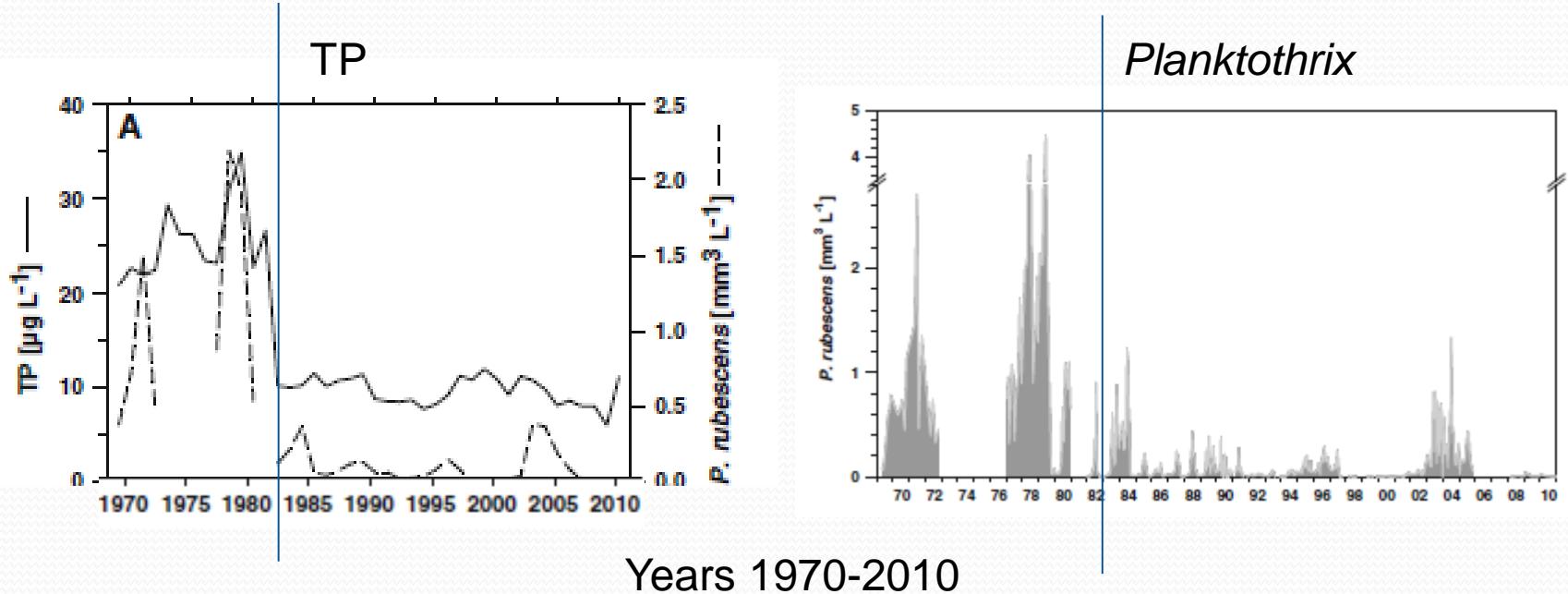
Kosten

- +) unmittelbar (monitoring, Wasseraufbereitung, Alternativen)
- +) Langzeitkosten (Verringerung des Eintrags der Nährstoffe)
- +) Reduktion des Erholungswertes



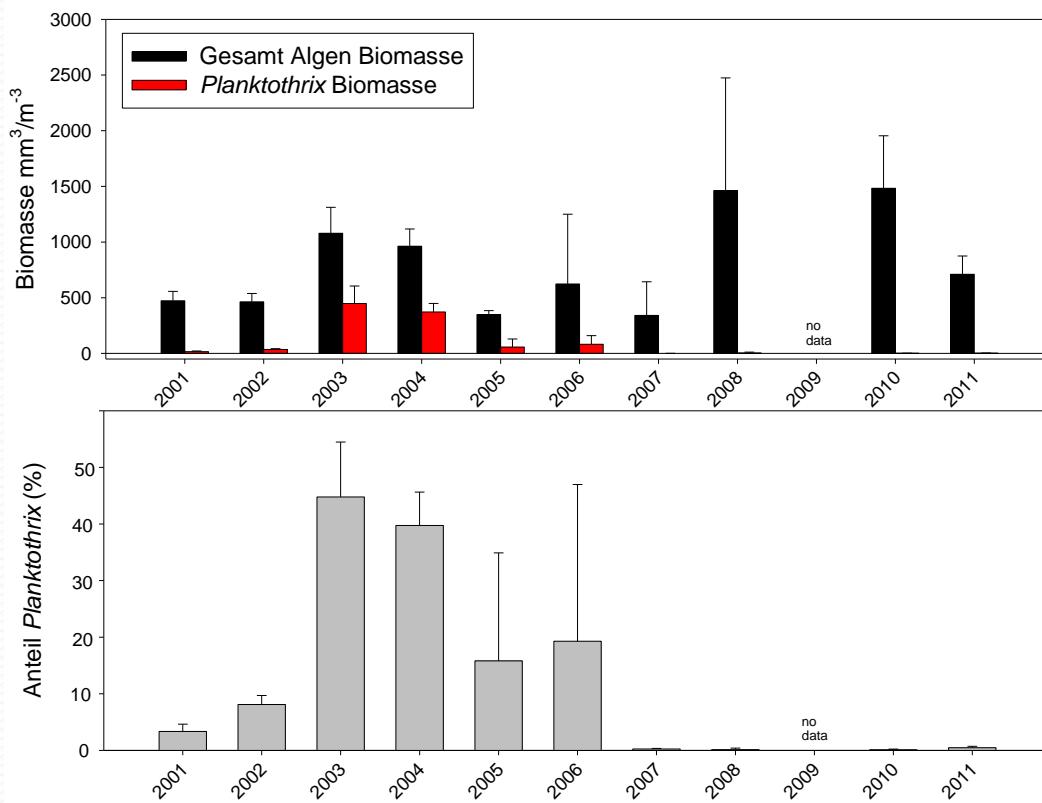
Mondsee, *P. rubescens* bloom, shoreline near Scharfling, approx. 1973;
Foto: © A. Jagsch (BAW Scharfling)

