Dokumentation des Gletscherrückgangs am Gössnitzkees für den Zeitraum 1982-2018 – eine Gletschergeschichte mit Ablaufdatum

Viktor Kaufmann

Institut für Geodäsie
Arbeitsgruppe für Fernerkundung und Photogrammetrie
Technische Universität Graz
Steyrergasse 30/I, 8010 Graz, Austria
e-mail: viktor.kaufmann@tugraz.at
http://www.staff.tugraz.at/viktor.kaufmann/

Wolfgang Sulzer

Institut für Geographie und Raumforschung
Arbeitsgruppe für Geospatial Technologies
Karl-Franzens-Universität Graz
Heinrichstraße 36, 8010 Graz, Austria
e-mail: wolfgang.sulzer@uni-graz.at
https://geographie.uni-graz.at/

1. EINLEITUNG

1.1 Klimaveränderung und Gletscherbeobachtung

Seit dem Ende des 19. Jahrhunderts ist ein Ansteigen der mittleren jährlichen Lufttemperatur im Alpenraum von rund 2°C zu beobachten. Diese geänderten Klimaverhältnisse führen nicht nur zum Abschmelzen der Gletscher, sondern sind auch verantwortlich für das Tauen des Permafrosts, das höhenzonale Verschieben von Vegetationsgrenzen und das Einwandern von wärmeliebenden Tieren in höhere Regionen. Die Gletscheränderungen (Länge, Fläche, Volumen/Masse) spiegeln im hohen Maße das regionale Klima wider und sind daher aus klimatologischer Sicht besonders interessant. Aus diesem Grunde werden Gletscher im Speziellen schon seit über 150 Jahren beobachtet und auch vermessen.

1.2 Studienobjekt Gössnitzkees

Das Gössnitzkees ist mit 49.83 ha (Stand 2009) der größte Gletscher in der Schobergruppe, Hohe Tauern, Zentralalpen, Österreich und befindet sich in der Kernzone des Nationalparks Hohe Tauern, Kärnten (Abb. 1).

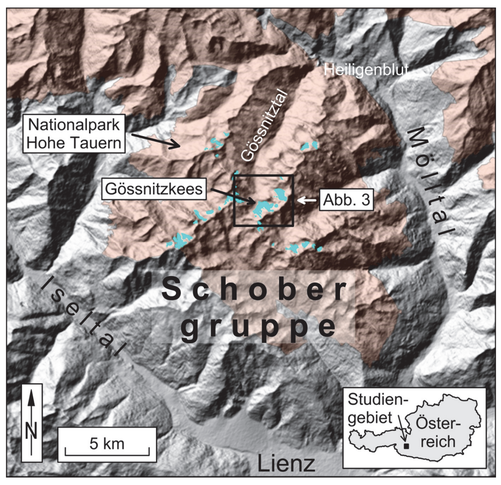

Abb. 1: Lage des Gössnitzkeeses

Der Gletscher ist ein typischer Kargletscher und wird hauptsächlich von Lawinen aus den umgebenden Couloirs ernährt. Ein größeres Nährgebiet für Schnee und Eis fehlt. Charakteristisch für den Gletscher und auch für die gesamte Schobergruppe ist die starke Schuttbedeckung. Abbildung 2 zeigt den zentralen Bereich des Gletschers zu unterschiedlichen Epochen (1863, 1982 und 2018). 1982 haben Gerhard K. Lieb und Viktor Kaufmann am Gössnitzkees im Rahmen des Gletschermessdienstes des ÖAV mit einfachen Gletscherlängenänderungsmessungen begonnen, um die Veränderung des Gletschers zu dokumentieren. Diese Messungen wurden vermessungstechnisch zwischenzeitlich (1989-2002) durch Wolfgang Sulzer durchgeführt. Derzeit liegt die Verantwortung bei Michael Krobath. Unabhängig davon liefen bzw. laufen noch weiterführende Detailstudien im universitären Bereich mit dem Fokus auf geometrisches Gletschermonitoring, um mit einer höheren raumzeitlichen Auflösung den offensichtlichen Gletscherrückgang zu erfassen. Schwerpunktmäßig werden nun in diesem Poster nicht nur die Forschungsergebnisse der letzten Jahre, sondern auch besonders aktuelle aus dem Jahre 2018 präsentiert.

