

**Quantitative Erfassung der Morphodynamik von Gletschern und Blockgletschern –  
Projekte und methodische Untersuchungen im Nationalpark Hohe Tauern**

Viktor Kaufmann

Zusammenfassung

In diesem Beitrag soll erstmals eine Gesamtschau aller Forschungsprojekte vorgenommen werden, welche das Institut für Angewandte Geodäsie der TU Graz in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geographie der UNI Graz und dem Institut für Digitale Bildverarbeitung von Joanneum Research Graz im Nationalpark Hohe Tauern im Zeitraum 1995-2000 durchgeführt hat. Gegenstand der wissenschaftlich-technischen Projekte sind einerseits die beiden benachbarten Gletscher Gößnitz- und das Hornkees in der Schobergruppe und die davon unweit gelegenen Blockgletscher im Weißenkar und beim Hinteren Langtalsee und andererseits der Dösender Blockgletscher in der Ankogelgruppe.

Gletscher und Blockgletscher sind markante Landschaftselemente des Hochgebirgsraumes und unterliegen einem fortwährenden Veränderungsprozess in Abhängigkeit der auf sie wirkenden physikalischen Kräfte und meteorologischen Bedingungen. Dieser Prozess ist bei Gletschern in Form von Fließbewegung, Vorstoß bzw. Rückzug meist deutlich sichtbar ausgeprägt, wohingegen das langsame Kriechen bzw. eine Volumenänderung von Blockgletschern nahezu von unseren Augen unbemerkt erfolgt.

Ziel der Projekte ist es, die dynamische Veränderung der erwähnten "Gletscher" in Funktion von Raum und Zeit quantitativ zu beschreiben. Begleitende Untersuchungen wurden durchgeführt, um das Methodenspektrum zur Lösung der Aufgabenstellung nach Kriterien, wie z.B. Genauigkeit und Kosten, zu bewerten und in Hinblick auf zu planende Langzeit-Beobachtungsprogramme – im Rahmen der Programme zur Erfassung der Auswirkungen der globalen Klimaveränderung – weiterzuentwickeln.

Schlagwörter: Gletscher-Monitoring, Blockgletscher-Monitoring, geodätische Vermessung, Photogrammetrie, Fernerkundung, Kartographie, Computeranimation.

**Gößnitz- und Hornkees** (Schobergruppe, Gößnitztal, Kärnten)

Im Rahmen des Forschungsprojektes "Gößnitz- und Hornkees – die Entwicklung zweier Kargletscher der Schobergruppe seit dem Hochstand von 1850" (Projektleitung: G.K. LIEB vom Institut für Geographie) wurde vom Institut für Angewandte Geodäsie eine kombinierte Bild-Strichkarte im Maßstab 1:10.000 des Studiengebietes (siehe Abb. 1) erstellt. Für die Berechnung der Flächen-, Volumen- und Eisdickenänderungen der beiden Gletscher wurden u.a. dreidimensionale Luftbilddauswertungen für die Stände 1954, 1969, 1974, 1983, 1992 und 1997 durchgeführt (vgl. Abb. 2). Die photogrammetrischen Arbeiten sowie die daraus abgeleiteten glaziologischen Kenngrößen für beide Gletscher sind in einem Videofilm dokumentiert, welcher auch eine Computeranimation des Gletscherrückganges seit 1850 als anschauliche Zeitrafferdarstellung beinhaltet.

In einer weiterführenden Studie wurde der Einsatz der Digitalphotogrammetrie zur automatischen Erfassung der Fließgeschwindigkeit und der Eisdickenänderung im unteren Bereich des mit Blockschutt bedeckten Gößnitzkeeses erprobt.

Seit 1996 wird alljährlich (Mitte August) der Stirnbereich des Gößnitzkeeses (Gletschertor mit vorgelagertem Eisse) tachymetrisch eingemessen sowie ein Gletscherlängsprofil erfasst. Aus den Ergebnissen der Wiederholungsmessungen kann nicht nur die jährliche Eisdickenänderung sondern auch die mittlere jährliche Fließgeschwindigkeit des Gletschers berechnet werden. Terrestrisch-photogrammetrische Bestandsaufnahmen des Gößnitzkeeses erfolgten in den Jahren 1988, 1996 bzw. 1997.