Langzeit Algenwachstum am Mondsee



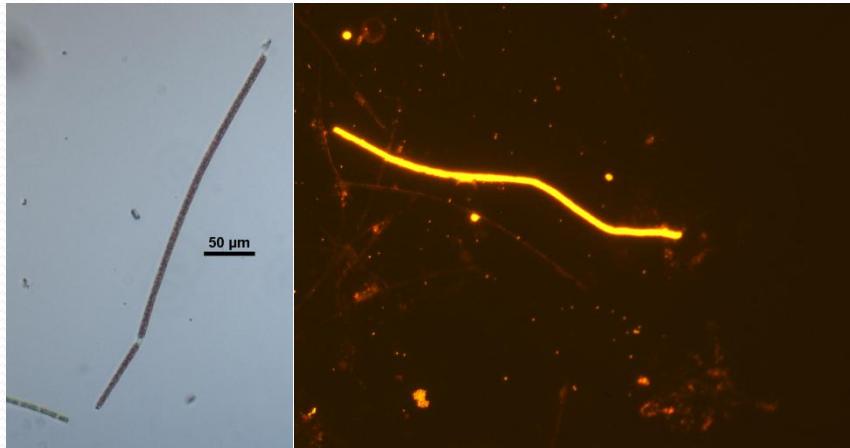
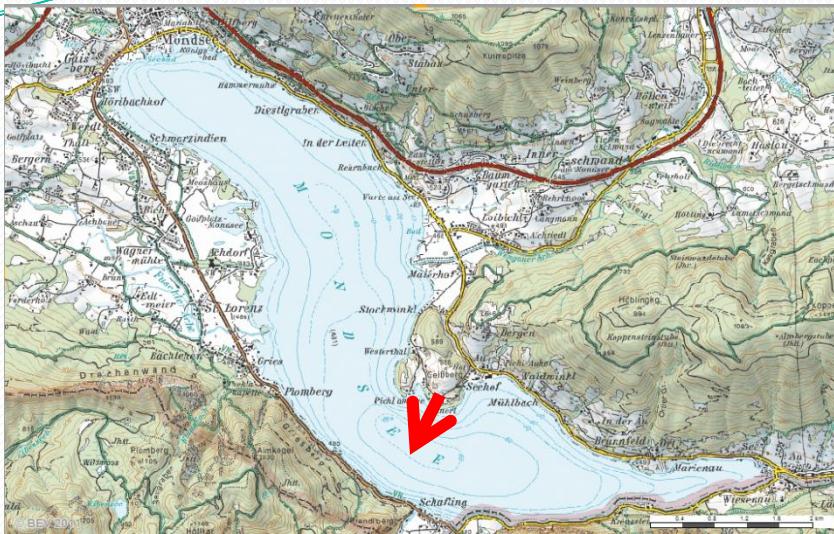
Seit 1983 gibt es zwischen Total Phosphor gehalt und *Planktothrix* biovolume keine Korrelation, dh. Es sind Faktoren wie Licht und Temperatur, die entscheidend sind

Entwicklung von Planktothrix in den letzten 10 Jahren

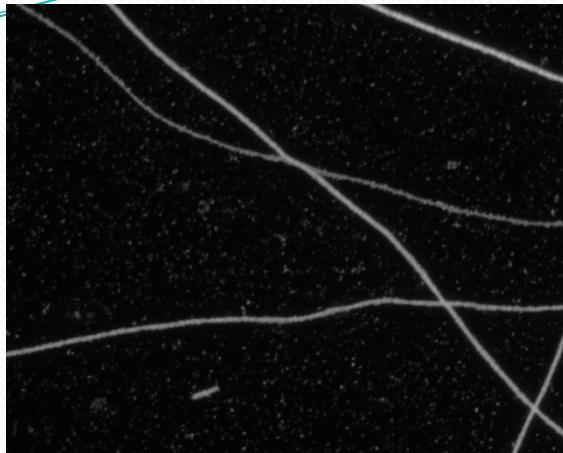


Trotz gleichbleibenden TP Gehalt variiert die Planktothrixbiomasse beträchtlich, andere Faktoren wie Temperatur und Lichtklima müssen das Wachstum beeinflussen

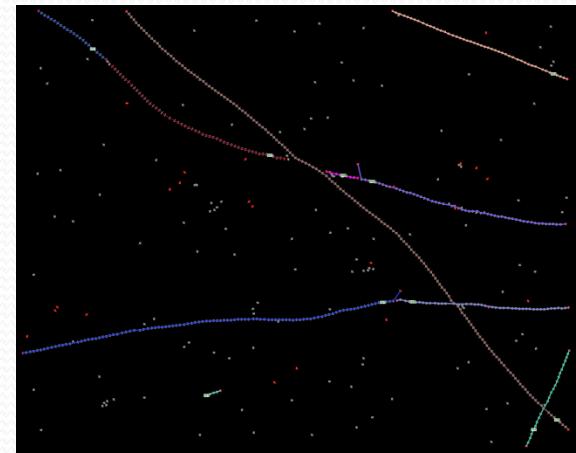
Probenahme



- Probenahme am tiefsten Punkt des Sees im Zeitraum von Frühjahr 2010 bis Frühjahr 2011
- Während der Schichtungsperiode Probenahme in 2m - Tiefenstufen von 0-20m
- Bestimmung von Secchitiefe und Attenuation
- Bestimmung von Phytoplanktonzusammensetzung, Totalphosphor und Chlorophyllgehalt im Labor



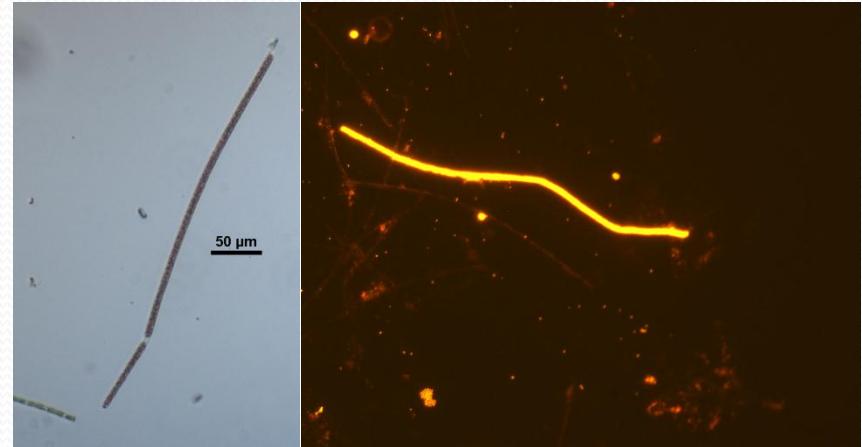
Dichtebestimmung



- Zählung der autofluoreszenten Filamente mit Epifluoreszenzmikroskop (Zeiss)
- Zählung und Vermessung der Filamente je nach Planktothrixdichte händisch (NIS-Elements) oder mit einem semiautomatischen Zählprogramm (Planktotriquant)



