

103. - 104. Jahresbericht
des Sonnblick-Vereines
für die Jahre 2005 - 2006



Eigenverlag des Sonnblick-Vereines
Wien 2008



103. - 104. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 2005 - 2006

Eigenverlag des Sonnblick-Vereines, Wien 2008

Redaktion: Ingeborg Auer

Graphik, Layout: Sophie Debit

Inhalt

I. Auer: A Tale of Two Valleys – eine Geschichte über den Klimawandel in den Gemeinden Rauris und Flattach	5
R. Böhm, I. Auer, M. Ganekind, A. Orlik: Zwei Jahrhunderte Klimaschwankungen in zwei Tälern der Zentralalpen.....	10
A. Kirchengast: A Tale of Two Valleys – Zwei Alpentäler – zwei Geschichten. Erinnerungen und Einstellungen	21
I. Auer: Gletscherlängenmessungen im Sonnblickgebiet im Gletscherhaushaltsjahr 2004/2005.....	29
I. Auer: Gletscherlängenmessungen im Sonnblickgebiet im Gletscherhaushaltsjahr 2005/2006.....	32
I. Auer: Gletscherlängenmessungen im Sonnblickgebiet im Gletscherhaushaltsjahr 2006/2007.....	35
B. Hynek: Massenhaushalt 2003/2004 der Gletscher in der Goldberggruppe	39
B. Hynek: Massenhaushalt 2004/2005 der Gletscher in der Goldberggruppe	56
B. Hynek und C. Kroisleitner: Massenhaushalt 2005/2006 der Gletscher in der Goldberggruppe	74
Vereinsnachrichten und Tätigkeitsberichte, Wissenschaftsbericht 2005-2006.....	92
I. Auer und B. Hynek: Messergebnisse 2004/2005 und 2005/2006 im Sonnblickgebiet	125

A TALE OF TWO VALLEYS – EINE GESCHICHTE ÜBER DEN KLIMAWANDEL IN DEN GEMEINDEN RAURIS UND FLATTACH

Ingeborg Auer, Wien

Was wissen wir über regionalen Ausprägungen des Klimawandels und die Wetterextreme in den Hohen Tauern, in Rauris - im Rauriser Tal am Fuße des Sonnblicks- und Flattach im Mölltal? Welche Auswirkungen auf die Natur lassen sich bereits erkennen, welche Konsequenzen ergeben sich für die Bevölkerung? Wie wird die Zukunft aussehen und, welche Zukunftsszenarien lassen sich für die beiden Gemeinden erarbeiten? Dies sind einige der Leitfragen des Projektes „A Tale of Two Valleys“, das im Rahmen des Forschungsprogramms proVISION abgewickelt wird. Mit proVISION möchte das Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (kurz BMWF) das wissenschaftliche Fundament für Nachhaltigkeitsstrategien schaffen, in Bezug auf die Auswirkungen des Klimawandels auf Ökosysteme, Raumentwicklung und Lebensqualität. Da neben den beiden Gemeinden der Sonnblick im Mittelpunkt des Projektes steht, besteht auch seitens des Sonnblick Vereines Interesse das Projekt zu verfolgen und daran mitzuwirken. „A Tale of Two Valleys“ möchte den Bewohnerinnen und Bewohnern der Gemeinden Rauris und Flattach Anzeichen und Folgen des regionalen Klimawandels in verständlicher Art und Weise näher bringen. Die Geschichte beginnt zwar bereits in der Vorvergangenheit vor ungefähr 200 Millionen Jahren, als das Gebiet der Hohen Tauern noch unter dem Meeresspiegel des Thetis Ozeans lag, seit mehr als 200 Jahren verfügen wir allerdings über echte instrumentelle meteorologische Aufzeichnungen aus dem Alpenraum, die wir verwenden, um ein recht detailliertes Bild über Schwankungen und Trends des Klimas in den beiden Gemeinden aufzuzeigen; denn der generelle Temperaturanstieg seit dem Ende der kleinen Eiszeit hat auch vor den beiden Gemeinden nicht Halt gemacht. Wie haben Niederschlag, Schnee, Frost, Hitze und Sonnenscheindauer auf den globalen Temperaturanstieg regional und lokal reagiert? Welche Veränderung der Landschaftsformen und wirtschaftlichen Strukturen können wir beobachten, mit welchen Wetterextremen war die Bevölkerung konfrontiert, wie ist sie damit umgegangen und wie denkt sie heute darüber? Das alles ist Bestandteil der Geschichte „A Tale of Two Valleys“, die mit Hilfe von Szenarien in der Zukunft enden wird.

Inter- und Transdisziplinarität sind die leitenden Forschungsprinzipien; sie stehen für jene wissenschaftliche Arbeit, in der außerwissenschaftliche Partner und Partnerinnen an der Entstehung des Wissens mitwirken, ihre Problemsicht, ihr Wissen, ihre Erfahrungen in die Forschung einbringen und dadurch die Schlagkraft der Wissenschaft verbessern. Das Projektteam setzt sich somit einerseits aus Natur-, Wirtschafts-, Sozial- und GeisteswissenschaftlerInnen (der Zentralanstalt für Meteorologie und des Joanneum Research) und andererseits aus alpinen Vereinen, örtlichen Fremdenverkehrs- und Kulturvereinen, wirtschaftlichen und politischen Entscheidungsträgern vor Ort sowie den Bewohnerinnen und Bewohnern der Gemeinden zusammen. Auch der Sonnblick Verein ist Projektpartner, und auch Kinder und Jugendliche beteiligter Schulen beschäftigen sich im Rahmen des Projektes fächerübergreifend mit dem Thema „Klimawandel“

Für die beiden Gemeinden startete das Projekt mit einer abendlichen **Informationsveranstaltung** am 18. Jänner 2006 in Flattach und am 19. Jänner 2006 in Rauris. Ein durch das interdisziplinäre Projektteam präsentierter Vortrag informierte die BewohnerInnen der Gemeinden über Klimawandel vom globalen bis hin zum regionalen Aspekt, über bereits sichtbare und mögliche zukünftige Klimafolgen, über sozio-ökonomische Strukturen bis hin zu Aspekten der Landschafts- und Landnutzungsänderung. Die nachfolgende Diskussionsmöglichkeit bot Gelegenheit zu gegenseitiger Information.

„Wissenschaft erleben“ war das Motto der **Rauriser Wissenschaftstage**, vom 7.-9. Juli 2006. Am ersten Tag standen Vorträge und Diskussion auf der Rauriser Heimalm am Programm, die dem Klimawandel vom globalen Aspekt, über den regional - alpinen bis hin zum lokalen Aspekt in Rauris gewidmet waren. Mehr als 100 registrierte BesucherInnen hatten die Gelegenheit, neueste Forschungsergebnisse aus dem Bereich Climate Change und deren breit gestreute Auswirkungen und Zusammenhänge zu erfahren, die von der Klimarekonstruktion der letzten 1000 Jahre bis hin zur kritischen Betrachtung der Klimamodelle reichten. Diese Vielfalt konnte durch die Kooperation mit einem internationalen EU FP5 Projekt, ALP-IMP erreicht werden. Darüber hinaus bot sich die Gelegenheit, die Thematik des Klimawandels und des 2-Täler-Projektes aus der Sicht der Jugend zu betrachten, da Jugendliche dreier Gymnasien –BG/BRG Zell am See, BORG Spittal an der Drau und Stiftsgymnasium Melk – ihr Projektengagement in Form von Postern bereitstellten. Am nächsten Tag erfolgte in vier Gruppen der Anstieg von Kolm-Saigurn bis zur Gletscherzunge des Goldbergkeeses unter der Führung je eines ortskundigen Nationalpark – Rangers, unterstützt von zumindest einer WissenschaftlerIn aus dem Bereich Klimatologie/Glaziologie der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Mehr als 60 Personen erlebten die Marken von Climate Change in Natura bei der mehrere Klimazonen durchschreitenden Wanderung, die vom Rande der Waldgrenze, durch die immer spärlicher werdende Vegetation, durch das Gletschervorfeld bis in die Region des „ewigen Eises“ führte. Durch die rege Beteiligung von WissenschaftlerInnen aus den verschiedensten Wissensgebieten - neben Klimatologie und Glaziologie waren unter anderem auch Dendrochronologie, Holzforschung, Geologie, Botanik, Wirtschaftswissenschaft, Soziologie und Pädagogik vertreten - gingen die Gespräche und Diskussionen weit über den Aspekt der reinen Klimatologie hinaus. Groß war die Motivation den Sonnblick Gipfel zu erreichen, da eine Führung durch das Observatorium lockte. Der Wettergott spielte gerade noch mit, und so war es für 44 mutige und konditionsstarke Personen möglich, den Sonnblick Gipfel zu erklimmen und das weltweit berühmte Sonnblick Observatorium kennen zu lernen. Nach der Nächtigung am Zittelhaus erfolgte am nächsten Tag der Abstieg nach Kolm Saigurn.

Am 25. März 2007 beteiligte sich das 2Täler Projekt an den **Rauriser Literaturtagen**. Schülerinnen und Schüler der Hauptschule Rauris gestalteten das etwa 20minütige Rahmenprogramm, in welchem sie ihre Gedanken und Ideen zum Thema „A Tale of Two Valleys“ literarisch und musikalisch darboten. Dies erfolgte in Gedichten und Lesungen, in kurzen schauspielerischen Szenen und Liedern. In der Diskussionsrunde wurden die Bedeutung des Sonnblick Observatoriums, Klima- und Umweltwandel im Rauriser Tal, Zukunftsperspektiven und vieles mehr angesprochen..

Zur Erneuerung des **Gletscherschaupfades Goldbergkees** aus den 1980er Jahren in einen **Gletscherlehrpfad** den heutigen Verhältnissen entsprechend wurden die Inhalte der Schautafeln vom ZAMG Gletscherexpertinnenteam auf den neuesten Stand gebracht, die Zahl der Schautafeln erhöht. Die Montage der Tafeln erfolgte im Rahmen eines sommerlichen Umweltcamps der Wiener Naturfreunde, ein früher Wintereinbruch im Gebirge verhinderte allerdings die Fertigstellung und die geplante Eröffnung Ende September 2007. Auch die anlässlich der Eröffnung vorgesehene Sternwanderung von Rauris und von Flattach zum Sonnblick Observatorium fiel dem Wintereinbruch zum Opfer. Erfreulicherweise konnten jedoch - ohne Rücksicht auf die Wetterverhältnisse nehmen zu müssen - Schülerinnen und Schüler des BG/BRG Zell am See und des BORG Spittals am 28. September 2007 die Ergebnisse ihrer „**Jugendbefragung**“, die sie mit Jugendlichen aus Rauris und Flattach durchführten, präsentierten. Am Abend desselben Tages erfreuten sich im Naturfreundehaus Kolm-Saigurn interessierte Zuhörer und Zuhörerinnen am Vortrag „Gletscher im Klimawandel“, anlässlich der Vorstellung des gleichnamigen Buches.

Ende April 2008 war es dann soweit, dass das interdisziplinäre Projektteam die Endergebnisse den Bewohnerinnen und Bewohnern von Rauris und Flattach im Rahmen

von **Abschlusspräsentationen** in den beiden Tälern vorstellen konnten. Klimawandel und seine Auswirkungen in Bezug auf Landschaftsveränderungen (Gletscher), Landschaftsveränderungen als Resultat des Strukturwandels (Wald, Almflächen, Siedlungsflächen, Wasserflächen), Zusammenhänge von Wetter und Tourismusziffern, Ausblicke in die Zukunft. Zu Wort kamen natürlich auch die Betroffenen: einerseits durch die Ergebnisse der örtlich durchgeführten Befragungen, andererseits durch die Diskussionsmöglichkeiten in der Pause und im Anschluss an die Vorträge.

Parallel dazu präsentierte die Ausstellung **“proVISION unterwegs”** ausgewählte Projektergebnisse im Gemeindeamt Rauris. Bürgermeister Reiter, Frau Hauptschuldirektorin Sommerbichler, Herr MR. Smoliner vom BMWF sowie Ingeborg Auer eröffneten die Ausstellung mit Kurzstatements. Die Ausstellung verblieb zwei Wochen vor Ort und bot der Bevölkerung noch reichlich Gelegenheit sich über die wichtigsten Projektergebnisse zu informieren. Wesentlich mehr über das Projekt finden Sie auf unserer Homepage <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys>, mehr über das Gesamtprogramm ProVISION unter dem Link: <http://www.provision-research.at/cms/scripts/active.asp>

Danksagung: Die Durchführung der genannten Aktivitäten war nur mit Hilfe und Unterstützung zahlreicher Personen möglich, insbesondere der Forscherinnen und Forscher der ZAMG und der Joanneum Research GmbH Petra Amrusch, Ch. Aumayr, Reinhard Böhm, Klaus Granica, Clemens Habsburg-Lothringen, Nicole Höhenberger, Bernhard Hynek, Anita Jurkovic, Anna Kirchengast, Christine Kroisleitner, Eva Korus, Alexandra Kulmer, Alexander Orlik, Renée Mudri-Raninger, Iris Oberauer, Franz Prettenthaler, Herwig Proske, Thomas Schinko, Wolfgang Schöner, Ursula Schmitt, Nadja Vettters und Gernot Weyss. Mein Dank gilt im Besonderen den beiden Bürgermeistern Bgm. Reiter und Bgm. Vierbauch, der Tourismusgemeinschaft Mölltaler Gletscher vertreten durch Frau Schurian, Frau Kathrin Klingler vom Kulturverein Rauris, Niko Granegger Hüttenwirt Heimalm&Hochalm, MitarbeiterInnen des Projektes ALP-IMP, Frau Britta Steinwendtner Leiterin des Organisationskomitees der Rauriser Literaturtage, Frau Schuldirektorin Marie-Luise Sommerbichler, Hans von Storch vom GKSS, Hannelore Schimaneck von den Wiener Naturfreunden und ihren freiwilligen HelferInnen Irene, Märie, Stefi und Lukas, Manfred Schwarzenberger von der Naturfreunde Sektion Rauris, den Direktoren, Lehrerinnen und Lehrern, Schülern und Schülerinnen der Gymnasien in Zell am See, Spittal an der Drau und Melk, Hermann Maislinger vom Naturfreundehaus Kolm-Saigurn, Steffi und Inge Daxbacher aus Rauris sowie Frau Bettina Wanschura und Gert Domenig Fa. PlanSinn GmbH.



