

Terrestrisch-photogrammetrische Dokumentation des Gletscherrückgangs am Gössnitzkees (NP Hohe Tauern) - Von der Glasplatte zum digitalen Sensor: 3 Aufnahmesysteme im Vergleich

Viktor Kaufmann und Richard Ladstädter



Institut für Fernerkundung und Photogrammetrie
Technische Universität Graz
E-mail: viktor.kaufmann@tugraz.at, Fax: +43 316 873-6337



Zusammenfassung: Am Anfang des 20. Jh. wurde die terrestrische Photogrammetrie als leistungsstarke und effiziente Vermessungsmethode zur Erfassung der Topographie von Hochgebirgsräumen erstmals - insbesondere auch zur Klärung von glaziologischen Fragestellungen - eingesetzt. Im Verlauf der vergangenen 100 Jahre wurde sie jedoch durch andere Messverfahren, wie z.B. Aerophotogrammetrie, Laserscanning und satellitengestützte bildgebende Verfahren, nahezu vollständig abgelöst. Gegenwärtig ergeben sich aber für Hochgebirgsanwendungen durch die Einsatzmöglichkeit von kostengünstigen, semi-professionellen Digitalkameras im Zusammenwirken mit digitalen Auswertemethoden neue Zukunftsperspektiven. Dieses Poster beschreibt die terrestrisch-photogrammetrische Dokumentation des Gletscherrückgangs (1988-2003) am Gössnitzkees, welche durch die Kombination unterschiedlicher photographischer Aufnahmesysteme (Phototheodolit, Réseaukamera, Digitalkamera) ermöglicht wurde.

1. Einleitung

Das in der Schöberggruppe (Kärntner Teil des Nationalparks Hohe Tauern) gelegene Gössnitzkees ist ein kleiner (1997: 75,4 ha), großteils mit Blockschutt bedeckter Kargletscher. 1982 wurde das Gössnitzkees in das Gletschernetz des ÖAV aufgenommen. Jährliche Gletschermessungen werden durch Mitarbeiter des Institutes für Geographie und Raumforschung (UNI Graz) durchgeführt. Im Rahmen eines vom Kärntner Nationalparkfonds geförderten Forschungsprojektes (Leitung: G.K. Lieb, UNI Graz) wurde die Gletschergeschichte des Gössnitzkees seit dem letzten Gletscherhochstand von 1850 erfasst und zahlenmäßig dokumentiert. Von 1850 bis 1997 hat sich die Gletscherfläche um 51,5% verringert. Ein Forschungsthema des Institutes für Fernerkundung und Photogrammetrie beschäftigt sich u.a. damit, inwieweit die terrestrische Photogrammetrie im gegenständlichen Gletschermonitoring eingesetzt werden kann.

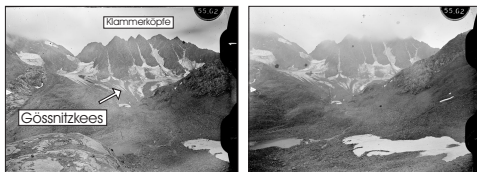


2. Terrestrisch-photogrammetrische Stereo-Aufnahmen

2.1 TAL - Gletscherstand 1988



Terrestrische Ausrüstung leicht
Kammerkonstante: 55.62 mm
Plattenformat: 6.5 cm x 9 cm

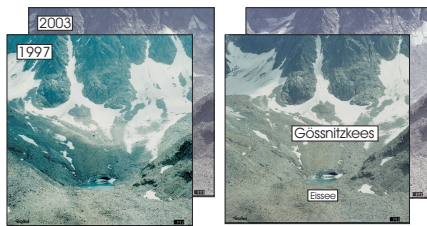


Aufnahme: R. Kostka und V. Kaufmann, 7. August 1988

2.2 Rolleiflex 6006 - Gletscherstände 1997 und 2003



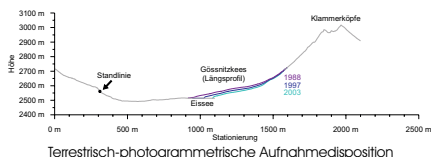
Réseaukamera Rolleiflex 6006 metric
Kamerakonstante: 151.608 mm
Bildformat: 6 cm x 6 cm (Rollfilm)



Aufnahme: V. Kaufmann et al., 11. August 1997;
V. Kaufmann, A. Fauner und R. Neumayr, 23. August 2003

Anmerkungen zu 2.1 und 2.2:

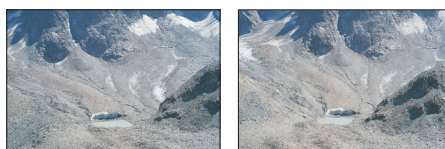
- Scannen mit UltraScan 5000 (Vexcel Imaging Austria) mit 10 µm
- Retusche der Réseaukreuze
- geometrische und radiometrische Vorverarbeitung (z.B. Korrektur von Filmverzerrung, Filmunebenheit und chromatischer Aberration)
- TAL: ca. 8000 x 6000 Pixel
- Rolleiflex: 6001 x 6001 Pixel



2.3 Nikon D100 - Gletscherstand 2003

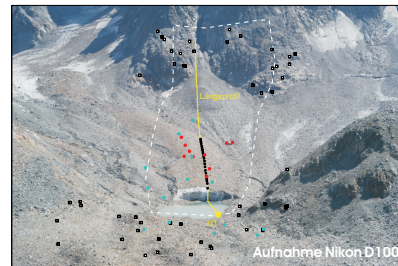


Digitalkamera Nikon D100
Kamerakonstante: 51.579 mm
Bildformat: 3008 x 2000 Pixel