Im Sommer 2000 wurde während zweier Feldeinsätze ein terrestrischer Laserscanner der Firma Riegler erstmals zur Gletschervermessung eingesetzt. Dieses neue Aufnahmesystem tastet die Gletscheroberfläche mit Hilfe eines Laserstrahles berührungslos ab und ermöglicht die automatische Erstellung eines dreidimensionalen Modells. Am Institut für Digitale Bildverarbeitung soll dieses Systems für die "Einmann-Gletschervermessung" weiterentwickelt werden. Eine Wiederholungsmessung mit diesem System am Gößnitzkees ist für den Sommer 2001 geplant.

**Hinterer Langtalsee Blockgletscher** (Schobergruppe, Gößnitztal, Kärnten)

In Luftmessbildern des Jahres 1997 wurde erstmals eine deutlich ausgeprägte Rutschung des gesamten Zungenendes des Hinterer Langtalsee Blockgletschers entdeckt (siehe Abb. 3). Luftbilder des Jahres 1991 zeigen das Blockgletscherzungenende noch intakt (vgl. Abb. 4). Durch die hangabwärts gerichtete Fließbewegung des

Blockgletschers hat sich das Zungenende im Laufe der Zeit in eine übersteilte Geländestufe vorwärts bewegt, sodass die dadurch verstärkt wirkenden Zerrkräfte einen bis jetzt anhaltenden Rutschungsprozess ausgelöst haben. Diese Rutschung steht im Gegensatz zum Kriechprozess des übrigen, oberen Teiles des Blockgletschers. Um das dynamische Verhalten des Blockgletschers im Detail beschreiben zu können, wurde vorerst ein geodätisches Festpunktfeld eingerichtet (1998-1999), wobei auch GPS-gestützte Methoden zur Anwendung kamen. Im Jahre 1999 erfolgte die sog. Nullmessung der 38 Blockgletscherpunkte durch Tachymetrie. Durch die Wiederholungsmessung im darauffolgenden Jahr konnte die aktuelle Fließgeschwindigkeit mit max. 1.5 m/Jahr bestimmt werden (vgl. Abb. 5). Da eine Begehung der instabilen Rutschungszone zu gefährlich erschien, wurde hier in optimaler Weise das berührungslose Messen mit dem schon erwähnten terrestrischen Laserscanner angewandt. Im Sommer 2000 erfolgten zwei Laserscanner-Messungen der steinschlägigen Blockgletscherstirn. Innerhalb des etwa einmonatigen Beobachtungszeitraumes wurden signifikante Veränderungen im Dezimeterbereich festgestellt. In einem derzeit laufenden Projekt wird das dynamische Verhalten des Hinterer Langtalsee Blockgletschers photogrammetrisch aus Luftmessbild-Zeitreihen (mehrere Epochen im Zeitraum 1954-1998) numerisch bzw. graphisch dokumentiert. Die daraus gewonnenen Erkenntnisse zur Morphodynamik sollen in der Zusammenschau mit anderen Ergebnissen wie z.B. aus hydrologisch-geologischen Untersuchungen ein genaueres Bild der Morphogenese des angesprochenen Blockgletschers im Wirkungszeitraum Vergangenheit-Gegenwart-Zukunft geben. Eine weitere geodätische Wiederholungsmessung ist für den Sommer 2001 geplant.

#### **Weißenkarr Blockgletscher** (Schobergruppe, Debanttal, Osttirol)

Seit 1997 werden alljährlich von den beiden Endpunkten einer geodätischen Basislinie aus 18 am Blockgletscher (Lage siehe Abb. 1) durch Messingbolzen stabilisierte Punkte in Lage und Höhe eingemessen, um durch Epochenvergleich Fließvektoren bestimmen zu können. Die horizontalen Fließgeschwindigkeiten sind vergleichsweise relativ gering, mit Maximalwerten unter 10 cm/Jahr.

