

Gletschervermessungen in den österreichischen Alpen –

Ergebnisse über 20 Jahre

M. Eng. Martin Kiskemper

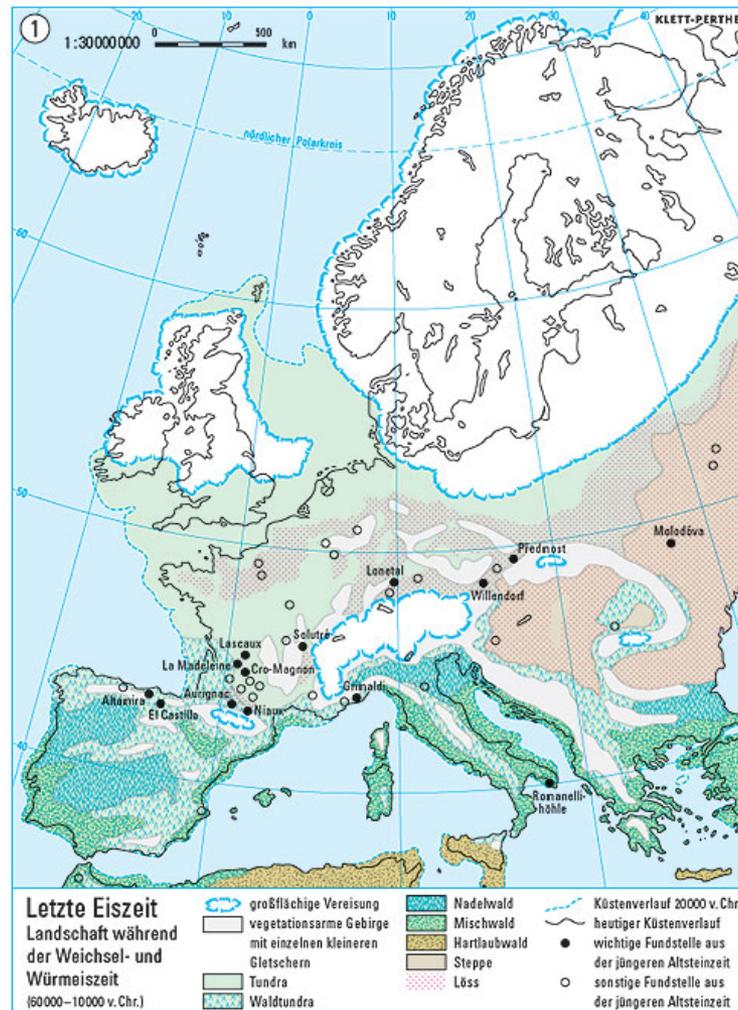
Gliederung

- Gletscherimpressionen
- Gletschervorstoß – Gletscherrückzug
- Fotovergleiche der letzten 100 Jahre
- Vermessungsmethoden
- Geodätische Vermessungen von Sonnblickkees und Ödenwinkelkees (Fotos)
- Ergebnisse der Vermessungen

Geschichtliche Entwicklung

- Kalte und warme Abschnitte im Laufe der Erdgeschichte
- Momentan leben wir in einer Eiszeit, dessen Höhepunkt vor etwa 18.000 Jahren lag
- Seit dem ständige Erwärmung des Klimas mit kleinen Schwankungen
- Neuzeitlich betrachtet, kann man eine Klimaverschlechterung feststellen, die in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts begann, zu Beginn des 17. Jahrhunderts einen ersten Höhepunkt erreichte, und mit einem kräftigen Gletschervorstoß Mitte des vergangenen Jahrhunderts endete (Neuzeitliche Gletscherschwankung).
- Die Alpenvereine beginnen zu dieser Zeit (1890) mit der Aufzeichnung von Längenänderungen und richten ein Gletschermessarchiv ein
- Mittlerweile werden in 13 Gebieten an 112 Gletschern Längenvermessungen durchgeführt

Die letzte Eiszeit (60.000 – 10.000 v. Chr.)



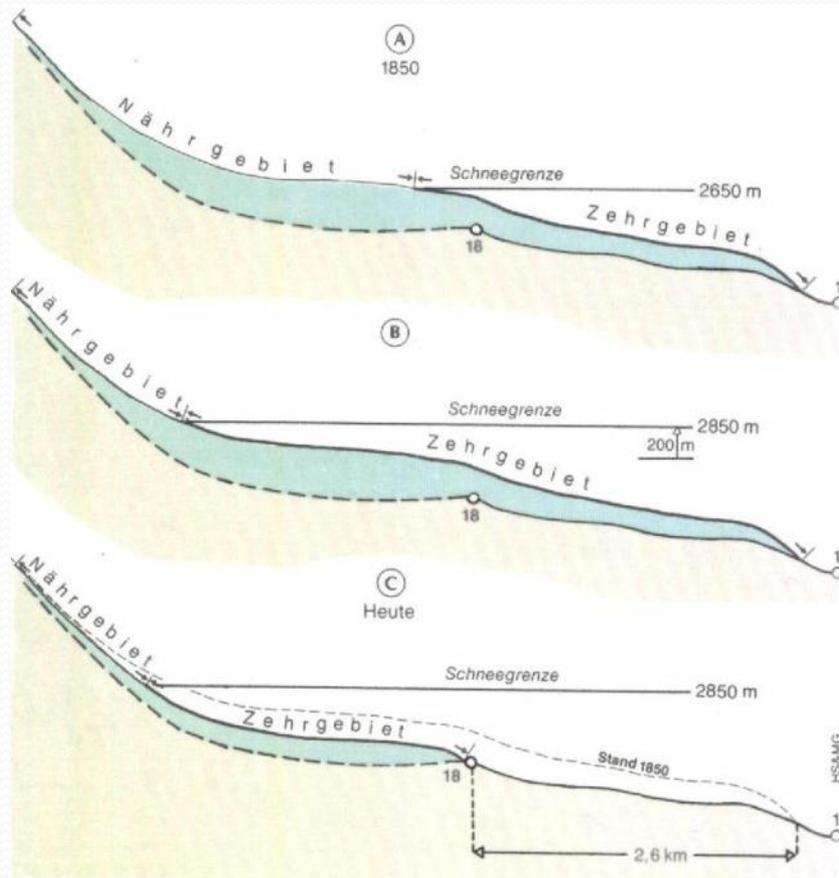
Impressionen Monteratschgletscher

- Accumulations- / Nährgebiet
- Gletscherzusammenfluss
- Auf dem Gletscher
- Gletscherzunge

Quelle: www.swisseduc.ch

Änderung der Schneegrenze und Eisoberfläche

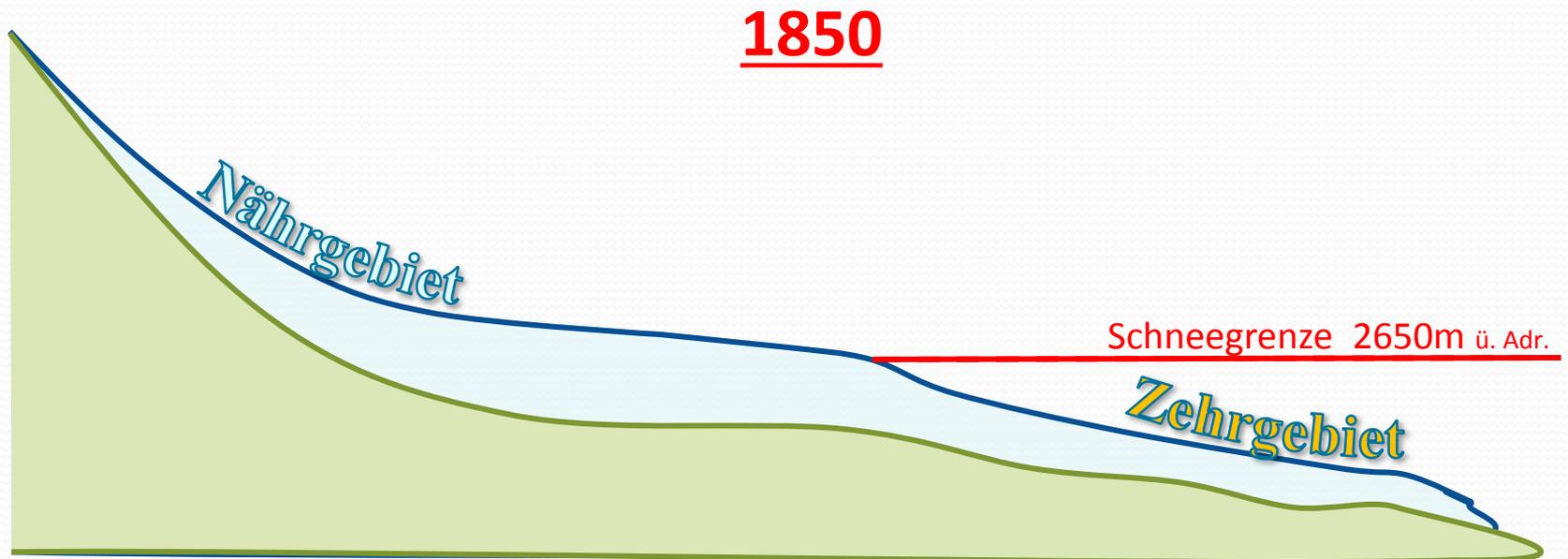
1850



Die Änderung der Dimensionen des Obersulzbachkeeses als Folge der Verlagerung der Schneegrenze: Bei entsprechend langer Andauer zieht eine tiefe Lage der Schneegrenze eine Vergrößerung des Nährgebietes und damit einen Vorstoß nach sich, umgekehrt bewirkt eine hohe Lage eine Verkleinerung des Nährgebietes und löst damit eine Verkürzung der Gletscherzunge aus.

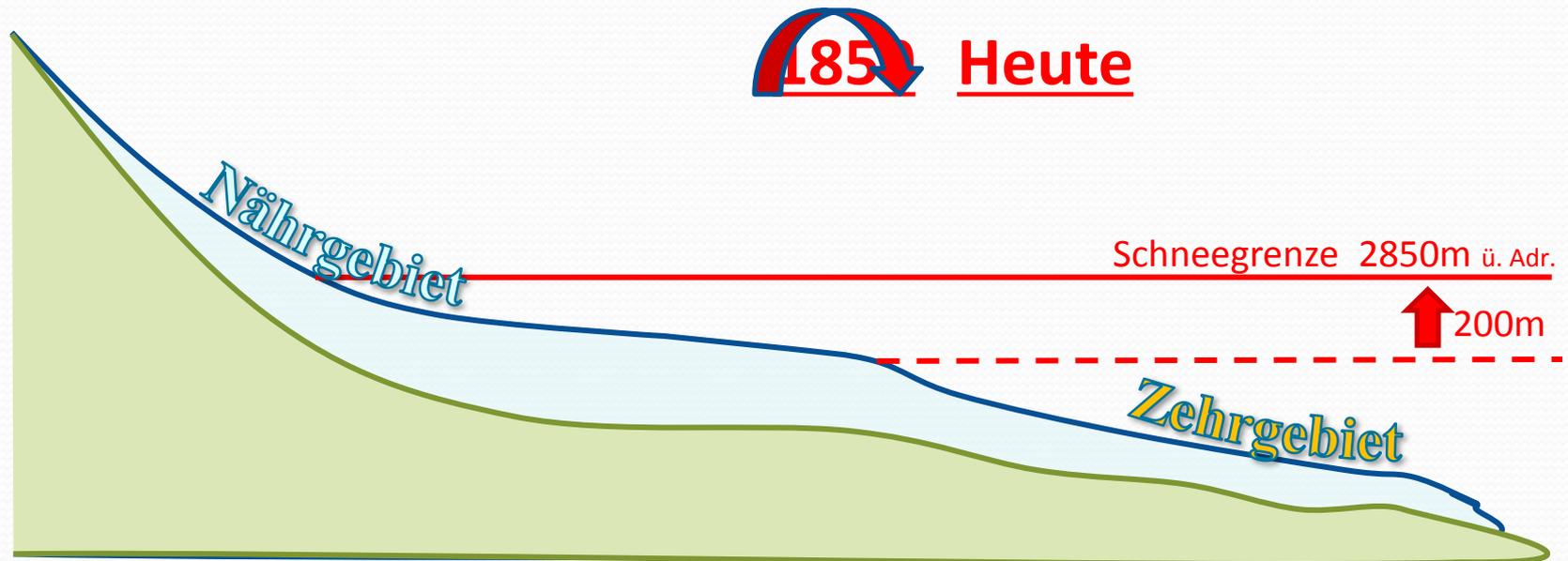
Heute

Gletschervorstoß und Gletscherrückzug



Zusammenspiel zwischen Nährgebiet, Zehrgebiet und Schneegrenze
schematisiert am Beispiel des Obersulzbachkees

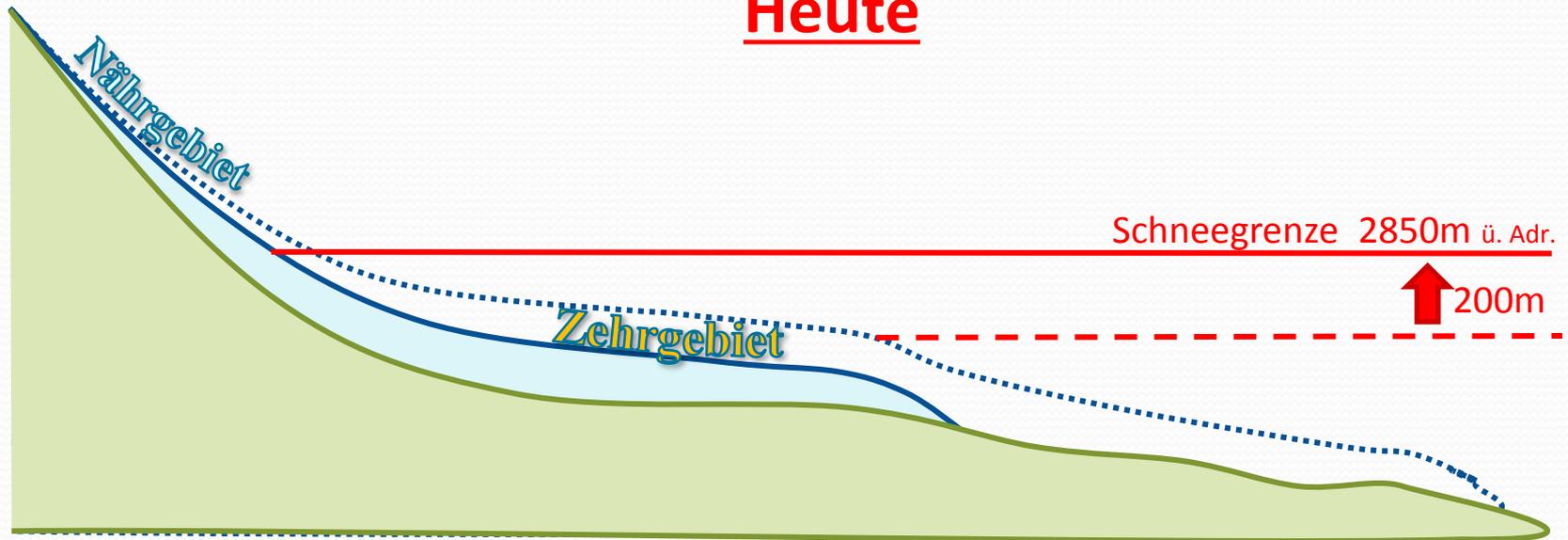
Gletschervorstoß und Gletscherrückzug



Zusammenspiel zwischen Nährgebiet, Zehrgebiet und Schneegrenze
schematisiert am Beispiel des Obersulzbachkees

Gletschervorstoß und Gletscherrückzug

Heute



Zusammenspiel zwischen Nährgebiet, Zehrgebiet und Schneegrenze
schematisiert am Beispiel des Obersulzbachkees