Abbildung 1: Projektstart und Informationsveranstaltung in Flattach im Fraganterwirt am 18. Jänner 2006 (links) und in Rauris im Raikasaal am 19. Jänner 2006 (rechts). Foto: Nadja Vettters, Joanneum Research

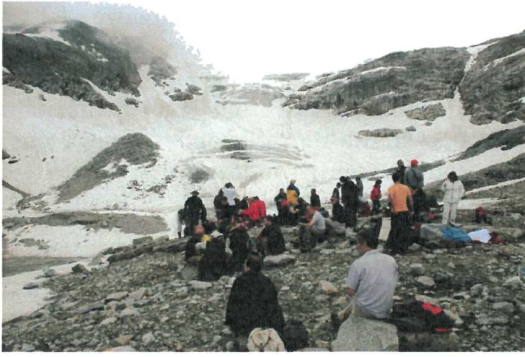


Abbildung 2: Verdiente Rast am Fuße des Goldbergkeeses (links) und Führung durch das Sonnblick Observatorium (rechts). Foto: Gernot Weyss



Abbildung 3: Schüler und Schülerinnen der Hauptschule Rauris in schauspielerischen und musikalischen Szenen zum Thema Klimawandel. Fotos: Erwin Simonitsch Redaktion – Pinzgauer Nachrichten - Salzburger Woche



Abbildung 4: Arbeiten im Gelände, Transport und Montage der Schautafeln des Gletscherlehrpfades zum Goldbergkees im Juli 2007. Fotos: Lukas Strasser



Abbildung 5: Eröffnung der Ausstellung „proVISION unterwegs. Forschung für nachhaltige Entwicklung“ in Rauris am 28. April 2008. Fotos: Gert Domenig, Plansinn GmbH

Adresse der Autorin:

Dr.ⁱⁿ Ingeborg Auer

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38

1190 Wien

E-Mail: ingeborg.auer@zamg.ac.at

ZWEI JAHRHUNDERTE KLIMASCHWANKUNGEN IN ZWEI TÄLERN DER ZENTRALALPEN

Reinhard Böhm, Ingeborg Auer, Manfred Ganekind und Alexander Orlik, Wien

Der Großraum Alpen, vom Rhonetal bis zur ungarischen Tiefebene und von der Cote d'Azur bis zu den Vogesen, der schwäbischen Alp und dem Böhmerwald, ist weltweit das Gebiet mit den meisten langen Klimazeitreihen. In mehr als zehnjähriger Zusammenarbeit mit den Wetterdiensten, Hydrographischen Ämtern, aber auch Universitäten der Region konnte die HISTALP-Datenbank aufgebaut werden (Auer et al., 2007). Sie enthält mehr als 500 qualitätsgeprüfte monatliche Klimazeitreihen, deren ältere Teile an den Standort, die Instrumente, die Beobachtungszeiten, die Umgebung und andere Einflussfaktoren der aktuellen Stationen angepasst wurden. Diese aufwendige Arbeit nennt man „homogenisieren“, - erst dadurch zeigen Klimazeitreihen das tatsächliche Klima und nicht etwa die Übersiedlung der Messstation Badgastein von der Schule zum höher gelegenen Talboden Richtung Bockstein, die natürlich eine Abkühlung ergeben hätte. Diese HISTALP-Datenbank der ZAMG enthält eine Fülle von Material über die Klimaschwankungen der letzten 150 bis 250 Jahre, aus dem hier ein kleiner Ausschnitt besprochen wird. Wir wollen uns auf zwei Gemeinden der Hohen Tauern konzentrieren, Rauris und Flattach, - das Zielgebiet des ZAMG-Projekts „A Tale of two Valleys“ (BMWF-Programm proVision) - und auf die hier in den letzten beiden Jahrhunderten stattgefundenen Schwankungen, Trends und Extremwerte der Temperatur, des Niederschlages und des Schneefalls in den verschiedenen Seehöhenstufen von den Tälern bis in die Dreitausenderregion des Alpenhauptkamms.

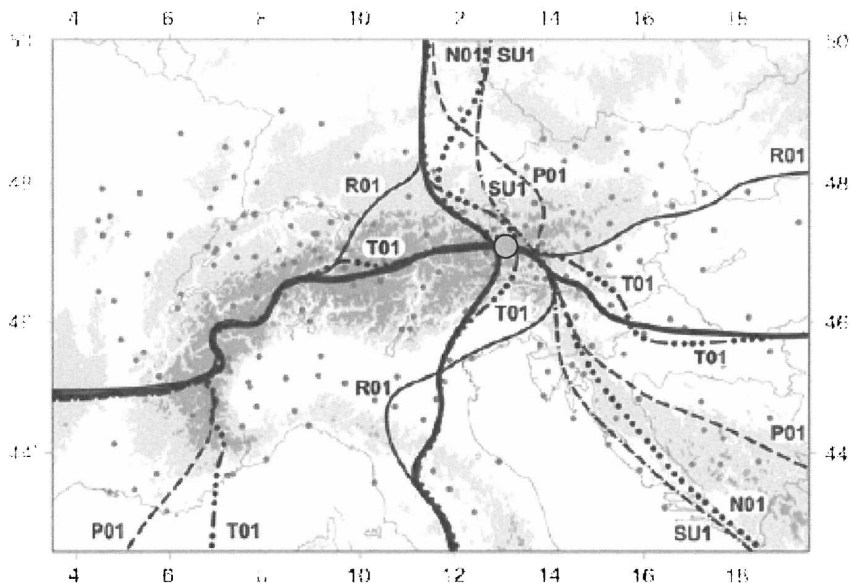


Abbildung 1: Die vier Klimaregionen des Großraums Alpen. Dünne Linien zeigen die Klimagrenzen für die Temperatur (T01), den Niederschlag (R01), den Luftdruck (P01), den Sonnenschein (SU1) und die Bewölkung (N01). Die dicken Linien sind der „Kompromiss“ für das Klima insgesamt. ○...2-Täler Gebiet (Quelle: Auer et al., 2007)

Die Karte des Großraums Alpen in Abbildung 1 zeigt seine Unterteilung in unterschiedliche Hauptklimazonen. Die dünnen Linien sind das Ergebnis einer mathematischen Methode (Hauptkomponentenanalyse), die ähnliche Klimagebiete für die verschiedenen Klimagrößen zusammenfasst. Die dicken Linien stellen die

Hauptklimagrenzen im Alpenraum dar. Die eher waagrechte dicke Linie trennt das Mittelmeerklima vom gemäßigten Klima der Westwindzone, die etwa senkrecht verlaufende Linie trennt den eher atlantischen (ausgeglichenen) Bereich im Nordwesten vom eher kontinentalen Nordosten (kältere Winter, heißere Sommer). Der mediterrane Süden des Alpenraums wird im Sommer vom „Subtropenhoch“ aufgesucht, zeigt aber in den Übergangsjahreszeiten deutlich höhere Niederschläge als der Norden des Alpenraums. Im atlantischen Bereich ist die Niederschlagsverteilung über das Jahr eher ausgeglichen, in den nördlichen Zentralalpen gibt es den meisten Niederschlag im Sommer. Die Zweitälerregion befindet sich ziemlich genau am Kreuzungspunkt von vier Europäischen Hauptklimazonen und reicht mit seinen hohen Gebirgszügen außerdem noch in eine vertikale Klimazone hinein, die sich in Meeresniveau erst wieder in der Arktis findet.

Wir haben die regionalen Klimareihen der HISTALP-Datenbank (Efthymiadis et al., 2006, Auer et al., 2005, 2007) mit den lokalen Messreihen der Zweitälerregion „verschnitten“ und so zwei volle Jahrhunderte instrumenteller lokaler Klimareihen erzeugt, die im Tal den Zeitraum 1800 bis 2007 überdecken, für die höheren Gebirgslagen beginnen die Klimareihen im Jahr 1818. Alle monatlichen, jahreszeitlichen und jährlichen Reihen von Lufttemperatur, Sonnenscheindauer und Niederschlag (getrennt nach Schnee- und Regen) für Flattach, Rauris, den Sonnblick sowie für dazwischen liegende Seehöhen von 1500m, 2000m und 2500m können von der Projektshomepage herunter geladen werden. Die folgenden Abschnitte zeigen und beschreiben eine Auswahl davon.

In Rauris begannen direkte Klima-Messungen, die bis heute weitergeführt werden, im Jahr 1875. Gut zehn Jahre später nahm das Sonnblick Observatorium seinen Betrieb auf, das mit seinen 120 jährigen Klimareihen aus der Hochgebirgsregion wissenschaftliche Weltgeltung besitzt und die für Gebirgsregionen so wichtige Information direkt vom Alpenhauptkamm liefert. Darüber hinaus konnten für die Region Hohe Tauern die Klimazeitreihen von Zell am See (seit 1875), Schmittenhöhe (seit 1880), Bad Gastein (seit 1854), Radstadt (seit 1896) und Salzburg (seit 1842) herangezogen werden.

In Flattach selbst gibt es keine langjährigen Klimabeobachtungen. Kürzere Klimareihen gibt es für Flattach zwischen 1901 und 1921, Kleindorf und Innerfragant aus aktuelleren Zeiträumen, etwas längere aus Obervellach und Döllach. Lange Zeitreihen der HISTALP-Datenbank liegen aus der südlichen Hohe Tauern Region aus Heiligenblut, Kals, Lienz, Millstatt und Radenthein vor.

Temperatur

Die „Klassiker“ aller Klimakurven sind wohl die der Jahresmittel der Lufttemperatur. Beginnen wir deshalb unsere Reise durch die letzten beiden Jahrhunderte des Klimas der Hohen Tauern mit ihnen. Abbildung 2 zeigt die einzelnen Jahresmittel und einen geglätteten Verlauf für das Mölltal bei Flattach in rund 700m, für den Ort Rauris in etwa 950m und für zwei Höhenlagen (2000m und 3100m). Abgesehen davon, dass die Temperaturen mit der Seehöhe abnehmen fällt auf, dass der geglättete Verlauf in den verschiedenen Höhenstufen sehr ähnlich ist. Gegenüber einer Kälteperiode im 19. Jahrhundert hat die Temperatur in der Region um rund 2°C zugenommen – das ist etwa doppelt so viel wie die Temperaturzunahme in Mittel der ganzen Erde (Matulla et al., 2005, Jones et al., 1999, Brohan et al., 2006). Die Erwärmung erfolgte nicht stetig, sondern in zwei Hauptschüben: der erste von 1890 bis 1950, dann eine leichte Abkühlung bis in die 1970er Jahre und schließlich unser aktueller Wärmeschub in den 1980er und 1990er Jahren. Der heutige Stand der Klimaforschung schreibt den ersten Wärmeschub natürlichen Ursachen zu, den zweiten zumindest zum Teil dem menschlich verursachten (anthropogenen) Treibhauseffekt. Ein Blick an den Anfang der Kurven zeigt, dass um 1800 ebenfalls wärmere Zeiten herrschten, erst ab den 1810er Jahren die letzte Phase der „Kleinen Eiszeit“ für einen letzten Kältetiefpunkt sorgte, der zu den kältesten der letzten 10.000 Jahre gehörte, wie wir aus den indirekten Klimazeugen (Proxidaten) der Klimavorvorgangenheit wissen.

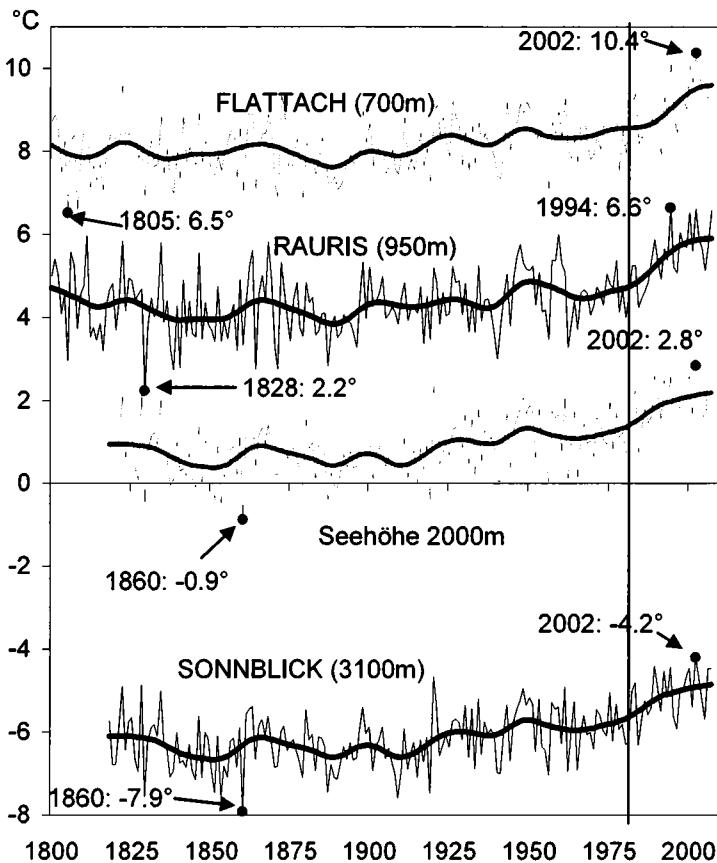


Abbildung 2: Jahresmittel der Lufttemperatur in Flattach, Rauris, in den Hohen Tauern in 2000m und in 3100m Seehöhe (Sonnblick). Die dünnen Linien zeigen die Einzeljahre, die dicken sind 30-jährig geglättet. Talreihen 1800-2007, Bergreihen 1818-2007. Die kältesten und wärmsten Jahre der Zeitreihen sind als schwarze Punkte markiert. Die vertikale Linie in den frühen 1980er Jahren markiert die Wende vom natürlichen zum menschlich mit beeinflussten Treibhausklima

Ein Blick auf die dünnen Linien der Einzeljahre zeigt, dass diese wesentlich stärkere Schwankungen von Jahr zu Jahr besitzen, als der langjährig geglättete Verlauf. Diese starke kurzfristige Variabilität von Jahr zu Jahr (Jahreszeit zu Jahreszeit, Monat zu Monat, Tag zu Tag) im Verhältnis zu den viel geringeren langfristigen Trends ist es, die zu vielen Missverständnissen in der Klimadebatte führt. Sie wird von uns viel eher wahrgenommen, als der Langfristtrend – gerade er ist es jedoch, um den sich unsere Sorgen um das Klima der Zukunft drehen. Der einzelne heiße Sommer 2003 sagt genauso wenig aus über Langfristtrends wie der wieder recht kalte Winter 2005/06. Auch der in den letzten zehn Jahren spürbar gewordene Kurzfristtrend zu wieder kälteren Wintern muss erst noch länger andauern (was nicht zu erwarten ist), um sich zu einer „Klimawende“ auszuwachsen. Beides erkennt man in den Jahreszeitenkurven der Abbildungen 3.