#### **Dösener Blockgletscher** (Ankogelgruppe, Dösener Tal, Kärnten)

Das Institut für Geographie führte im Zeitraum 1994-1996 ein vom Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (FWF) finanziertes Projekt mit dem Kurztitel "Hochgebirgspemafrost" durch. In diesem Projekt wurde der Dösener Blockgletscher schwerpunktmäßig untersucht. Im Kontext des interdisziplinären Forschungsansatzes wurde in Erweiterung des FWF-Projektes ein 2-jähriges Forschungsprojekt (Start 1995) mit dem Titel "Zur Morphometrie und Dynamik von Blockgletschern im Dösener Tal" vom Kärntner Nationalparkfonds finanziell unterstützt. Im Jahre 1997 folgte ein weiteres Projekt mit dem Titel "Geodätische Bewegungsmessungen 1997 am Dösener Blockgletscher".

Für die Realisierung des geodätischen Langzeit-Beobachtungsprogrammes wurde vom Institut für Angewandte Geodäsie ein aus 7 Stützpunkten bestehendes Überwachungsnetz, welches den Dösener Blockgletscher umspannt, stabilisiert und auf geodätischem Wege koordinativ bestimmt. Am Blockgletscher wurden 34 Punkte dauerhaft mit Messingbolzen vermarktet sowie weitere 72 Punkte entlang von 4 Profillinien ausgewählt. Alle 106 Punkte werden nunmehr alljährlich im August – im Jahre 2000 erfolgte die 5. Wiederholungsmessung – durch kombinierte Richtungs- und Streckenmessung eingemessen. Die maximale Fließgeschwindigkeit beträgt in der Mitte des Blockgletschers etwa 30 cm/Jahr. Im Rahmen der erwähnten Projekte erfolgten auch umfangreiche kartographische Arbeiten, wie z.B. die Herstellung einer kombinierten Bild-Strichkarte des Studiengebietes im Maßstab 1:10.000 sowie von thematischen Karten zur Dokumentation der Fließbewegung (siehe Abb. 6).

Neben dem geodätischen Ansatz wurde ein photogrammetrischer Ansatz zum Blockgletscher-Monitoring entwickelt. Hierzu wurde u.a. die räumliche Bewegung von nahezu 600 Felsblöcken der Blockgletscheroberfläche aus Luftbildern (mehrere Epochen zwischen 1954 und 1997) durch photogrammetrische Kartierung rekonstruiert. Durch die Eigenentwicklung neuer digital-photogrammetrischer Methoden konnte der Auswertevorgang wesentlich beschleunigt werden.

Ein neuer Forschungsansatz beim Blockgletscher-Monitoring wurde im Jahre 2000 gestartet. Mit Hilfe der differentiellen Radarinterferometrie (D-InSAR) aus dem erdnahen Weltraum (Auswertung von komplexzahligen ERS-1/ERS-2 Radarbildern) konnten flächendeckend kleinste Verschiebungen der Blockgletscheroberfläche mit einer Genauigkeit im Millimeterbereich abgeleitet werden. Die technische Realisierung dieser Forschungsinitiative obliegt dem Institut für Digitale Bildverarbeitung von Joanneum Research.

Symposium zur Forschung im Nationalpark Hohe Tauern  
vom 15.-17. November 2001 auf der Burg Kaprun

Ass.-Prof. Dipl.-Ing. Dr.techn. Viktor Kaufmann  
Institut für Angewandte Geodäsie  
Abteilung für Photogrammetrie und Fernerkundung  
Technische Universität Graz  
Steyrergasse 30  
A-8010 Graz

Tel.: +43 316 873-6336

Fax: +43 316 873-6337

E-mail: [viktor.kaufmann@tugraz.at](mailto:viktor.kaufmann@tugraz.at)

<http://www.cis.tugraz.at/photo/viktor.kaufmann/>

Symposium zur Forschung im Nationalpark Hohe Tauern  
vom 15.-17. November 2001 auf der Burg Kaprun

