



Biologie von Gewässern in Permafrostgebieten

Monica Tolotti

Fondazione Edmund Mach – S. Michele all'Adige



FEM-IASMA

RC
CENTRO RICERCA
& INNOVAZIONE
Fondazione Edmund Mach

Überblick

- Organismen und ökologische Verhältnisse in periglazialen Gewässern
Lokale Umweltfaktoren und Effekte auf Organismen
Möglicher Impact des Klimawandels
- Ziele und Methodik von PERMAQUA im Bereich Biologie
(WP4 und WP5)

Biologie in Permafrost, Eis- und Blockgletschern

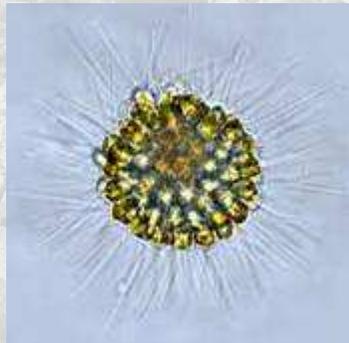
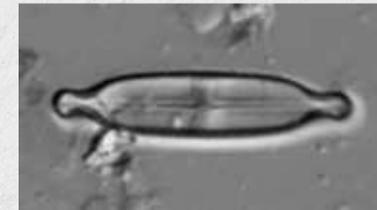
- Zahlreiche Studien über die Biologie von Gewässern in Eisgletschergebieten in Europa und in anderen periglazialen Bereichen (zB. Permafrost: Arktis, Antarktis, Nordamerika, Sibirien, Asien)
- Sehr wenige direkte Informationen über die Biologie der Gewässer in Blockgletschergebieten verfügbar



Permafrost Gewässer: Quellen, Fließgewässer, Seen, Moore, Thermokarstseen

Biologische Gemeinschaften in glazialen Gewässern

Biologische Gemeinschaften	Pflanzlich	Tierisch
Benthos Interstitial- und Bodenlebewesen	Phytobenthos Mikroalgen (Kieselalgen) Makroalgen	Makro-Zoobenthos Wirbellose Tiere (Platt- und Ringelwürmer, Egel, Insektenlarven, Muscheln)
Plankton Im Wasser schwebend	Phytoplankton Einzellige und koloniebildenden Mikroalgen Cyanobakterien	Zooplankton Rädertiere, Ruderfußkrebse, Wasserflöhe



Informationsquellen - 1

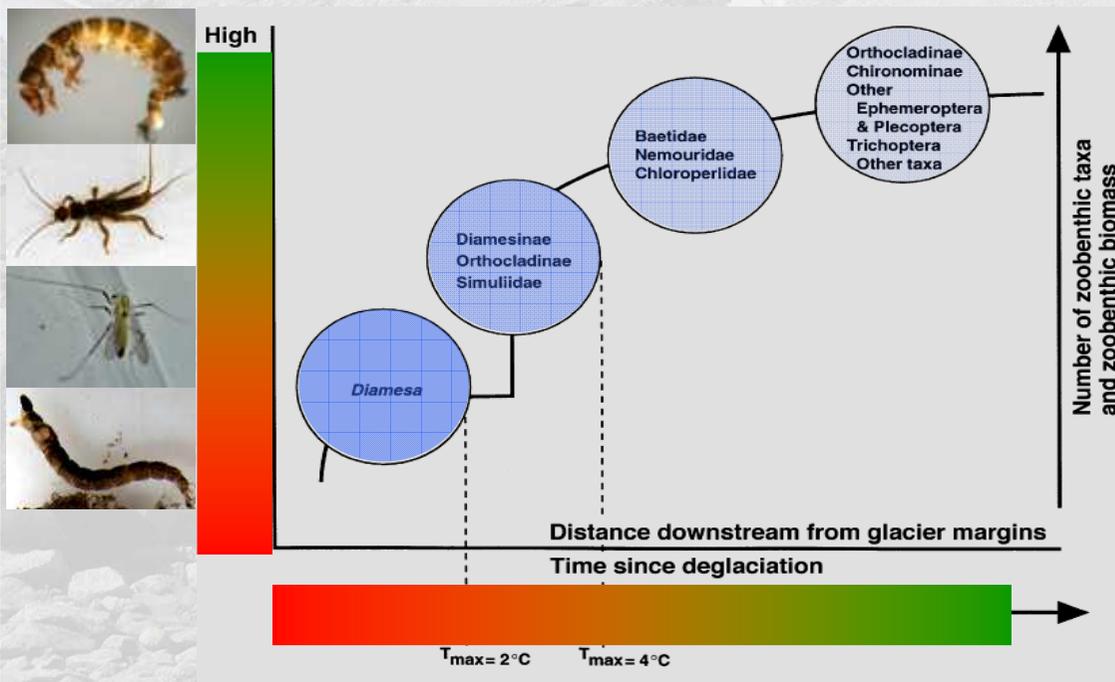
Die meisten Informationen über biologische Eigenschaften in glazialen Gebieten stammen aus Untersuchungen des **Makrozoobenthos** in Fließgewässern