Abb. 2: Photographische Aufnahmen des Gössnitzkeeses

Links: Photographie von Gustav Jägermayer, 1863. Albertina, Wien Inv. Foto2001/22/26 Ausschnitt. Photo: © Albertina, Wien www.albertina.at; Mitte: 15.9.1982, Photo V. Kaufmann; rechts: 18.8.2018, Photo V. Kaufmann

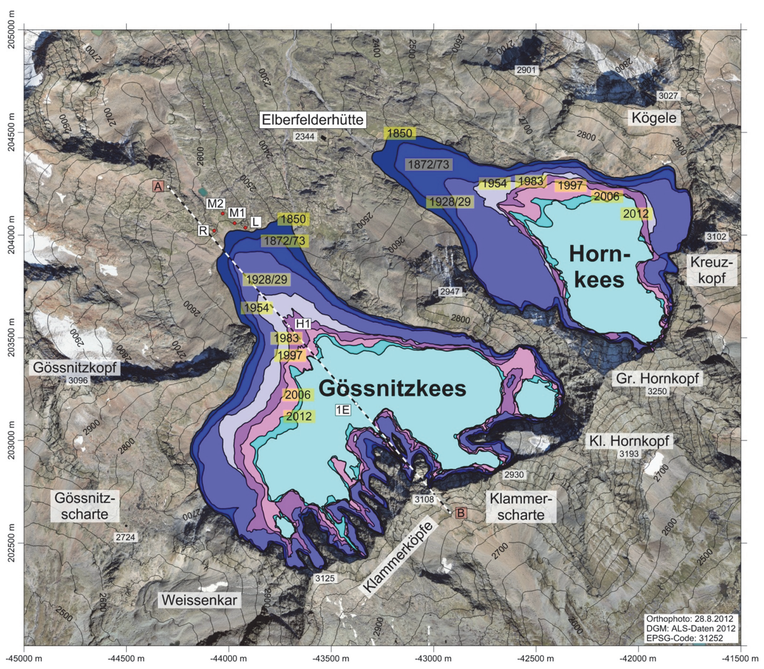

Abb. 3: Flächenänderung der Vergletscherung 1850-2012

2. METHODEN

Das Methodenspektrum in der Gletschervermessung ist mannigfaltig. Am Beispiel des Gössnitzkeeses werden von den Autoren aus praktischen Gründen, wie z.B. Kosten, Machbarkeit und Genauigkeitsanforderungen, die im Folgenden angeführten fünf Methoden favorisiert und in den Mittelpunkt der Betrachtungen gestellt.

2.1 Geodätische Vermessung

Die alljährliche Tachymetrie (1996-2013) erfolgte durch Polarpunktaufnahme vom Standpunkt H1. Eingemessen wurden der Gletscherrand im Stirnbereich, zwei Gletscherlängsprofile (Profile 1 und 2), acht Sonderpunkte (farbmarkierte Felsecken am Gletscher) und die Uferlinie des Gletscherrandsees (Abb. 4). Seit 2014 erfolgt die alljährliche Vermessung mittels RTK-GNSS-Technologie/RTK-Vermessung.

2.2 Klassische Luftbildvermessung

Im Rahmen der eigenen Gletscherforschung in der Schobergruppe wurde in einem vom Nationalpark Hohe Tauern geförderten Projekt die Gletschergeschichte des Gössnitzkeeses und des benachbarten Hornkeeses für den Zeitraum 1850 (max. Vergletscherung) bis 1997 (2012) erfasst.

2.3 UAV-gestützte Vermessung

Im Sommer 2018 erfolgte im Rahmen der alljährlichen Gletschervermessung eine UAV-gestützte Luftbildaufnahme mit einer DJI Pantom 4 (DJI 2018). Vergleiche hierzu die Tabelle 1 und die Abbildung 4.

Passpunkte	RMS_X (m)	RMS_Y (m)	RMS_Z (m)	Rückprojektions-fehler (Pixel)
11	0.031	0.022	0.022	0.47
7 Kontroll-punkte	0.030	0.022	0.036	0.40
keine	0.769	1.142	0.456	0.44
1 (Pkt. 101)	0.773	1.100	0.666	0.44
2 (101, 111)	0.188	0.141	0.500	0.44