Zunächst fällt die viel stärkere Unruhe der Winterkurve auf. Zwischen dem kältesten Winter liegen im Tal beinahe 10°C. Im Frühling ist die Schwankungsbreite nur etwa halb so groß. Eine generelle langfristige Erwärmung erkennt man im Winter und Sommer im 20. Jahrhundert, im Frühling eher nur in den letzten 25 Jahren, und die Herbste haben sich über die beiden letzten Jahrhunderte am wenigsten verändert. Der Sommer 2003 war außergewöhnlich, aber hier im inneren Alpental weniger extrem als im westlichen Mitteleuropa und Westeuropa. Das herbstliche Gegenstück zum Sommer 2003 fand im Herbst 2006 statt, der in allen drei Reihen einen neuen Rekord brachte, der allerdings bereits wieder im Folgeherbst 2007 durch einen sehr kühlen gefolgt wurde.

Alles in allem finden wir in den lokalen Klimakurven des Mölltales und Raurisertales und ihrer Berge eine generelle Erwärmung, etwa doppelt so stark wie im globalen Mittel, und vor allem im 20. Jahrhundert.

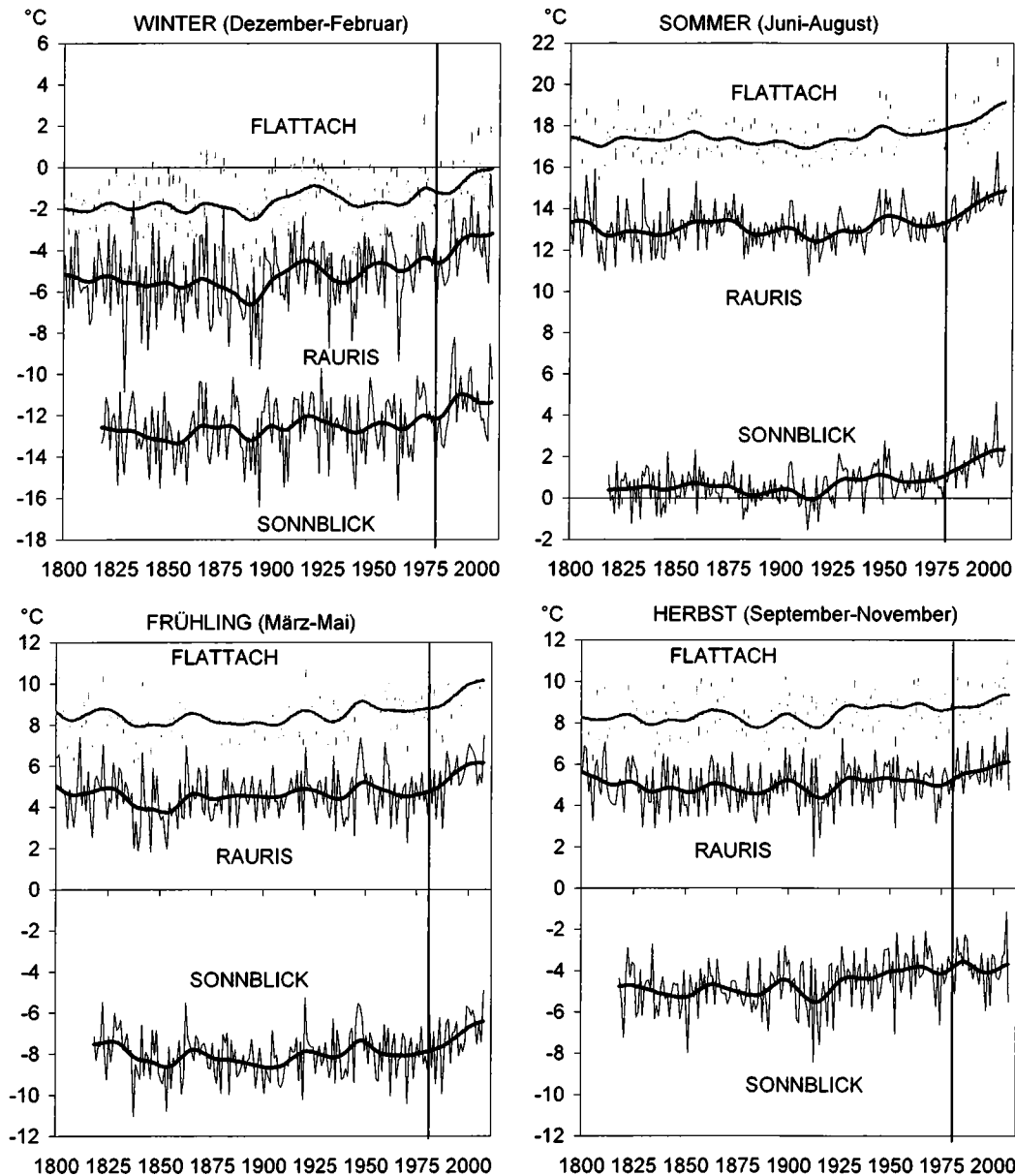


Abbildung 3: Jahreszeitenmittel der Lufttemperatur in Flattach, Rauris 1800-2007 (Winter: 1800/01-2007/08) und auf dem Sonnblick 1818-2007 (Winter: 1818/19-2007/08). Die dünnen Linien zeigen die Einzeljahre, die dicken sind 30-jährig geglättet.

Ein längerer Blick zurück auf die alpine Temperaturrekonstruktion der letzten 1250 Jahre in Abb. 4 zeigt allerdings, dass das 19. Jahrhundert eine letzte Phase der besonders kalten „Kleinen Eiszeit“ war, und die darauf folgende Erwärmung zum Teil eine natürliche „Erholung“ zu „normalen“ Verhältnissen. Die letzten 25 Jahre allerdings entsprechen ungefähr dem, was die Klimamodelle auch für den globalen Trend im 21. Jahrhundert erwarten lassen. Die Temperaturkurve beginnt gerade, sich aus dem breiten Bereich der natürlichen Klimavariabilität heraus zu bewegen, der im Alpenraum für die

Sommertemperaturen zwischen -4.6° und $+2^{\circ}$ (Abweichungen vom Mittel des 20. Jahrhunderts) liegt.

In den lokalen Klimakurven steckt allerdings immer auch ein „Zirkulationssignal“. Je nachdem, ob die Luft mehr oder weniger vom Atlantik ins Gebiet strömt, gibt es milde Winter oder kühle Sommer. Luft vom Eurasischen Kontinent verursacht kalte Winter, heiße Sommer werden durch das Subtropenhoch erzeugt und hier durch Föhn noch verstärkt.

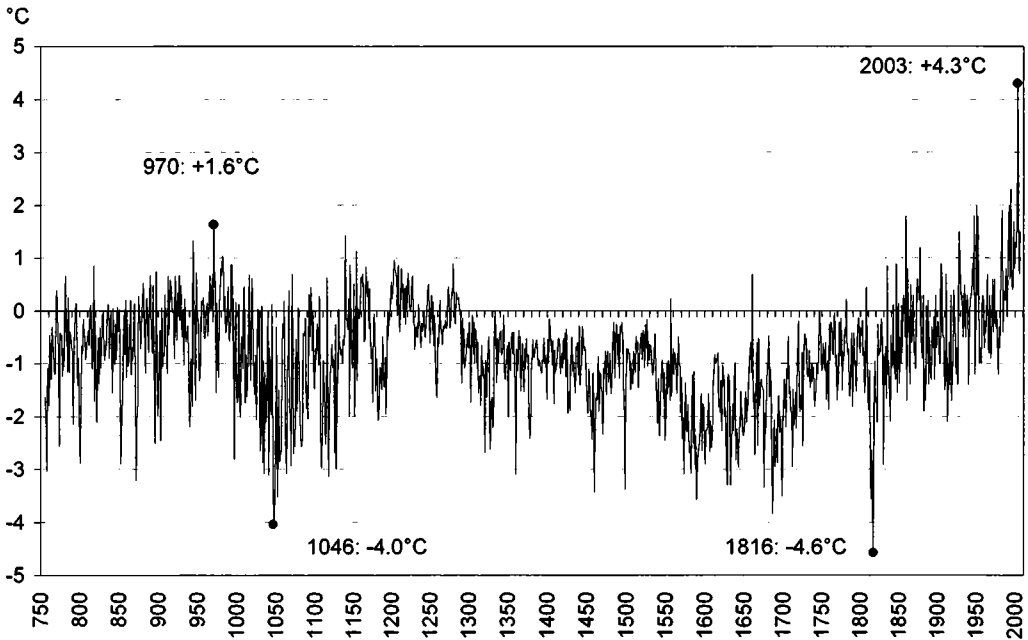


Abbildung 4: Rekonstruktion der Sommertemperaturen (Juni-September) seit dem Jahr 755 n. Chr. in den Hochalpen. 755-1850 aus hunderten hochalpinen Jahrringdichtereien (Büntgen et al., 2006), 1851-2006: direkt gemessene hochalpine HISTALP-Daten (Auer et al., 2007)

Niederschlag

Niederschlag ist zwar bei den Touristen nie, in der Landwirtschaft manchmal unbeliebt (wenn es gilt, die Ernte einzubringen), sein ausreichendes Vorkommen ist jedoch ein in seiner Bedeutung nicht hoch genug einzuschätzender Vorteil unseres Klimas. Speziell im Nord- und Zentralalpenbereich ist das Niederschlagsangebot das ganze Jahr über vorhanden, es bedarf keiner künstlichen Bewässerung in der Landwirtschaft, und der Abfluss der Gebirgsbäche und -flüsse stellt eine wertvolle regenerierbare Energiequelle dar, deren maßvoller Einsatz im Hinblick auf die Probleme, die die fossilen Energiequellen für den Treibhauseffekt darstellen, gleichwertig neben Solar-, Wind- und Bio-Energiequellen zu stellen ist.

Abbildung 5 zeigt den Jahresgang des Niederschlages in der Zweitälerregion und für einen Vergleichsstandort im südlich angrenzenden Kanaltal im langjährigen Mittel der 208 Jahre von 1800 bis 2007. In Rauris gibt es den für alle Alpentäler nördlich des Alpenhauptkamms typischen Verlauf mit den höchsten Niederschlagssummen im Sommer, den geringsten im Winter. In den Hochgebirgslagen des Alpenhauptkamms fällt mehr als doppelt so viel Niederschlag wie im Tal, und er ist auch viel regelmäßiger über das Jahr verteilt. Wie schon bei der Temperatur erkennen wir hier wieder die stärkere ozeanische Prägung der Hochalpen gegenüber den Tälern. Im Mölltal finden wir bereits zwei schwach ausgeprägte aber merkbare Einflüsse des Mittelmeeres: Die Sommerniederschläge sind

geringer als im unmittelbar benachbarten Rauris, dafür erkennt man schon eine Tendenz zu den für die Adria so typischen Herbstniederschlägen, vor allem bei den maximalen Niederschlagsmonaten. Das typische Nord-Adriaklima ist im Diagramm eines HISTALP-Gitterpunkts im Kanaltal zu sehen. Hier, nicht weit entfernt vom Mölltal, ist das Sommermaximum wieder ein Stück flacher geworden und die Adria schickt generell mehr Feuchtigkeit, als weiter nördlich in den Alpen. Am häufigsten und intensivsten tut sie das im Herbst, wenn vom noch relativ warmen Meer viel Feuchtigkeit verdunstet und die Mittelmeertiefs diese hier entladen.

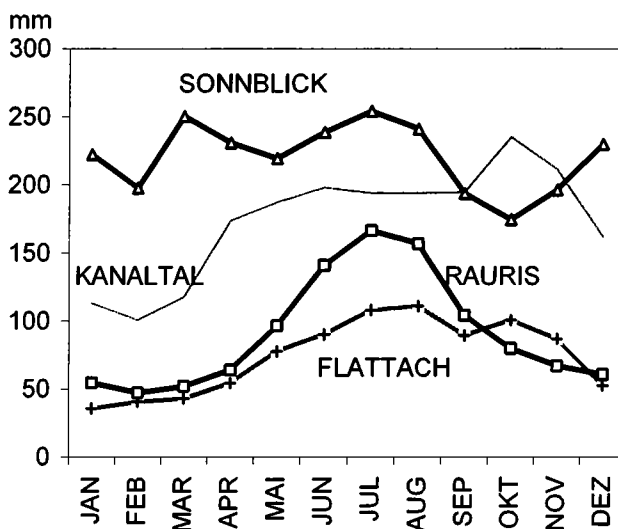


Abbildung 5: Jahresgang der Monatssummen des Niederschlages in Flattach, auf dem Sonnblick, in Rauris und zu Vergleich im Kanaltal, das bereits die typisch mediterranen Herbstniederschläge zeigt. Mittlere Monatssummen in den 208 Jahren 1800-2007

Wie der Verlauf der Jahresniederschlagssummen in der Region in den beiden letzten Jahrhunderten war, zeigt Abbildung 6. Neben den bereits besprochenen viel höheren Niederschlägen in den Höhenlagen, die in der Dreitausender-Region um 2600 bis 2800mm schwanken, in der 2000er Zone um 2000mm, im Tal um 1100mm, erkennen wir in manchen Perioden einige stärkere Abweichungen von diesen Langzeitmittelwerten. Nach eher feuchten Jahrzehnten zu Beginn des 19. Jahrhunderts, gab es um 1850 einen plötzlichen Rückgang des Niederschlages sowohl im Tal wie auch auf dem Berg. Diese Umstellung des Niederschlagsangebots um 1850 hilft mit, die ebenfalls um die Jahrhundertmitte ganz plötzlich zu Ende gehende Zeit der hohen Gletscherstände zu verstehen. Die Temperatur allein kann das nicht erklären. Das Goldbergkees z.B. zog sich bereits in den 50 Jahren von 1850-1900 um beinahe 500m zurück, beinahe gleich viel, wie im gesamten 20. Jahrhundert.