Die Schneegrenze am Beispiel des Monteratschgletschers

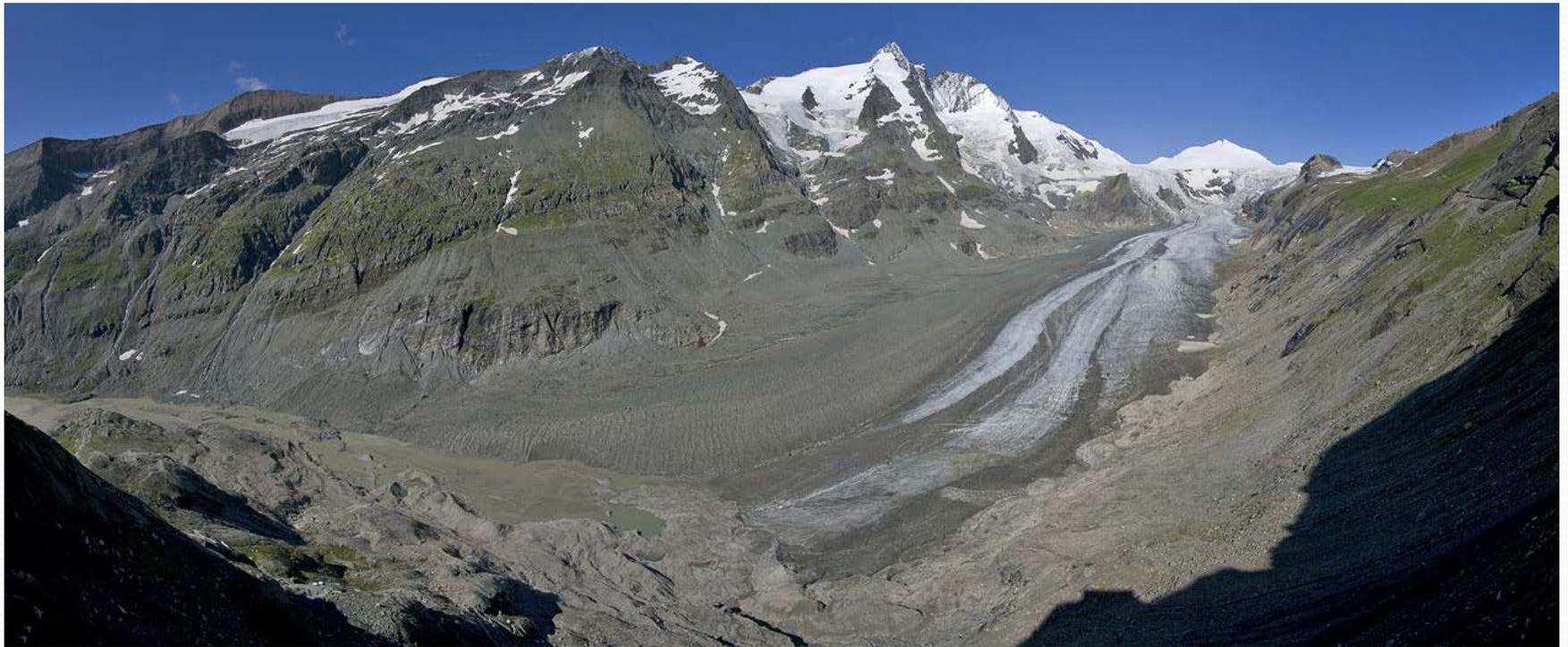


Quelle: www.swisseduc.ch



Fotovergleiche der letzten 100 Jahre

Pasterze von der Franz Josefs-Höhe mit Großglockner (3798m) im Hintergrund.



Quelle: www.swisseduc.ch

Pasterze – Veränderung in 100 Jahren



1900



2009

Quelle: www.swisseduc.ch

Vortragsreihe des GeoMV

"Landschaftswissenschaften und Geomatik an der Hochschule Neubrandenburg"

Fotovergleiche aus Gletscherarchiv

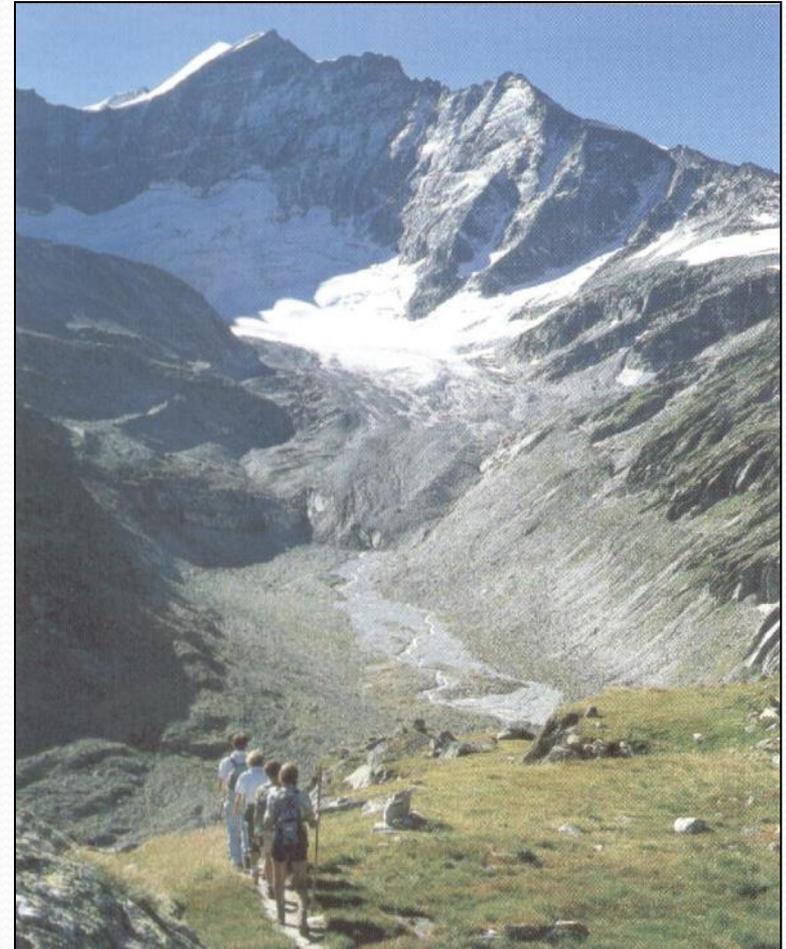
- http://www.gletscherarchiv.de/fotovergleiche/gletscher_liste

Quelle: www.gletscherarchiv.de

Ödenwinkelkees mit Gletscherverlauf 1850 (grüne Linie)



Bildvergleich Ödenwinkelkees 1930 und heute



Wozu dienen die Gletschervermessungen?

Fragen an die Gletscherforscher:

- Stoßen die Alpengletscher vor oder schmelzen sie zurück?
- Wie wirken sich die warmen Sommer auf die Gletscher aus?
- Werden die Stauseen noch voll, um weiterhin genug Energie zu liefern?
- Wie lange kann man im Sommer noch auf den Gletschern Ski fahren? ...

- Kommt eine neue Eiszeit, oder stehen wir vor einer Erwärmung des globalen Klimas?
- Wie stark wirkt sich der Treibhauseffekt und das Ozonloch auf das Klima aus?
- Was passiert, wenn alle Gletscher der Erde abschmelzen?

Glaziologische Methode

- dient zur Feststellung des Massenhaushaltes, worunter man den Gewinn bzw. Verlust an Eis und Schnee eines Jahres versteht
- wurde 1948 von H.W. Ahlmann eingeführt
- unterschiedliche Messmethoden in Nährgebiet und Zehrgebiet
- Um den Abschmelzbetrag im Zehrgebiet zu bestimmen wird ein Loch ins Eis gebohrt und ein Pegel (Stange) hineingesteckt. Es wird in diesem und nächsten Jahr gemessen wie weit der Pegel aus dem Eis ragt. Aus der Differenz lässt sich der Abschmelzbetrag bestimmen.



- Gletscherknechte müssen in den Altschnee einen Schacht durch alle Schneeschichten seit dem letzten Winter graben
- Bestimmung des Schneehorizonts des letzten Sommers
- Messen des Gewichtes der Schneesäule mit einer Federwaage zur Festlegung der Dichte und des Wasserwertes
- Messdaten werden mit aus Karte bestimmten Flächen multipliziert und so das Volumen bestimmt



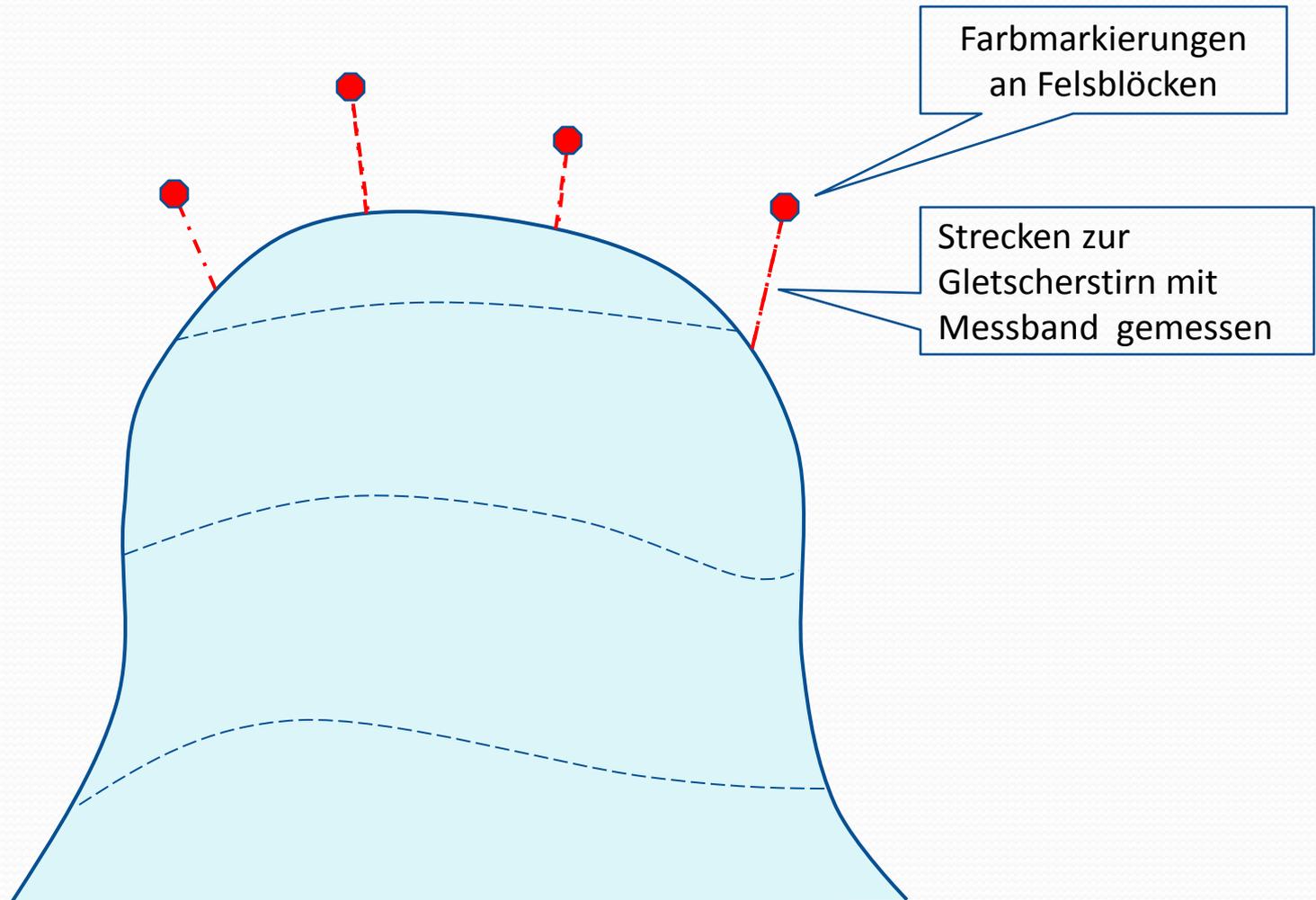
Hydrologische Methode

- Messung der Abflussmenge des Gletscherbaches aus Wasserstand und Fließgeschwindigkeit an Stelle mit bekannten Querschnitt
- Fehlergrößen wie Niederschlag und Verdunstung können über Sensoren erfasst und berücksichtigt werden