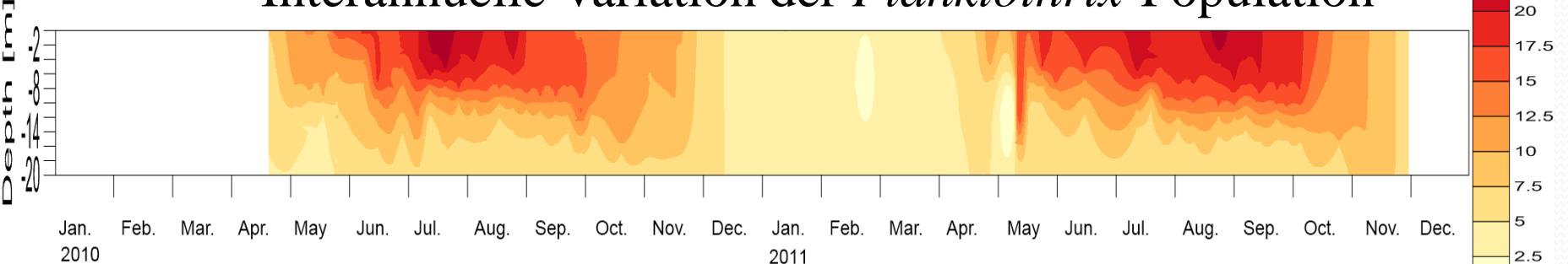
Temperatur- und Wetterdaten



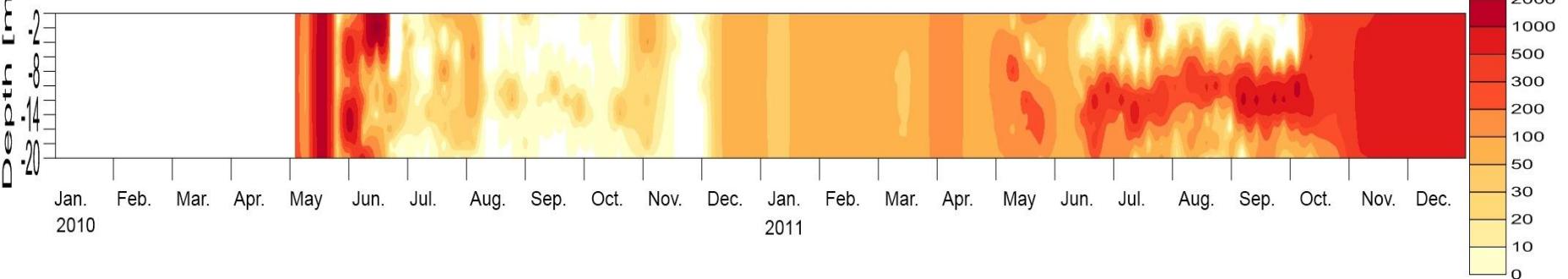
- Stündliche Messung der Wassertemperatur durch Messkette
- Kontinuierliche Messung der Globalstrahlung und Wind durch Messstation des ZAMG alle 10 Minuten

Temperature [°C]

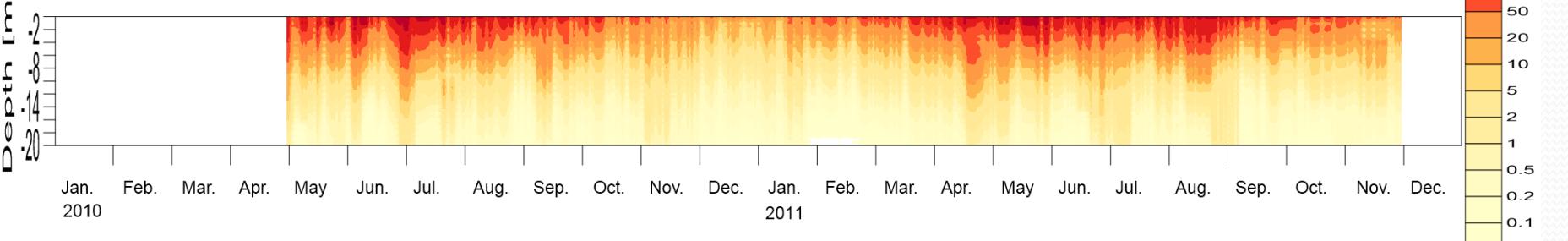
Interannuelle Variation der *Planktothrix*-Population