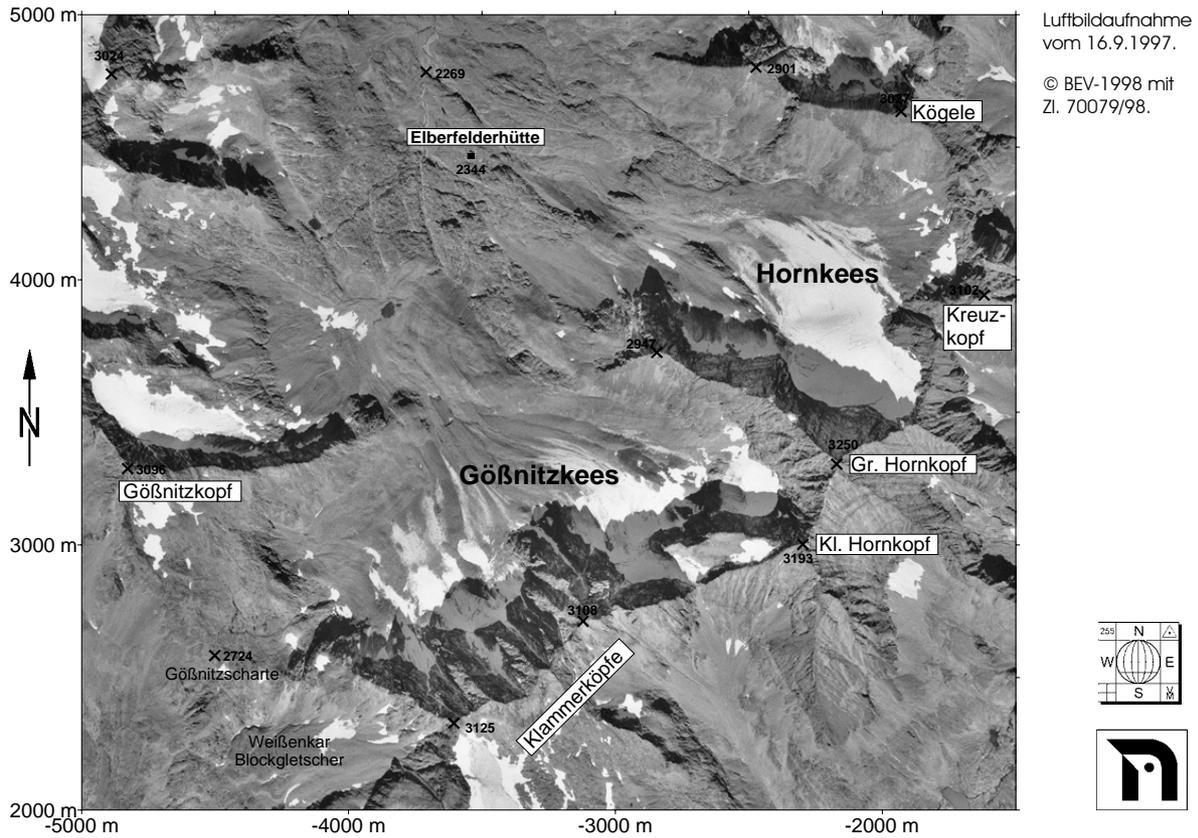


Abb. 1: Das Orthophoto zeigt den Talschluss des Göbnitztales mit den beiden untersuchten Gletschern.