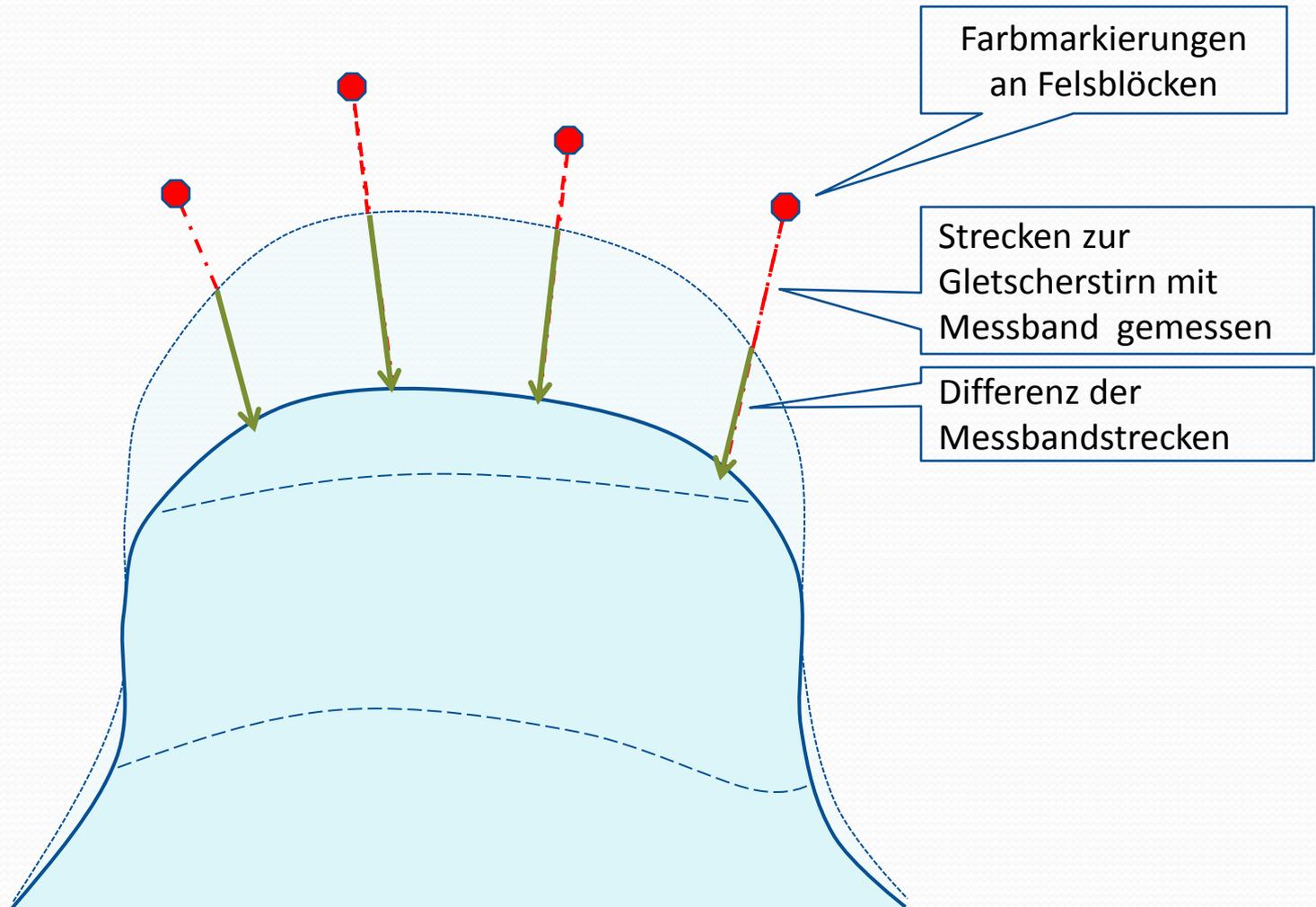
Längenmessungen der Alpenvereine

2012



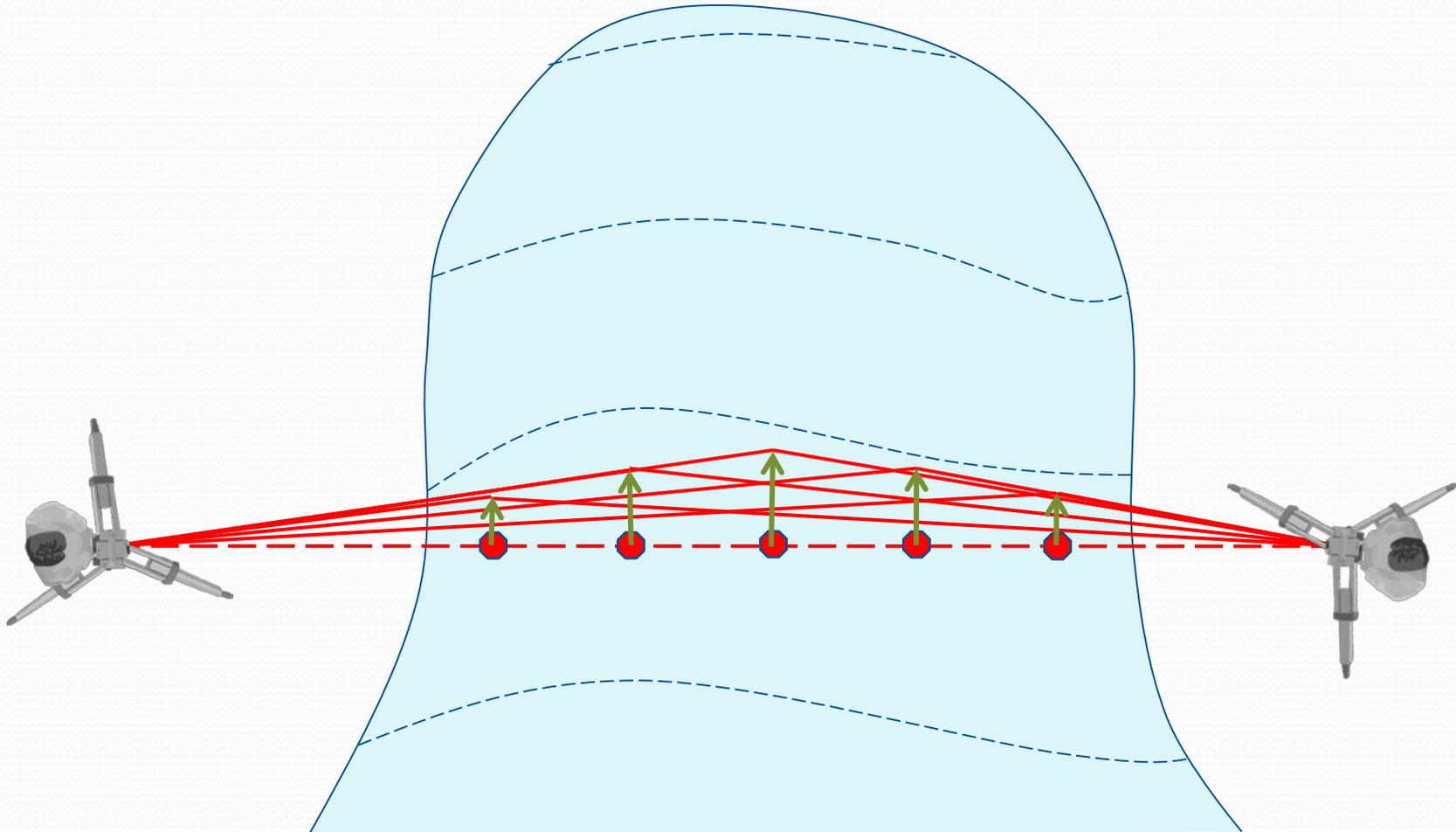
Längenmessungen der Alpenvereine

2013



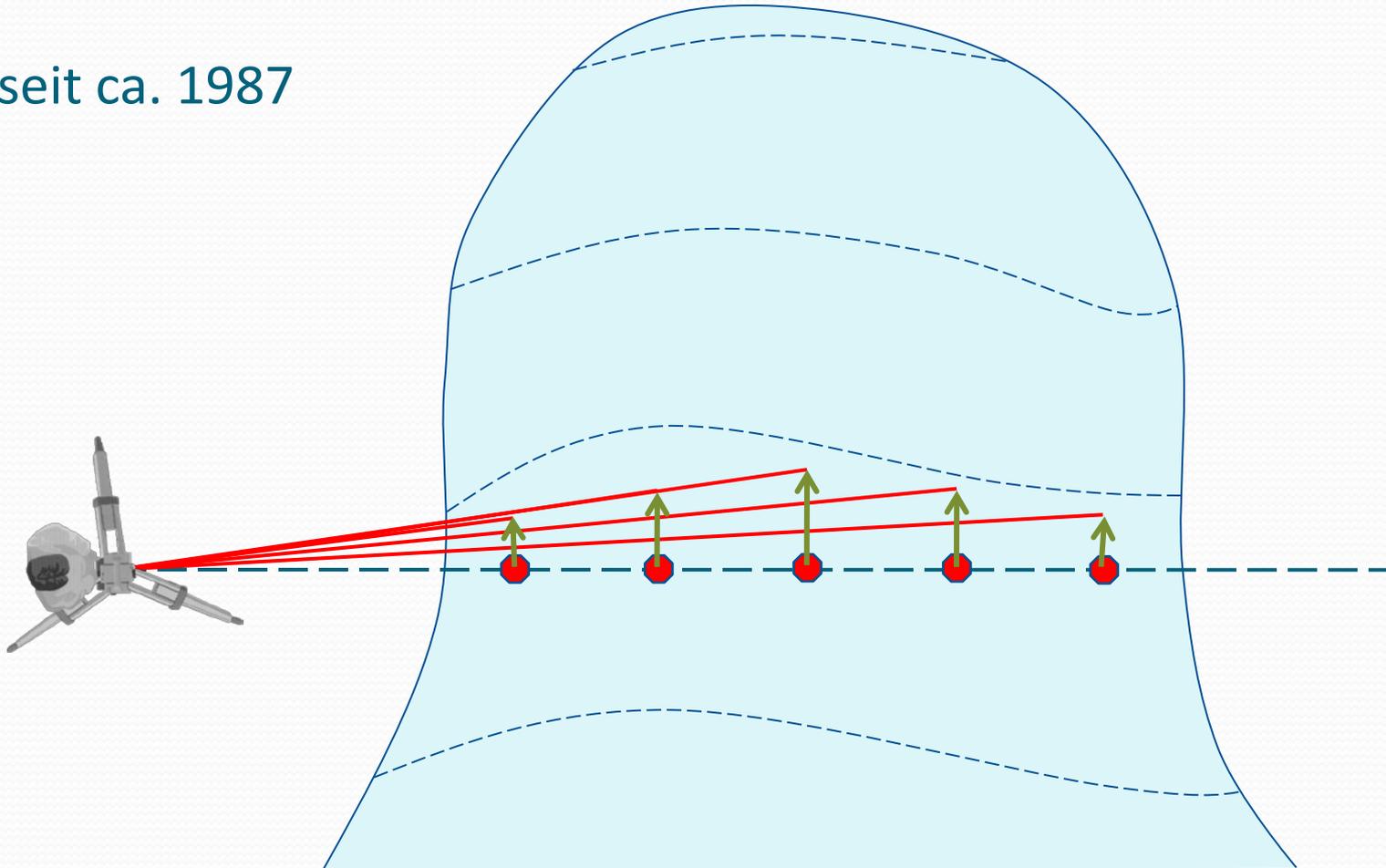
Vortragsreihe des GeoMV

Abfahren der Pegelachsen im Bergjahr mit Hilfe zweier Theodoliten über Vorwärtsschnitt



Abstandsmessung der Polgefleissener Begelahr mit Hilfe eines Tachymeters über Polarpunktberechnung

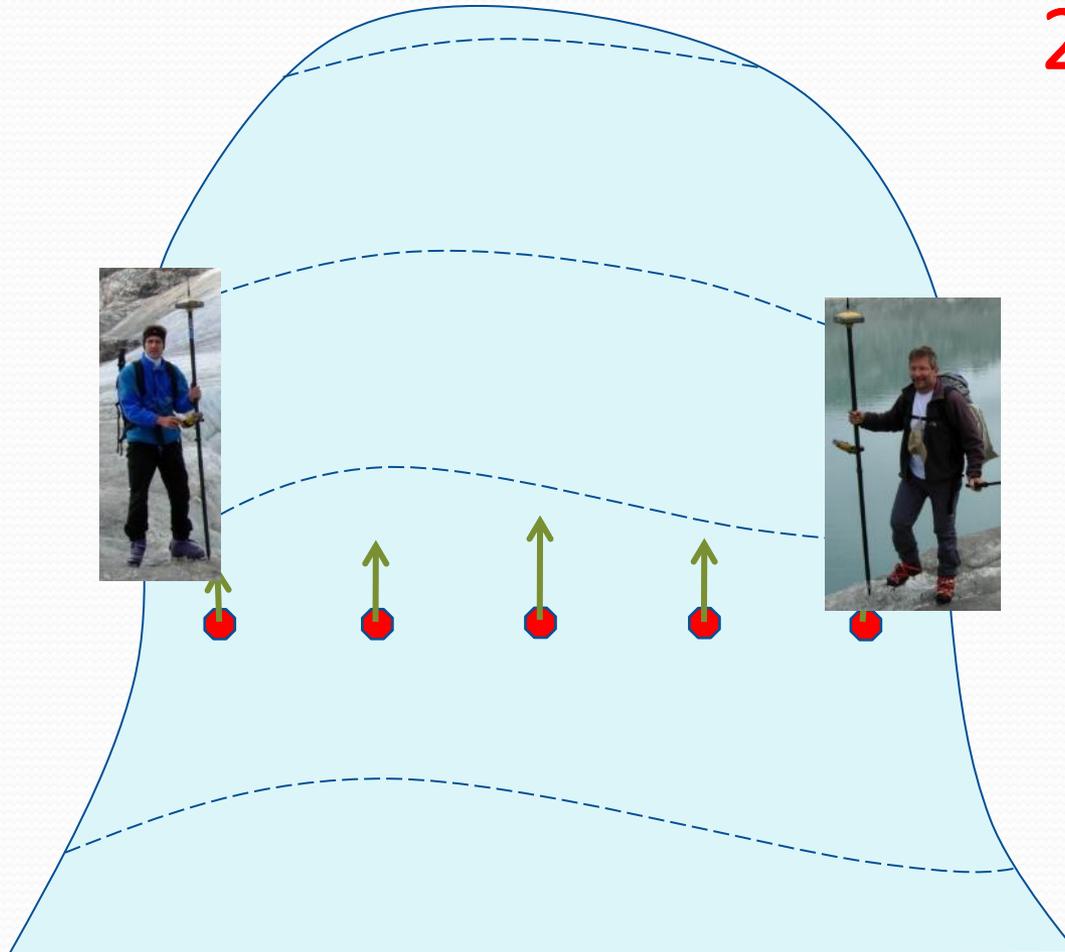
seit ca. 1987



Abstandsweg der Pegelflussmesser Pegeljahr mit Hilfe GPS-RTK-Verfahren

seit 1998

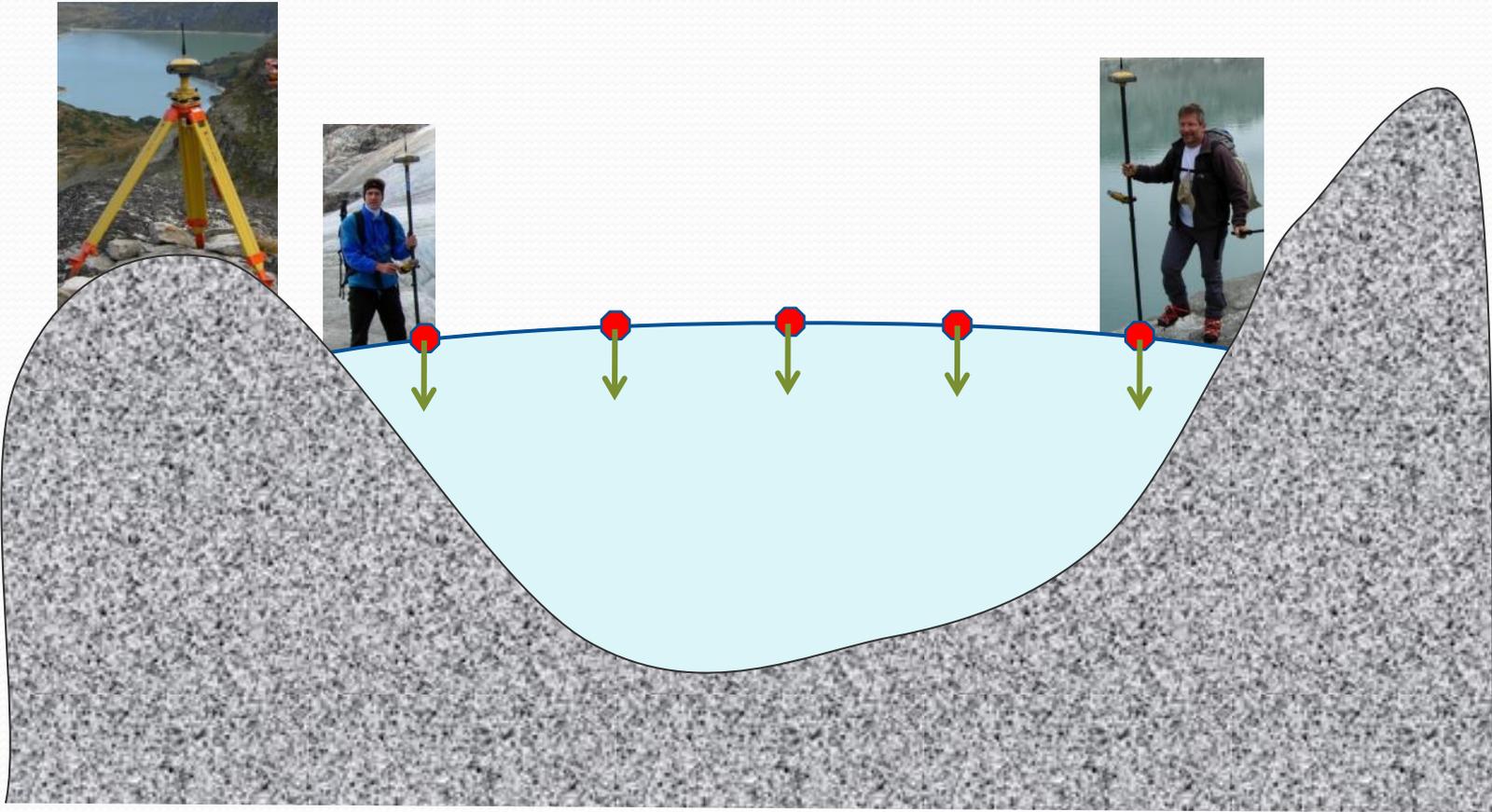
2013



Vortragsreihe des GeoMV

Erfassung der Höhenänderung

2013



Absteckung der Höhenänderung in 6 Folgen der gleichen Position (Körner)

Methode, die am Sonnblick- und Ödenwinkelkees angewendet wird

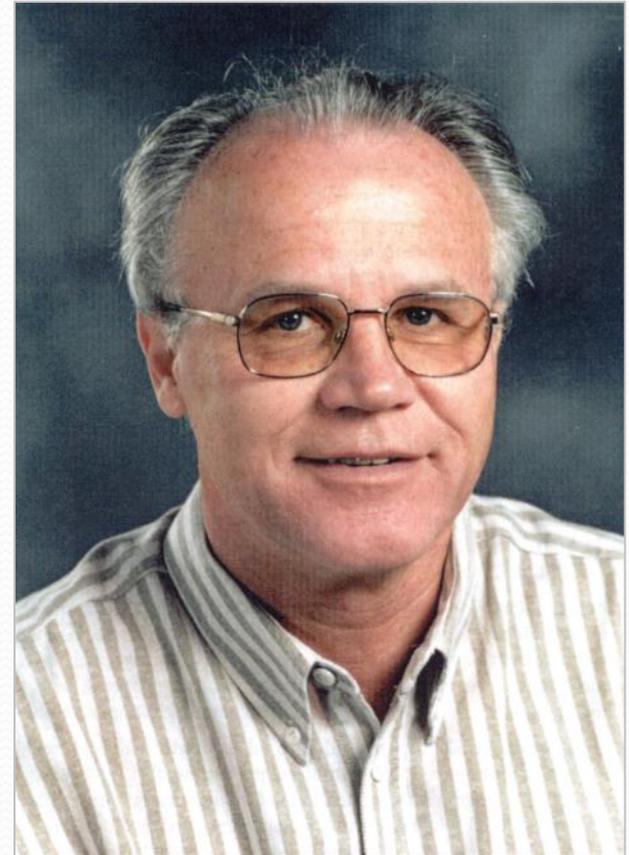
- Längen- und Massenbilanzmessungen seit 1963
- Bis 1980 nach der glaziologischen (direkte) Methode
- Seit dem halbindirekte Verfahren durch Kartierung des max. Ausaperungszustandes des Gletschers und Kombination mit Höhenänderungen und Horizontalbewegungen mit Hilfe geodätischer Methoden
- Durch die 17-jährige direkte Messreihe wurden durch Korrelations- und Regressionsanalysen Gleichungen aufgestellt, die obige Größen mit der Massenbilanz in Zusammenhang bringen