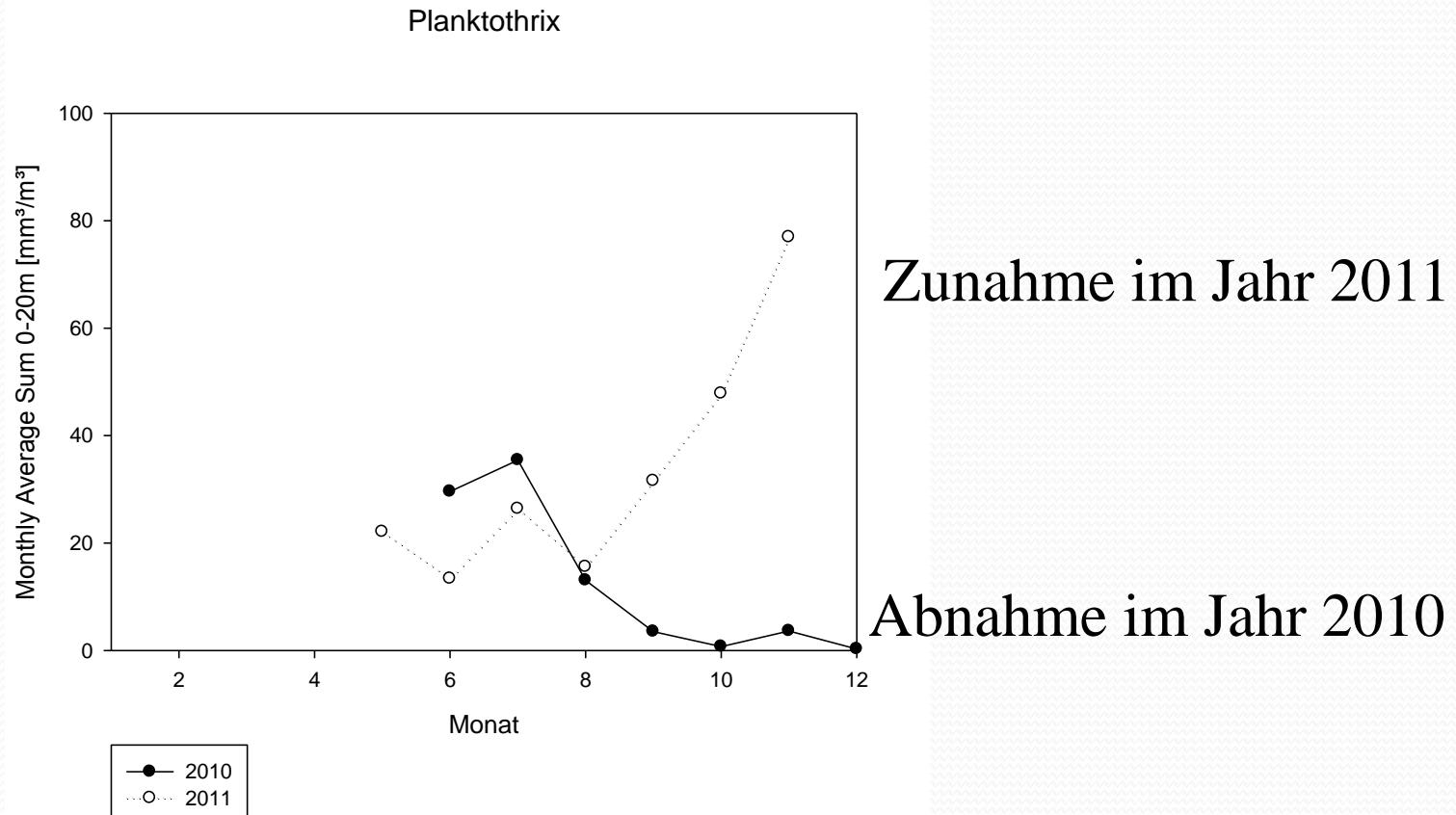
Planktothrix [Filaments/l]



Light Availability [W/m²]