Tab. 1: Genauigkeitsangaben zur UAV-gestützten Luftbildtriangulation

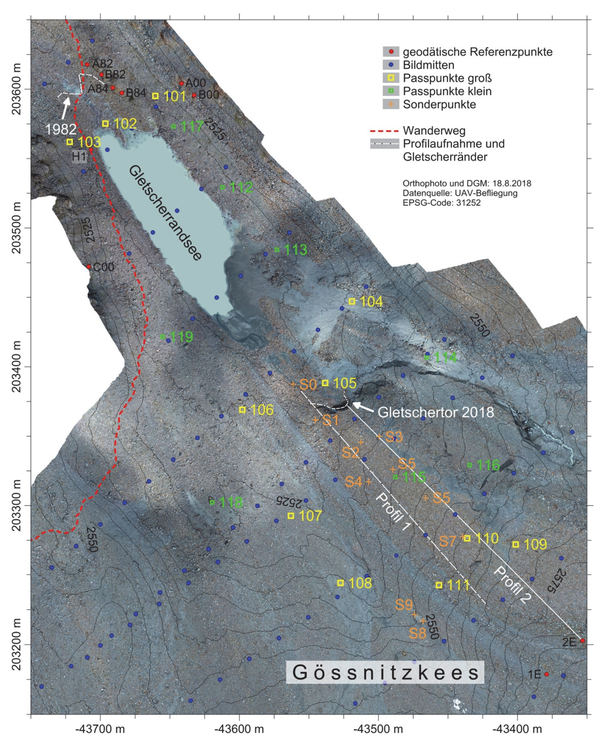

Abb. 4: Orthophotomosaik der UAV-Befliegung 2018

2.4 Airborne Laserscanning (ALS)

Vom Amt der Kärntner Landesregierung (KAGIS) wurden für das gegenständliche Projekt Höhendaten (Aufnahme 2012) als DGM bzw. ein digitales Oberflächenmodell (DOM) im 1m-Raster zur Verfügung gestellt.

2.5 Terrestrisch-photogrammetrische Vermessung

Es wurden im Laufe der Zeit unterschiedliche analoge und digitale Kameras verwendet. Der zentrale Teil des Gletschers kann vom Gegenhang aus relativ gut eingesehen werden. 1988 wurde hier erstmals eine photogrammetrische Standlinie mit einem Phototheodoliten Zeiss TAL aufgenommen. Im Gelände sind derzeit vier terrestrisch-photogrammetrische Standpunkte (Abb. 3: L, R, M1 und M2), an denen vorzugsweise die Aufnahmen (1988-2015) getätigt wurden, markiert.

3. AUSWERTEERGEBNISSE

3.1 Längenänderung

Die in Profilrichtung 1 gemessene Längenänderung beträgt insgesamt 286.5 m. Die mittlere Fließgeschwindigkeit liegt aktuell (2017-2018) bei 0.26 m/Jahr.

3.2 Eisdickenänderung

Die Abbildungen 5 und 6 zeigen die Eisdickenänderung in Profilrichtung 1. Die Abbildungen 7 und 8 zeigen für den zentralen Bereich oberhalb der Gletscherstirn flächenhaft die mittlere jährliche Eisdickenänderung für die Zeiträume 2012-2018 bzw. 2015-2018.

3.3 Flächenänderung

Die Fläche des Gössnitzkeeses hat sich somit von 1850 bis 2012 um rund 64% verringert (Tab. 2).

3.4 Exakter Gletscherrand 2012

Durch die UAV-gestützte Luftbildaufnahme von 2018 steht eine aktuelle Geländeaufnahme zur Korrektur des vorläufigen Gletscherrandes 2012 im zentralen Bereich des Gletschers zur Verfügung. Die Abbildung 7 zeigt den korrigierten Verlauf des Gletscherrandes 2012 und somit die diesbezügliche Gletscherfläche.

3.5 Volumenänderung

In der Tab. 2 sind die berechneten Volumenänderungen für den Beobachtungszeitraum 2006-2012 angeführt. Als Referenz dient der rekonstruierte Gletscherstand von 1850.

Epoche	Fläche (ha)	Flächenänderung kumulativ (%)	Volumenänderung kumulativ (Mill. m^3)	mittlere jährliche Eisdickenänderung (m/Jahr)
1850	155.56			
2006	62.92	-59.55	-84.52	-0.50 (1850-2006)
2009	60.92	-60.84	-85.95	-0.82 (2006-2009)
2012	56.56	-63.64	-87.89	-1.11 (2009-2012)