Die beiden extrem trockenen Jahrzehnte nach 1850 wurden überall im Großraum Alpen beobachtet, weit im Osten z.B. trocknete damals der Neusiedlersee zur Gänze aus, etwas, das seit damals nie mehr wieder vorgekommen ist. Danach ging allerdings der Niederschlagstrend vor allem in den Hochlagen wieder steil bergauf und erreichte in den maritimen 1910er Jahren sein Hauptmaximum der letzten 200 Jahre. Auf dem Sonnblick fielen damals im Schnitt etwa 600mm mehr Niederschlag als in den trockenen 1860ern. Seit den feuchten 1910ern zeigt der Niederschlagstrend dann vor allem in der 3000er Region generell wieder bergab. Auf dem Sonnblick werden nun wieder durchschnittlich 2600mm gemessen. Auch in dieser Hinsicht verhält sich der Sonnblick wieder ähnlich der Mittelmeerregion, die ebenfalls Austrocknungstendenzen zeigt. Das Raurisertal und auch schon die Höhen um 2000m nördlich des Alpenhauptkamms zeigen diesen negativen Trend nicht, sondern verlaufen eher ausgeglichen (im Tal) bis leicht ansteigend (in mittleren

Höhen). Damit reagieren die Rauriser Grasberge ähnlich wie die nördlichen Westalpen der Schweiz und Frankreich, wo überall ein Langzeittrend zu mehr Niederschlag vorherrscht, während das Rauriser Tal eher an den Nordosten der Alpen gekoppelt ist.

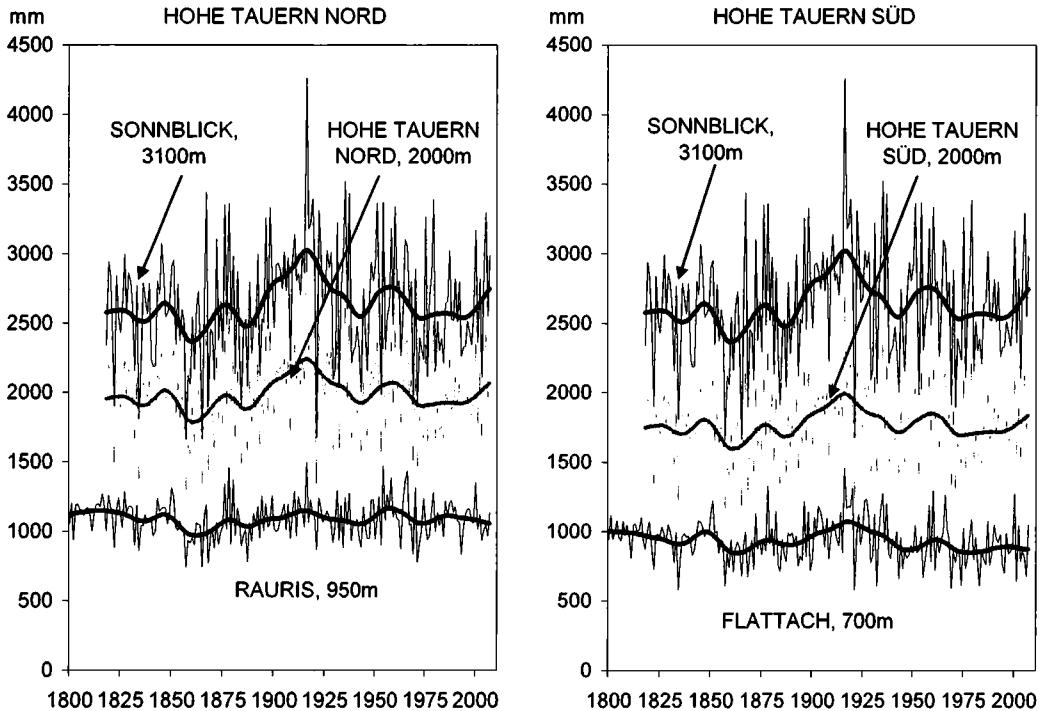


Abbildung 6: Jahressummen des Niederschlags 1800-2007 in den zwei Tälern, sowie für die Höhenstufen 2000m und 3100m: links nördlich des Alpenhauptkamms, rechts südlich des Alpenhauptkamms. Einzeljahre und 30-jährig geglättet

Südlich des Alpenhauptkamms ging der Niederschlagstrend in den Hochlagen und nördlich des Alpenhauptkamms nach 1850 ebenfalls steil bergauf und erreichte in den maritimen 1910er Jahren sein Hauptmaximum der letzten 200 Jahre. Seit den feuchten 1910ern geht der Niederschlagstrend dann vor allem in der 3000er Region generell wieder bergab, seit 20 Jahren ist jedoch in den Höhenlagen der Hohen Tauern, nördlich wie südlich wieder eine Trendumkehr zu beobachten. Das Mölltal allerdings zeigt seit den feuchten 1910er Jahren einen relativ kontinuierlichen und anhaltenden Abwärtstrend. Generell ist der für die gesamten letzten zwei Jahrhunderte vorhandene leicht abnehmende Niederschlagstrend der Tallagen des Mölltals ähnlich der gesamten Adria- und Balkanregion, die ebenfalls Austrocknungstendenzen zeigt. Dieser Trend ist in scharfem Gegensatz zu den nördlichen Westalpen der Schweiz und Frankreich, wo überall eine Langzeittendenz zu mehr Niederschlag vorherrscht, während das Mölltal und der gesamte Südosten Österreichs eher an den Adria- und Balkanraum gekoppelt sind.

Man sieht, dass die Lage von Rauris, Flattach und des Sonnblicks am Hauptknotenpunkt von drei gesamteuropäischen Klimazonen (Abbildung 1), sich speziell beim Niederschlag stark bemerkbar macht: der Alpenhauptkamm tendiert mehr zu maritimem Klima, bei den Extremwerten mehr zum Mittelmeer als zum Atlantik, die mittleren Höhen, wie etwa das Rauriser Schigebiet, sind eher vom Atlantik gesteuert, während das Tal selbst eher kontinentale Tendenzen zeigt.

Schneefall

Wenn es ein Klimatelement gibt, über das man sich in den Alpen spezielle Sorgen für die Zukunft machen muss, ist das in erster Linie der Schnee. Sowohl sein übermäßiges Auftreten in Extremjahren, als auch sein Ausbleiben in trockenen oder milden Wintern oder seine mögliche Reduktion in den „Treibhausjahren“ der Zukunft schafft Probleme, denen man sich stellen muss. Gerade die Kompliziertheit des Klimatelements Schnee im Gebirge, seine Entstehung, seine Verwehung, die unregelmäßige Ablagerung und auch Abschmelzung an oft unmittelbar benachbarten Stellen, machen jedermann klar, warum es so wenig gesicherte Tatsachen über den Schnee gibt. Wegen der bisher ungelösten Probleme bei der Homogenisierung der kleinräumig überaus variablen direkten Messreihen dieser Klimatelements müssen wir vorerst auf eine indirekte Methode zurückgreifen, die aber wahrscheinlich die besten Resultate über langfristige Schneetrends liefert, und auch bei der Behandlung der Klimazukunft Erfolg versprechend ist.

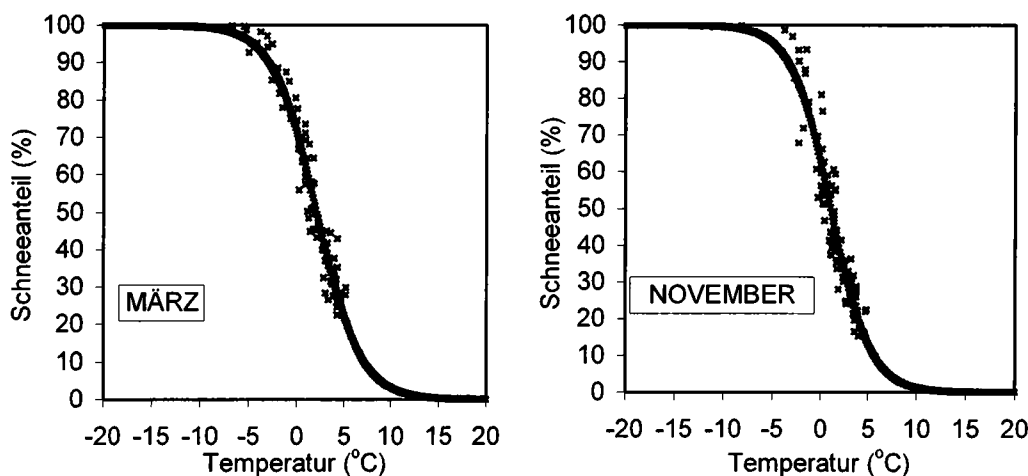


Abbildung 7: Zwei Beispiele für den engen Zusammenhang zwischen dem Monatsmittel der Lufttemperatur und dem Anteil des Schnees am Gesamtniederschlag für März und November in den Ostalpen. (Einzelwerte für 84 österreichische Klimastationen aus der Klimanormalperiode 1961-1990 und die daraus berechneten tanh-Funktionen)

Im österreichischen Klimabeobachtungsnetz wird nicht nur die Niederschlagsgesamtsumme gemessen, sondern jeweils angegeben, ob es sich um „flüssigen, festen oder gemischten“ Niederschlag gehandelt hat. Dadurch konnte der Zusammenhang zwischen den Monatsmitteln der Lufttemperatur und dem Anteil des Schnees am Gesamtniederschlag für 84 österreichische Klimastationen in einem Zeitraum von 30 Jahren (der Klimanormalperiode 1961-1990) analysiert werden. Der Zusammenhang stellte sich als sehr eng heraus, er ist aber nicht linear. Die beiden Beispiele in Abbildung 7 zeigen, dass die Umstellung von Regen auf Schnee nicht plötzlich bei Null Grad erfolgt. 100% Schnees am Gesamtniederschlag ist erst bei Monatsmitteltemperaturen deutlich unter -5 Grad gegeben, dann erfolgt mit steigender Temperatur ein sehr regelmäßiger Übergang zu immer mehr Regen, der mathematisch gut durch eine tangenshyperbolicus-Funktion (tanh) beschreibbar ist. Erst bei Monatsmitteltemperaturen von etwa +10 Grad besteht in der Regel der Niederschlag zur Gänze aus Regen. Die geringen Abweichungen in den beiden Diagrammen der Einzelpunkte (die gemessen wurden) von der (berechneten) tanh-Kurve zeigt die Genauigkeit des Rechenmodells. Es gibt die wahren Verhältnisse gut wieder.

Wir können somit die genau geprüften homogenisierten und langjährigen Monatszeitreihen der Temperatur und des Gesamtniederschlags mit den errechneten tanh-Funktionen in Zeitreihen des festen und des flüssigen Niederschlags zerlegen. Diese

Zeitreihen des festen Niederschlages (streng genommen nicht nur Schnee sondern auch Hagel, Graupel, Griesel, deshalb auch im Sommer im Tal in sehr niedrigen Prozentsätzen vorhanden) stehen also mit hoher Genauigkeit für den „Wasserwert“ oder den Prozentanteil des Schnees. Die Qualität, die die Temperatur- und Niederschlagsreihen haben, lässt erwarten, dass diese „synthetischen“ Schneereihen genauer (und deutlich länger) sind, als direkt gemessene Schneehöhen mit all ihren Fehlermöglichkeiten, ihrer großen räumlichen Veränderlichkeit und damit Zufälligkeit. Schon ein neuer Zaun in der Umgebung einer Schneemessstelle kann eine Messreihe empfindlich stören, hat aber keinen Einfluss auf unsere indirekte Methode. Die in der Folge gezeigten Reihen geben Auskunft über das Angebot an fallendem Schnee, das die Natur den beiden Tauerntälern liefert, von Rauris in etwa 1000m bis hinauf zum Alpenhauptkamm mit dem Sonnblick in 3100m und auf der Südseite hinunter durch die Fragant bis ins Mölltal bei Flattach.

Man erkennt die unterschiedliche Reaktion der verschiedenen Höhenstufen auf die Veränderungen der Lufttemperatur, die ja im Tal und auf dem Berg sehr ähnlich verlaufen sind (Abb.2 und 3. Im Winter gibt es kaum eine Veränderung des Schneeangebots in der Dreitausender-Region, weder in den letzten 200 Jahren, noch in den letzten Jahrzehnten. Der Schneeanteil liegt stabil in der Nähe von 100%. Im Tal hingegen hat der Schneeanteil gerade im Winter am empfindlichsten auf die Erwärmung reagiert, von den strengen Wintern um 1890 bis zu den 1990ern gab es im höher gelegenen Raurisertal einen 15%igen Rückgang von rund 85% auf jetzt nur noch 70%, im südlichen und nur 700m hoch gelegenen Flattach einen von 65% auf aktuell 45%. Auch in den Höhenlagen des Rauriser Schigebietes um 2000m gab es bereits einen spürbaren Langzeit-Rückgang des Winterschnees um etwa 10%, erst oberhalb von 2000m gab es kaum einen Rückgang des Winterschneeangebots.