Prof. Dr. Heinz Slupetzky

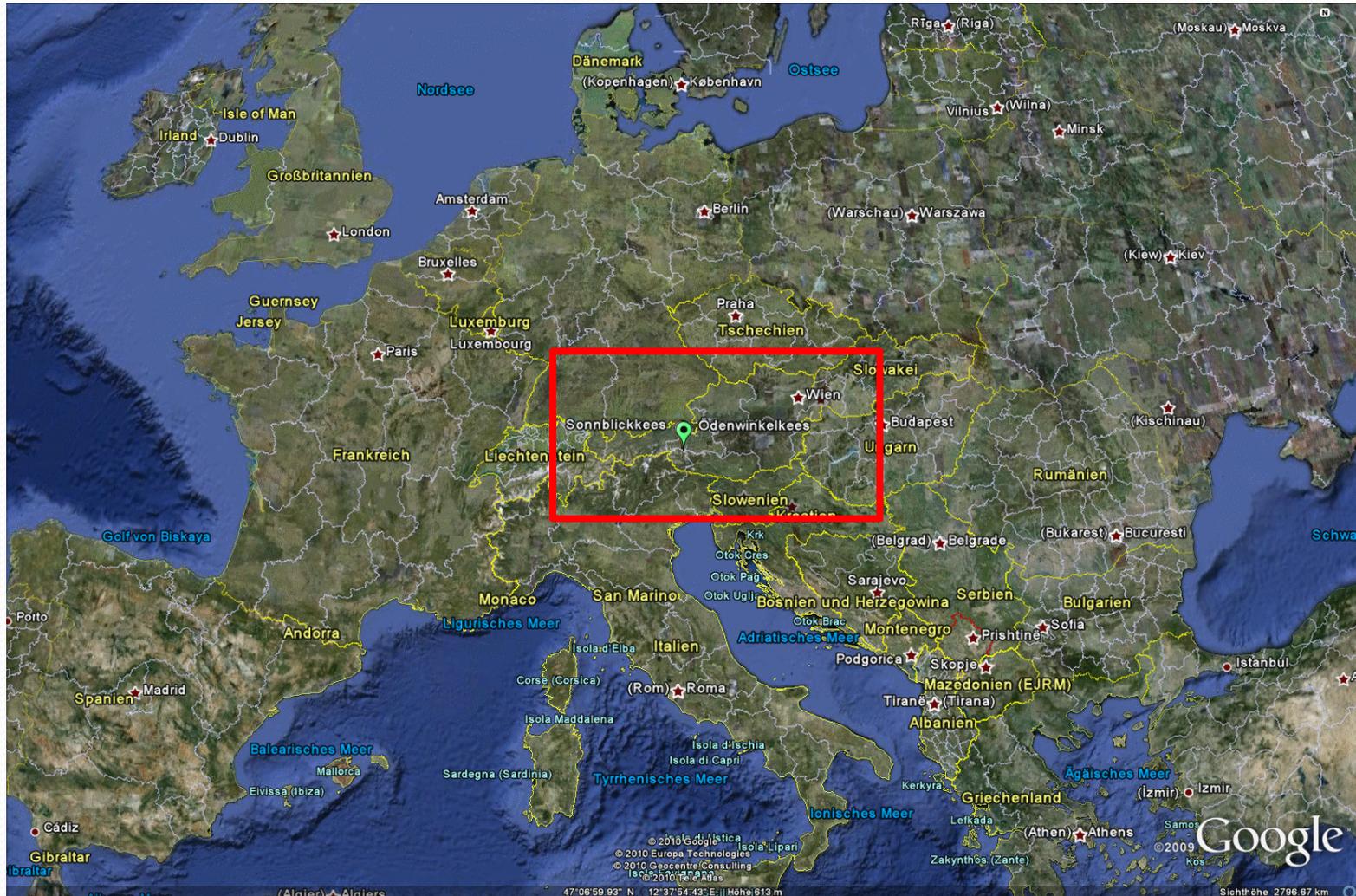


Heinz und Werner Slupetzky am Karlinger Kees (19.9. 1959)

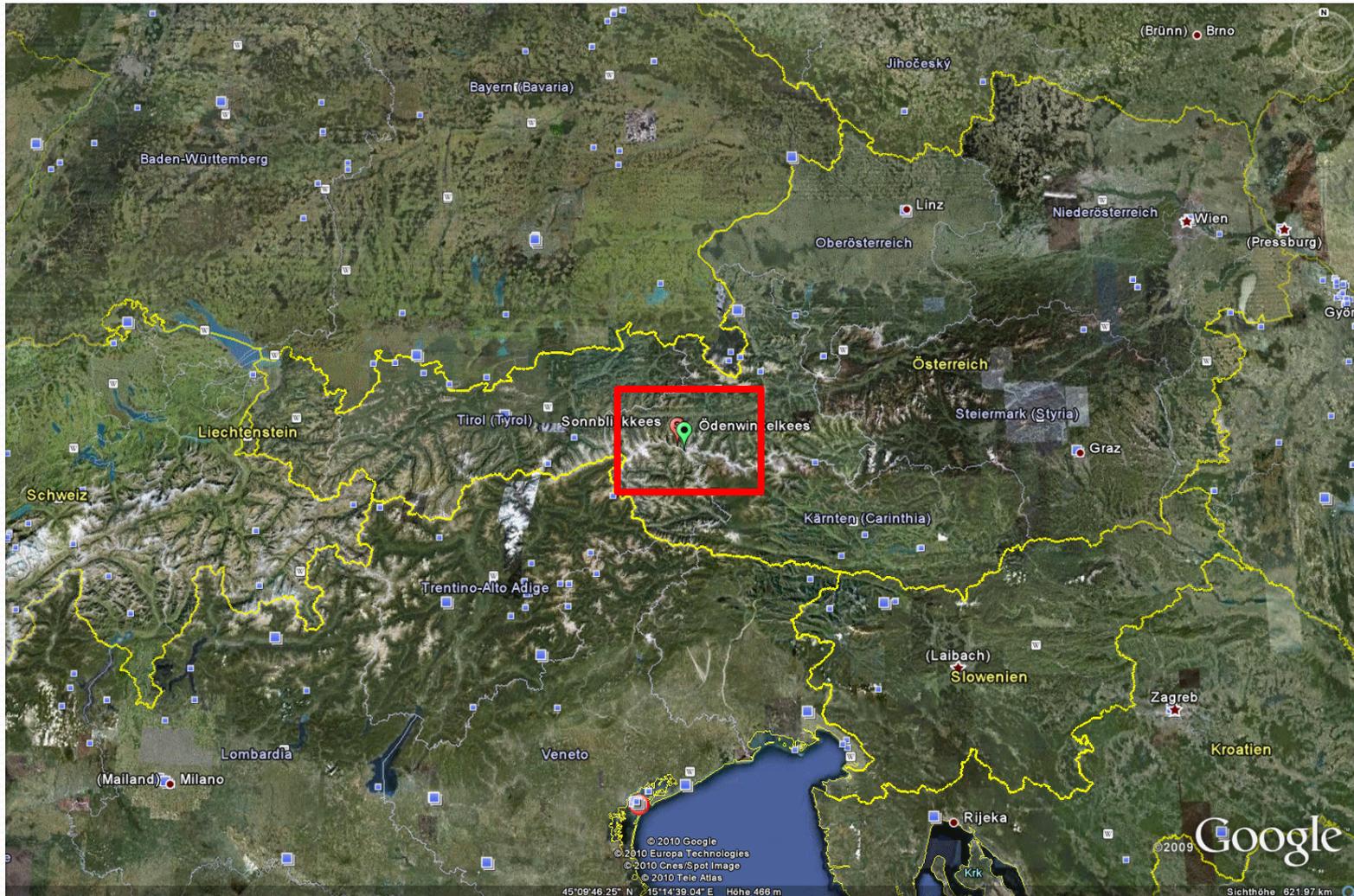
Fotos: H. Slupetzky



Lage der untersuchten Gletscher



Lage der untersuchten Gletscher - Österreich



Vortragsreihe des GeoMV

Gletscher der Glocknergruppe



Vortragsreihe des GeoMV

Gletscher der Glocknergruppe – 3D

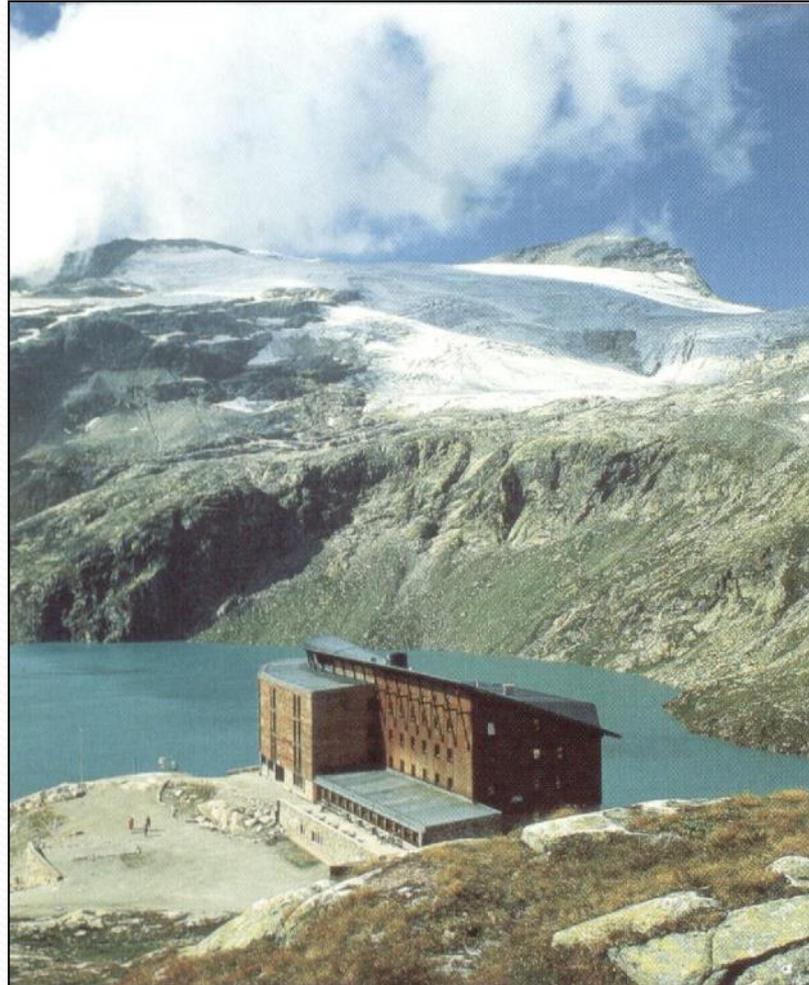


Vortragsreihe des GeoMV

Überblick Sonnblickkees mit Rudolfshütte (Luftbild)



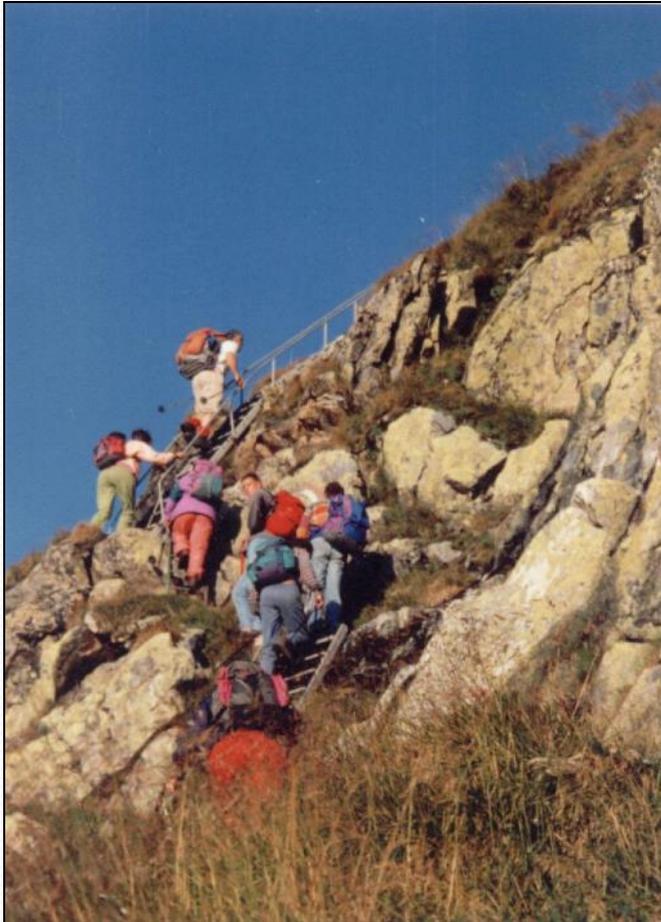
Sonnblickkees mit Rudolfshütte



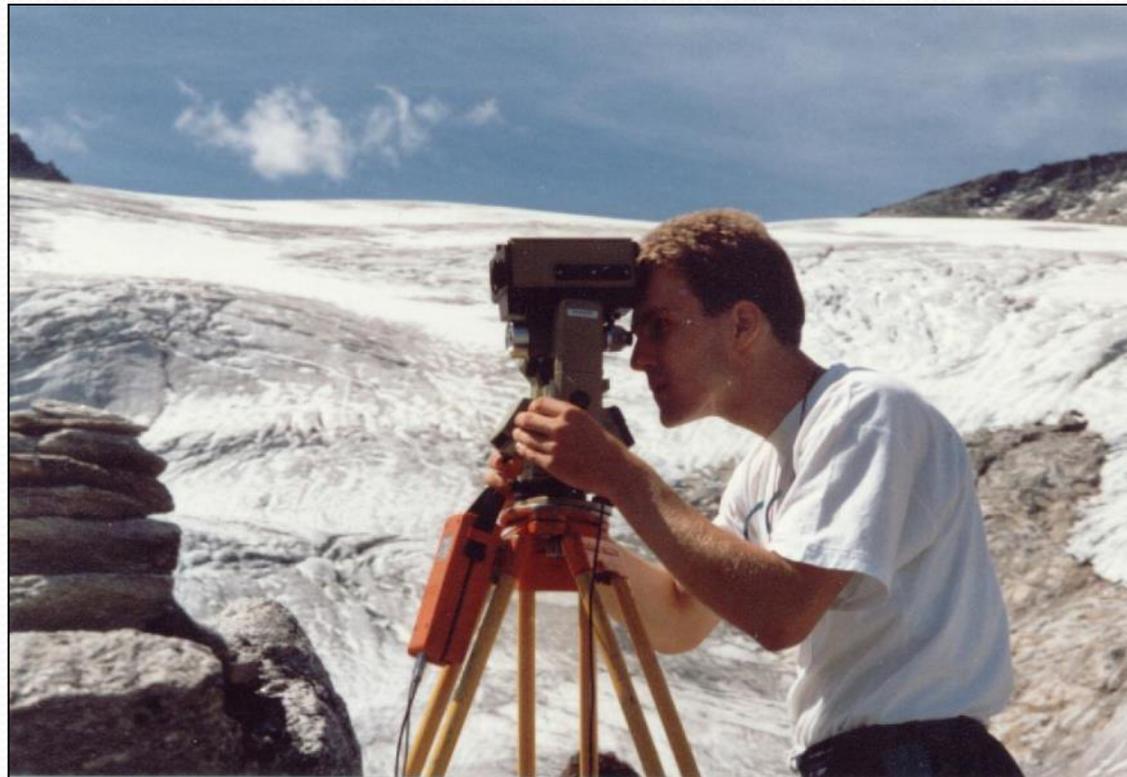
Blick auf Rudolfshütte, Unterkunft und Seilbahnstation