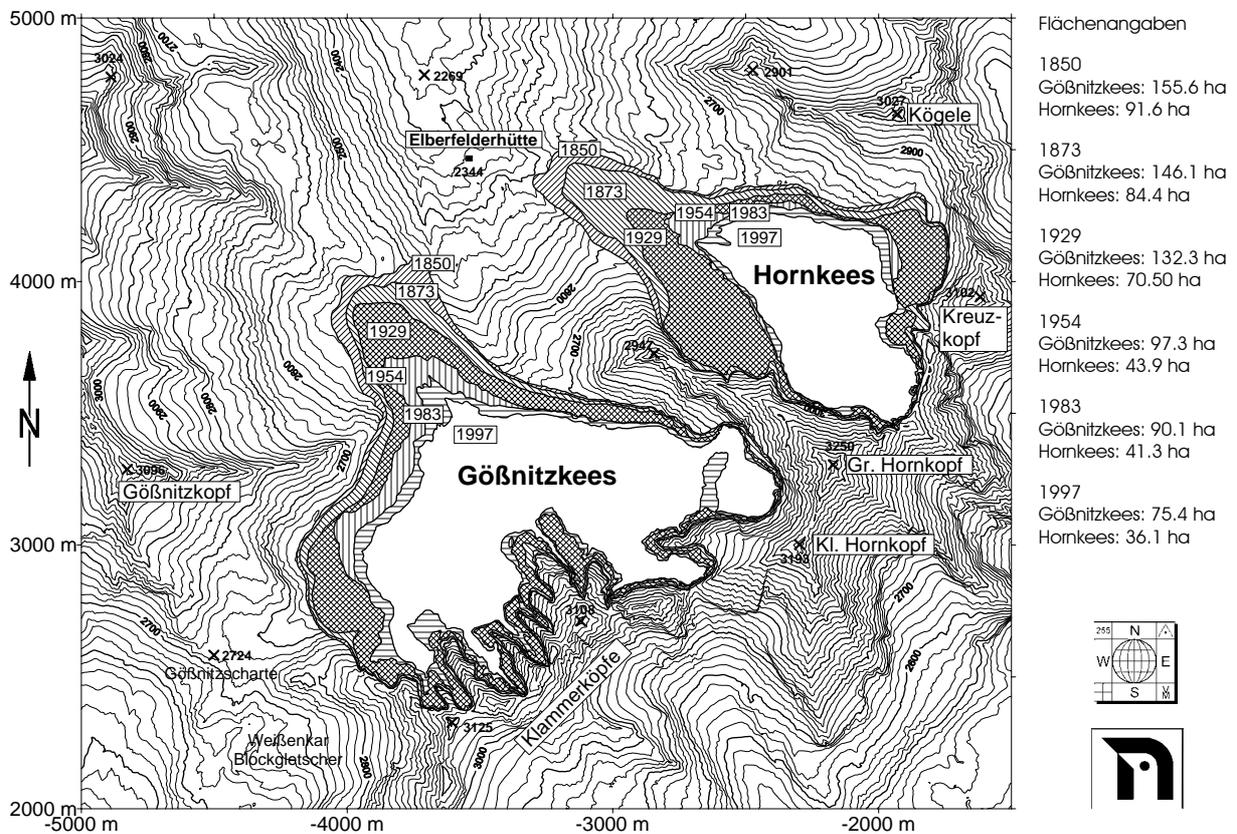


Abb. 2: Graphische Darstellung der Flächenänderungen. (Anmerkung: Die Gletscherstände von 1850, 1873 und 1929 wurden von G.K. LIEB rekonstruiert.)