Genau umgekehrt ist die Situation im Sommer. Naturgemäß kaum eine Änderung im Tal, wo fast nie Schnee, höchstens Schneekörner, Graupeln oder Hagel bei labiler Luftschichtung für einige wenige Prozente an festem Niederschlag sorgen. Mit ansteigender Seehöhe jedoch wird der Sommerschnee sehr empfindlich auf den langfristigen Temperaturanstieg. Seit den kühlen Sommern der 1910er Jahre (Abbildung 3) ist der Schneeanteil in 2000m um 10% zurückgegangen, in in der Dreitausenderregion um beinahe 20%. Praktische Bedeutung besitzt dieser starke Schnee-Rückgang im Sommer in der Gletscherregion. Sommerliche Schneefälle schützen die Gletscher vor der Einwirkung der Sonnenstrahlung, da eine weiße Schneedecke bis zu 90% der Sonnenstrahlung reflektiert, das apere Eis nur 20 bis 30%. Dieser Effekt ist viel wichtiger, als die direkte „Ernährung“ der Gletscher mit Sommerschnee.

In den Zwischenjahreszeiten reagieren die mittleren Höhenlagen am stärksten. Auch hier ist die Situation in der Dreitausenderregion noch völlig stabil. Im Herbst jedoch fand in den Höhenlagen eine bemerkenswerte Trendumkehr zu wieder mehr Schnee in den späteren 1980er Jahren statt, die man im Tal nicht findet. Ob diese „Verschlechterung“ der Bergherbste als für das mediterrane Klima typisches Merkmal (vergl. Abb.5) auch in die Zukunft andauern wird, ist unklar. Die weiter steigenden Temperaturen werden wohl auch hier künftig für mehr „flüssiges Schlechtwetter“ sorgen.

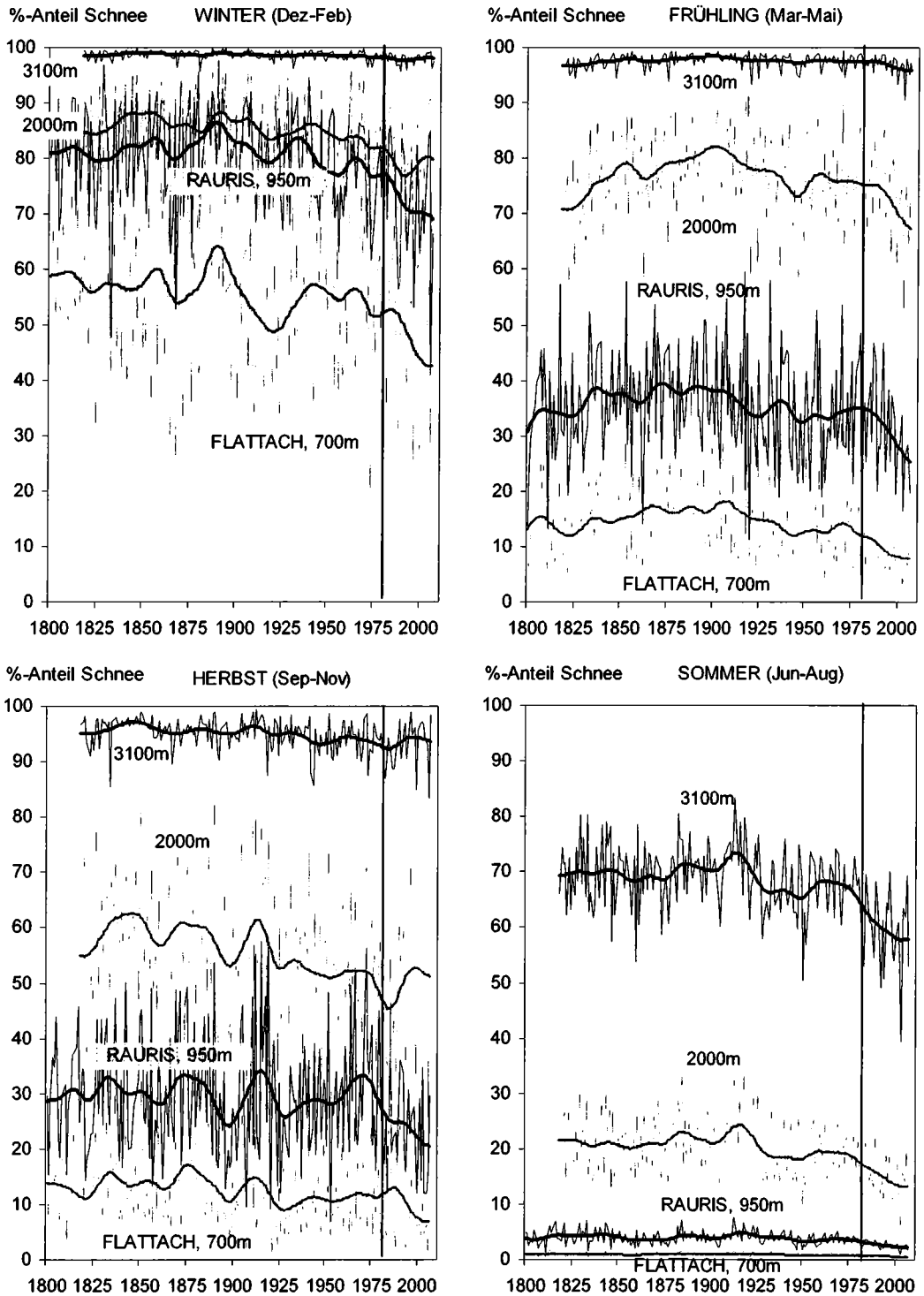


Abbildung 8: Zeitreihen des Prozentanteils des Schnees am Gesamtniederschlag in den vier Jahreszeiten in Flattach (700m), Rauris (950m) und in Höhenlagen von 2000m und 3100m von 1800 bis 2007/08 (Einzelwerte und 30-jährig geglättet).

Danksagung

Dieser Beitrag beruht auf Klimazeitreihen der HISTALP-Datenbank der ZAMG und wurde im Rahmen des ZAMG-Projekts „A Tale of two Valleys“ im Rahmen des Zukunftsforschungsprogramms proVision des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung angefertigt.

Weitere Ergebnisse des Projekt sind auf der Projekthomepage einzusehen: <http://www.zamg.ac.at/A-tale-of-two-valleys>.

Mehr über proVision auf: <http://www.provision-research.at>.

Literatur

- Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Lipa W, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Matulla C, Briffa K, Jones PD, Efthymiadis D, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Mercalli L, Mestre O, Moisselin J-M, Begert M, Müller-Westermeier G, Kveton V, Bochnicek O, Stastny P, Lapin M, Szalai S, Szentimrey T, Cegnar T, Dolinar M, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Nieplova E, 2007. HISTALP – Historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760-2003. *International Journal of Climatology* 27: 17-46
- Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Briffa K, Jones P, Efthymiadis D, Mestre O, Moisselin JM, Begert M, Brazdil R, Bochnicek O, Cegnar T, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Szalai S, Szentimrey T (2005): A new instrumental precipitation dataset in the greater alpine region for the period 1800-2002. *Int. J. Climatol.* 25 139-166
- Auer, I, Böhm R., Leymüller M, Schöner W, 2002. Das Klima des Sonnblicks – The Climate of Sonnblick. *Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik* 28: 304 Seiten plus CD-ROM
- Brohan P, Kennedy JJ, Harris I, Tett SFB and Jones PD, 2006. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: a new dataset from 1850. *Journal of Geophysical Research* 111: D12106, doi:10.1029/2005JD006548
- Brunetti M, Maugeri M, Nanni T, Auer I, Böhm R, Schöner W, 2006. Precipitation variability and changes in the greater alpine region over the 1800-2003 period. *Journal of Geophysical Research*, 111: doi: 10.1029/2005JD006674
- Büntgen U, Frank DC, Nievergelt D, Esper J, 2006. Summer temperature variations in the European Alps: AD 755-2004. *Journal of Climate* 19: 5606-5623
- Efthymiadis, D., P. D. Jones, K. R. Briffa, I. Auer, R. Böhm, W. Schöner, C. Frei, and J. Schmidli, 2006. Construction of a 10-min-gridded precipitation data set for the Greater Alpine Region for 1800–2003, *J. Geophys. Res.*, 111, D01105, doi:10.1029/2005JD006120
- Jones PD, New M, Parker DE, Martin S and Rigor IG, 1999: Surface air temperature and its variations over the last 150 years. *Reviews of Geophysics* 37: 173-199
- Matulla C, Auer I, Böhm R, Ungersböck M, Schöner W, Wagner S, Zorita E. 2005. Outstanding past decadal-scale climate events in the Greater Alpine Region analysed by 250 years data and model runs. *GKSS-Report 2005/4*

Adresse der Autorin:

Dr. Reinhard Böhm

Dr.ⁱⁿ Ingeborg Auer

DI Manfred Ganekind

Alexander Orlik

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38

1190 Wien

E-Mail: reinhard.boehm@zamg.ac.at, ingeborg.auer@zamg.ac.at,

manfred.ganekind@zamg.ac.at, alexander.orlik@zamg.ac.at

A TALE OF TWO VALLEYS – ZWEI ALPENTÄLER – ZWEI GESCHICHTEN

ERINNERUNGEN UND EINSTELLUNGEN

Anna Kirchengast, Graz

1 Einleitung

Das Projekt „A Tale of Two Valleys“ beschäftigt sich mit der wirtschaftlichen, sozialen und klimatologischen Entwicklung zweier Alpentäler: dem südlich des Hohen Sonnblick gelegenen Kärntner Mölltal (Gemeinde Flattach) und dem nördlich gelegenen Salzburger Rauriser Tal (Gemeinde Rauris). Geschlechterrollen und Landnutzungsfragen sind besondere Projektschwerpunkte. Geografisch genau genommen bestehen zwar beide Gemeinden aus mehreren Tälern, im Projekttitel und in diesem Artikel wird aber vereinfachend je eine Gemeinde als „Tal“ bezeichnet. Diese beiden Täler wurden für das Projekt ausgewählt, weil sie in unmittelbarer Nähe zum Observatorium der Zentralanstalt für Meteorologie (ZAMG) am Hohen Sonnblick liegen und die beteiligten WissenschaftlerInnen der ZAMG bereits seit Jahren Forschungen in der Region, vor allem Gletschermessungen, durchführten. An diesem vom Bundesministerium für Wissenschaft und Forschung (bm:bwk) in Auftrag gegebenen interdisziplinären Projekt arbeiten neben der ZAMG auch zwei Institute der Joanneum Research GmbH, Graz, mit. EinwohnerInnen, lokale Organisationen und Schulen sind in den Forschungsprozess eingebunden (siehe <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys>.)

Ein Teil des Projektes sind drei sozialwissenschaftliche Befragungen: Neben zwei überwiegend quantitativen Umfragen (BG/ BRG Zell am See et al. 2007 und Kirchengast/ Sterner/ Prettenthaler 2007) wurden im Sommer 2006 auch 25 qualitative Interviews durchgeführt. Diese beschäftigten sich mit Zeitgeschichte und Zukunftsperspektiven der Täler (Kirchengast 2007a und 2007b). Diese Umfrage zeigt Einstellungen und Erfahrungen der BewohnerInnen beider Täler, gibt Einblick in ihre persönliche Geschichte und in die Zeitgeschichte ihres Tales (Oral History). Die Befragten erinnerten sich an selbst erlebte Ereignisse im Tal, an besondere Wendepunkte, an Wetterextreme. Sie gaben Einblick in ihre persönlichen Muster der Risikobewältigung, berichteten von ihrer Sicht auf die gegenwärtige wirtschaftliche und soziale Lage im Tal, und sie schilderten ihre Einstellungen zum Klimawandel, zu Geschlechterrollen und zur Zukunft des Tales. Ein Leitfaden half zwar, alle diese Bereiche anzusprechen, aber die Befragten wurden gebeten, möglichst offen zu erzählen. Die Interviews dauerten zwischen 20 und 90 Minuten, befragt wurden ungefähr gleich viele Frauen wie Männer beider Täler im Alter zwischen 14 und 90 Jahren. Die Auswahl der Interviewten erfolgte zufällig. Die Ergebnisse der Interviews ergänzen die interdisziplinär aus anderen Quellen verfügbaren sozioökonomischen und klimatologischen Daten über die Täler.

Dieser Artikel gibt einen kurzen Überblick über folgende ausgewählte Themenbereiche: Besiedelung, Kindheit und Jugend vor mehr als 50 Jahren, Tourismus, Erinnerungen an Wetterextreme und Einstellungen zum Klimawandel. Besonders treffende wörtliche Interviewzitate (in kursiver Schrift) sollen die Beschreibungen „mit Leben füllen“.

2 Befragungsergebnisse

Besiedelung

Die BewohnerInnen beider Täler kennen das je andere Tal kaum. Nur ein befragter Flattacher ging einmal zu Fuß über den Sonnblick nach Rauris. Alle anderen Befragten haben selbst keinen Bezug zum anderen Tal, es gibt keine direkte Bahn- oder Straßenverbindung über diesen Abschnitt des Alpenhauptkammes, aber Wanderwege. Um zumindest den LeserInnen eine erste Orientierung in beiden Tälern zu ermöglichen, beginnen wir mit einigen Eckdaten zu Topografie und Siedlungswesen und einem ersten Blick auf die Geschichte der Täler. Rauris hat heute mehr als doppelt so viele EinwohnerInnen wie Flattach, die Einwohnerdichte je km² Dauersiedlungsraum ist in Flattach fast doppelt so hoch wie in Rauris (vgl. Tabelle 1):

Tabelle 1: Topographische Eckdaten, Siedlungswesen

		Kataster- fläche (in km ²)	Dauer- Siedlungs- raum (in km ²)	Seehöhe (m)	Bevölkerung VZ2001	Dichte EW/km ² Katasterfläche	Dichte EW/km ² Dauersied- lungsraum
20607	Flattach	98,7	5,8	696	1.373	14	237
50617	Rauris	253,1	23,9	949	3.107	12	130
EW = EinwohnerInnen							
Quelle: ST.AT (ISIS-Datenbank); Berechnung JOANNEUM RESEARCH – InTeReg (Habsburg-Lothringen et al. 2007)							

Vor etwa 45 Millionen Jahren, als sich die Zentralalpen zu heben begannen, wurden auch die jetzigen Gemeindegebiete von Flattach und Rauris endgültig zu Festland. Aber erst seit etwa 10.000 Jahren dürfte das Klima stabil genug gewesen sein, um eine menschliche Zivilisation, die auf Sesshaftigkeit und Ackerbau aufbaute, zu ermöglichen (Böhm/ Auer/ Korus 2006a). Funde zeigen, dass die Rauriser Berge bereits um 1300 v. Chr. zur Jagd oder Kupfererzsuche begangen wurden, früheste Berichte über erste Bauernhöfe gibt es in Rauris um 1200 n.Chr. (Lahnsteiner 1960: 327f). Die Siedlungsgeschichte beider alpinen Gemeinden war über Jahrhunderte bis zum Beginn des 20. Jahrhunderts von der Landwirtschaft, vor allem aber auch vom Bergbau geprägt. So hatte Rauris in der Blütezeit des Goldbergbaus um 1500 n. Chr. – ähnlich wie heute - über 3000 EinwohnerInnen, um 1900 hingegen weniger als 1700 (Lahnsteiner 1960: 302).