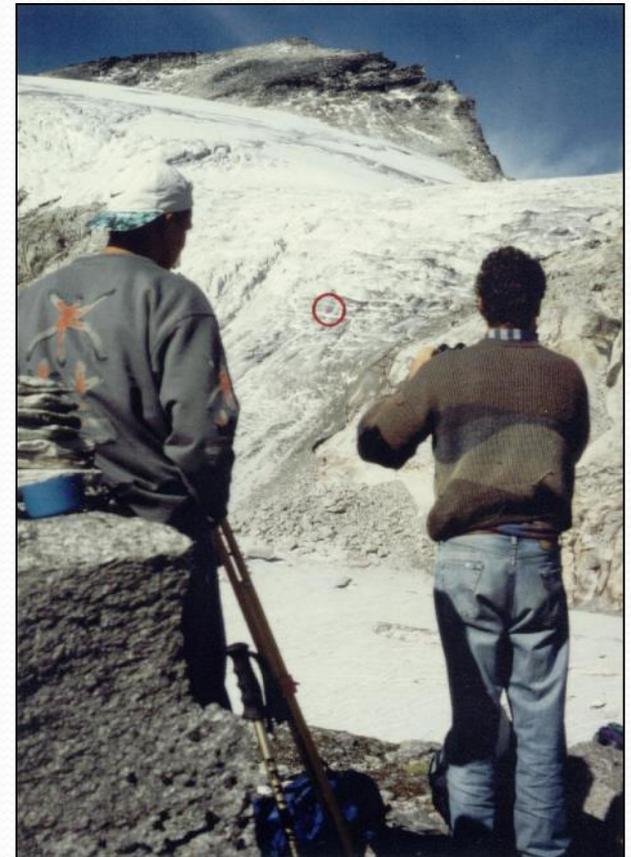
Aufstieg zum Sonnblickkees



Tachymetrische Gletschervermessung



Arbeiten am Standpunkt 'Gertraud'



Pegelabsteckung am Sonnblickkees



Pegelabsteckung auf dem Gletscher



Herr Slupetzky beim Anbringen der Pegelnummern

Vorläufiges Einbohren der Pegel



Einbohren der abgesteckten Pegel



Aufnahme des Gletscherrandes



Blick vom Sonnblick ins Ödenwinkelkees



Absteckarbeiten auf dem Ödenwinkelkees



Pegelabsteckung oberhalb des Gletschertores unter schwersten Bedingungen



Standpunkt 'Heinz1' im Ödenwinkelkees bei bestem Wetter



Zwangspause am Standpunkt 'Heinz1' im Ödenwinkelkees



Gletschervermessung mit GPS



Pegelabsteckung auf dem Gletscher



Einer arbeitet, der Rest guckt zu und staunt.

Arbeiten, wie andere Urlaub machen



Oft begleitete uns das österreichische Fernsehen



'Gertraud' als Kontrollpunkt



Pegelaufmessung im Eisbruch



Aufnahme des Gletscherrandes mit GNSS



Der große Vorteil von GNSS – Die Wetterunabhängigkeit

Mittagspause auf dem Ödenwinkelkees



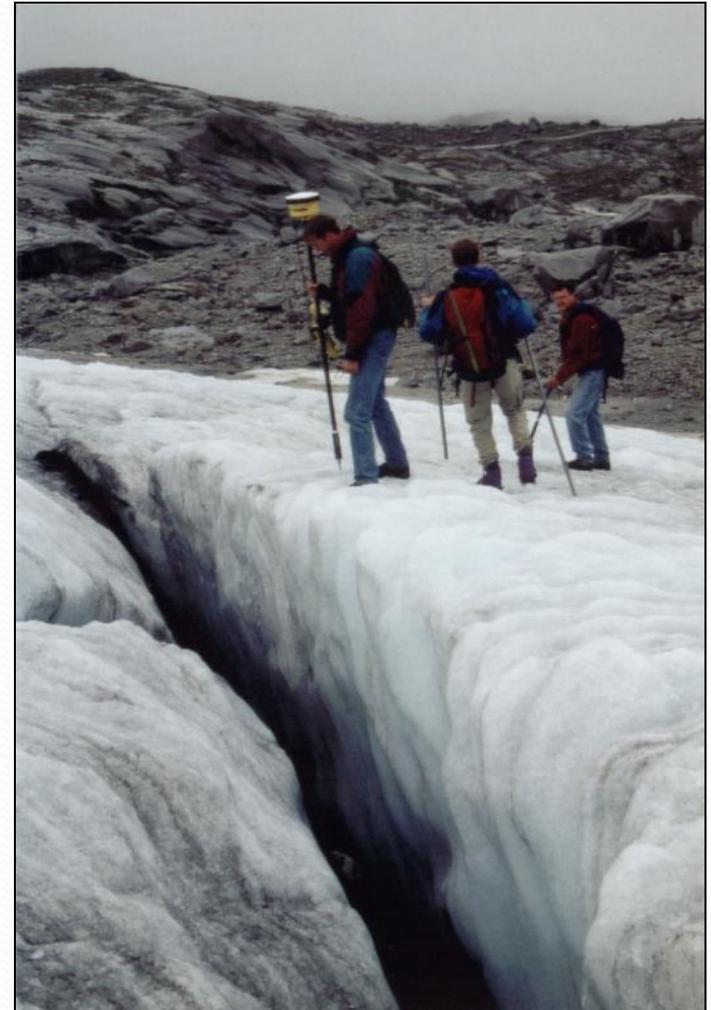
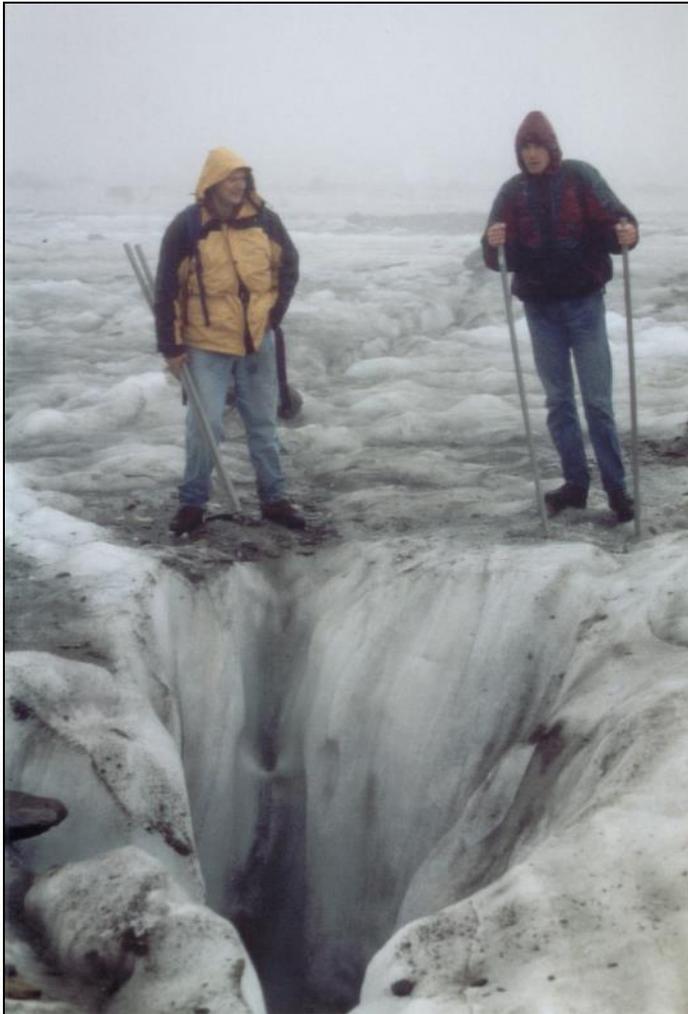
Gut, wenn man eine Navigationshilfe dabei hat



Kleine Hindernisse



Gletschermühle und Gletscherspalte





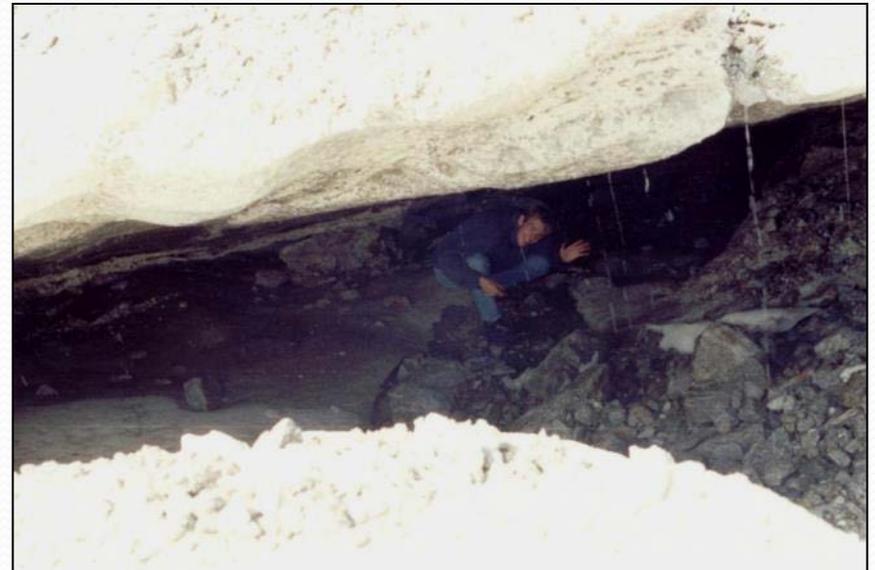
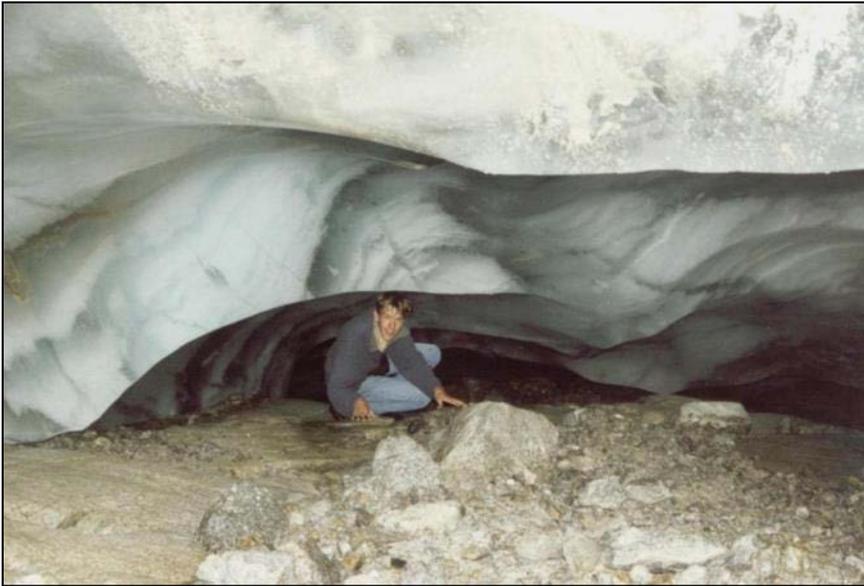
Neugierige Weggefährten



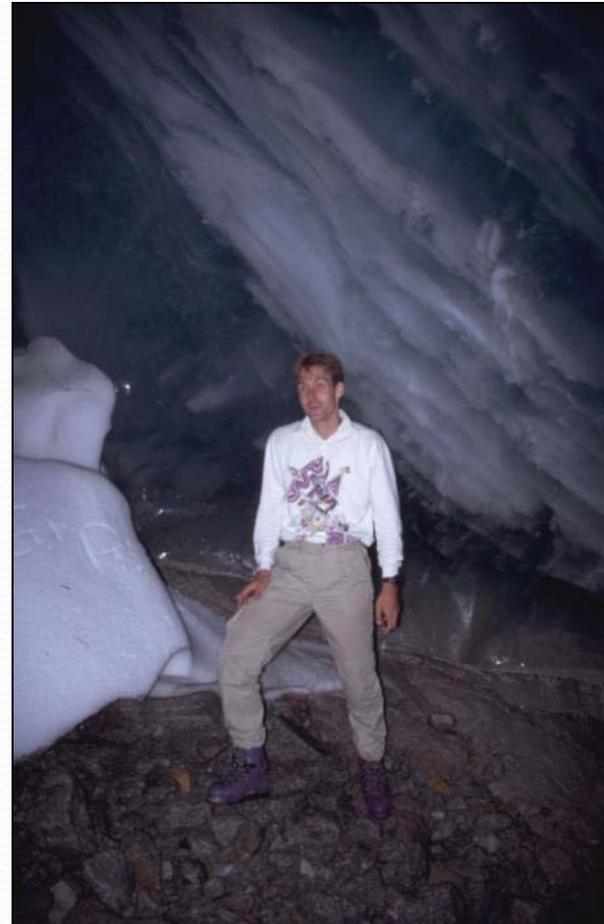
Steinböcke



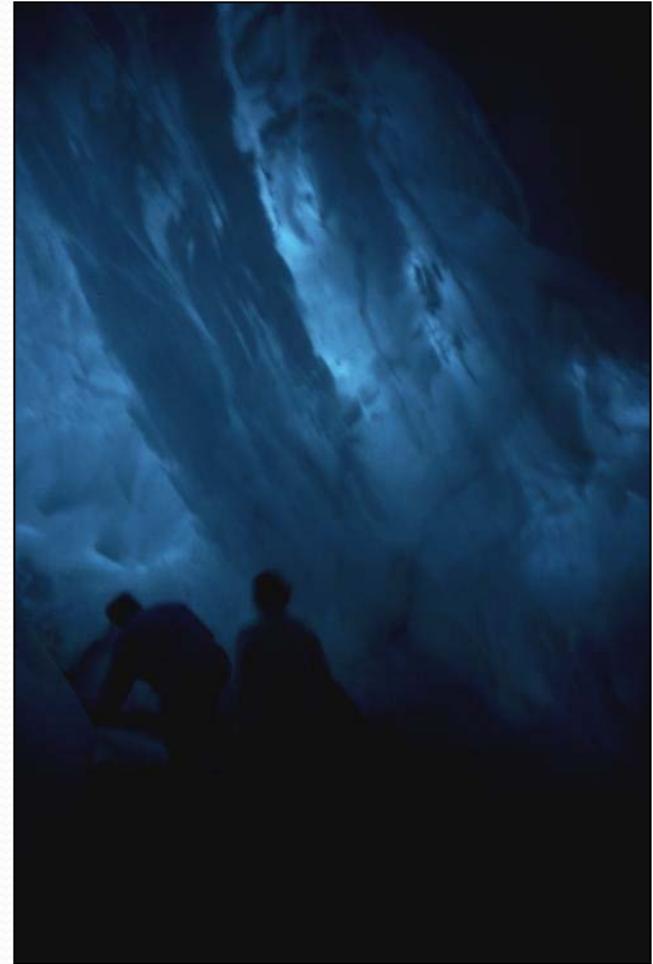
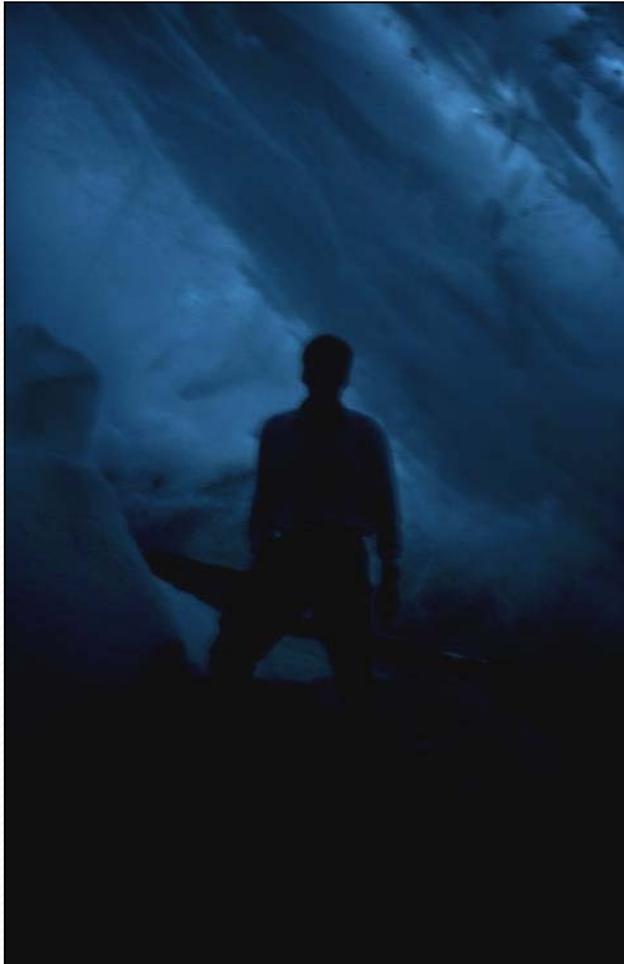
Eingang in die Gletscherhöhle