- Lokale und regionale Untersuchungen

zB. BioDivAlp, Rotmoss, Ötztal, Tirol, A; Val de la Mare, Cevedale, Trentino, I

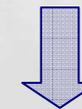
- Überregionale Untersuchungen

zB. EU Projekte, wie AASER (Arctic and Alpine Stream Ecosystem Research), ARISE (a classification tool for Alpine Rivers and Stream Ecosystems), ACQWA (Assessing Climate impacts on the Quantity and Quality of Water)



Modell für die Verteilung des Makrozoobenthos (Milner & Petts, 1994)

Wassertemperatur
Stabilität



Anzahl und Biomasse
der zoobenthischen
Gruppen

Verändert nach Brittain & Milner, 2001

Bozen, Palais Widmann, 2. März 2012

Informationsquellen - 2

Untersuchungen der benthischen und planktischen **Algenflora** in alpinen und periglazialen Gewässern sind bisher selten.

- einige rezente Studien aus Zentral- und Nord-Europa, Himalaya und Arktis

(Antoniades & Douglas 2010, Bürgi et al. 2003, Cantonati et al. 2001, Gesierich & Rott 2004, Hansen et al. 2006, Jüttener et al. 2000, Rott et al. 2006; Tolotti 2001, Tolotti et al., 2002, 2003, 2006, 2009, Uehlinger et al., 2010)

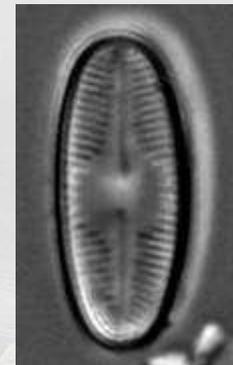
Phytoplankton und Phytobenthos sind in glazialen Gewässern sehr wichtig:

- a) sie stellen den Startpunkt der **Nahrungsketten** im Wasser dar (vergleichbar wie das Gras im Falle terrestrischer Ökosysteme)
- b) sie sind direkter und stärker von physikalischen und chemischen **Umweltfaktoren** beeinflusst (Indikatoren)



Benthische Diatomeen gehören zu den besten **Bioindikatoren** für:

- Versauerung (atmosphärische Kontamination)
- Global Change (Klimawandel)
- Trophie (= Nahrungszustand, in temperierten Gewässern)



Umweltfaktoren in Permafrostgebieten - Physik

- Periglazialbereiche sind harsche Gebiete, die durch große Schwankungen von **physikalischen Variablen** charakterisiert sind

	Winter	Sommer
Wassertemperatur	~ 0°C	ständig < 4°C
Strahlung	extrem reduziert unter Eis	extrem hohe UV-Strahlung
Schüttung	Trockenheit	extreme Tagesschwankungen
Stabilität (Flussbett und Seeufer)	stabil	sehr instabil
Wassertrübe (Gletschermilch)	niedrig	hoch (Schäden durch „Schmiergel-Effekt“)