Noch immer erinnern manche Brauchtumsveranstaltungen an das vom Jahreslauf geprägte ländliche Leben der Täler, wie z.B. die Schnabelperchten in Rauris (vgl. Lahnsteiner 1960, Demoser 2000, Kopp 2003). Auf diese Bräuche sind auch die jungen befragten TalbewohnerInnen noch stolz. Eine 14jährige Flattacherin freut sich als Mitglied der Perchtengruppe auf den Nikolausabend, eine 25jährige Rauriserin erzählt:

„Also bei uns mit den Bräuchen sind sie sehr eigen. Weil sie auch sagen: ‚Mia sand mia‘. Das ist auch das, was man an Rauris schätzen muss und zu schätzen weiß. (...) Das sind die Bräuche bei uns und die sind gang und gäbe und die werden gepflegt und gehegt wie ein rohes Ei. Das ist eben auch das, was Rauris ausmacht.“ (Kirchengast 2007b: 64)

Besonders geschätzt werden von Befragten beider Täler die Gemeinschaft, dass man einander kennt, die Natur mit ihren Jahreszeiten und die Sportmöglichkeiten (Schwimmbad, Wandern, Wintersport).

30jähriger Rauriser: „In Rauris, kommt mir vor, ist noch alles überschaubar, es ist von den Touristen nicht überlaufen. (...) dass wir kein Ort sind wo ein Durchzugsverkehr ist,

dass man einfach, wenn man seine Ruhe haben will, hat man irrsinnig viele Möglichkeiten, dass man in Rauris was findet.“ (Kirchengast 2007b: 102)

45jährige Flattacherin: „Ich glaube, wenn man aufwacht in der Gemeinde, das gibt einem schon irgendwas, da ist man dann halt einfach gern. Wie ich auf der Arbeit (außerhalb des Tales, Anm. A.K.) war, mir hat es sehr gut gefallen (...), ich habe mich sehr wohl gefühlt, bin ich immer gern heimgefahren. Wenn du ein paar Wochen nicht heim kommst, aber dahoam is dahoam (lacht). Ist halt irgendwie so.“ (Kirchengast 2007b: 24)

Kindheit und Jugend vor mehr als 50 Jahren

Die älteren Befragten beider Täler wuchsen großteils in der Landwirtschaft auf, hatten durchschnittlich wesentlich mehr Geschwister als die Befragten unter 36 Jahren. Jene, die ihre Kindheit zwischen 1916 und dem Beginn der 1950er Jahre erlebten, mussten am Hof fleißig mithelfen und weite Fußmärsche zur Schule und in die Kirche bewältigen. Mädchen durften noch seltener als die Burschen nach der Grundschule jenen Beruf erlernen, den sie selbst wollten. Eltern und erfahrene Sennerinnen und Senner zeigten den damals jugendlichen Befragten den Umgang mit Heilkräutern und Hausmitteln, das Käsen und Wetterbeobachten. Trotz der kargen Kindheit erinnert sich etwa die Hälfte der Befragten ab 65 Jahren an besonders schöne Kindheits- und Jugenderlebnisse.

85jährige Flattacherin: „Wir sind so viel zu Fuß gegangen, oft bis Obervellach, das ist gar nichts gewesen“ Interviewerin: „Da geht man doch ein paar Stunden.“ 85jährige Flattacherin: „Und man hat nie gekonnt leer gehen, man hat allweil was zu tragen gehabt. Lebensmittel, man hat allweil was zu tragen gehabt.“ (Kirchengast 2007b: 37)

65jährige Rauriserin: „Der Vater, wie ich noch so ein Schulkind war, bin allweil mitgegangen mit den Pferden ‚aufi‘, vor allem hat er Salben für die Viecher gemacht, er war so ein Viechdoktor, es gab ja nichts da herinnen, Kräuter zusammentun, da habe ich Kräuter kennengelernt und da haben wir Salben gemacht. (...) Also, ich halte auf das narrisch viel, muss ich ganz ehrlich sagen.“ (Kirchengast 2007b: 82)

Interviewerin: „Wie sind Sie auf Schuster gekommen?“ 75jähriger Flattacher: „Keine Ahnung, das weiß ich heute nicht mehr. (...) Der Vater hat gesagt: ‚Was lernen musst.‘ Es war ... Obervellach, das ist gegangen.“ Interviewerin: „Also in Obervellach haben Sie gelernt.“ 75jähriger Flattacher: „Ja. Warum, wieso, keine Ahnung.“ Interviewerin: „Und hätte es da in Flattach selbst auch eine Möglichkeit gegeben etwas zu lernen?“ 75jähriger Flattacher: „Eigentlich nichts. Da war überhaupt, der ... Holzknecht, das war da, die Säge was er gehabt hat und zwei Tischler. Das war alles was da in Flattach existiert hat.“ (Kirchengast 2007b: 51b)

90jähriger Rauriser über seine Jugendzeit: „Und Geld haben wir überhaupt keines gehabt, jetzt haben wir halt müssen Sonntagnachmittag immer in den Wald gehen, Äste zusammentun und ‚Hiefler‘ machen für andere Bauern, die das gebraucht haben und niemanden gehabt haben zum Arbeiten und haben wir das verkaufen können und mit dem hatten wir ein bisschen Geld. Bis 18 Jahre haben wir eh nicht fortgehen dürfen und dann haben wir fortgehen dürfen, da haben wir kein Geld gehabt und dann haben wir müssen ‚aussi‘ zum Wassertrog Wasser trinken, dann wieder ‚eini‘ gehen tanzen. Es war eine schwierige Zeit.“ (Kirchengast 2007b: 112)

Tourismus

Ab den 1950er Jahren erlebten die Befragten den Beginn des Tourismus, der heute in beiden Gemeinden nach dem Bauwesen die zweitwichtigste Beschäftigungsbranche ist (Habsburg et al. 2007: 28ff). Der Auspendleranteil von Flattach liegt knapp über dem Österreichschnitt (65: 63 %), auffällig ist ein überdurchschnittlich hoher Anteil von Pendlern ins Ausland (11 % aller Auspendler), vor allem von Männern, die z.B. im Tunnelbau in der Schweiz arbeiten. Aus Rauris pendeln 47 % aller Erwerbstätigen zur Arbeit aus (Habsburg et al. 2007: 51f, Daten Volkszählung 2001).

80jährige Rauriserin: „1959 habe ich die ersten Gäste genommen. (...) Schüssel haben wir gehabt, wir haben nichts gehabt, kein Waschbecken nichts, Krug und Schüssel. Kaltes Wasser haben sie müssen waschen.“ (...) Interviewerin: „Sind sie wandern gegangen oder?“
80jährige Rauriserin: „Wandern, viel ‚umeinand‘. Es ist ja besonders für die Gäste, wegen dem so gut, haben jetzt die letzten auch gesagt, weil soviel Täler sind. Das gefällt ihnen so. Brauchen nicht in einem bleiben.“ (Kirchengast 2007b: 94)

Interviewerin: „Wie lange sind die geblieben die Gäste?“ 90jähriger Rauriser: „Da haben wir a Mordsschwein gehabt, weil heute ist es schwierig einen Gast erhalten, ich brauche ja keinen mehr. Aber damals haben wir, die besten sind drei Wochen, ein ganzes Monat geblieben, den ganzen September geblieben.“ (Kirchengast 2007b: 114)

Ein 85jähriger Flattacher, der 1960 sein Hotel eröffnete, verzichtete nach Protesten auf seine zunächst geplante Vermarktungslinie: „Es war zuerst einmal, ich habe jemanden gekannt der beim Wegbau ziemlich führend war und (...) der hat mir vorgeschlagen FKK zu machen, das erste Alpen-FKK in Österreich. War auch in den deutschen Zeitungen schon, es ist gegangen so schnell. Dann hat der Herr Pfarrer es halt auch erfahren und meine Mutter. Dann war natürlich die Hölle los, haben sie mich gebeten, ich soll das doch nicht machen. War natürlich ein Fehler, weil dort hätte es Leute gegeben in Hülle und Fülle. Sonnenschein haben wir da, den ganzen Winter Sonne (...)“ (Kirchengast 2007b: 56)

Im Lauf der Zeit beschränkten die beiden Täler unterschiedliche touristische Wege: Rauris ist seit 1984 Mitgliedsgemeinde des Nationalparks „Hohe Tauern“. Das Rauriser Schigebiet reicht bis 2200 m Seehöhe hinauf und verfügt über rund 25 Pistenkilometer (Stand 2005). Flattach ist keine Nationalparkgemeinde. Zur Gemeinde gehört das einzige Kärntner Gletscherschigebiet, der „Mölltaler Gletscher“ am Wurtenkees. Es wurde 1997 durch eine fast 5 km lange unterirdische Stollenbahn für den Winterbetrieb erschlossen. Seither gab es in Flattach einen starken Anstieg der Winternächtigungszahlen. Die Rauriser Nächtigungszahlen stiegen bis Anfang der 1990er Jahre rasant an, ab Anfang der 1990er Jahre gab es einen Rückgang und danach eine Stagnation. Der Nächtigungsschnitt lag in Rauris in den Jahren 2000 bis 2004 bei rund 312.000 Nchtigungen pro Jahr, in Flattach bei durchschnittlich 140.000 (Habsburg et al. 2007: 38). Entsprechend dieser Entwicklung äußerten die Rauriser Befragten öfter Sorgen zur touristischen Zukunft ihres Tales als die Flattacher Befragten.

35jährige Rauriserin: „Ich meine, die Zahlen belegen es, es ist nicht nur so ein subjektives Empfinden, die Zahlen belegen es, dass der Tourismus rückläufig ist und dass natürlich alles daran hängt, wirklich jeder Bauernhof und ich glaube, jeder Mensch im Tal herinnen.“ (Kirchengast 2007b: 79)

Eine 70jährige Flattacher Wirtin drückte ihre Begeisterung für das Gletscherschigebiet so aus:

„Und ganz Kärnten soll froh sein, dass der Gletscher ausgebaut ist, ganz Kärnten soll froh sein, wir Mölltaler sind sowieso froh und wir Flattacher sind ja doppelt froh.“ (Kirchengast 2007b: 33)

Auch die anderen Flattacher Befragten sehen „ihr“ Gletscherschigebiet sehr positiv, einige Befragte weisen aber auch auf neue Herausforderungen für die TalbewohnerInnen hin, z.B. das stark gestiegene Verkehrsaufkommen oder dass zuwenig für die BewohnerInnen selbst geschieht, z.B. müssten Sportplätze saniert werden.

Erinnerung an Wetterextreme

Alle Befragten zeigten in den Interviews einen starken Bezug zur Natur ihrer Täler: entweder durch ihre Berufe (Bauer/ Bäuerin, Lawinensprenger, im Tourismus Erwerbstätige), ihre Hobbys (v.a. Schifahren, Radfahren, Spazieren, Wandern), ehrenamtliche Tätigkeiten (z.B. Bergrettung) oder besondere Kindheitserlebnisse:

15jähriger Rauriser auf die Frage nach einem besonders schönen Kindheitserlebnis in Rauris: „Ich war vier Jahre auf einer Alm, das liegt direkt unter dem Hohen Sonnblick, dort habe ich sehr viel erlebt und ich bin sehr tierliebend und das hat mir am meisten gefallen.“ (Kirchengast 2007b: 99)

Alle Befragten ab 65 Jahren können sich an selbst erlebte Wetterextremereignisse erinnern. Viele befragte FlattacherInnen nennen die Vermurungen und Hochwässer 1965 und 1966, vor allem jene Wollnitzbachmure vom August 1966, die in einem Ortsteil 11 Häuser zerstörte und bei der drei Menschen starben (vgl. Auer et al. 2007: 4ff). Rauriser Befragte erinnern sich vor allem an die Hochwässer von 1965 und 1966 und die Stürme von 2000 und 2002 sowie an die Zerstörung des Alten Bodenhauses durch eine Lawine im Jahr 1951.