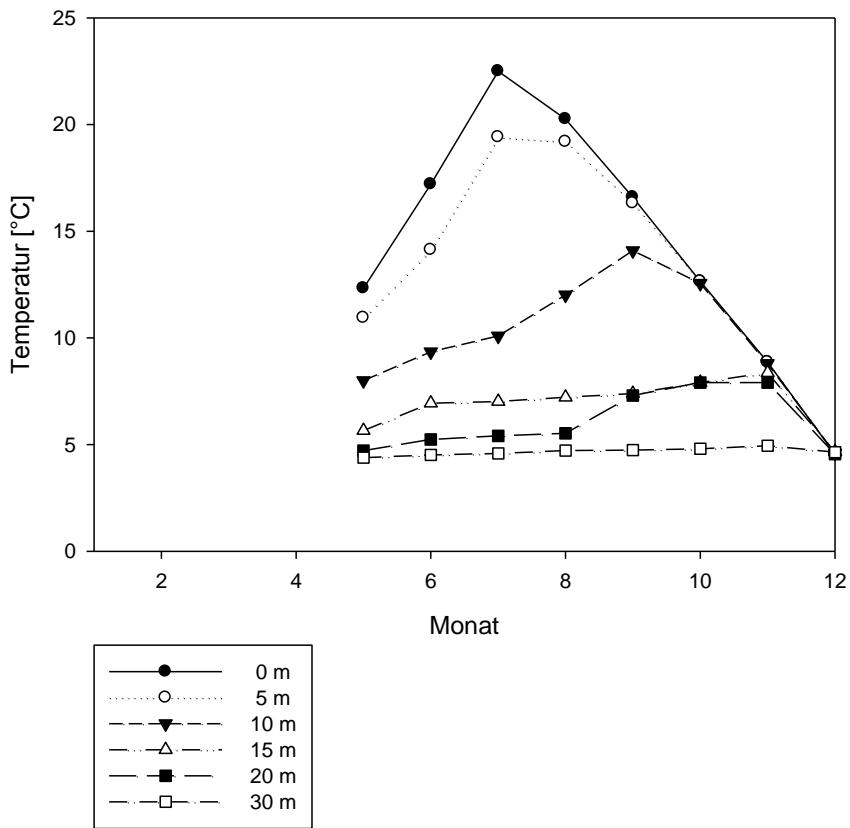


Planktothrixentwicklung im Mondsee 2010 - 2011

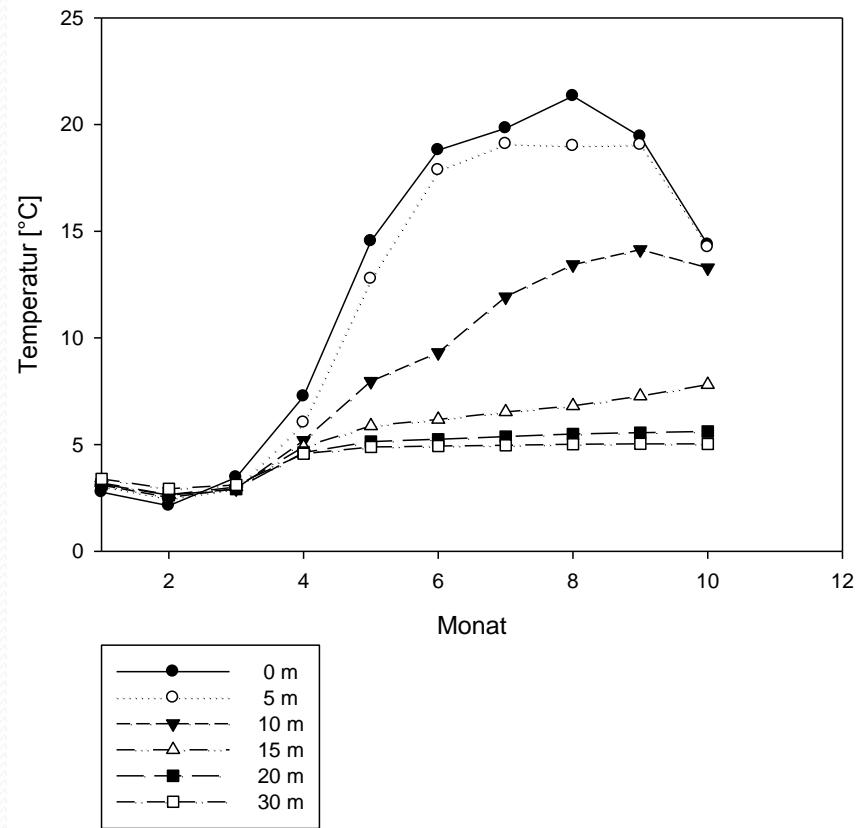


Graduelle Unterschiede in der Temperatur 2010, 2011

2010

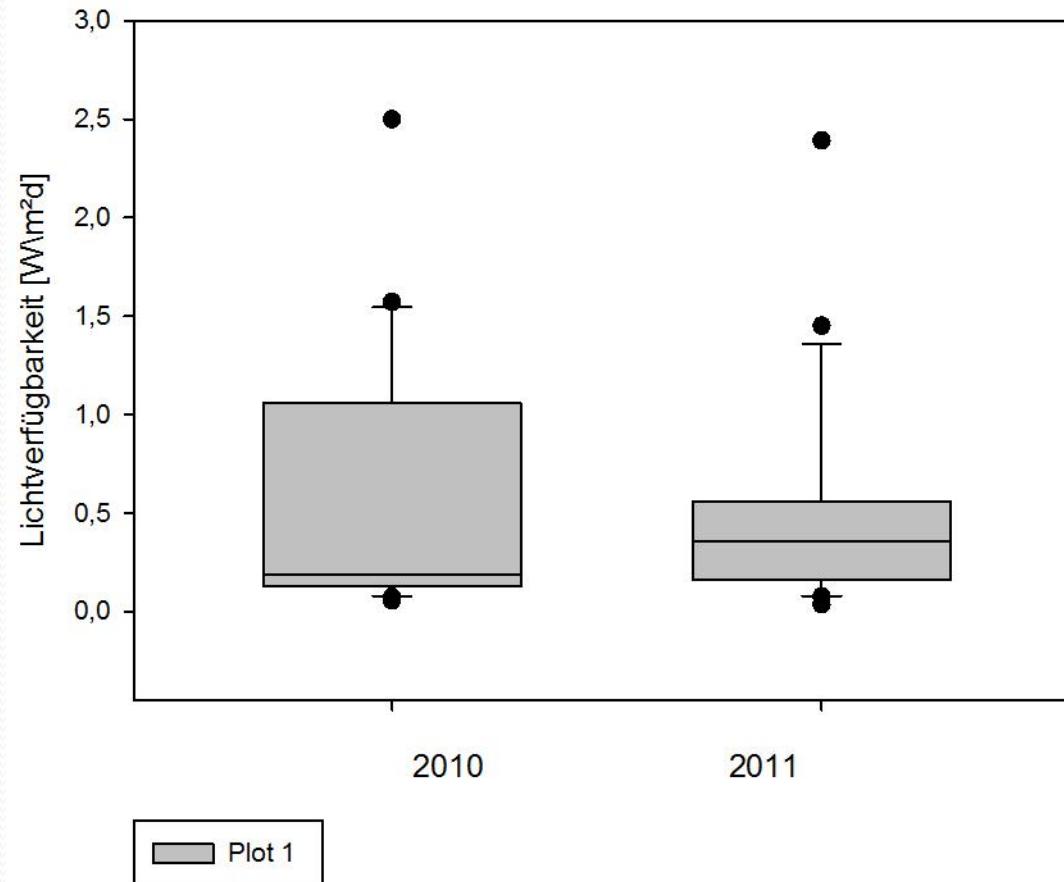


2011

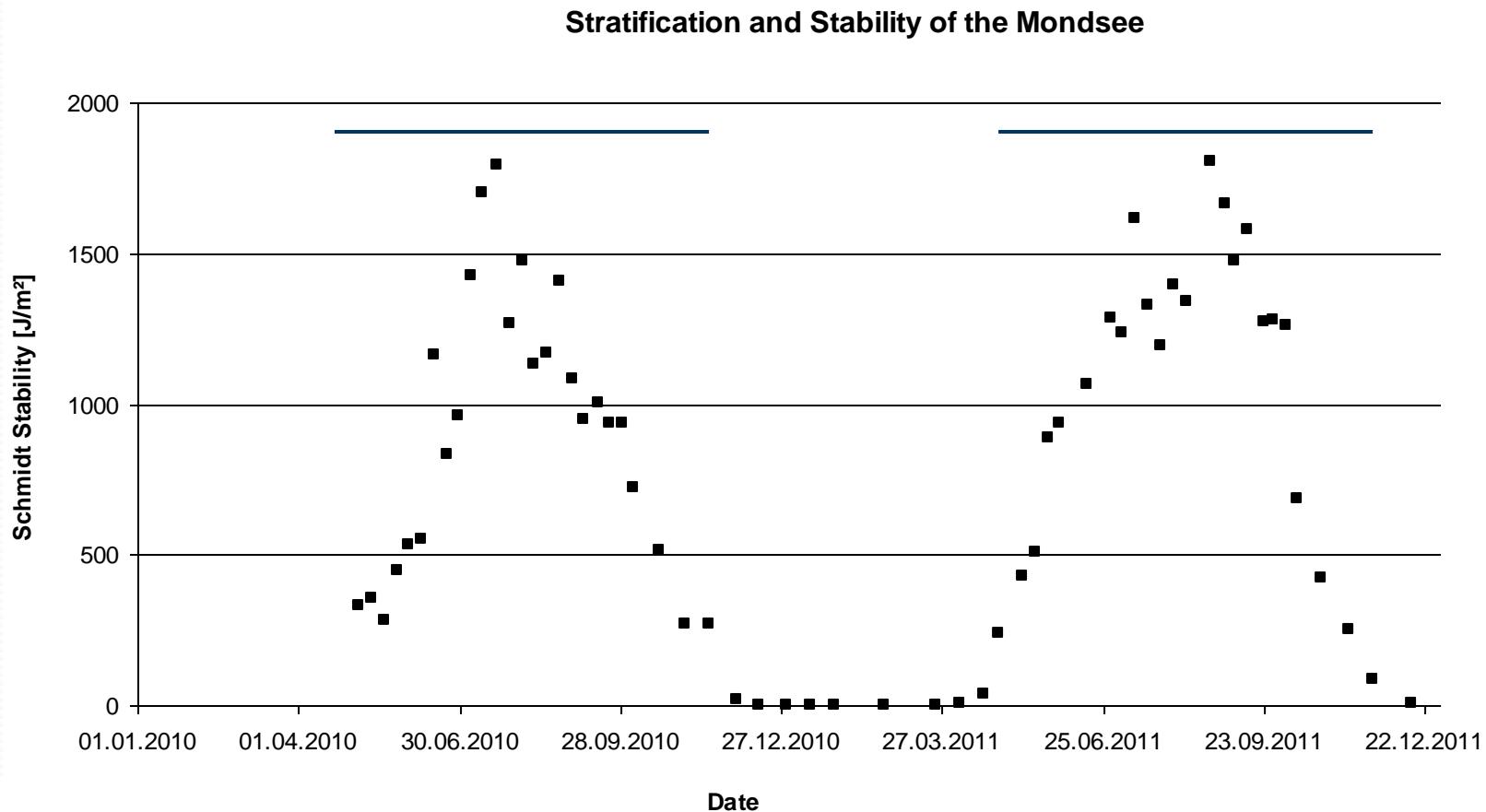


Graduelle Unterschiede in der Lichtverfügbarkeit 2010, 2011

Lichtverfügbarkeit für Maximum der Planktothrixpopulation



Schmidt'sche Stabilität



Modellierung des *Planktothrix*-Wachstums

- Modell des Planktothrixwachstums schließt physikalische und physiologische Parameter ein
- Von Bright & Walsby für den Zürichsee entwickelt (Bright & Walsby 2000, New Phytol. 146:301)