Aufnahme: V. Kaufmann, A. Fauner und R. Neumayr, 23. August 2003

3. Geodätische Vergleichsmessungen 1997 und 2003



Seit 1996 werden jährlich Mitte August vom Festpunkt H1 aus geodätische Vergleichsmessungen durch die TU Graz durchgeführt:

- (1) Gletscherrandpunkte (Gletscherort)
- (2) Uferpunkte des temporären Eissees
- (3) Sonderpunkte
- (4) Gletscherlängsprofil (Azimut 154,5 gon)

1997: R. Wack
2003: P. Raffold

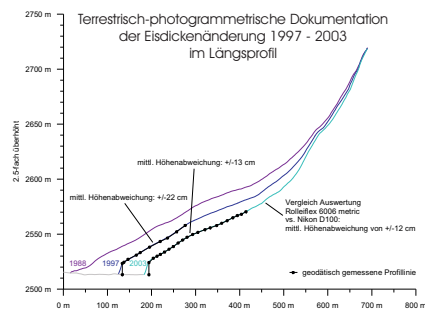
- geodätischer Festpunkt H1
- geodätisch bestimmter Passpunkt (N)
- photogrammetrisch bestimmter Einpasspunkt (E)
- geodätisch bestimmter Profilpunkt
- Sonderpunkt (für Berechnung der Fließgeschwindigkeit)
- photogrammetrisch gemessenes Längsprofil
- - - photogrammetrischer Auswertebereich

4. Photogrammetrische Auswertung

Sowohl die photogrammetrische Orientierung der vorhandenen Stereomodelle als auch die anschließende manuelle Datenerfassung erfolgten mit der digital-photogrammetrischen Arbeitsstation ImageStation von Z/I Imaging. Als Referenzmodell diente das Rolleiflex 6006-Stereomodel des Jahres 2003, welches mit dem zum selben Zeitpunkt geodätisch eingemessenen Passpunkten (N) orientiert wurde. In diesem Modell wurden 55 photogrammetrische Einpasspunkte (E) für die absolute Orientierung der übrigen Stereomodelle gemessen.

5. Ergebnisse

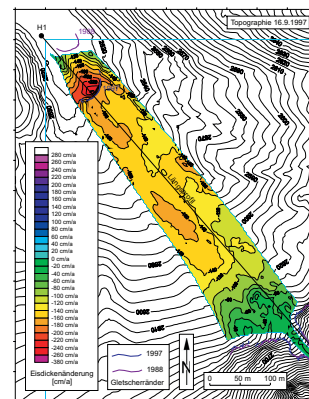
Für alle vier Stereomodelle wurde jeweils ein Rasterhöhenmodell (5m Punktabstand) innerhalb des vorgegebenen Auswertebereichs gemessen. Weiters wurde auch der in den Messbildern sichtbare Gletscherrand erfasst. Aus den vorliegenden terrestrisch-photogrammetrischen Messergebnissen konnte die Gletscherveränderung (Eisdickenänderung, Gletscherlängenänderung) numerisch und graphisch ausgewiesen werden, aber auch andere glaziologisch relevante Parameter, wie z.B. Ablationsgradient oder Fließgeschwindigkeit, berechnet werden. Die erzielten Ergebnisse wurden anhand der geodätischen Messungen (1997, 2003) bzw. auch mit bestehenden Luftbilddatenauswertungen (1997) überprüft.



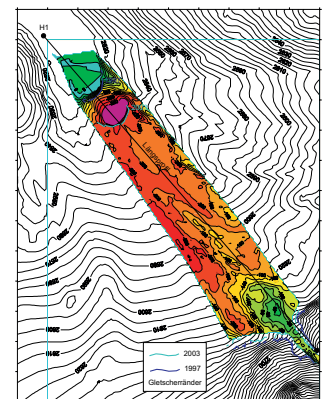
Eisdickenänderung [2530 - 2560 m]:
1988 - 1997: -13.6 m (= -1.51 m/a)
1997 - 2003: -12.2 m (= -2.00 m/a)
2002 - 2003: -2.15 m (aktueller Wert)

Gletscherlängenänderung:
1988 - 1997: -82.2 m (= -9.47 m/a)
1997 - 2003: -61.5 m (= -10.26 m/a)
2002 - 2003: -5.29 m (aktueller Wert)

Ablationsgradient [100 m]: 1.16 m w.e.
mittl. Fließgeschwindigkeit: 30 - 60 cm/a



Terrestrisch-photogrammetrische Dokumentation
der Eisdickenänderung 1988 - 1997



Terrestrisch-photogrammetrische Dokumentation
der Eisdickenänderung 1997 - 2003

6. Resümee

Aus den Genauigkeitsuntersuchungen geht hervor, dass die jährliche Eisdickenänderung des Gössnitzkees z.B. unter Verwendung der Digitalkamera Nikon D100 mit einer Genauigkeit von ca. +/-20 cm möglich ist, was einem Relativfehler (bei anhaltend gleichem Gletscherschwund) von ca. 10% entspricht. Das Anwendungsgebiet dieser volligitalen terrestrisch-photogrammetrischen Methode (= digitaler Datenfluss von der Aufnahme bis zur Auswertung) liegt im Monitoring kleinräumiger Gletscher bzw. von ausgewählten Gletscherbereichen (z.B. Zungenende), wobei im Modellbereich genügend viele idente Punkte im unveränderten Geländegebiet vorhanden sein müssen.