

Sollen/Dürfen/Müssen wir Gletscher für die kommenden Generationen pflegen?

Von Felix Keller¹⁾, Johannes Oerlemans²⁾ und Dieter Müller³⁾

- 1) Gletschervision GmbH an der Academia Engiadina, Samedan
- 2) Universität Utrecht, Niederlande
- 3) Hochschule Luzern

Motivation

Schmelzende Gletscher und steigende Schneegrenzen sind Folgen der Klimaerwärmung. Insbesondere in trockenen Gebirgsregionen Zentralasiens und Südamerikas hängt oft die Wasserversorgung direkt vom Gletscherschmelzwasser ab und ist daher je länger je mehr gefährdet. Mit dem Verschwinden der Gletscher schwinden die Wasserreservoir, womit die Lebensgrundlage der lokalen Bevölkerung wie auch die landwirtschaftliche Produktion immer mehr in Frage gestellt wird. Gemäss einer kürzlich erschienenen Studie des Glaziologen Hamish D. Pritchard im Wissenschaftsmagazin «Nature» sind in wenigen Jahrzehnten bis zu 221 Millionen Menschen im Himalaya Gebiet von einer knappen Wasserversorgung direkt betroffen (Pritchard, 2019).

Wenn man das massenweise im Sommer anfallende Schmelzwasser des Gletschers möglichst hoch oben sammeln, im Winter in Form von Schnee wieder recyceln und so dem Gletscher zurückgeben würde, kann das Gletscherschmelzen verzögert werden. So entstand im Jahr 2015 der Begriff «Schmelzwasser-Recycling». Was passiert also, wenn man Gletscher mit Schnee abdeckt? Der Schnee wirkt infolge seiner Reflexions- und Isolationswirkung als lokaler 100%-iger Schutz vor der Eisschmelze. Im Rahmen des sogenannten Projektes «MortAlive» entstanden Studien und Feldversuche im Oberengadin (Oerlemans, Haag, & Keller, 2017), insbesondere wurde eine glaziologische und ingenieurmässige Machbarkeitsstudie im Rahmen des 150 jährigen Jubiläums der Graubündner Kantonalbank durchgeführt (Keller, Müller, Levy, & Seupel, 2021). In Abbildung 1 ist eine 3D-Ansicht für die Situation gemäss dieser Studie im Jahre 2040 mit und ohne Beschneiung ersichtlich. Am Morteratschgletscher (in der Abbildung rechts) besteht die Möglichkeit, das Schmelzwasser des Persgletschers (links) rund 200 Höhenmeter über einer möglichen Beschneiungsfläche von ca. 0.8 km² in einem Gletschersee zu sammeln. Die gewählte Beschneiungsfläche liegt im Schmelzgebiet des Gletschers. Durch die Beschneiung soll ein Wechsel der Oberflächeneigenschaften von Eis zu Schnee erreicht werden, was die Albedo erhöht und die Eisschmelze reduziert. Aus baulicher Sicht wurde ein möglichst flaches Gelände gewählt.



Abbildung 1

Übersicht über das MortAlive Projekt (Bild: Christine Levy, 2017)

Entwicklung einer neuen Technologie dank der Unterstützung durch die Schweizerischen Innovationsförderagentur Innosuisse

Um die Beschneiung von grossen Flächen ohne elektrischen Strom auf unbefestigtem Untergrund wie Gletscher oder Permafrost zu ermöglichen, entwickeln die Firmen Bartholet Maschinenbau AG aus Flums und Bächler Top Track AG, Hersteller von Schneilanzen aus Emmenbrücke, ein bodenunabhängiges Beschneiungssystem. Die Forschungspartner im zugehörigen Projekt der Schweizerischen Innovationsförderagentur Innosuisse decken verschiedene Spezialgebiete ab. Dazu gehört die Fachhochschule Graubünden für die Bereiche Bau von alpiner Infrastruktur sowie die Hochschule Luzern und die Fachhochschule Nordwestschweiz im Bereich Produktentwicklung. Das glaziologische Fachwissen steuern die Uni Utrecht (NL) und die Academia Engiadina bei.