- Berechnung des theoretisch möglichen Wachstums in 10-min Schritten für 11 Tiefenstufen von 0-20m

Modellparameter

- Physikalische Parameter
 - Windgeschwindigkeit
 - Globalstrahlung
 - Wassertemperatur
 - Lichtattenuation
- Physiologische Parameter (Nach Literaturwerten)
 - Maximale Wachstumsrate
 - Wachstumsraten bei verschiedener Lichtverfügbarkeit
 - Q_{10}

Berechnung der Wachstumsraten

Die Wachstumsrate wird in 10-Min-Schritten von 0-20m berechnet:

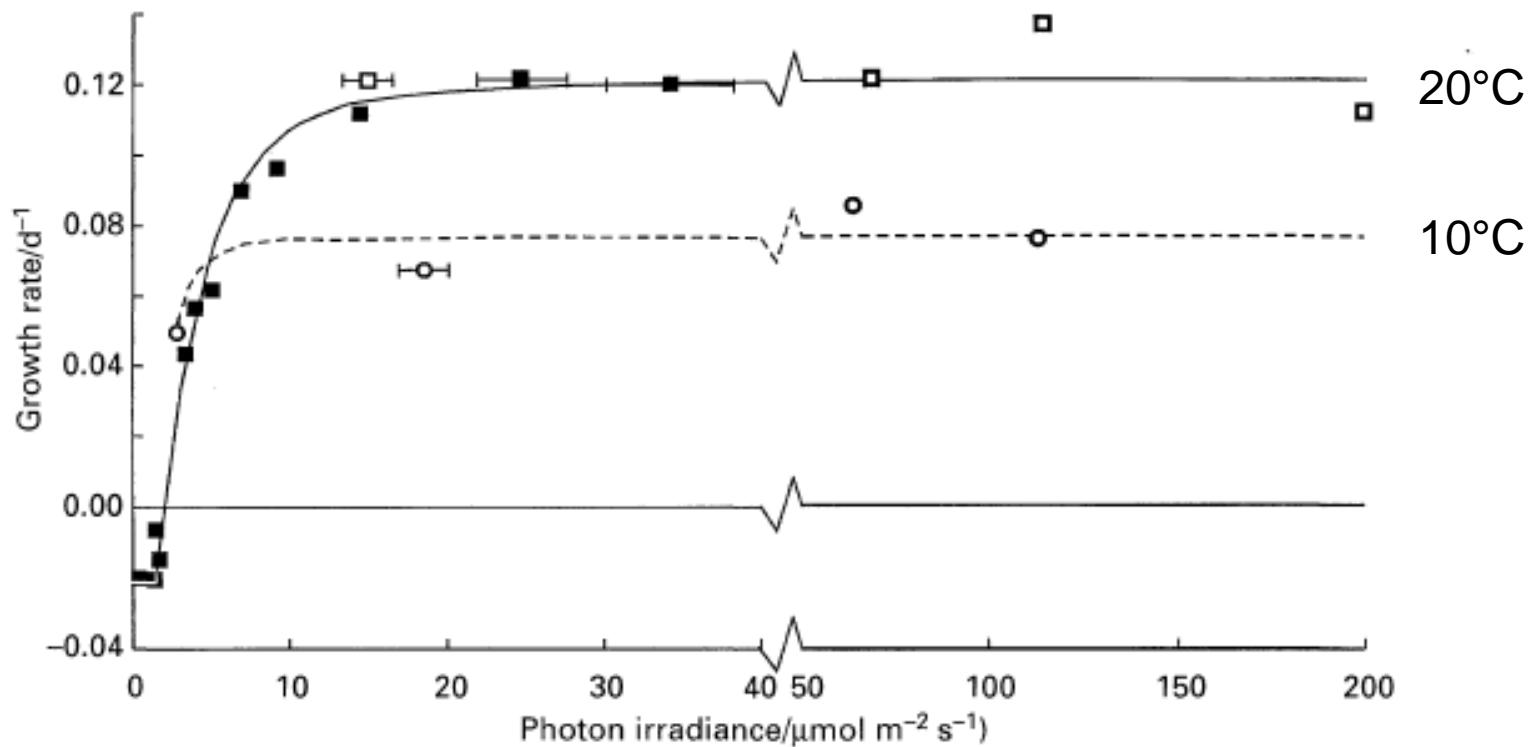
$$N_2 = N_1 e^{\mu t}$$

$$\mu_{L\Theta} = [(\phi_{Lm\Theta'} Q_{10}^{(\Theta-\Theta'/10)} ([\alpha_L (I - I_n)] / \{ [\phi_{Lm\Theta'} Q_{10}^{(\Theta-\Theta'/10)}]^2 + \alpha_L^2 (I - I_n)^2 \}^{0.5}) + \mu_D]$$