Umweltfaktoren in Permafrostgebieten - Chemie

- Chemische Bedingungen hängen vor allem ab von:
 - a) **Geologie** im Einzugsgebiet
Leitfähigkeit, pH und Alkalinität können in kristallinen Gebieten sehr niedrig sein
 - b) **Dynamik der Eisschmelze** im Sommer
Verdünnung und Freisetzung von Stoffen, was zu großen diurnalen und saisonalen Schwankungen führen kann
- Konzentration von gelösten **Nährstoffen** (C, P, N, Si) und **organischem Material** sind eher sehr niedrig (Grund: geringe Boden- und Vegetationsdecke) und variabel
- Atmosphärisch eingetragene Schadstoffe (zB. Schwefel, Stickstoff, Schwermetalle, Pestizide) können in Permafrostgebiete zuerst deponiert und später wieder freigesetzt werden (aktuelle Klimaerwärmung !)

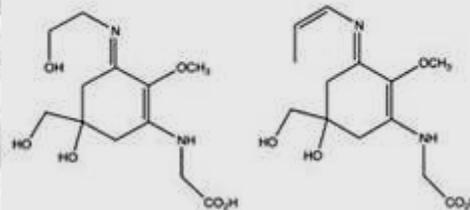
Biologische Gemeinschaften in Glazialbereichen bestehen aus hochspezialisierten und hoch angepassten Arten

Anpassung in der Tierwelt

- Langsamere Lebenszyklen bei Insekten (mehrfährige Larvalstadien)
- Abgeflachte Körperform + Haftungssysteme (Krallen, Schröpfköpfe)
- Frostschutzproteine (zB. bei Chironomiden = Zuckmückenlarven)
- Überwinterung/Hybernation und Dauereier von Gliederfüßlern
- Sonnenschutz
 - dunkle Pigmentierung bei Zooplankton (z.B. Wasserflöhe)
 - Mycosporine-like amino-acids MAAs (z.B. Ruderfußkrebse)
 - vertikale Bewegungen in der Wassersäule (Zooplankton)

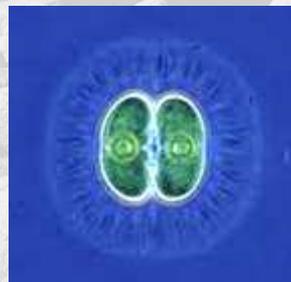
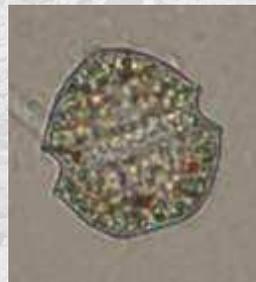
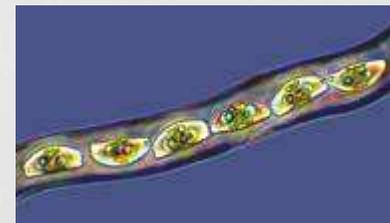


Asterina (λ_{\max} 330 nm) Palythene (λ_{\max} 360 nm)



Anpassung bei Mikroalgen

- Kleinere Zellgröße und kürzerer Lebenszyklus (schnelleres und opportunistisches Wachstum unter günstigen Bedingungen)
- Abgeflachte oder konkave Zellform + Haftungssysteme (Gallertumhüllungen, Stiele)
- Dauerzysten in benthischen und planktischen Algen
- Sonnenschutz
 - MAAs
 - Tägliche/saisonale Bewegung in der Wassersäule (Dominanz von Flagellaten bei Phytoplankton in Seen)
- Toleranz von:
 - niedrigem Elektrolytgehalt (Leitfähigkeit) und Alkalinität
 - Niedrige pH-Werte (= hoher Säuregrad)
 - sehr niedrige Nährstoffgehalte (C, P, N) = Mixotrophie