In der Gletscherhöhle 1



In der Gletscherhöhle 2



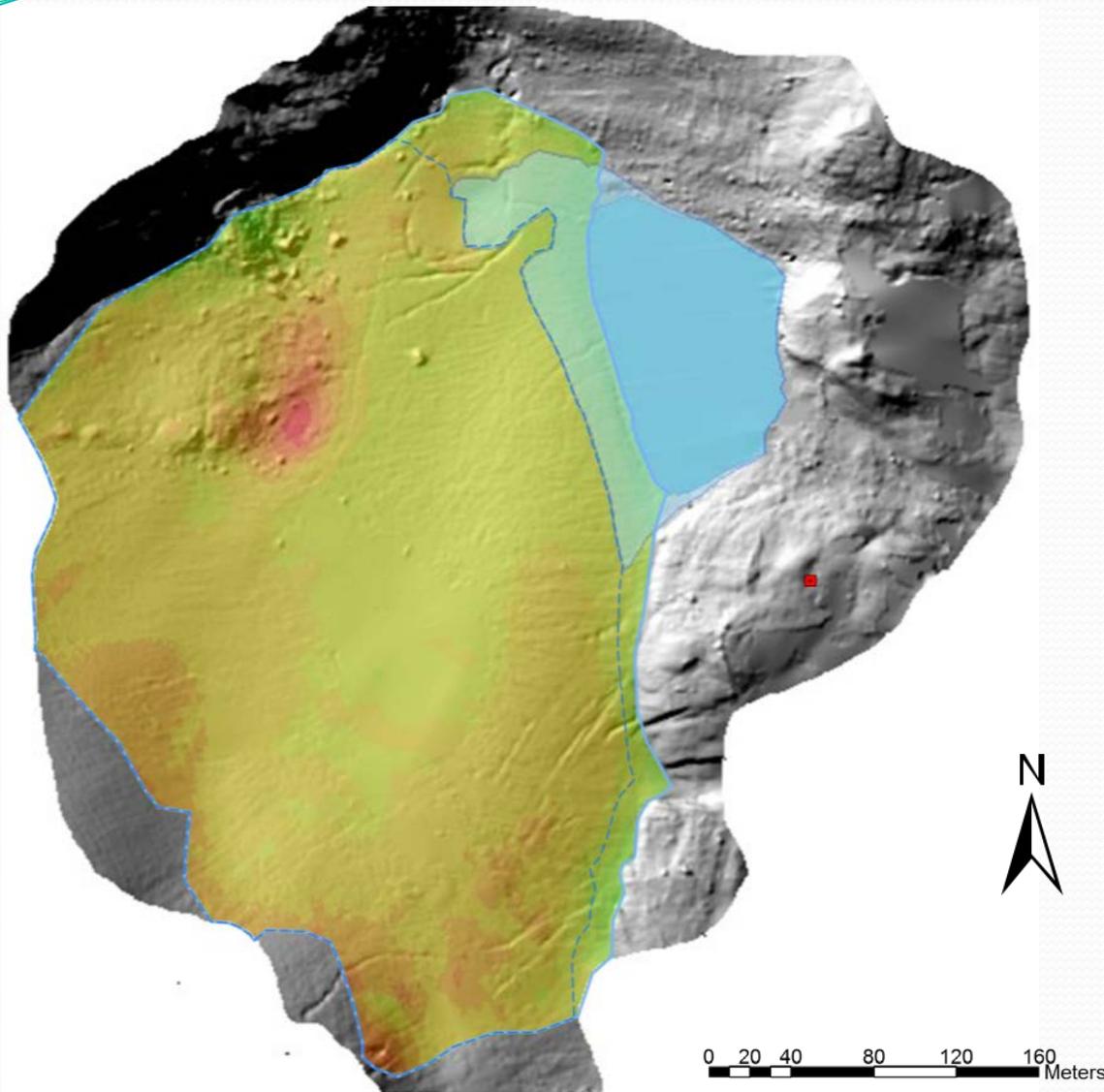
In der Gletscherhöhle 3



Bestimmung der Größe der Restschneefelder mittels fest installierter, automatischer Panoramakamera (seit 2011)

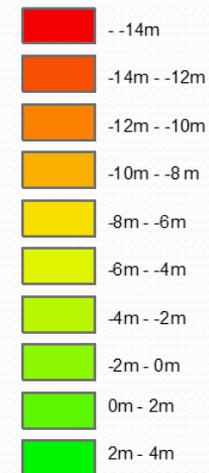


Epochenvergleich 2002-2005 durch Terrestrisches Laserscanning



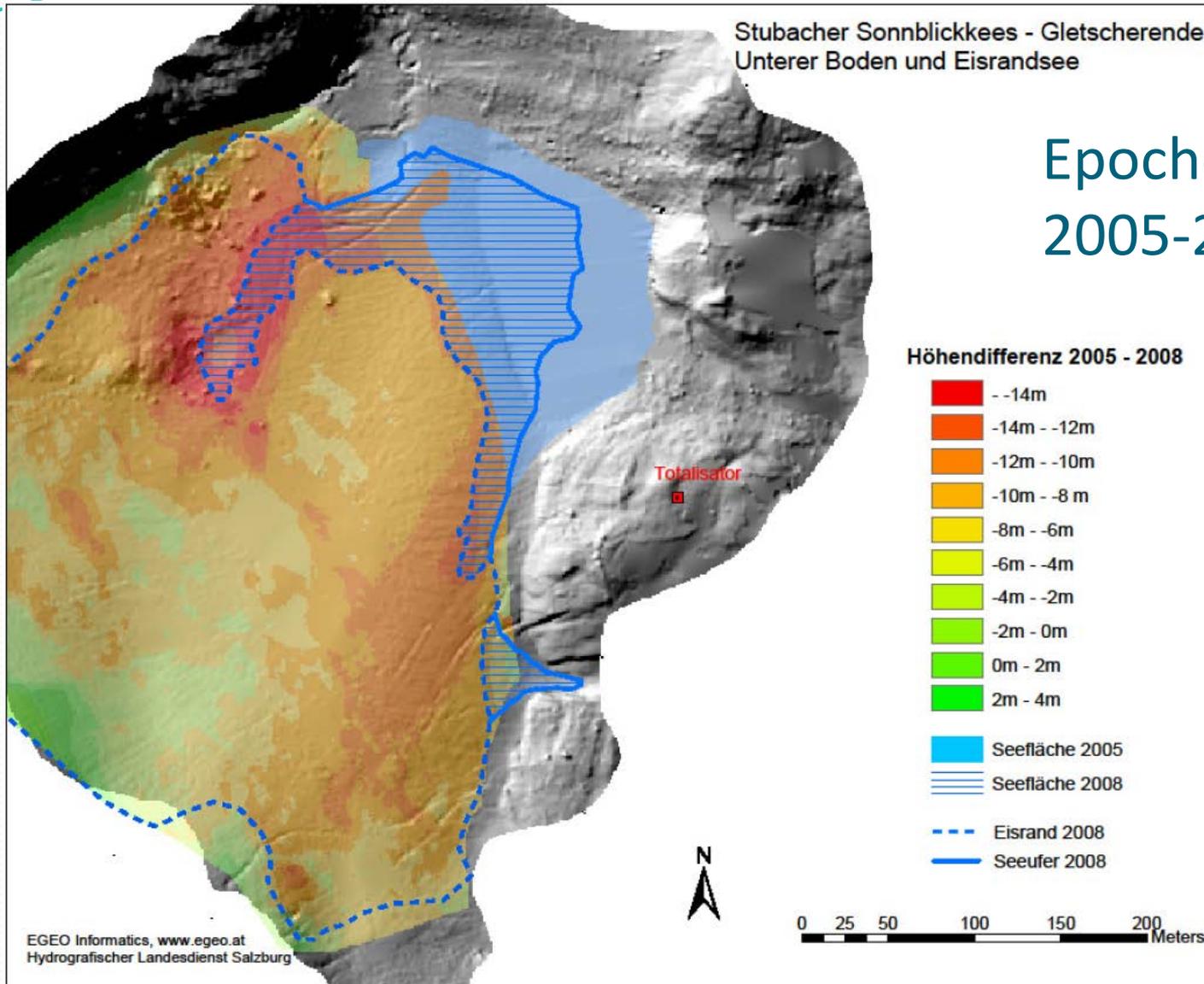
Legende

Höhendifferenz 2002 - 2005



Stubacher Sonnblickkees - Gletscherende
Unterer Boden und Eisrandsee

Epochenvergleich 2005-2008



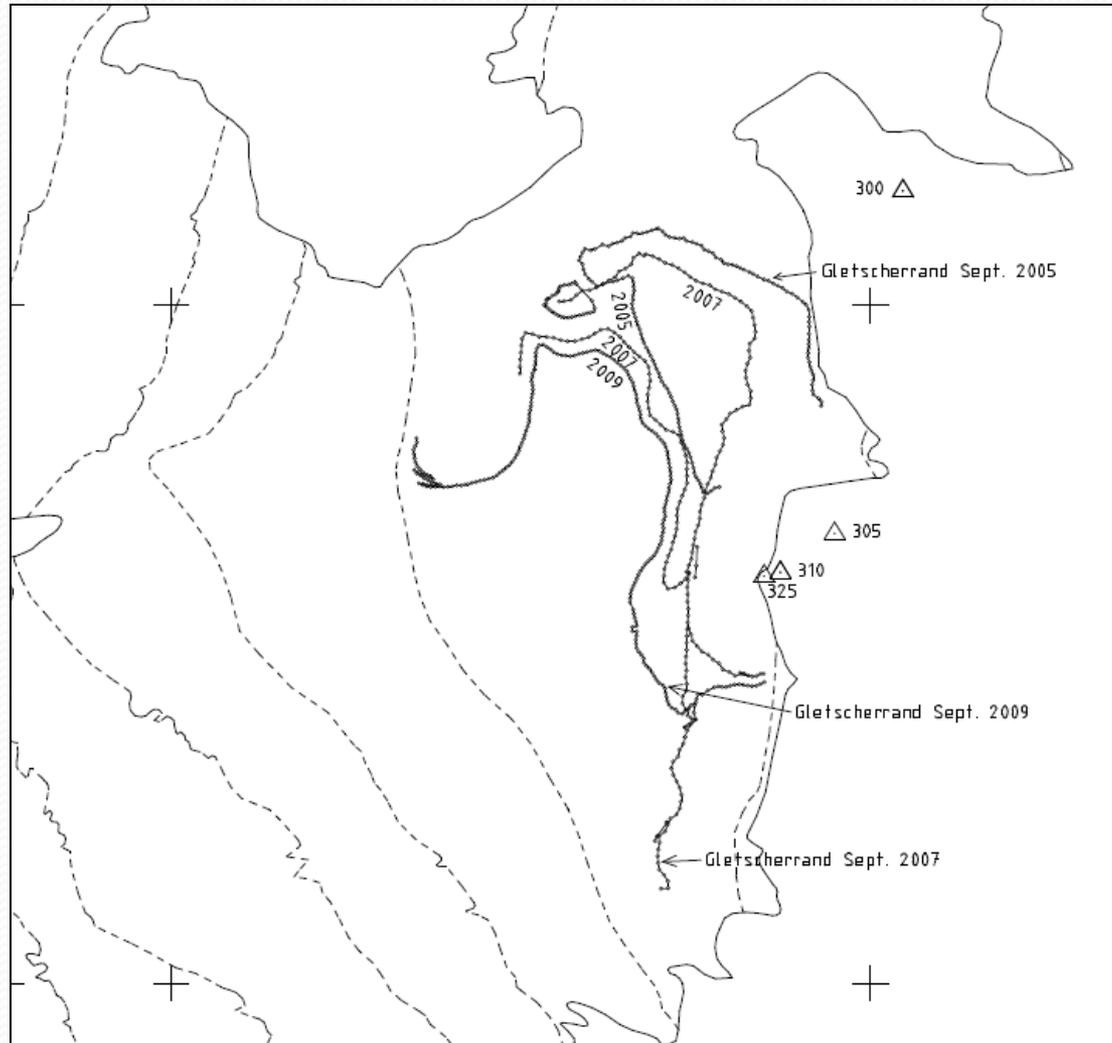
Vortragsreihe des GeoMV

"Landschaftswissenschaften und Geomatik an der Hochschule Neubrandenburg"