Die neue Technik unterscheidet sich wesentlich von den heutigen Beschneiungssystemen (Abbildung 2). Die zu beschneienden Flächen sollen wesentlich grösser und das System muss seilbasiert sein, da es bei Gletschern und Permafrost aufgrund des beweglichen Untergrundes nicht möglich ist, Wasserleitungen im Boden zu verlegen. Auch muss das neue Beschneiungssystem bezüglich Umweltverträglichkeit und Energieeffizienz höhere Ansprüche erfüllen. Das Wasserversorgungskonzept soll auf dem vor Ort anfallenden Schmelzwasser basieren, die Schneerzeuger sollen möglichst ohne Strom arbeiten und das Seilsupportsystem muss auf die glaziologischen und topographischen Verhältnisse abgestimmt sein. Ein sogenanntes Schneiseil wird bis maximal 5'000 Tonnen Schnee pro Tag auf einer Länge von bis zu einem Kilometer produzieren können. (Keller, et al., in Vorb.)

Das seilbasierte Beschneiungssystem wird weltweit analog zu Stauseen effiziente Wasserspeicherprojekte ermöglichen, indem die Gletscher in ihrer Funktion als Süßwasserspeicher gepflegt und für künftige Generationen erhalten werden können.

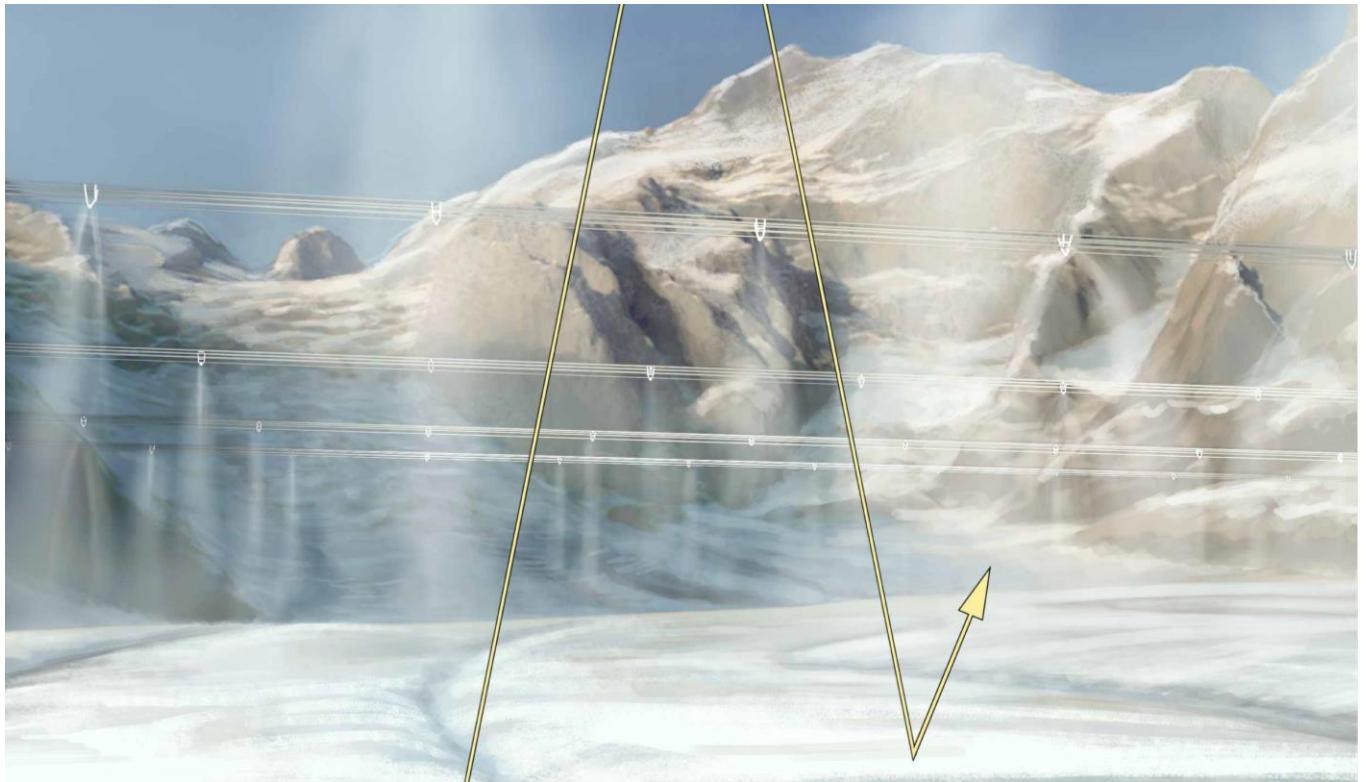


Abbildung 2 Vision des bodenunabhängigen Beschneiungssystems (Graphik: Andy Pfenninger)

Testanlage Diavolezza im Winter 2020/21 und 2021/22

Trotz Coronakrise konnte im Sommer 2020 der erste Innosuisse Meilenstein (Konzeption und Entwicklung der Technologie) erfolgreich bewältigt werden. Mit der Experimentieranlage an der Talstation Diavolezza (Abbildung 3) konnte im Winter 20/21 und 21/22 in einer ersten Phase die Schneitechnik verlässlich getestet werden. Dank der Unterstützung des Daniel Karbacher Fonds sowie der Unterstützung der Industriepartner, der Diavolezza Lagalb AG,

der Stiftung zur Förderung der Hochschule Luzern /Technik & Architektur und des Fördervereins der Fachhochschule Graubünden konnte diese Anlage finanziert werden.