Effekte des Klimawandels

Alpen: ↑ Lufttemperatur + ↓ Niederschläge

↑ Eisschmelze

↑ Wasserschüttung

↓ Stabilität

↑ Zunahme von Schadstoffen



Morteratsch Gletscher
Berninagruppe, Graubünden, CH

Veränderungen der Biodiversität (Artenzusammensetzung, Abundanz, Verteilung)

- 1) Erweiterung der „glazialen Nische“
- 2) künftige drastische Reduktion der periglazialen Gemeinschaften (Artensterben)
- 3) Indirekte ökologische Veränderungen
 - Zerstörung der Nahrungsnetze
 - toxische Effekte von Schadstoffen (Teratologie, Sterilität, Aussterben)
 - Invasion gebietsfremder Arten

Das Projekt PERMAQUA: Ziele im Bereich Biologie

a) Bestimmung der aktuellen ökologischen Qualität von ausgewählten Gewässern in Gebieten mit Blockgletschern in Nord- und Südtirol

b) Untersuchung der Auswirkungen von Klimaänderungen auf die Ökologie in Permafrostgebieten im Hochgebirge

Produkte:

- Zustandbericht ausgewählter Gewässer im Hochgebirge (verschiedene vom Permafrost beeinflusste sowie davon unbeeinflusste Gewässer).
- Informationsbroschüre für Gemeinde, Natur- und Nationalparks
- Datengrundlage für internationale Vergleichstudien zum Klimawandel im Alpenen Raum



WP4: Aktuelle ökologische Qualität

Untersuchung von aktuellen chemischen Bedingungen und biologischen Gemeinschaften in von Blockgletschern beeinflussten Gewässern (Quellen, Bäche, Seen)

	Quellen	Bäche	Seen
Makrozoobenthos	+	+ Probestellen + Referenz	+ profundal, litoral
Periphytische Kieselalgen	+	+ Probestellen + Referenz	+ litoral
Zooplankton	-	-	+
Phytoplankton	-	-	+



WP5: Seen und Moore als Klimaarchive

Untersuchung von historisch chemischen und biologischen Indikatoren in Moor- und Seesedimenten

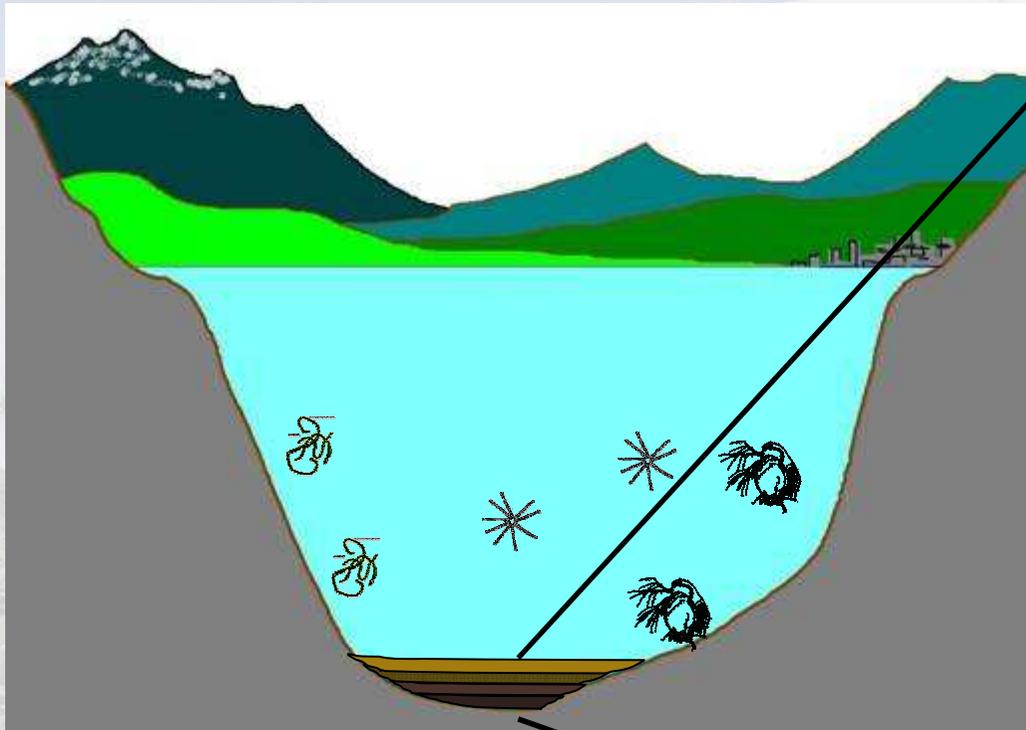
	Blockgletscher	Moore	Seen
	Sella Gruppe Südtirol	Lazaun Südtirol	Südtirol Nordtirol
Altersdatierung	+	+	+
Chemische Indikatoren	Schwermetalle	Schwermetalle	Schwermetalle
Biologische Indikatoren	Pollen	Pollen	Kieselalgen