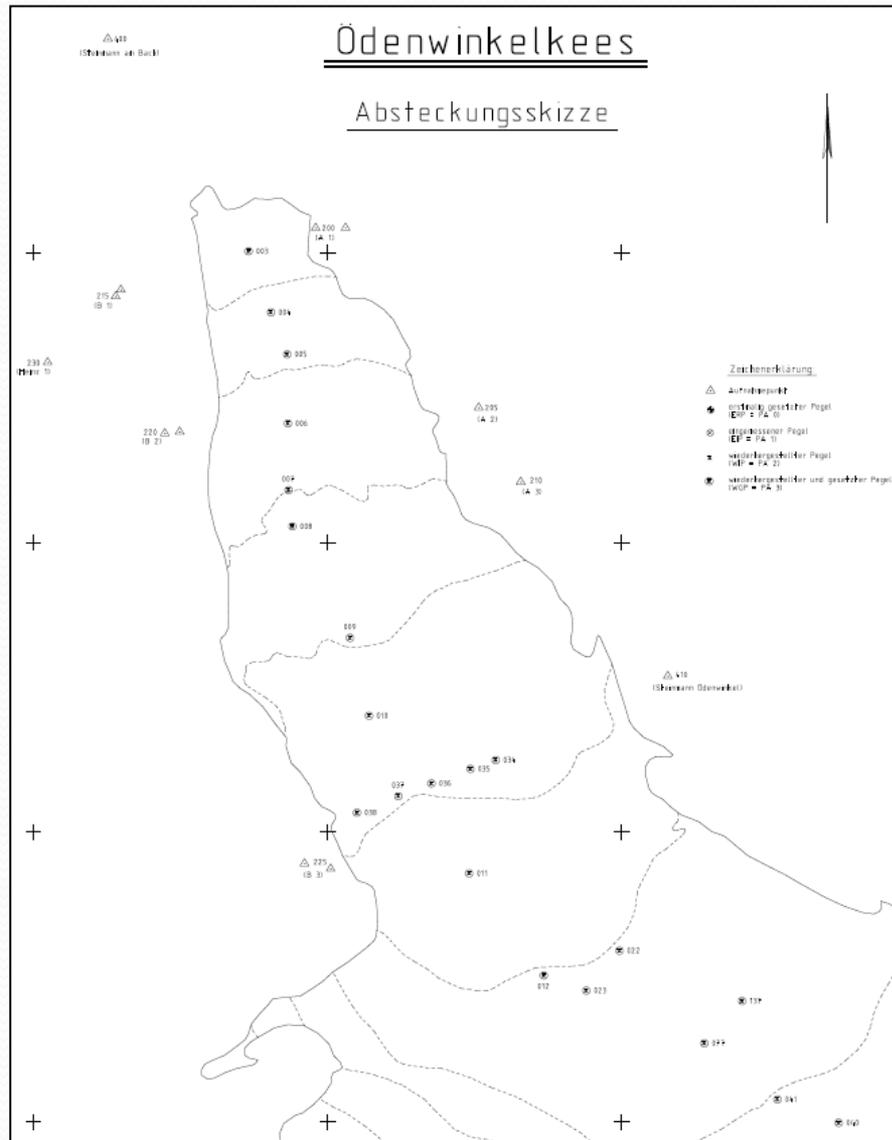


Ergebnisse der Gletschervermessungen

Gletscherranddarstellungen



Vortragsreihe des GeoMV



Ödenwinkelkees - Höhenänderungen des Jahres 2009

wiederhergestellte Punkte 2007				wiederhergestellte Punkte 2009				Höhendifferenz
Punkt-Nr.	Rechts	Hoch	Höhe	Punkt-Nr.	Rechts	Hoch	Höhe	
20707004	-52596,626	20397,700	2191,028	30909004	-52596,630	20397,729	2185,101	-5,93
20707005	-52569,111	20325,155	2212,656	20909005	-52569,048	20325,177	2208,454	-4,20
20707006	-52567,601	20205,980	2242,126	20909006	-52567,631	20205,926	2237,264	-4,86
20707007	-52566,676	20090,811	2256,266	30909007	-52566,596	20090,994	2251,415	-4,85
20707008	-52560,087	20028,113	2271,597	20909008	-52560,055	20028,193	2267,930	-3,67
20707009	-52463,492	19836,275	2311,525	30909009	-52461,940	19835,789	2308,189	-3,34
20707010	-52429,645	19701,509	2338,376	20909010	-52429,631	19701,517	2336,006	-2,37
20707011	-52259,344	19429,377	2389,096	30909011	-52259,328	19429,336	2385,713	-3,38
30707012	-52132,611	19253,238	2421,287	30909012	-52132,610	19253,176	2419,555	-1,73
20707022	-52003,897	19295,952	2425,227	20909022	-52003,895	19295,964	2422,721	-2,51
20707023	-52060,368	19227,111	2428,148	20909023	-52060,358	19227,133	2425,319	-2,83
20707034	-52214,374	19624,890	2370,629	20909034	-52214,408	19624,866	2366,441	-4,19
20707035	-52257,377	19609,696	2358,141	30909035	-52257,411	19609,688	2354,739	-3,40
20707036	-52323,684	19584,710	2358,118	20909036	-52323,668	19584,687	2354,020	-4,10
20707037	-52379,956	19562,569	2360,783	30909037	-52379,893	19562,560	2358,358	-2,42
20707038	-52450,203	19534,162	2365,915	20909038	-52450,255	19534,170	2365,369	-0,55
20707040	-51631,184	18998,815	2514,803	20909040	-51631,158	18998,839	2512,486	-2,32
20707041	-51735,482	19039,210	2483,460	20909041	-51735,498	19039,232	2480,972	-2,49
20707077	-51859,648	19136,244	2450,575	20909077	-51859,703	19136,234	2447,906	-2,67
20707137	-51795,560	19209,031	2451,318	20909137	-51795,507	19208,980	2448,980	-2,34

Ödenwinkelkees – Lageänderungen des Jahres 2009

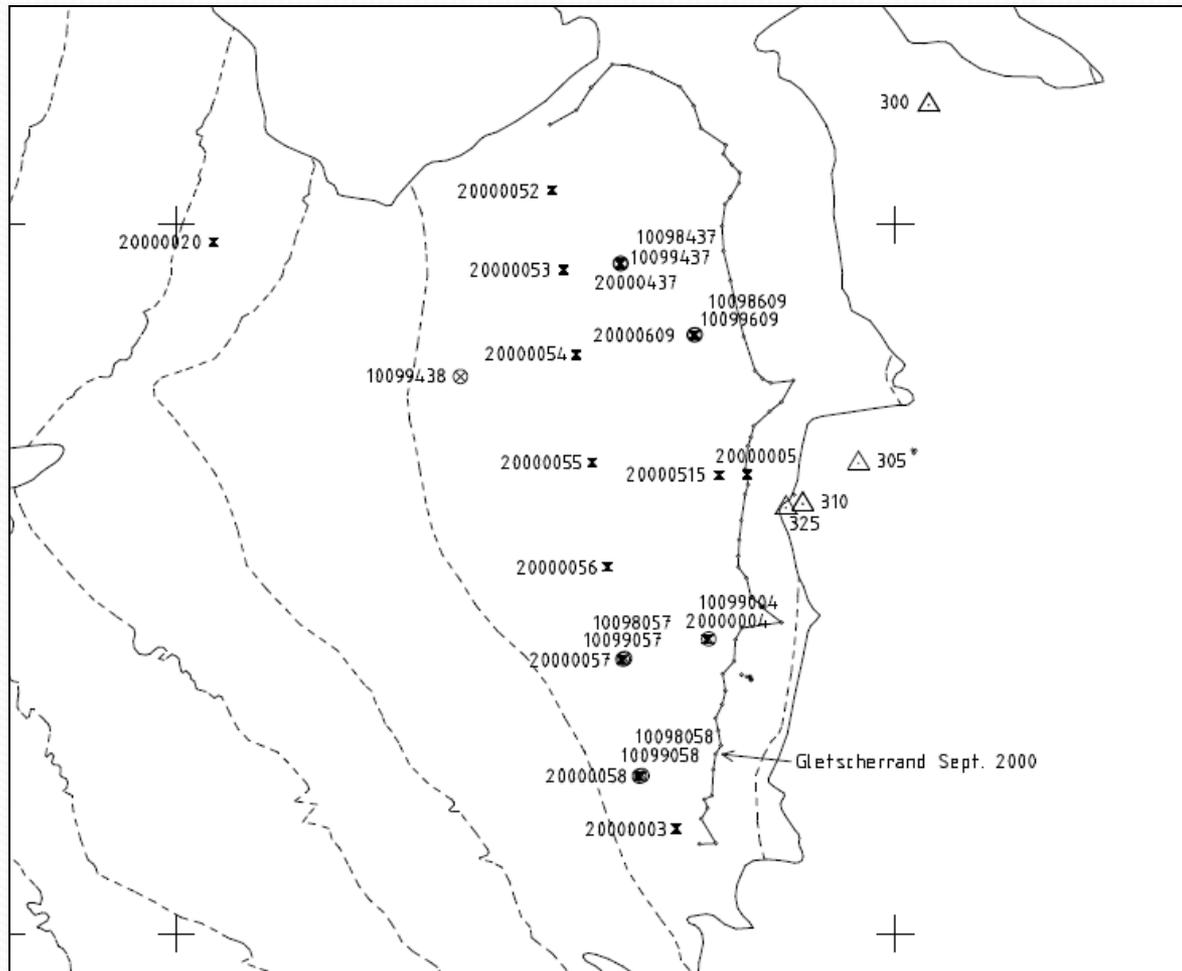
Lageänderung 2007 -> 2009

Bezugspunkte (aus 2005)			gewanderte Punkte 2007				Lageänderung	
Punkt-Nr.	Rechts	Hoch	Höhe	Punkt-Nr.	Rechts	Hoch	Höhe	(über 2 Jahre)
20707007	-52566,676	20090,811	2256,266	10907007	-52566,807	20098,602	2250,415	7,79
30707012	-52132,611	19253,238	2421,287	10907012	-52141,829	19269,476	2416,890	18,67

Lageänderung 2003 -> 2009

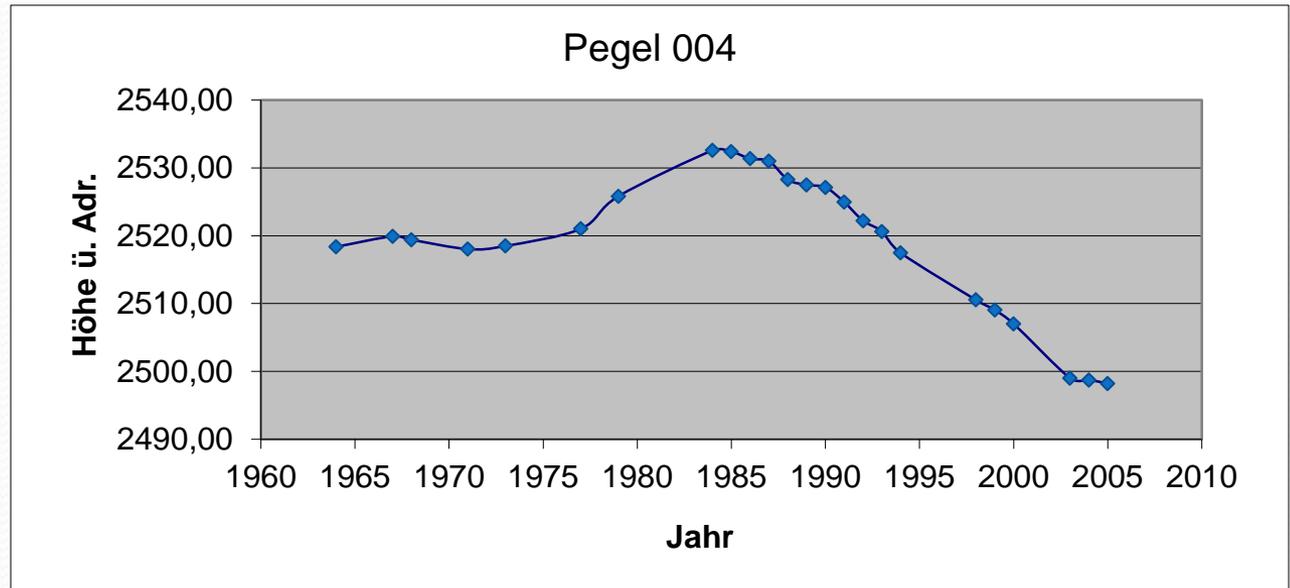
Bezugspunkt (aus 2003)			gewandelter Punkt 2007				Lageänderung	
Punkt-Nr.	Rechts	Hoch	Höhe	Punkt-Nr.	Rechts	Hoch	Höhe	(über 6 Jahre)
30303009	-52461,954	19835,822	2319,609	10903009	-52475,806	19862,118	2303,083	29,72

Darstellung der abgesteckten und aufgemessenen Pegel, sowie des Gletscherrandes 2000



Höhenänderungen des Pegels 004 von 1964 bis 2005 Sonnblickkees

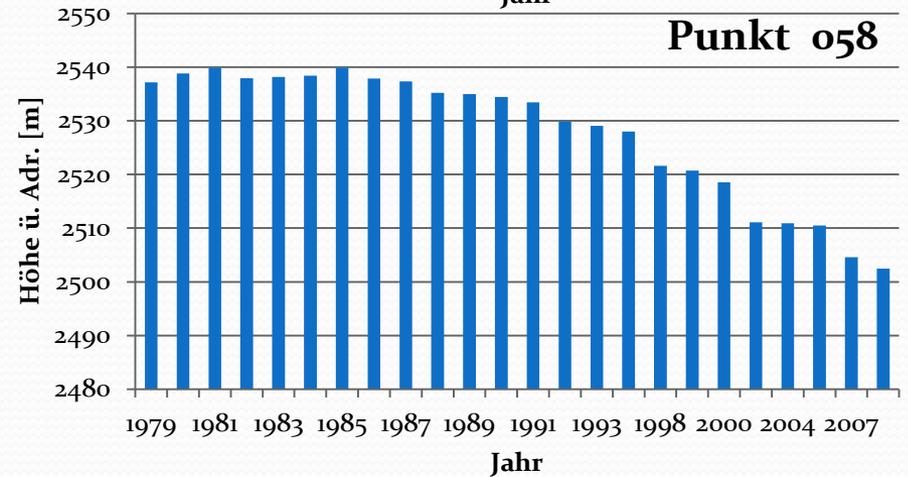
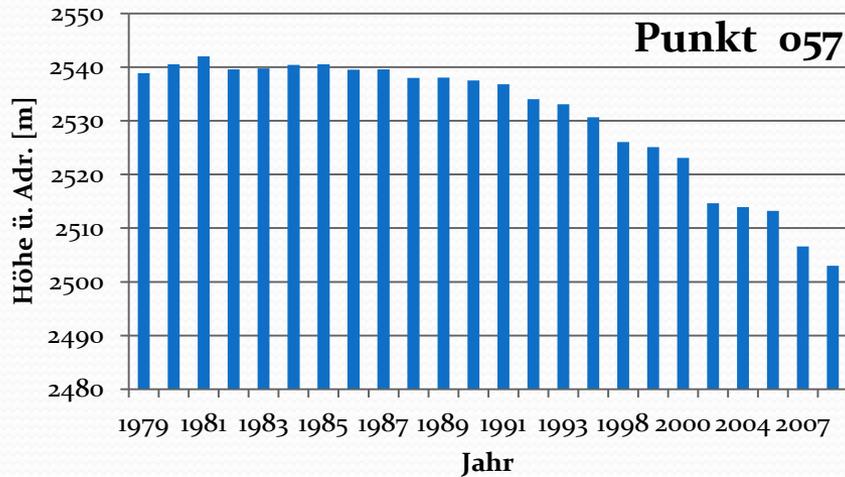
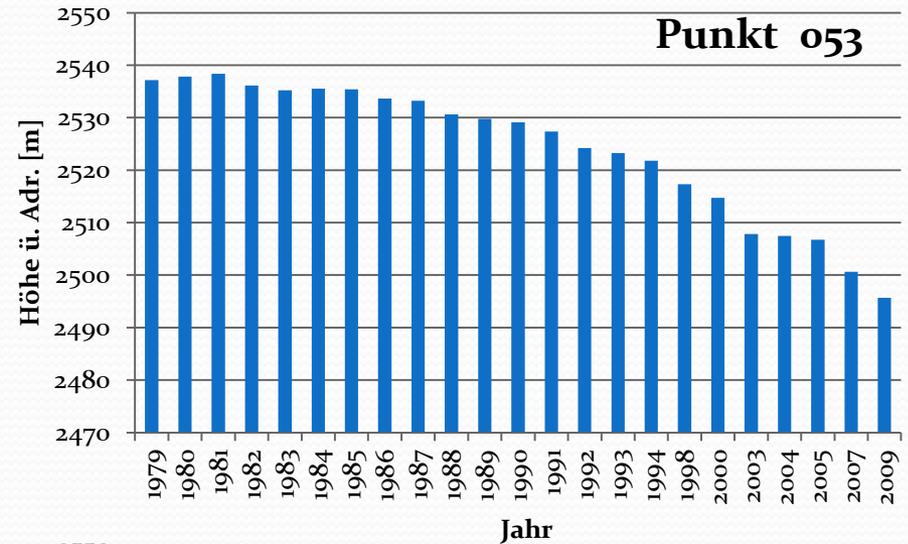
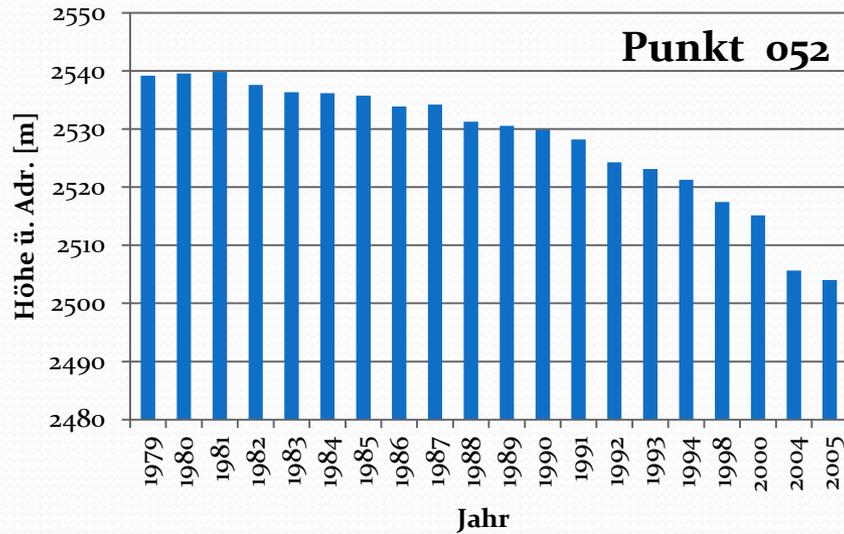
Jahr	Höhe [m ü. Adr.]	Höhendiff. [m]
1964	2518,37	
1967	2519,91	1,54
1968	2519,40	-0,51
1971	2518,03	-1,37
1973	2518,49	0,46
1977	2521,01	2,52
1979	2525,82	4,81
1984	2532,56	6,74
1985	2532,40	-0,16
1986	2531,34	-1,06
1987	2530,97	-0,37
1988	2528,26	-2,71
1989	2527,47	-0,79
1990	2527,12	-0,35
1991	2524,94	-2,18
1992	2522,21	-2,73
1993	2520,63	-1,58
1994	2517,46	-3,17
1998	2510,54	-6,92
1999	2509,06	-1,48
2000	2507,02	-2,04
2003	2499,02	-8,00
2004	2498,75	-0,26
2005	2498,23	-0,52