Abbildung 3 Testanlage 2021/22 für das Schneiseil an der Talstation Diavolezza

Erste grössere Pilotanlage in einem Skigebiet?

Das von Innosuisse geförderte Projekt wurde im Oktober 2023 erfolgreich abgeschlossen womit die neue Technologie der bodenunabhängigen Beschneiung nun einsatzbereit ist. Im nächsten Schritt soll nun möglichst zeitnah in einem Skigebiet eine erste grössere Pilotanlage gebaut werden, denn neben der Schne 技术 müssen auch noch logistische, bauliche und sicherheitstechnische Herausforderungen gelöst werden. Das Schneiseil bringt folgende neue Szenarien mit sich, die getestet werden müssen:

- a) Lastsituation und Betrieb während der Füllung und Entleerung des Systems mit Wasser
- b) Grundauswirkung der Beschneiung auf das Seilsystem: Je nach Ausrichtung der Düsen wird die Seil-Lage beeinflusst
- c) Störfälle infolge Ausfalls einer Beschneiungsdüse führen zu einseitiger Querbelastung auf das System
- d) Die Kombination der Kräfte aus der Beschneiung mit den äusseren Einwirkungen von Wind, Schnee, Eisbildung, etc. kann zur Anregung von Schwingungen im Resonanz-Bereich des Systems führen.



Abbildung 3: Visualisierung eines möglichen ersten «grossen» Schneiseils am Piz Corvatsch

Der Bau dieser Anlage könnte in einem Skigebiet erfolgen damit bereits bestehende Infrastruktur genutzt wird. Zudem bietet dies den Vorteil, dass diese Anlage nach Projektabschluss anderweitig genutzt werden kann, womit sich das Wirkungsfeld der Schneiseile nochmals zusätzlich erweitert. So könnten z.B. auch mit Schneiseil Gebiete im kriechenden Permafrost beschneit werden oder Schneedepots mit einer hohen Produktionsleistung realisiert werden.

Mit der Realisierung des ersten vollständig ausgerüsteten Schneiseils in einem Skigebiet würde ein Meilenstein für den Gletscherschutz für viele weitere Orte auf der Welt gesetzt. Neben der technischen Entwicklung und den damit gemachten Erfahrungen würde diese Anlage auch eine bedeutende Rolle für die Finanzierung von Hilfsprojekten in Gebieten spielen, die bereits heute mit den Auswirkungen des Klimawandels zu kämpfen haben. Der hier vorgestellte Gletscherschutz wirkt jedoch nur, wenn wir gleichzeitig auch die Ursachen des Klimawandels in den Griff bekommen. So hoffen wir, dass wir uns als Gesellschaft genügend motivieren können um über den sorgfältigen Umgang mit unseren natürlichen Ressourcen das Klima für unsere zukünftigen Generationen zu schützen. Vielleicht leistet unsere auch hierzu einen kleinen Beitrag, damit wir in Zukunft uns nicht mehr überlegen müssen, ob wir den Gletscher für zukünftige Generationen pflegen müssen, sollen oder dürfen.

Literaturverzeichnis

- Keller, F., Müller, D., Levy, C., & Seupel, C. (2021). *Vorstudie MortAlive*. Samedan: Academia Engiadina.
- Keller, F., Seupel, C., Deflorin, M., Oerlemans, J., Stuber, P., & Müller, D. (in Vorb.). Planungstools für den Gletscherschutz durch ein bodenunabhängiges Be-schneiungssystem. *Wasser, Energie, Luft*.
- Oerlemans, J., Haag, M., & Keller, F. (2017). Slowing down the retreat of the Morteratsch glacier, Switzerland, by artificially produced summer snow: a feasibility study. *Climatic Change*.
- Pritchard, H. D. (2019). Aisa's shrinking glaciers protect large populations from drought stress. *Nature*, 569(7758), S. 649-654.