Tab. 2: Gletscherveränderung 1850-2012

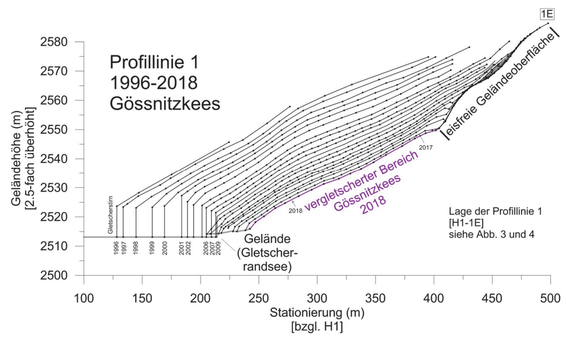

Abb. 5: Eisdickenänderung 1996-2018 entlang der Profillinie 1

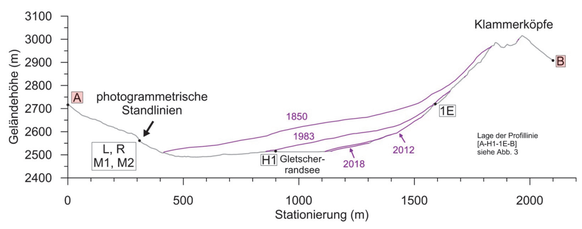

Abb. 6: Eisdickenänderung 1850-2018 entlang der Profillinie 1

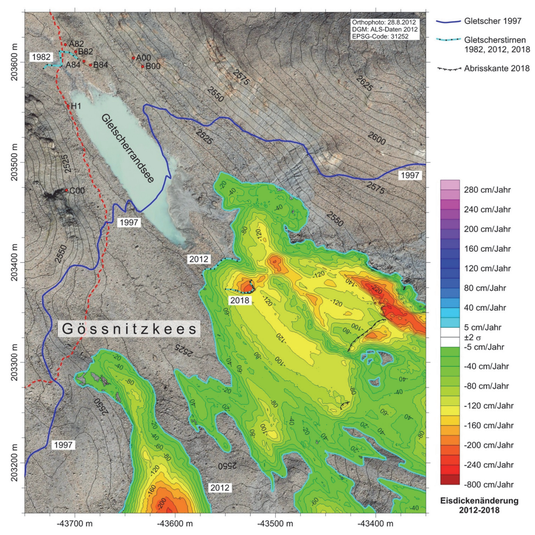

Abb. 7: Eisdickenänderung 2012-2018 im zentralen Bereich

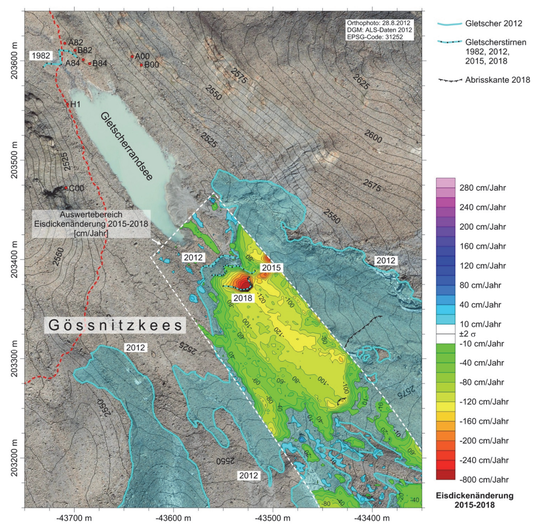

Abb.8: Eisdickenänderung 2015-2018 im zentralen Bereich

4. DISKUSSION UND RESÜMEE

Das Gössnitzkees zeigt sich als stark schuttbedeckter Gletscher ohne nennenswerte Nährgebiete für Schnee und Eis. Sämtliche Gletscherteilflächen liegen faktisch unterhalb der Gleichgewichtslinie. Bei den derzeit herrschenden regionalklimatischen Bedingungen ist ein nahezu vollständiges Abschmelzen des Gletschers vorhersehbar. Restflächen (mit Toteis) könnten sich in Gunstlagen noch über längere Zeit halten. Der Zerfall der Gletscherfläche ist nun auch im zentralen Teil des Gletschers offensichtlich. Das Eisfreiwerden von größeren Flächen, insbesondere im Fußbereich der Klammerköpfe und auch im orographisch linken Teil des Gletschers, ist durch unterschiedliche Messverfahren belegt.

Bezugnehmend auf das Beispiel Gössnitzkees bietet sich für das Langzeitmonitoring von kleinen Gletschern (in Österreich) bei einer zeitlichen Auflösung von einem Jahr folgende Vorgangsweise an: (1) Gesamtauswertung, etwa alle drei Jahre, aus Luftbildern des BEV und (2) jährliche Vermessung der Gletscherstirn und mindestens eines Längsprofils mit RTK-GNSS und gegebenenfalls (3) ergänzende Auswertungen aus UAV-Befliegungen bzw. terrestrisch-photogrammetrische Aufnahmen (optional TLS-Aufnahmen) bei (4) gleichzeitiger Integration vorhandener ALS-Daten. Die Messungen am Gössnitzkees werden bis auf weiteres durchgeführt. Nach dem völligen Abschmelzen des Gletschers werden Blockwerk und Schutt im Karbereich als stumme Zeugen der einstigen Vergletscherung zurückbleiben.

OVG – DGPF – SGF Dreiländertagung 2019, Universität für Bodenkultur, Wien, 20.-22.2.2019

Poster © Victor Mercator, 2019

Diese Arbeit wurde von der Nationalparkverwaltung Hohe Tauern Kärnten und vom OeAV-Patenschaftsfonds Nationalpark Hohe Tauern unterstützt.