N_i	Population density [mm^3/m^3]
μ	Growth rate [d^{-1}]
μ_D	Growth rate in darkness (negative) [d^{-1}]
t	Time interval [d]
I	Irradiance [$\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$]
I_n	Neutral Irradiance [$\mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1}$]
Θ	Temperature [$^\circ\text{C}$]
Θ'	Reference Temperature [$^\circ\text{C}$]
Q_{10}	Temperature factor
α_L	Growth/Light gradient [$(\text{d } \mu\text{mol m}^2\text{s}^{-1})^{-1}$]
ϕ_{Lm}	Maximal growth rate (light) [d^{-1}]

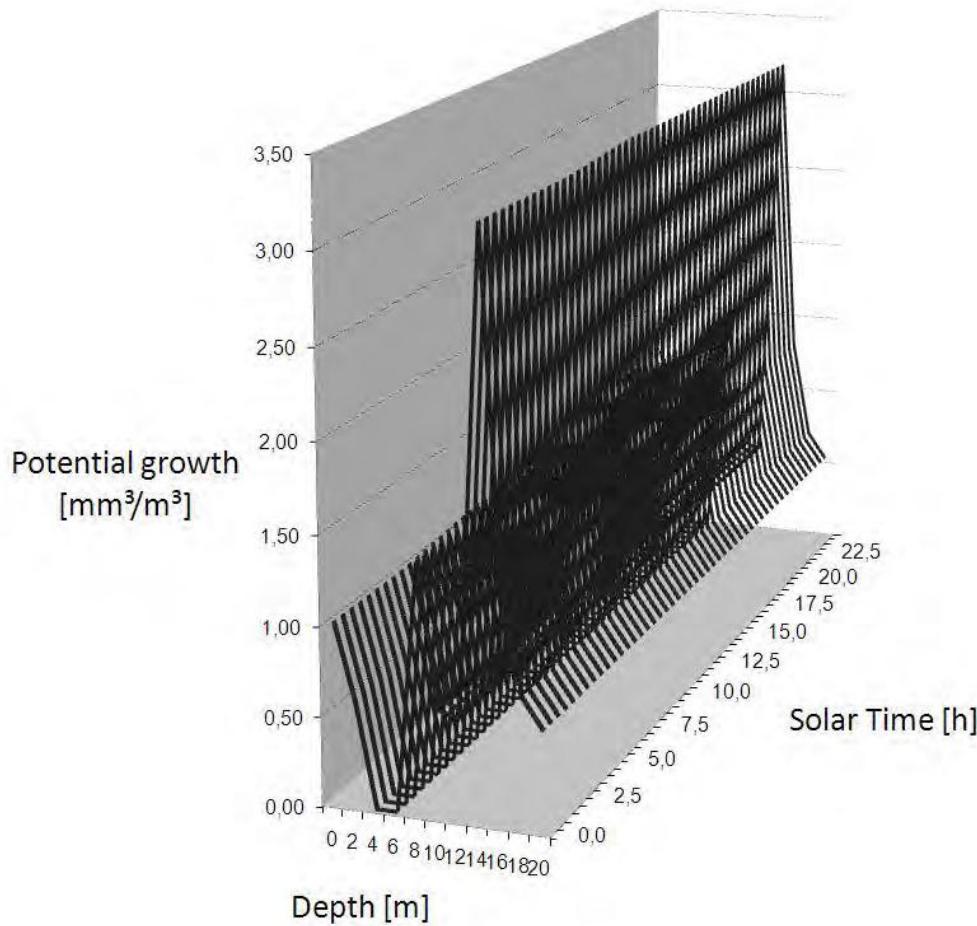
Bestimmung der Wachstumsrate von Planktothrix