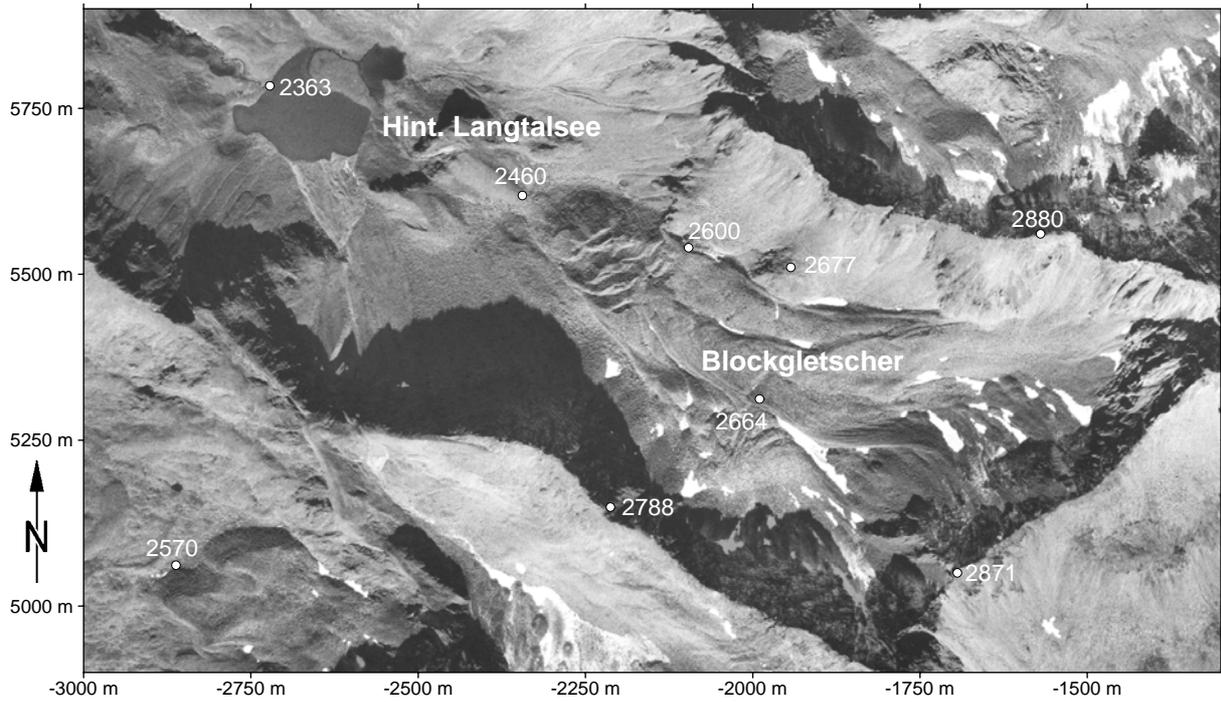


Abb. 3: Der Hinterer Langtalsee Blockgletscher nach der Rutschung. Orthophoto vom 16.9.1997. © BEV-2001 mit Zl. 40823/01.

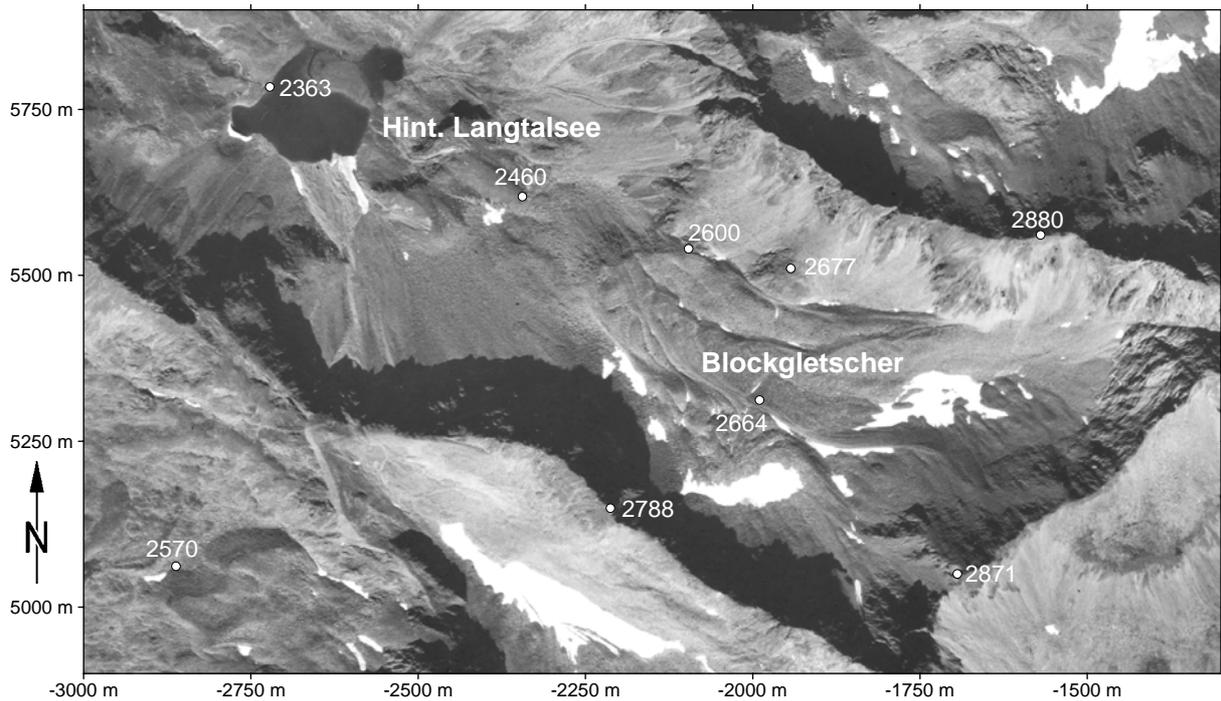


Abb. 4: Der Hinterer Langtalsee Blockgletscher vor der Rutschung. Orthophoto vom 4.9.1991. © BEV-2001 mit Zl. 40823/01.

