

CCbiocrust

Effects of climate change on biological soil crusts and their ecosystem services in alpine regions

Programm / Ausschreibung	Austrian Climate Research Programme Ausschreibung 2022/01	Status	laufend
Projektstart	01.03.2024	Projektende	28.02.2027
Zeitraum	2024 - 2027	Projektlaufzeit	36 Monate
Keywords	Biological soil crusts		

Projektbeschreibung

Das Klima in den Europäischen Alpen ändert sich rapide, mit einer Erwärmung, die etwa doppelt so hoch ist wie im globalen Mittel, veränderten Niederschlagsmustern und stark abnehmenden Mengen an Schnee und Eis. Die hochalpinen Regionen beherbergen eine Vegetation, bestehend aus Kräutern, Gräsern und einigen Zwergsträuchern, deren Deckung mit zunehmender Höhe abnimmt. Im Gegensatz dazu nimmt die Deckung der Bodenoberfläche durch biologische Bodenkrusten (Biokrusten) mit zunehmender Höhe zu. Diese Bodenkrusten bestehen aus photosynthetisch aktiven Cyanobakterien, Algen, Flechten und Moosen, begleitet von heterotrophen Bakterien, Mikropilzen, Archaeen und Mesofauna. All diese Organismen kommen in variierenden Anteilen vor und besiedeln die obersten Millimeter des Bodens. Im hochalpinen Habitat erfüllen Biokrusten besonders relevante Ökosystem-Dienstleistungen, indem sie anhand von Substratverwitterung und des Sammels von Staub aus der Atmosphäre neuen Boden bilden. Sie fixieren Nährstoffe und machen diese für Pflanzen verfügbar, sorgen für ausgeglichene Feuchtebedingungen und fördern hierdurch das Wachstum der einheimischen Vegetation. Sie stabilisieren den Boden, indem sie die Partikel umschlingen, und sorgen hierdurch für eine beträchtliche Reduktion der Erosion durch Wind und Wasser. Trotz dieser Schlüsselfunktionen für das hochalpine Ökosystem ist über die Auswirkungen des Klimawandels auf alpine Biokrusten bisher nichts bekannt.

Neben ihrem Vorkommen in alpinen und anderen kalten Habitaten, wie der Arktis und Antarktis, kommen Biokrusten weltweit auch in Trockengebieten und Wüsten vor, wo Gefäßpflanzen in ihrem Wachstum eingeschränkt sind. Für Biokrusten dieser Habitate wurden einige Experimente und Modellierungen durchgeführt, die einhellig beträchtliche negative Auswirkungen vorhersagen, sowohl bezüglich deren Vorkommens als auch bezüglich ihrer erbrachten Ökosystem-Dienstleistungen. Für arktische und alpine Regionen gibt es keine entsprechenden Daten.

Im vorliegenden Projekt soll auf dem Großglockner ein Klimawandel-Experiment etabliert werden, bei dem die Auswirkung erhöhter Temperaturen und reduzierter Schneedecke in einem gesamt-faktoriellen Ansatz untersucht wird. Die Erwärmung erfolgt mit Infrarot-Wärmelampen, die Reduktion der Schneedecke wird von Hand durchgeführt. In einem zweiten Projektteil werden Klimawandel-Experimente in modernen Klimakammern im Labor durchgeführt. Hier kann auch die CO₂-Konzentration entsprechend der erwarteten Änderungen angepasst werden. Dieser duale Projektansatz sichert erste Resultate schon zu einem frühen Projektzeitpunkt, aber auch zuverlässige langfristige Ergebnisse, die unter naturnahen Bedingungen im Freiland erhoben werden. In beiden experimentellen Herangehensweisen wird ein komplexes Set an

Biokrusten-Parametern und ihrer funktionellen Eigenschaften untersucht. Dies beinhaltet die Erfassung der Biokrustendeckung und die Biodiversität von photoautotrophen und heterotrophen Organismen und Protisten. Außerdem werden die Auswirkungen des Klimawandels auf wichtige Schlüsselfunktionen untersucht, wie die Photosyntheseeigenschaften, die Bodenstabilisierung und die Bereitstellung von Nährstoffen.

Dieses Projekt ermöglicht die Generierung von beträchtlichem Wissen zur Auswirkung des Klimawandels auf Biokrusten und ihre Ökosystem-Dienstleistungen. Diese Informationen werden helfen, sich an die zu erwartenden Änderungen anzupassen und ein Funktionieren der hochalpinen Umwelt so gut wie möglich sicherzustellen.

Abstract

Climate in the European Alps is changing rapidly, with twice the global mean rate of warming, altered precipitation patterns, and quickly shrinking amounts of snow and ice. The high alpine regions host a vegetation of herbs, grasses, and few dwarf shrubs, which become sparser with increasing elevation. In return, the coverage of the soils by biological soil crusts (biocrusts) increases with rising altitude. These biocrusts are composed of photosynthesizing cyanobacteria, algae, lichens, and bryophytes, accompanied by heterotrophic bacteria, microfungi, archaea, and a diverse microfauna. All these organisms occur in varying proportions and grow within the uppermost millimetres of soil. In the high alpine habitat, biocrusts fulfil highly relevant ecosystem services, as they develop new soils by substrate weathering and the collection of airborne dust. They fix nutrients and make these available for vascular plants, ameliorate the water conditions, and thus promote the growth of indigenous vegetation. By entangling the substrate particles, they stabilize the soil, thus substantially reducing erosion by wind and water. Despite these key ecosystem functions, which also serve as ecosystem services, the response of alpine biocrusts upon climate change (CC) is currently unknown. For biocrusts of deserts and drylands, there are experimental and modelling results, which unambiguously predict substantial negative effects, both on the coverage and the ecosystem services supplied by them. For arctic and alpine regions, similar data do not exist.

In the current project, we plan to establish a CC experiment in the high alpine region of the Großglockner to investigate the effects of increased temperatures and reduced snow cover in a full factorial approach. Warming will be accomplished by means of infrared heaters, whereas snow reduction will be implemented manually. In a second project part, CC experiments will be conducted in innovative climate chambers in the laboratory. Here, ambient CO₂ concentrations will be adapted according to the expected increases. This dual project approach secures first results already at an early stage of the project, but also reliable long-term results obtained under natural field conditions. In both experimental approaches, a complex set of biocrust parameters and their functional properties will be investigated. This comprises biocrust coverage and the biodiversity of photoautotrophic and heterotrophic organisms and protists. Besides that, the effects of CC on key functional properties will be analyzed, which include the photosynthetic carbon sequestration properties, soil stabilization, and nutrient provisioning.

With this project, substantial knowledge regarding the effects of CC on biocrusts and their ecosystem services will be generated. The information will help to adapt to the changes expected for the near future and to secure functioning of the high alpine environment.

Projektkoordinator

- Universität Graz

Projektpartner

- Universität Koblenz