Lichtabhängige Wachstumskurve für *Planktothrix rubescens* im Labor

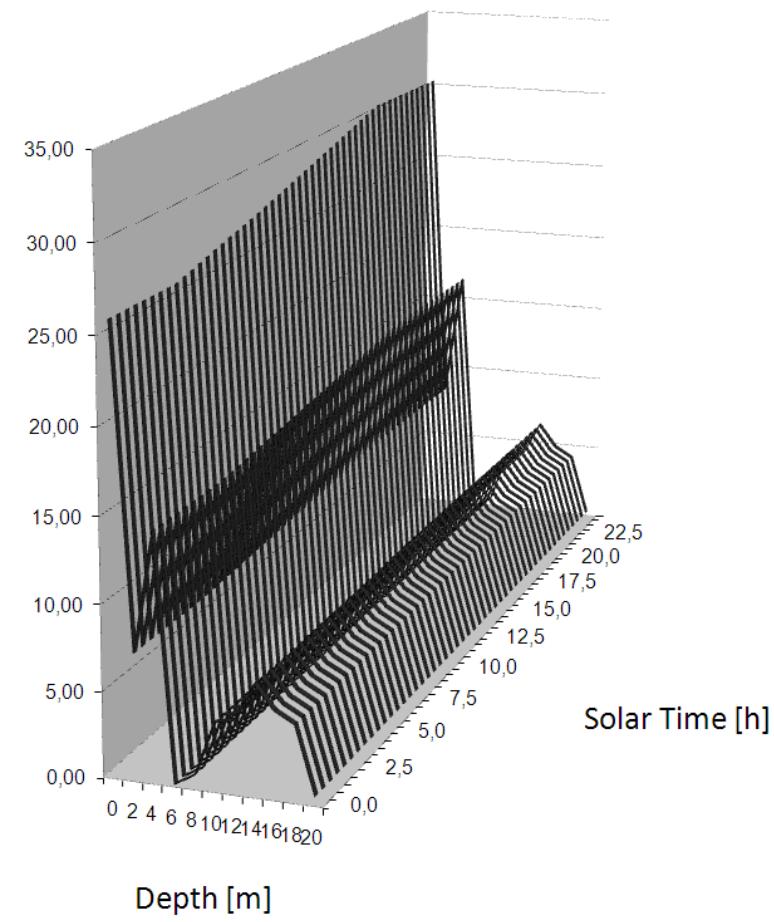


Beispiel für zwei Sommertage

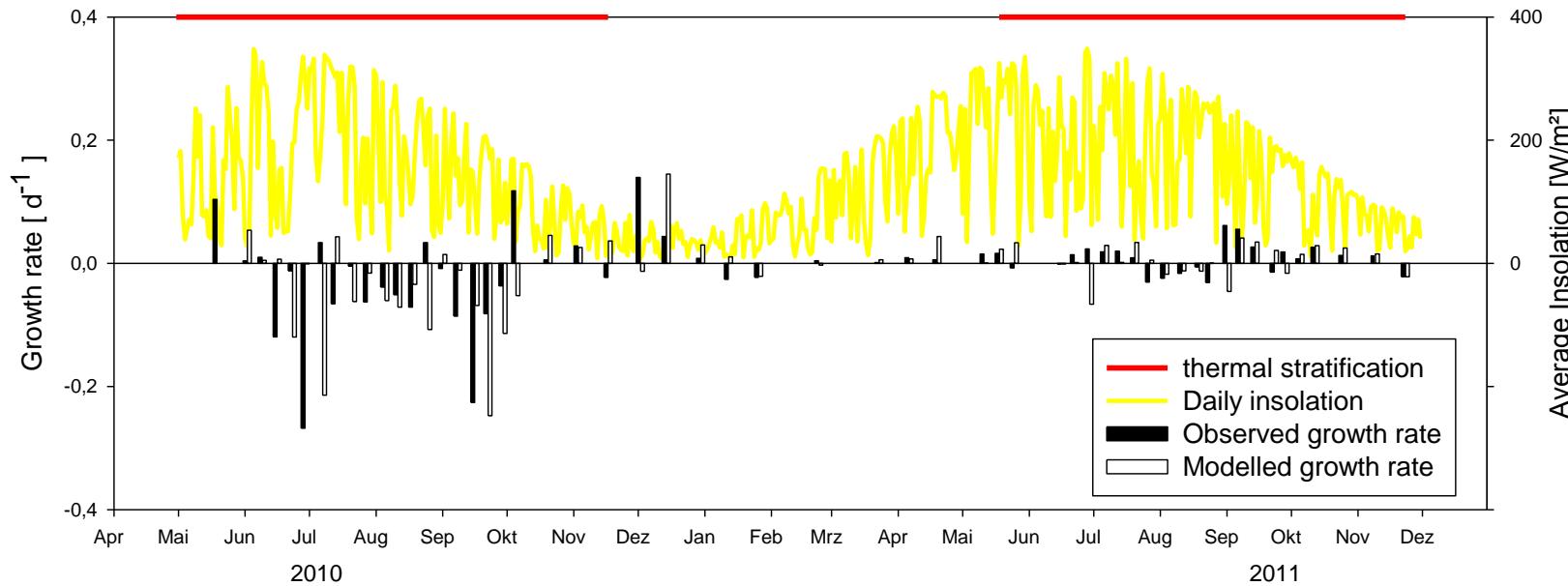
18.06.11



11.06.11



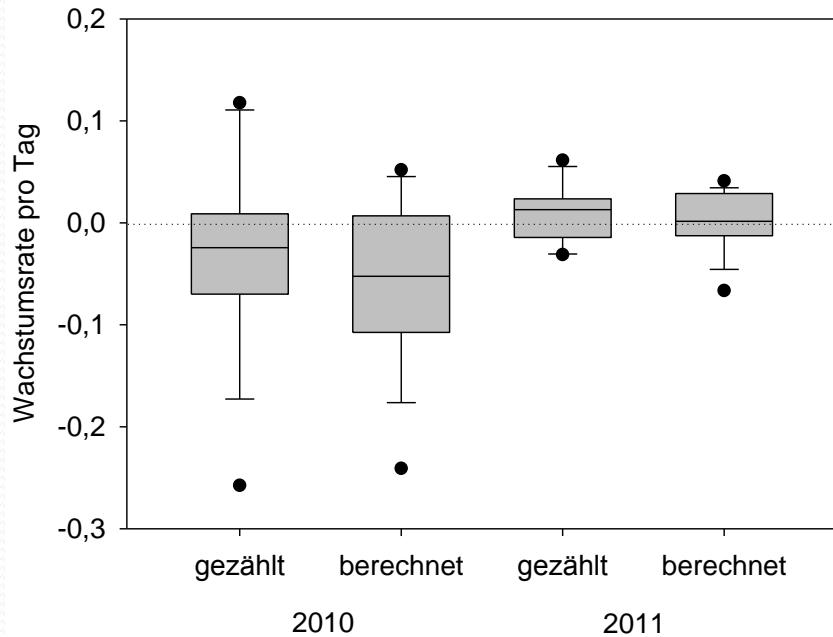
Gegenüberstellung beobachtete und berechnete Wachstumsraten



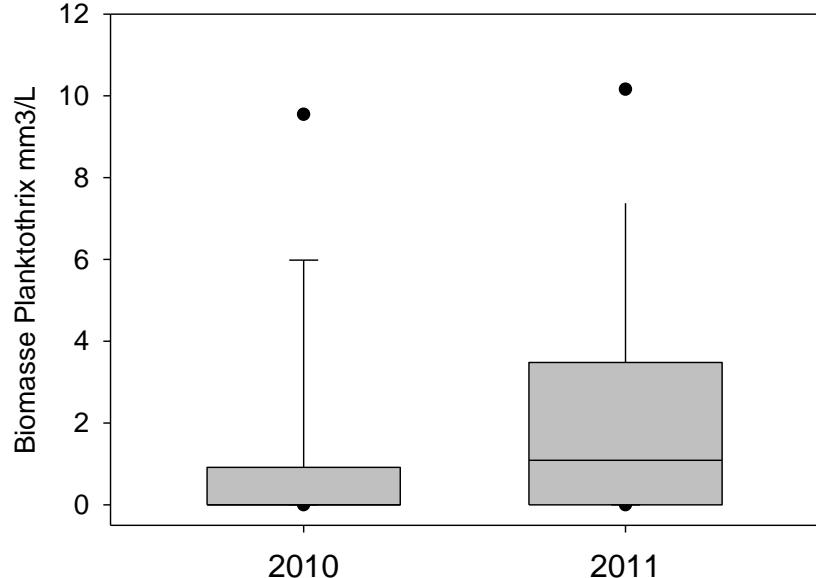
Wachstumsraten im Sommer 2011 > im Sommer 2010

Jährliche Wachstumsraten von *Planktothrix*

Wachstumsraten



Biomasse





Dank an:
Rainer Kurmayer
Anthony Walsby
ZAMG Österreich
BAW Scharfling und Land OÖ (Temperaturprojekt Mondsee)
Die Kollegen des Instituts für Limnologie Mondsee