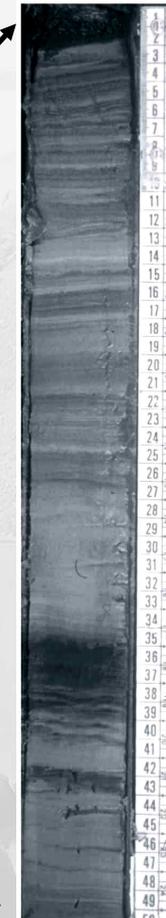
Isotopendatierung der Sedimente mit ^{210}Pb , ^{137}Cs , ^{14}C

Was ist die Paläolimnologie?

Untersuchung der Seesedimente für die Rekonstruktion historischer Entwicklungen



Physikalische, chemische und biologische Ereignisse in Seen hinterlassen Reste und Signale, die Tag für Tag auf den Seeboden sinken und dann langsam Seesedimente bilden

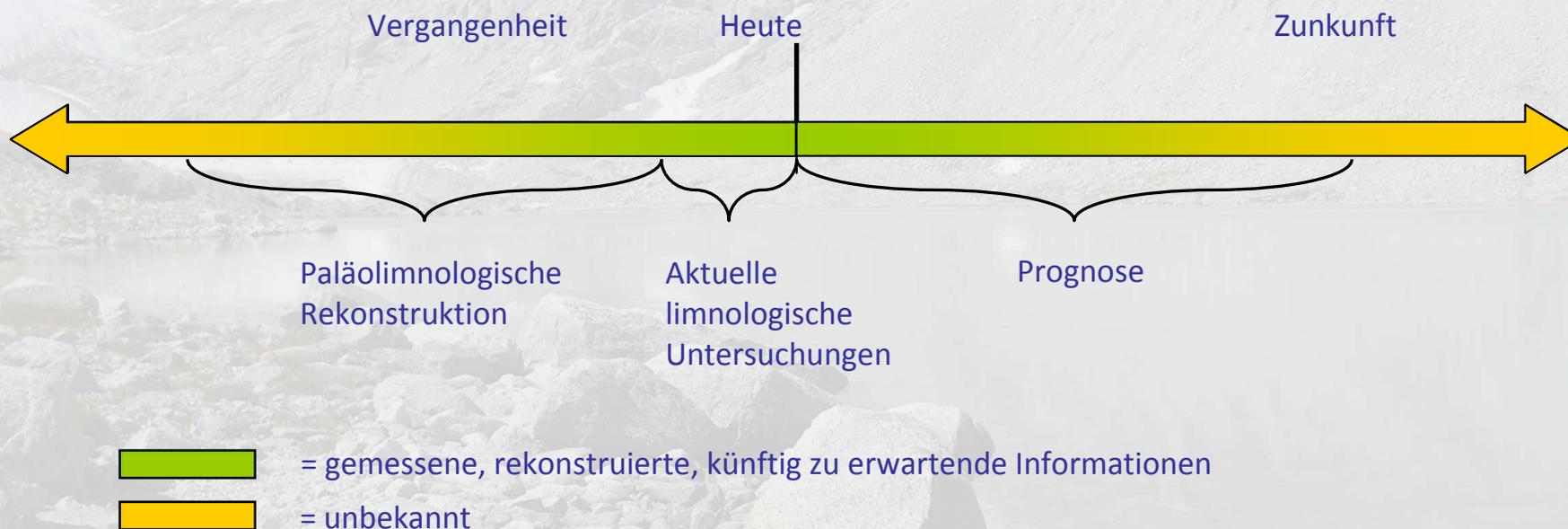


Die Untersuchung von Seesedimenten stellt den Zugang zum historischen Archiv von Seen dar

Wozu dient die Paläolimnologie ?

Sie ist nicht (nur) eine akademische Übung, um die Neugier auf die historische Seegeschichte zu stillen ...

Hauptziel: Erkenntnisse über die langfristige ökologische Entwicklung von Seen in Verbindung mit lokalen und globalen Veränderungen zu erweitern, um diese Informationen für die Prognose zukünftiger Entwicklung einsetzen zu können



The further backward you can look, the further forward you are likely to see

W. Churchill (1874-1965)

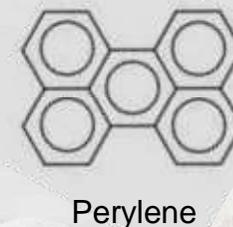
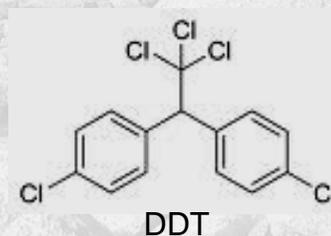
Paläolimnologie - ein multidisziplinäres Verfahren (I)

Die Paläolimnologie untersucht zahlreiche “proxies”