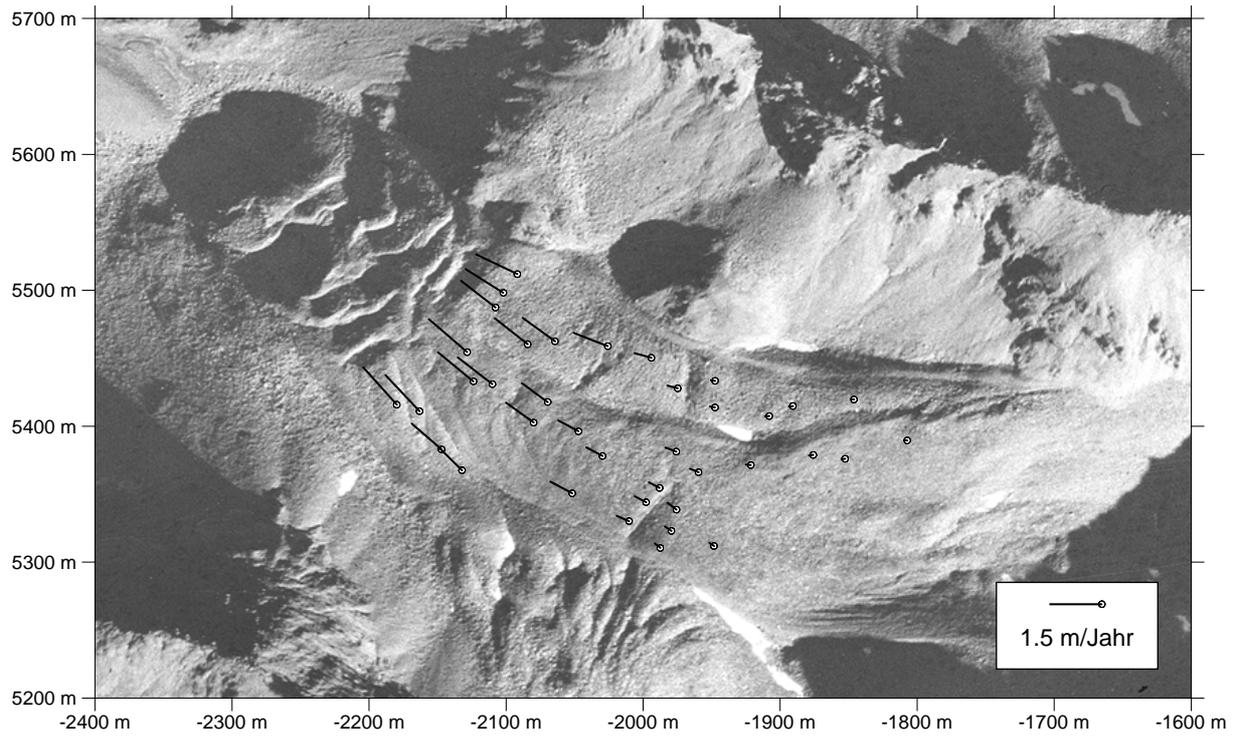
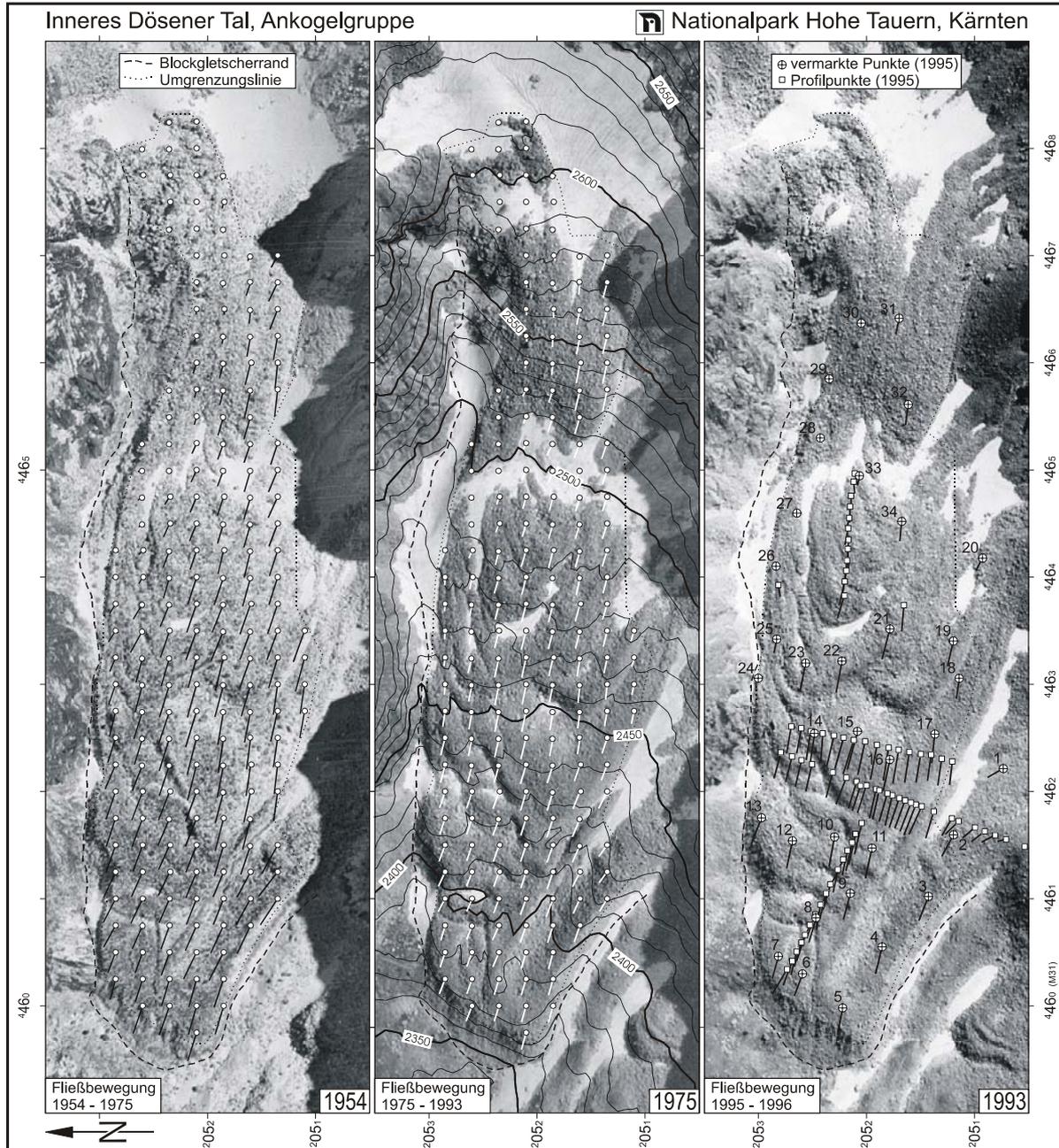