In beiden Tälern berichten besonders ältere Befragte, dass ihnen ihre Großeltern oder ihre Eltern von Wetterextremen erzählten, sie auf besonders gefährliche Stellen aufmerksam machten und ihnen zeigten, wie sie das Risiko von Extremwetterereignissen besser einschätzen können. Ein 90jähriger Rauriser berichtet, wie er dadurch knapp einer Lawine entkam:

„Ich habe gesagt: ‚Ich fahre sofort heim, ich muss froh sein, wenn ich heim komme, ich fürchte die Lawine‘, obwohl die Lawine nur alle 50 Jahre einmal ‚aussa‘ ist, vielleicht. 50, 60 Jahre. Aber ich habe das noch nie mitgemacht, nur von meinem Vater reden gehört, 1896 da ist heraus ganz groß, da hat es beim Schütter die Brücke eingestoßen und ist fast verschwunden. Ich habe mich so gefürchtet, wie der Vater mir das erzählt hat.“ (Kirchengast 2007b: 114f)

In Flattach halten auch Gedenksteine und Gedenkveranstaltungen die Erinnerung an die Ereignisse von 1966 wach (siehe Foto). Keiner der Befragten wirkte besorgt, als er/ sie auf das Thema „Wetterextreme im Tal“ angesprochen wurde. Es seien Lawinen- und Murenschutzbauten errichtet worden, man fühle sich sicher. Kleinere Muren- oder Lawinenabgänge kämen dennoch vor, seien aber nichts Außergewöhnliches:

70jähriger Rauriser: „1966 ist der Schnee ganz ‚oba‘ gegangen, das war im August, es hat so lange geregnet, bis (...) der Schnee weg war. 48 Stunden hat es durchgeregnet. (...) Man kann es sich heute, wenn man, freilich ist heute ausgebaut, das Flussbett ein bisschen tiefer. Aber es sind Stellen gewesen, wo der Bach, wo man es sich nicht vorstellen könnte heute, soviel war es.“ (Kirchengast 2007b: 111)

Eine 35jährige Flattacherin auf die Frage nach erlebten Wetterextremen: „Sie reden zwar immer davon, Wildbachverbauung und Lawinenverbauung, aber ganz extrem war es eigentlich nie. Jetzt ist schon bald 40 Jahre eine Ruhe.“ (Kirchengast 2007b: 15)

Exakte Zeitangaben oder topografische Bezeichnungen können jedoch nur wenige Befragte nennen. Auch Einschätzungen der Gesamtschadenshöhen lassen sich aufgrund vager Erinnerungen schwer durchführen, nur ein Rauriser Befragter hat dazu genauere Aufzeichnungen und Fotomaterial archiviert. Die Erinnerungen an Wetterextremereignisse müssen deshalb mit anderen Datenquellen verglichen werden (vgl. Auer et al. 2007).

Einstellungen zum Klimawandel

Welche Einstellungen haben FlattacherInnen und RauriserInnen zum Klimawandel? Auch aus unmittelbarer wirtschaftlicher Sicht ist dieses Thema für beide Täler wichtig, weil die meisten Tourismusangebote der Gemeinden (Wintersportarten im Schnee, Wandern, Bergsteigen, Mountainbiken etc.) eine Abhängigkeit von Wetter und Klima zeigen (vgl. Auer/ Böhm/ Korus 2006a und 2006b). Nur einer der 25 Befragten, ein Jugendlicher aus Rauris, gab an, noch nichts vom Klimawandel gehört zu haben. Die meisten Befragten verbinden mit „Klimawandel“ Begriffe wie Erderwärmung oder eine Zunahme von Extremwetterereignissen. Drei Befragte haben den Rückgang der Gletscher vor Ort selbst mitverfolgt, elf weitere haben davon über die Medien gehört. Das Auftauen der Permafrostzone wurde durch die nötigen Sicherungsmaßnahmen am Sonnblick-Observatorium wahrgenommen. Die Befragten vermuten, dass die von ihnen erlebten kürzeren, wärmeren und schneeärmeren Winter sowie das Ansteigen der Höchsttemperaturen im Sommer ebenfalls mit dem Klimawandel in Verbindung gebracht werden könnten.

Um mehr Schneesicherheit für den Wintersport zu bieten, werden in beiden Gemeinden Pisten kostenintensiv künstlich beschneit. In Flattach erwarten die Befragten häufiger positive Folgen des Klimawandels für ihr Tal als in Rauris (vgl. auch BG/ BRG Zell am See et al. 2007: 26ff). Vor allem erhoffen sich mehrere Befragte, dass sie von der größeren Schneesicherheit am Gletscherschigebiet profitieren werden:

45jähriger Flattacher über das Gletscherschigebiet: „Weil man eben hört, der Klimawandel, und ich glaube, da sind die einen Schigebiete doch von Vorteil. Also das war schon das richtige Pferd auf das man gesetzt hat, das glaube ich schon, da soll man schon weiterarbeiten.“ (Kirchengast 2007b: 49)

Ein Flattacher erhofft sich auch mehr Sommergäste, die hier in den Bergen der großen Hitze in Großstädten, in tieferliegenden Tälern oder in südlichen Ländern entfliehen wollen. In Rauris baute man im letzten Jahr die künstlichen Beschneiungsanlagen aus, allerdings sind für die Wirksamkeit kalte Temperaturen nötig. Ohne Schnee, meinen vier befragte RauriserInnen, sei der Wintertourismus aber schwer vorstellbar, derzeit gebe es wenig Alternativangebote.

3 Zusammenfassung und Ausblick

Die Befragten leben sehr gerne in ihren Tälern. Wirtschaftlich besonders bedeutsam ist in beiden Tälern der Tourismus. Dabei beschritten beide Täler unterschiedliche Wege: Rauris ist seit 1984 Nationalparkgemeinde, Flattach bietet ein Gletscherschigebiet. In beiden Alpentälern erinnern sich vor allem ältere Befragte an Extremwetterereignisse zurück. Diese Erinnerungen geben in erster Linie Einblick in die Bewältigungsstrategien der Menschen im Tal. Zur Einschätzung von Schadenshöhen und zur Prüfung der Ereignisdaten müssen sie jedoch mit anderem Datenmaterial, z.B. der Unwetterchronik der ZAMG, verglichen werden.

Durch Kindheitserlebnisse, ihre Berufe, Hobbies oder ehrenamtliche Tätigkeiten leben alle Befragten in engem Bezug zur Natur. So ist es auch nicht überraschend, dass sie Wetter und Naturveränderungen beobachten. Nur ein Befragter gab an, noch nie etwas vom Klimawandel gehört zu haben. Drei Befragte haben den Rückgang der Gletscher ihrer Region im Lauf ihres Lebens selbst mitverfolgt, elf weitere über Medien davon gehört. Auch aus unmittelbar wirtschaftlicher Sicht ist das Thema „Klimawandel“ für die beiden Täler wichtig, denn derzeit zeigen die meisten Tourismusangebote beider Gemeinden eine Abhängigkeit von Wetter und Klima.

Gar nicht bewusst war den Befragten, dass der überwiegende Einfluss des Menschen auf den Klimawandel seit Beginn der 1980er Jahre eine wissenschaftliche Tatsache ist. Beispielsweise wurde das Ausapern von Werkzeug der Goldbergwerksknappen als Hinweis darauf gedeutet, dass es auch früher schon wärmere Zeiten gegeben habe – und einige Befragte schlossen daraus, dass das ein natürlicher Vorgang sei, der auch keine großen

Auswirkungen auf Menschen haben dürfte. Während aber die Erwärmung zwischen 1890 und 1950 noch natürliche Ursachen hatte, ist jene seit Beginn der 1980er Jahre zumindest zum Teil von Menschen verursacht (vgl. Böhm/ Auer/ Korus 2006b: 4, Böhm/ Auer/ Korus 2006c: 5), nach IPCC (2007) sogar zum überwiegenden Teil von Menschen verursacht. Deutlich wurde hier die Notwendigkeit verstärkter Bildungs- und Bewusstseinsarbeit und von entsprechendem Handeln. Als WissenschaftlerInnen des Projektes erlebten wir dazu sehr ermutigende Aktivitäten unserer Partnerschulen, wie z.B. den von Jugendlichen selbst komponierten und schwingvoll präsentierten „Klimarapp“. In einem letzten gemeinsamen Arbeitsschritt werden die ProjektpartnerInnen Zukunftsszenarien für beide Täler entwickeln. Auch hier werden die in den qualitativen Interviews geäußerten Ideen und Vorschläge zur Zukunft der Täler wesentlich mit einfließen.

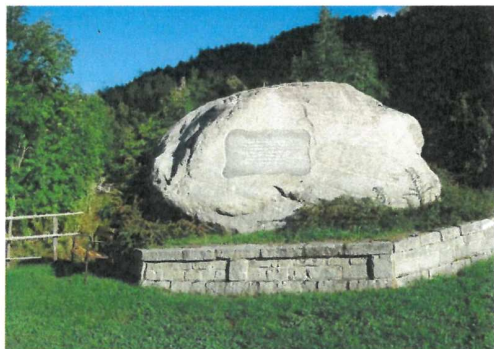


Abbildung 1: Gedenktafel an die Mure des Wollnitzbaches im August 1966 in Flattach (Fotoquelle: Kirchengast)

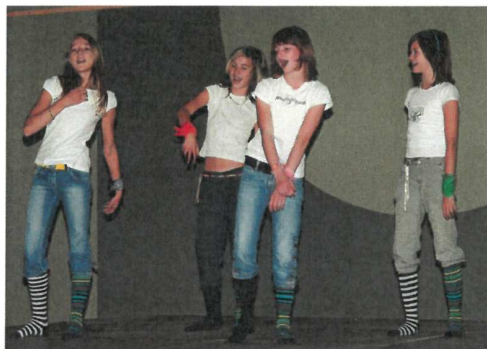


Abbildung 2: Jugendliche der Hauptschule Rauris beim „Klimarapp“, den sie bei den Rauriser Literaturtagen und der Präsentation der Zwei-Täler-Jugendumfrage im September 2007 aufführten (Fotoquelle: Böhm)

Literatur

- AUER Ingeborg/ Reinhard BÖHM/ Eva KORUS (2006a), Klimapotentiale für den Tourismus in Flattach. Downloadbar unter: <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/ergebnisse>, 17.7.07.
- AUER Ingeborg/ Reinhard BÖHM/ Eva KORUS (2006b), Klimapotentiale für den Tourismus in Flattach. Downloadbar unter: <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/ergebnisse>, 17.7.07.
- AUER Ingeborg/ Reinhard BÖHM/ Eva KORUS/ Herwig PROSKE (2007), Extremereignisse in den Gemeinden Flattach und Rauris. Zielvereinbarung 18 für den 2. Zwischenbericht. Downloadbar unter: <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/ergebnisse>
- BG/ BRG ZELL AM SEE/ BORG SPITAL/ Anna KIRCHENGAST/ Nadja VETTERS (2007), A Tale of Two Valleys – Jugendumfrage. Projektbericht. Download unter: http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/endbericht_jugendumfrage.pdf, 6.11.07
- BÖHM Reinhard/ Ingeborg AUER/ Eva KORUS (2006a), Die Vorgeschichte des Klimas in den Hohen Tauern. Downloadbar unter: <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/ergebnisse>, 17.7.07.
- BÖHM Reinhard/ Ingeborg AUER/ Eva KORUS (2006b), Das Klima der letzten beiden Jahrhunderte in Flattach. Downloadbar unter: <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/ergebnisse>, 17.7.07.
- BÖHM Reinhard/ Ingeborg AUER/ Eva KORUS (2006c), Das Klima der letzten beiden Jahrhunderte in Rauris. Downloadbar unter: <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/ergebnisse>, 17.7.07.
- DEMOSER H. (2000), Obervellacher Lesebuch. Ein Streifzug durch Jahrtausende mit Geschichte aus dem Mölltal. Klagenfurt, Heyn.
- HABSBURG-LOTHRINGEN Clemens/ Nadja VETTERS/ Christine AUMAYR/ Franz PRETTENTHALER/ Anna KIRCHENGAST (2007), A Tale of Two Valleys: Zwei Alpentäler – zwei Geschichten. Sozioökonomische Grundmuster der Projektgemeinden Flattach und Rauris

(Work in progress). Interner Bericht des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg) der Joanneum-Research ForschungsGmbH.

IPCC (2007), Summary for Policymakers of the Synthesis Report of the IPCC Fourth Assessment Report. Download unter: <http://www.ipcc.ch>, 20.11.07. (Deutsche Übersetzungen der Arbeitsgruppenberichte des 4. Klimaberichtes unter <http://www.umweltbundesamt.de/umweltschutz/klima/ipcc-bericht>, 20.11.07)

KIRCHENGAST Anna (2007a und 2007b), A Tale of Two Valleys. Zwei Alpentäler – Zwei Geschichten. Zeitgeschichte und Zukunftsperspektiven. Band 1 (2007a): Ergebnisse qualitativer Interviews mit Oral-History-Schwerpunkt, Band 2 (2007b): Zitatesammlung. Interner Bericht des Instituts für Technologie- und Regionalpolitik (InTeReg) der Joanneum-Research ForschungsGmbH.

KIRCHENGAST Anna/ Cornelia STERNER/ Franz PRETTENTHALER (2007), Umfrage zu Risikowahrnehmung, Genderrollen und Zukunftsszenarien in Flattach und Rauris, Projektbericht. Download unter: http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/Bericht_Gender_Risiko.pdf, 30.11.07

KOPP Siegfried (2003), Das Raurisertal. Alte Ansichten. Rauris: Eigenverlag Siegfried Kopp, Herausgeber: Marktgemeinde Rauris.

LAHNSTEINER Josef (1960), Unterpinzgau: Zell am See, Taxenbach, Rauris – geschichtlich und heimatkundlich beschreiben. Hollersbach (Pinzgau): Selbstverlag Lahnsteiner.

Adresse der Autorin:

Mag.^a Anna Kirchengast
Institut für Technologie- und Regionalpolitik der
Joanneum Research Forschungsgesellschaft mbH
Elisabethstraße 20
8010 Graz
E-Mail: anna.kirchengast@edu.uni-graz.at

GLETSCHERLÄNGENMESSUNGEN IM SONNBLICKGEBIET IM GLETSCHERHAUSHALTSJAHR 2004/2005

Ingeborg Auer, Wien

1. Einleitung

Zur Zeit der Gletscherlängenmessungen Ende September 2005 waren die Gletscher und Gletscherränder bereits mit Schnee bedeckt. Die Gletschermarken waren teils schneebedeckt, teils schneefrei, die Gletscherränder jedoch mussten durch Grabungen ermittelt werden. Wegen der Schneebedeckung konnte die Fotodokumentation im Berichtsjahr nicht fortgeführt werden. Die Messungen wurden von Inge Auer und Reinhard Böhm durchgeführt

2. Messergebnisse

Von allen drei im Haushaltsjahr 2004/2005 vermessenen Gletschern zeigte im Berichtsjahr das Kleinfleißkees (das Kleinfleißkees verhält sich nach dem Eissturz im September 2002 ziemlich stabil) den geringsten Rückzug von nicht einmal zwei Metern. Das Goldbergkees verlor hingegen mehr als 21 Meter im Durchschnitt an Länge, das Wurtenkees an die 13 m.