= synthetische Indikatoren für limnologische Verhältnisse und Prozesse

Geochemische Indikatoren

- Visuelles Aussehen und Granulometrie: Hydrologie
- Wasser- und organischer Gehalt, S, N, P: chemische und trophische Entwicklung
- Radionuklide (^{210}Pb , ^{137}Cs , ^{226}Ra , ^{241}Am , ^{14}C): Altersdatierung
- SCPs (Spheroidal Carbonaceous Particles) : Indikatoren für fossile Brennstoffe
- Schwermetalle, schwer abbaubare Substanzen (zB. PCBs, PAHs):
landwirtschaftliche und industrielle Belastung
- S, C, N Isotope: Versauerung, Eutrophierung, Nahrungsnetze

K99-2



Paläolimnologie - Klassische Anwendungen

Zahlreiche europäische Seen erfuhren eine Eutrophierung (Nährstoffbelastung und Zunahme der Produktivität) nach dem 2. Weltkrieg, insbesondere von 1960 bis 1970 (Schindler et al., 2006)

Rekonstruktion der langfristigen Entwicklung der Seentrophie (Nährstoffe)

- ✓ Bestimmung der **Referenzbedingungen** und der **Sanierungsziele** (Qualitätsniveau nach WFD EU/60 2000)
- ✓ Bestimmung der **Sensitivität** von Seen im Zusammenhang mit künftiger Nährstoffbelastung (scenarios)
- ✓ Entwicklung von Anpassungsstrategien zur Erhaltung der ökologischen Funktionsfähigkeit und Nutzung durch den Menschen

Wichtige Effekte:

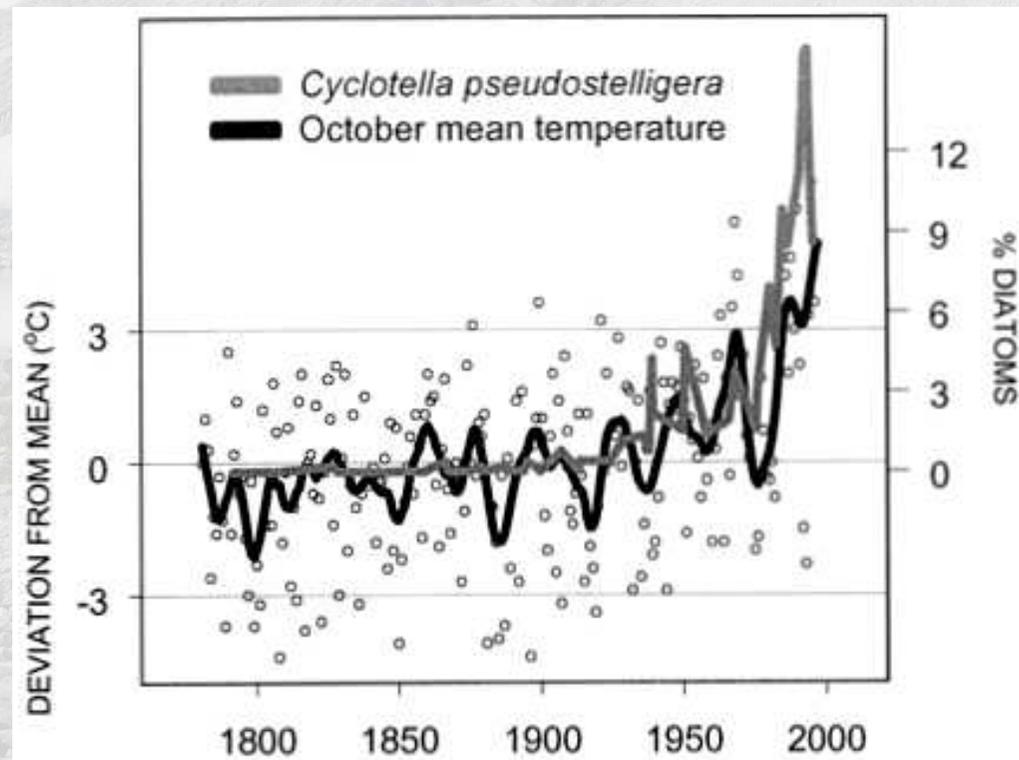
- Zunahme der Algenbiomasse
- Toxische Algenblüten
- Abnahme der Sichttiefe (Tourismus)
- Abnahme des Sauerstoffgehalts (Abbau von Algenbiomasse)
- Fischsterben, Verlust von Biodiversität



Paläolimnologie in Hochgebirgsseen

- Seen auf niederer bis mittlerer Meereshöhe in temperierten Breitengraden sind oft mehreren Stressfaktoren ausgesetzt (zB. Nährstoffe, Schadstoffe), die ein "Klimasignal" maskieren oder verstärken können (Smol, 2008)
- Seen in großer Meereshöhe oder hohen Breitengraden: optimale Studienobjekte, da hier der direkte menschliche Einfluss als eher gering angesehen wird

Estany Redò, Spanien (2240 m Meereshöhe)



(verändert nach Catalan et al., 2002)