Abb. 5: Graphische Darstellung der horizontalen Fließbewegung (1999-2000) am Hinterer Langtalsee Blockglatscher. Orthophoto vom 12.9.1999. © BEV-2001 mit Zl. 40823/01.

# Fließbewegungen am Dösener Blockgletscher

## 1 : 5000



Bildquellen: SW-Luftbilder 1954, 17.9.1975 und 15.8.1993. Geometrische Auflösung der Orthophotos: 0,625 m. Photogrammetrische und kartographische Bearbeitung durch V. Kaufmann am Institut für Angewandte Geodäsie und Photogrammetrie (O. Univ.-Prof. Dr. G. Brandstätter), Technische Universität Graz. Luftbilder vervielfältigt mit Genehmigung des Bundesamtes für Eich- und Vermessungswesen (Landesaufnahme) in Wien, ZIL 70 385/95. Herausgegeben mit finanzieller Unterstützung des Fonds zur Förderung der wissenschaftlichen Forschung (Projekt P09565) und des Kärntner Nationalparkfonds. Druck: Technische Universität Graz.

Lage 1 : 5000 (1 cm  $\hat{=}$  50 m)

0 50 100 150 200 250 m

Gauß-Krüger-Abbildung im 3° breiten Meridianstreifen M31  
Umrechnung von BMN in die Gauß-Krüger-Meridianstreifenabbildung  
x<sub>max</sub> = Hochwert<sub>max</sub>  
y<sub>max</sub> = Rechtswert<sub>max</sub> - 450 km



Vektoren 1 : 40 (1 cm  $\hat{=}$  40 cm)

0 20 40 60 80 cm/a

Mittlere jährliche Fließgeschwindigkeit über den gegebenen Beobachtungszeitraum (horizontale Bewegungskomponente)

© Victor Mercator, Technische Universität Graz, 2001

Abb. 6: Verkleinerte Reproduktion der thematischen Karte "Fließbewegungen am Dösener Blockgletscher".