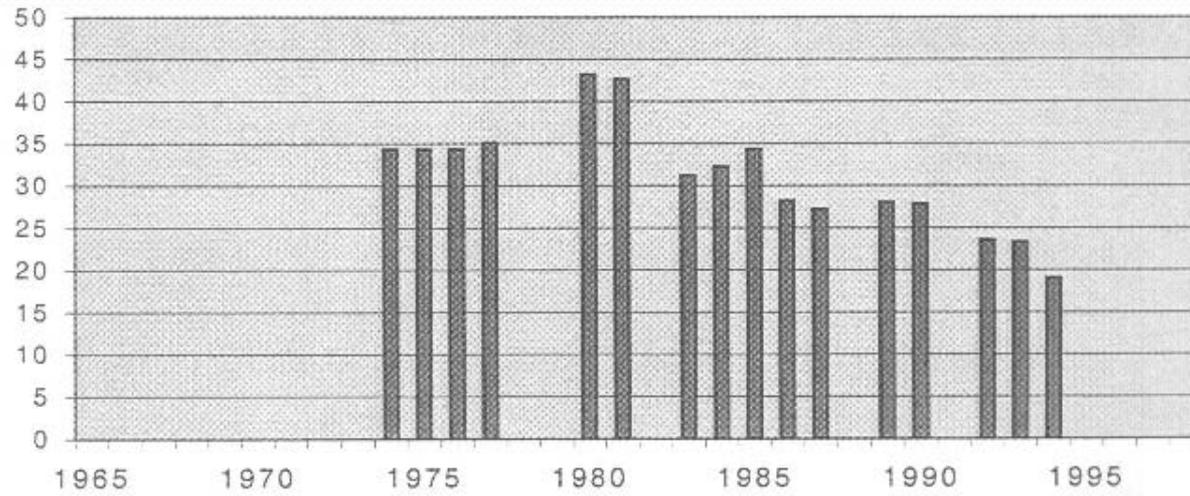
ab 2007 nicht mehr messbar, da im Eisrandsee

maximale
Höhendiff. 25,54 m

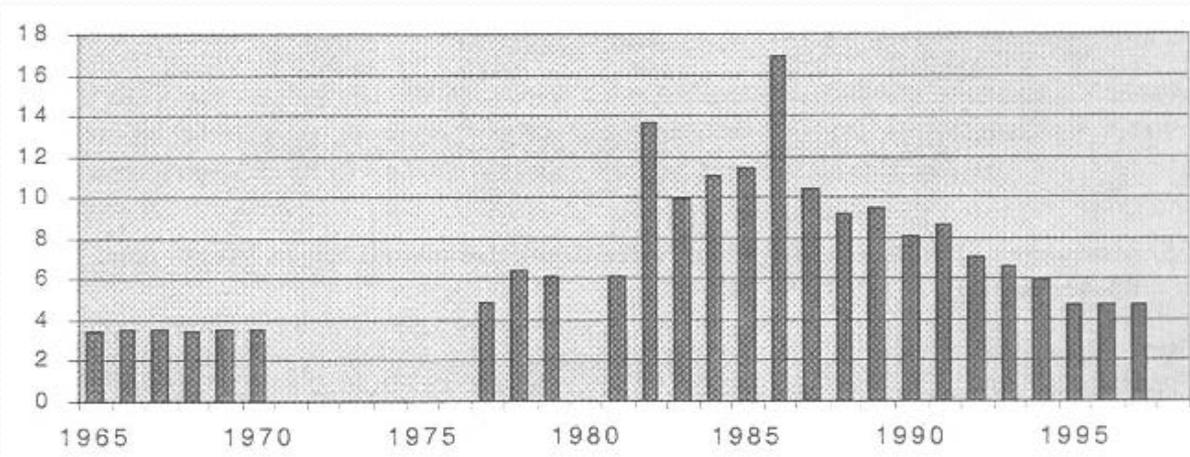
Höhenänderungen der Querprofilpunkte am Sonnblickkees



Fließgeschwindigkeit der Gletscheroberfläche in m/a

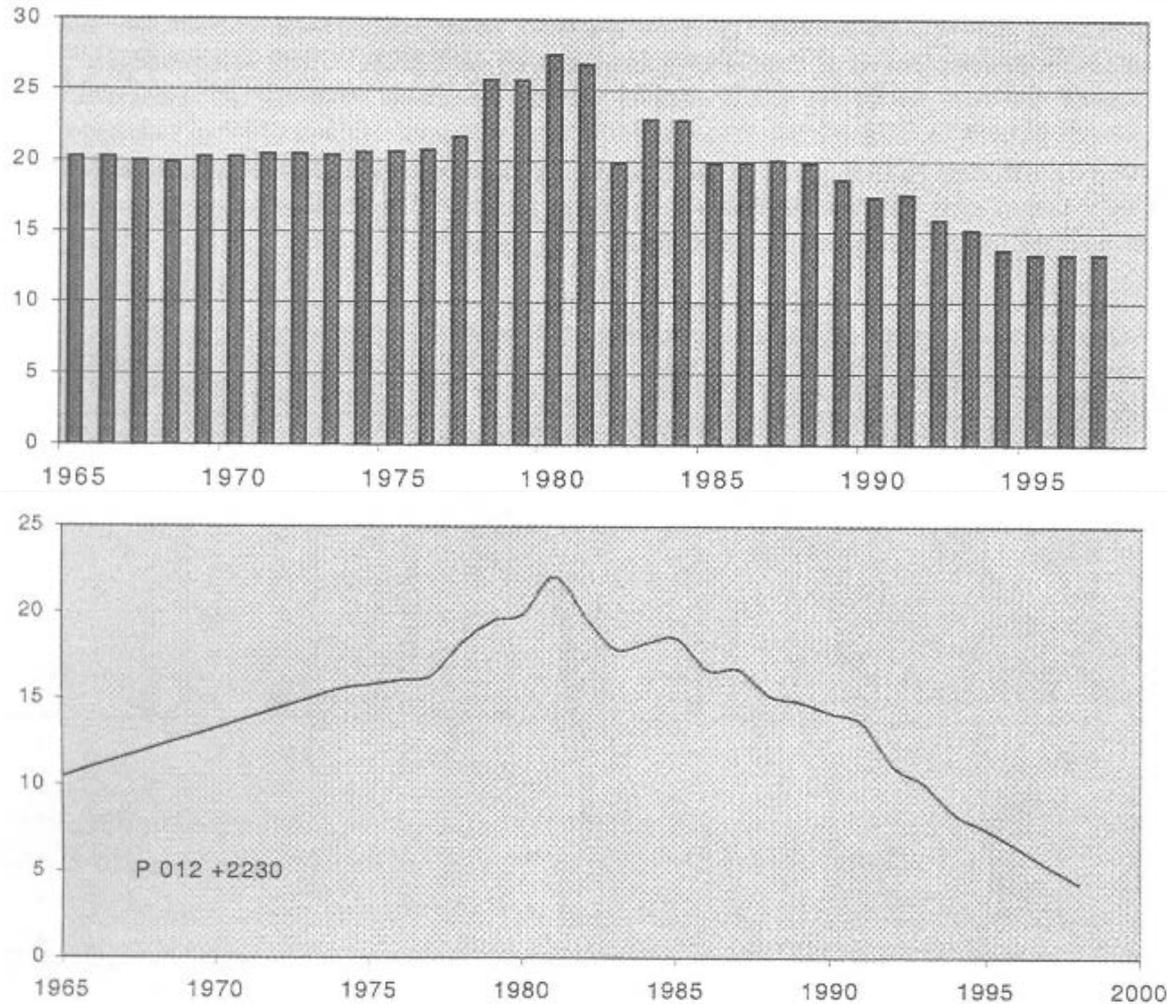


Pegel 040

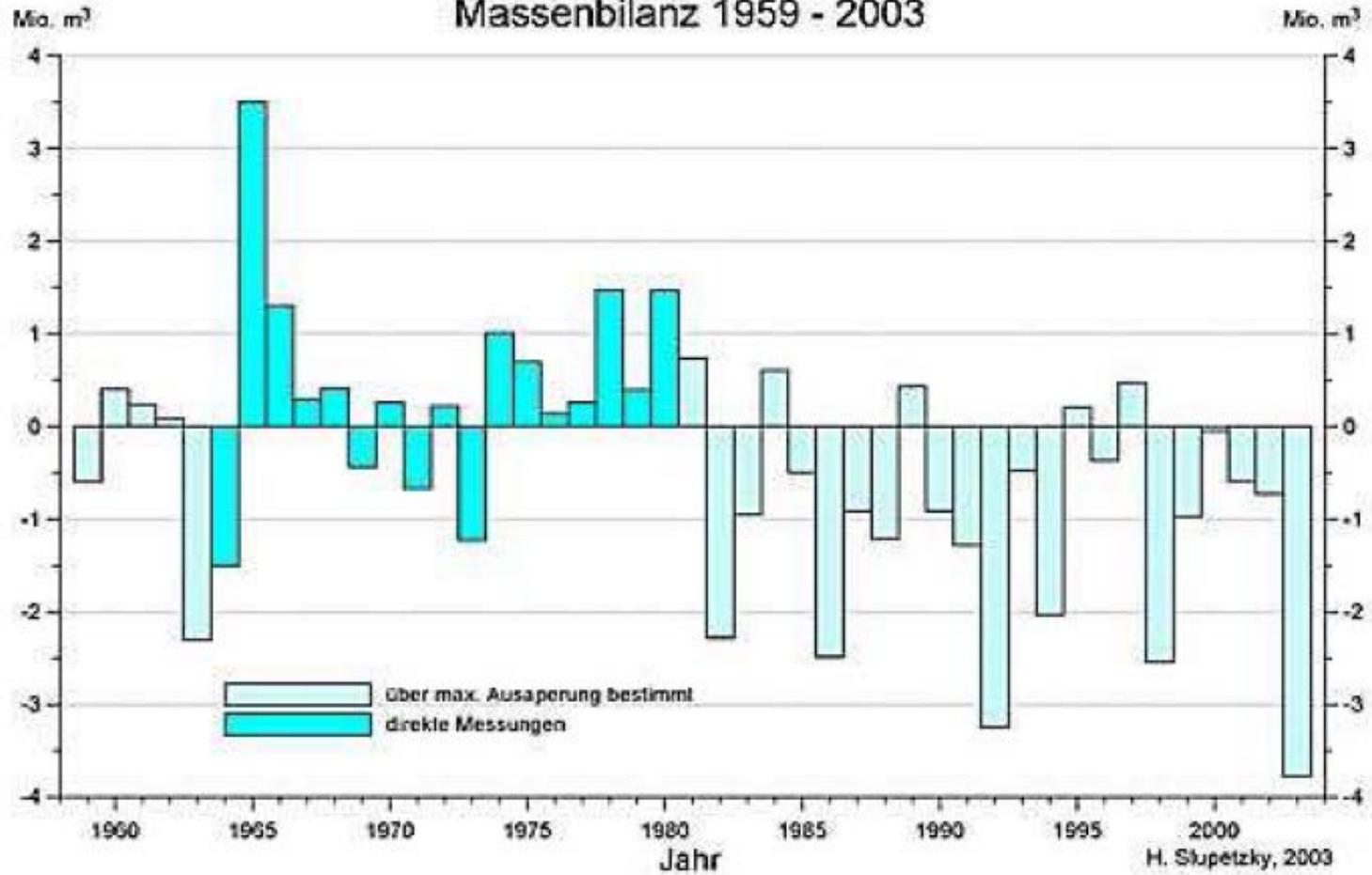


Pegel 004

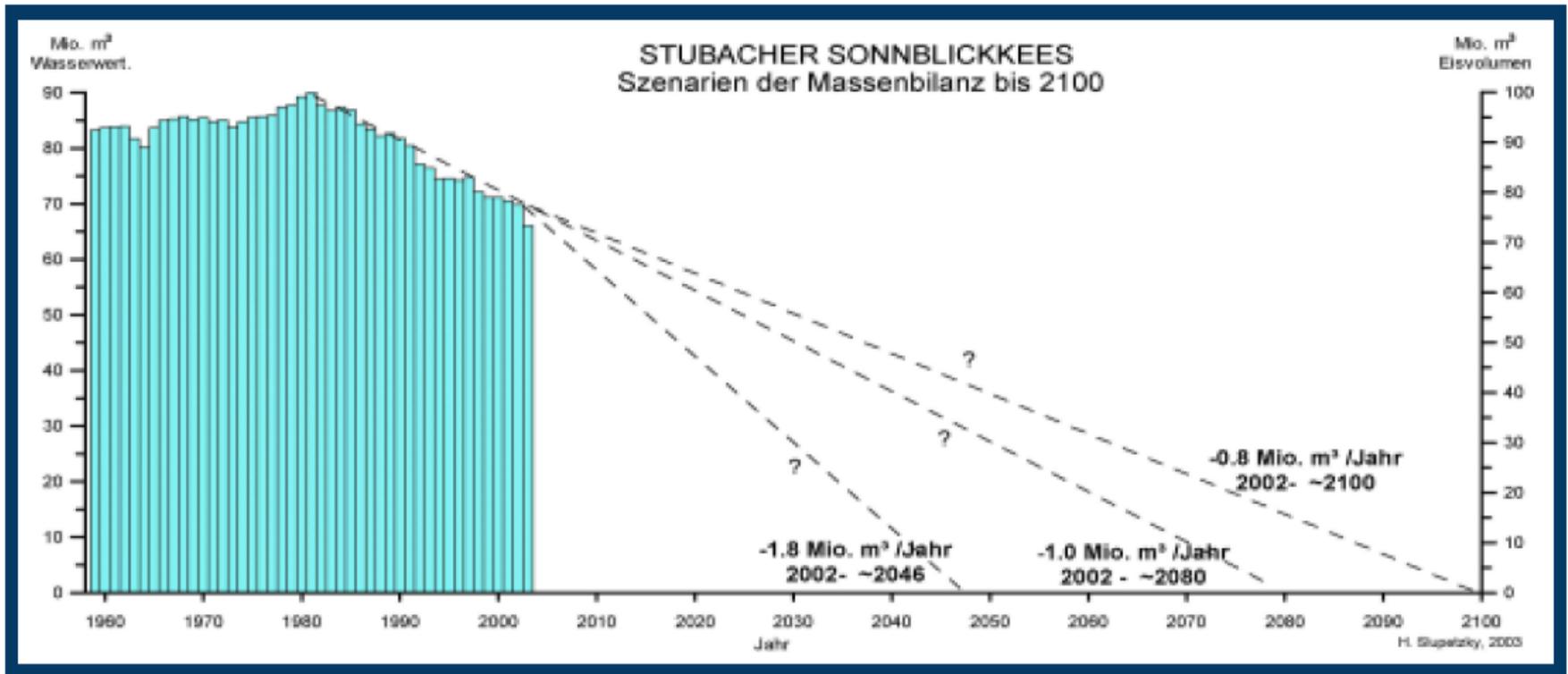
Oberflächengeschwindigkeit und Höhenänderung am Pegel 012



STUBACHER SONNBlickKEES Massenbilanz 1959 - 2003



Eisfreie Alpen?



Eine Extrapolation des Trends der letzten 20 Jahre zeigt, dass das Sonnblieckkees in den nächsten 40 bis 80 Jahren vollständig verschwunden sein könnte.

Zum Schluss doch noch ein eigener Fotovergleich



1995



2012

Vortragsreihe des GeoMV

"Landschaftswissenschaften und Geomatik an der Hochschule Neubrandenburg"



Herzlichen Dank für Ihre
Aufmerksamkeit