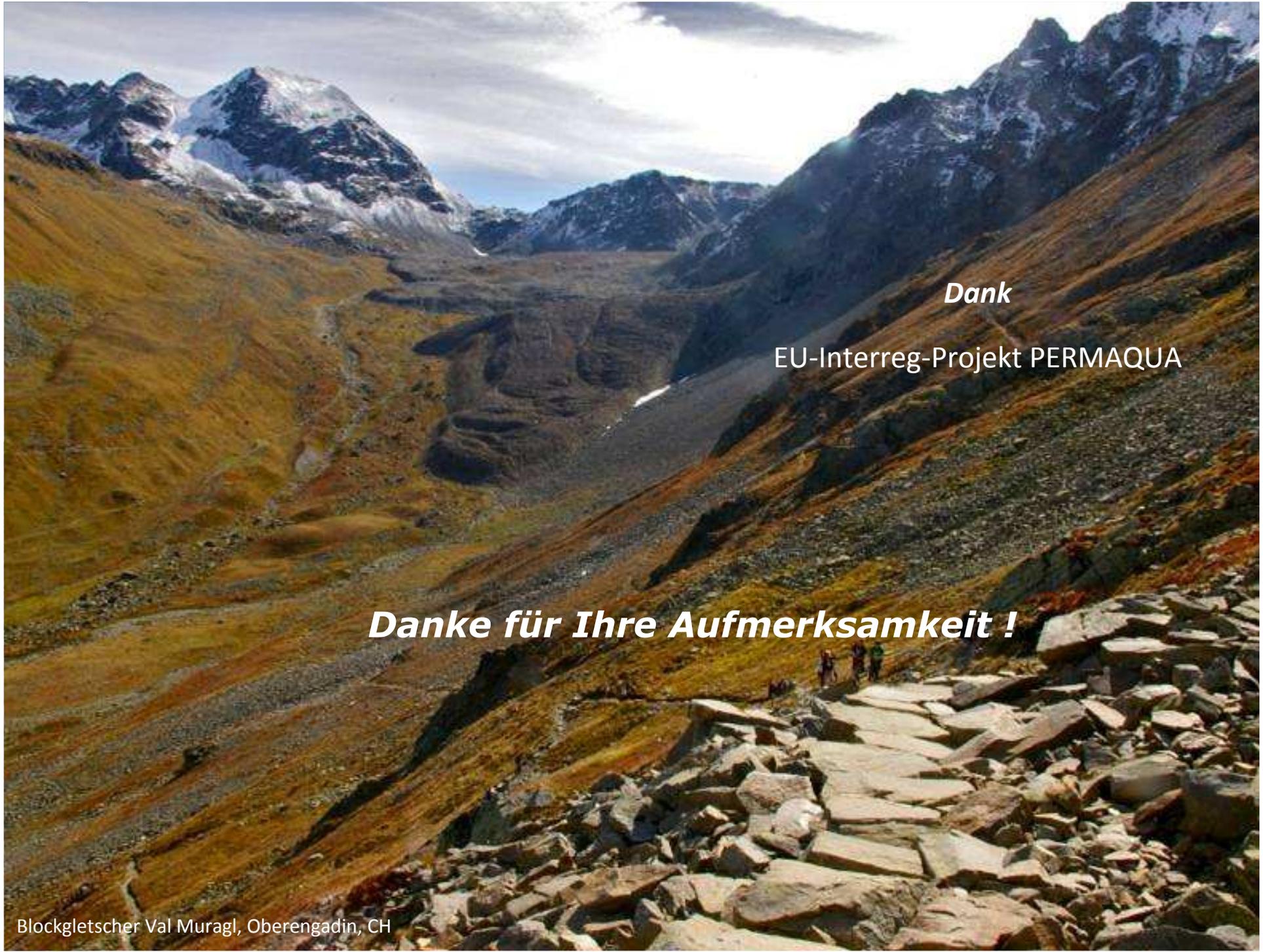
Zusammenfassung

Paläolimnologische Ziele im EU-Interreg-Projekt PERMAQUA

- Dokumentation der historischen ökologischen Bedingungen
- Untersuchung von direkten und indirekten Effekten des Klimawandels auf biologische Gemeinschaften in von Permafrost beeinflussten Hochgebirgsgewässern
- Vergleichende Untersuchungen von Vertikalkernen aus Blockgletschern und Moorsedimenten



Gletschertisch Morteratsch, Berninagruppe, Graubünden, CH



Dank

EU-Interreg-Projekt PERMAQUA

Danke für Ihre Aufmerksamkeit !