Insgesamt 5 Rückzugsdistanzen konnten für das **Goldbergkees** bestimmt werden, da alle 5 existierenden Messmarken gefunden wurden. Sie zeigten eine große Variationsbreite. Der größte Rückzug wurde bei der Marke A03 von 35.7 m, gefolgt von B03 mit 33.9 m ermittelt. Bei Messmarke C00 fiel der Rückzug mit nur knapp 5 Metern relativ gering aus. Um die Messungen in den Folgejahren zu sichern, wurden zwei neue Messmarken angelegt: A03 mit neuer Messrichtung und Z05.

Wie schon erwähnt, verhielt sich das **Kleinfleißkees** relativ stabil. Da die Gletschermarken schneefrei waren, konnten die Distanzen zum Gletscherrand – dieser war allerdings bis zu 70 cm mit Schnee bedeckt, sodass die genauen Ränder durch Grabungen ermittelt werden mussten - von insgesamt 11 Messmarken bestimmt werden. Aufgrund der Messausfälle des Vorjahres standen zur Berechnung der mittleren Längenänderung allerdings nur 5 Marken zur Verfügung. Zwischen den Marken N bis O wurde eine ausgeprägte Wintermoräne vorgefunden.

Auch beim **westlichen Wurtenkees** war zum Zeitpunkt der Messung der Eisrand schneebedeckt. Es wurden alle 7 Messmarken gefunden, und da die Gletscherränder durch Grabungen ermittelt wurden, standen für die Berechnung des mittleren Längenverlustes 7 Messungen zur Verfügung. Die Einzelmessungen bewegten sich zwischen -27.1 m bei C03 und -6.4 bei Z03. Die Messmarken J und I wurden erneuert, Y05 wurde neu angelegt.

Tabelle 2.1: Abstand der einzelnen Messmarken vom Gletscherrand (in m) im September 2004 und im September 2005 und daraus ermittelte Gletscherlängenänderungen.

Name des Gletschers: Goldberggletscher					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
CØØ	19.9.2004	20,5	25.9.2005	25,4	-4,9
22/02	19.9.2004	24,6	25.9.2005	35,5	-10,9
B03	19.9.2004	2,4	25.9.2005	36,3	-33,9
A03	19.9.2004	22,4	25.9.2005	58,1	-35,7
ZØØ	19.9.2004	43,6	25.9.2005	64,0	-20,4
mittlerer Rückzug seit 2004: 21,2 m					

Name des Gletschers: Kleinfleißkees					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
K03	16.9.2004		23.9.2005	9,3	
L03	16.9.2004		23.9.2005	7,6	
M03	16.9.2004		23.9.2005	6,0	
N03	16.9.2004		23.9.2005	7,8	
O03	16.9.2004		23.9.2005	6,6	
P03	16.9.2004	11,3	23.9.2005	12,3	-1,0
Q03	16.9.2004	4,3	23.9.2005	3,9	0,4
R03	16.9.2004		23.9.2005	6,6	
S03	16.9.2004	6,5	23.9.2005	9,5	-3,0
T03	16.9.2004	9,5	23.9.2005	10,9	-1,4
U03	16.9.2004	6,8	23.9.2005	10,2	-3,4
mittlerer Rückzug seit 2004: 1,7 m					

Name des Gletschers: Wurtenkees Schareckgletscher (am Rande des künstlich beschneiten Schigebietes)					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
J02	17.9.2004	33,3	24.9.2005	42,1	-8,8
I03	17.9.2004	23,8	24.9.2005	33,7	-9,9
D03	17.9.2004	0	24.9.2005	14,4	-14,4
C03	17.9.2004	2,6	24.9.2005	29,7	-27,1
B03	17.9.2004	11,3	24.9.2005	21,5	-10,2
A03	17.9.2004	11,5	24.9.2005	28,4	-16,9
Z03	17.9.2004	3,3	24.9.2005	9,7	-6,4
mittlerer Rückzug seit 2004: 13,4 m					

Tabelle 2.2: Messmarken, angelegt im September 2005

Marke	Angelegt am	Entfernung (m)	Kommentar
Goldbergkees			
Z05	25.9.2005	7,7	Ersetzt Z00
A03	25.9.2005	2,9	A03 mit neuer Messrichtung
Wurtenkees			
J05	25.9.2005	8,7	Ersetzt J02
I05	25.9.2005	8,8	Ersetzt I03
Y05	25.9.2005	1,7	Neu

Adresse der Autorin:

Dr.ⁱⁿ Ingeborg Auer

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38

1190 Wien

E-Mail: ingeborg.auer@zamg.ac.at

GLETSCHERLÄNGENMESSUNGEN IM SONNBLICKGEBIET IM GLETSCHERHAUSHALTSJAHR 2005/2006

Ingeborg Auer, Wien

1. Einleitung

Zur Zeit der Gletscherlängenmessungen von Kleinfleißkees und Wurtenkees Ende September 2006 waren die Gletscherränder aper, am Kleinfleißkees wegen Schuttbedeckung jedoch nicht immer leicht erkennbar. Anfang Oktober, als das Goldbergkees vermessen wurde, war auch das Gletschervorfeld mit Schnee bedeckt. Die Messungen wurden von Inge Auer und Reinhard Böhm durchgeführt. Die Gletscherränder aller drei Gletscher wurden auch fotografisch dokumentiert.

2. Messergebnisse

Von allen drei im Haushaltsjahr 2005/2006 vermessenen Gletschern zeigte im Berichtsjahr das Kleinfleißkees (das Kleinfleißkees verhält sich nach dem Eissturz im September 2002 ziemlich stabil) den geringsten Rückzug von etwa 1 m. Das Wurtenkees verlor hingegen an die 14 Meter im Durchschnitt an Länge, das Goldbergkees an die 7 m.

Für insgesamt 5 Messmarken konnten für das **Goldbergkees** die Änderungen des Gletscherrandes bestimmt werden, die Messmarke A03 in Messrichtung A05 konnte allerdings mehr gefunden werden. Die Einzelmessungen zeigen eine relativ große Variationsbreite. Der größte Rückzug wurde bei der Marke A03 in alter Messrichtung von 12.4 m, gefolgt von Z05 mit 10.1 m ermittelt. Bei Messmarke B03 zeigte sich sogar ein leichter Vorstoß von 3.6 m. Am Messtag wurden vier neue Messmarken angelegt: C06, 22/06, B06, A06.

Das **Kleinfleißkees** verhielt sich wieder am stabilsten, wobei zur Berechnung des mittleren Gletscherrückzuges 9 Messungen Verwendung fanden, die zwischen -3.8 und +0.7 m schwankten. Am Messtag herrschte zwar Prachtwetter, die Gletscherränder waren aper, waren wegen Schuttbedeckung jedoch nicht immer leicht erkennbar. In Richtung K03 befand sich am Messtag kein Gletscher mehr, die Marke M03 wurde nicht berücksichtigt, da der Verdacht auf Falschmessung 2005 wegen der vorherrschenden Schneedecke besteht. Unterhalb der Abbruchstelle 2002 konnte eine neue Messmarke V06 markiert werden.

8 Messmarken dienten zur Ermittlung des mittleren Gletscherrückzuges des **westlichen Wurtenkeeses** 2005/2006. Alle Messungen wiesen auf Gletscherrückzug hin, die Beträge schwankten jedoch zwischen nur -0.2 m bei J05 und -30.5 m bei C03. Die Gletscherränder waren schneefrei und sehr gut erkennbar. Neu angelegt wurde K06, C06, B06 und A06 ersetzen ab nun C03, B03 und A03.

Tabelle 2.1: Abstand der einzelnen Messmarken vom Gletscherrand (in m) im September 2005 und im September (Oktober) 2006 und daraus ermittelte Gletscherlängenänderungen

Name des Gletschers: Goldberggletscher					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
CØØ	25.9.2005	25,4	9.10.2006	34,3	-8,9
22/02	25.9.2005	35,5	9.10.2006	43,2	-7,7
B03	25.9.2005	36,3	9.10.2006	32,7	3,6
A03*	25.9.2005	58,1	9.10.2006	70,5	-12,4
A05	25.9.2005	2,9	Nicht gefunden		
Z05	25.9.2005	7,7	9.10.2006	17,8	-10,1
mittlerer Rückzug seit 2005: 7,1 m					

Name des Gletschers: Kleinfleißkees					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
K03	23.9.2005	9,3	21.9.2006	in dieser Richtung kein Gletscher mehr	
L03	23.9.2005	7,6	21.9.2006	9,1	-1,5
M03	23.9.2005	6,0	21.9.2006	1,0	5,0
N03	23.9.2005	7,8	21.9.2006	10,1	-2,3
O03	23.9.2005	6,6	21.9.2006	6,1	0,5
P03	23.9.2005	12,3	21.9.2006	10,5	1,8
Q03	23.9.2005	3,9	21.9.2006	3,8	0,1
R03	23.9.2005	6,6	21.9.2006	5,9	0,7
S03	23.9.2005	9,5	21.9.2006	11,2	-1,7
T03	23.9.2005	10,9	21.9.2006	14,0	-3,1
U03	23.9.2005	10,2	21.9.2006	13,9	-3,8
mittlerer Rückzug seit 2005: 1,0 m					

Name des Gletschers: Wurtenkees Schareckgletscher (am Rande des künstlich beschneiten Schigebietes)					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
J05	24.9.2005	8,7	22.9.2006	8,9	-0,2
I05	24.9.2005	8,8	22.9.2006	23,9	-15,1
D03	24.9.2005	14,4	22.9.2006	30,2	-15,8
C03	24.9.2005	29,7	22.9.2006	60,2	-30,5
B03	24.9.2005	21,5	22.9.2006	36,2	-14,7
A03	24.9.2005	28,4	22.9.2006	45,7	-17,3
Z03	24.9.2005	9,7	22.9.2006	14,4	-4,7
Y05	24.9.2005	1,7	22.9.2006	14,8	-13,1
mittlerer Rückzug seit 2005: 13,9 m					

Tabelle 2.2: Messmarken, angelegt im September/ Oktober 2006

Marke	Angelegt am	Entfernung (m)	Kommentar
Goldbergkees			
C06	9.10.2006	3,5	Ersetzt C00
22/06	9.10.2006	7,6	Ersetzt 22/06
B06	9.10.2006	16,8	Ersetzt B03
A06	9.10.2006	3,8	Ersetzt A03
Kleinleißkees			
V06	21.9.2006	13,6	Neu, unterhalb der Abbruchstelle 2002
Wurtenkees			
K06	22.9.2006	3,6	Neu
C06	22.9.2006	3,8	Ersetzt C03
B06	22.9.2006	3,1	Ersetzt B03
A06	22.9.2006	5,5	Ersetzt A03

Adresse der Autorin:

Dr.ⁱⁿ Ingeborg Auer

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38

1190 Wien

E-Mail: ingeborg.auer@zamg.ac.at

GLETSCHERLÄNGENMESSUNGEN IM SONNBLICKGEBIET IM GLETSCHERHAUSHALTSJAHR 2006/2007

Ingeborg Auer, Wien

1. Einleitung

Im Oktober 2007 waren die Gletscher schon eingeschneit, nur am Wurtenkees war das Gletschervorfeld noch schneefrei. Die Messungen wurden von Inge Auer und Reinhard Böhm durchgeführt. Da trotz der Schneelage die Gletscherränder erkennbar waren, konnte die Fotodokumentation um das Jahr 2007 erweitert und in die Gletscherfotodatenbank der Zentralanstalt für Meteorologie eingespielt werden.

2. Messergebnisse

Erwartungsgemäß bilanzierten die Gletscherlängen im Haushaltsjahr 2006/2007 allgemein negativ. Der stärkste Rückgang von -18.5 m wurde beim Wurtenkees verzeichnet, der Rückgang von Kleinfleißkees lag bei 8 m, jener des Goldbergkeeses bei 10 m.

Für insgesamt 5 Messmarken am Rande des **Goldbergkeeses** wurden die Änderungen des Gletscherrandes bestimmt. Alle Einzelmessungen weisen auf Gletscherrückzug hin, am stärksten bei 22/06 mit -16.6 m. Am Messtag wurden vier neue Messmarken angelegt: D07, E07, Y07 und X07 – alle blau markiert. Somit stehen für die nächsten Jahre insgesamt neun verwendbare Messpunkte zur Verfügung.

Das **Kleinfleißkees** verhielt sich wieder am stabilsten, zeigte aber auch schon stärkere Rückgänge als in den Vorjahren. Die Messmarken O03 und Q03 waren im Schnee vergraben und unauffindbar, die neun verwendbaren Messmarken waren aber ausreichend um den Gletscherrückgang zwischen 4 und 19 Metern zu dokumentieren. Unterhalb der Abbruchstelle 2002 vor dem 1. Bach konnte eine weitere Messmarke W07 markiert werden.

Insgesamt 9 Messmarken dienten zur Ermittlung des mittleren Gletscherrückzuges des **westlichen Wurtenkeeses**. Auch hier wiesen alle Messungen auf Gletscherrückzug hin, die Beträge schwankten jedoch zwischen -10 m bei B06 und -31 m bei D03. Die neuen Messmarken I07, J07 und D07 ersetzen von nun an ältere Marken der Kennungen I, J und D.

Tabelle 2.1: Abstand der einzelnen Messmarken vom Gletscherrand (in m) im September 2005 und im September (Oktober) 2006 und daraus ermittelte Gletscherlängenänderungen

Name des Gletschers: Goldberggletscher					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
C06	9.10.2006	3,5	16.10.2007	6,2	-2,7
22/06	9.10.2006	7,6	16.10.2007	24,2	-16,6
B06	9.10.2006	16,8	16.10.2007	25,5	-8,7
A06	9.10.2006	3,8	16.10.2007	15,1	-11,3
Z05	9.10.2006	17,8	16.10.2007	27,5	-9,7
mittlerer Rückzug seit 2006: 9,8 m					

Name des Gletschers: Kleinfleißkees					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
L03	21.9.2006	9,1	14.10.2007	19,3	-10,25
M03	21.9.2006	1,0	14.10.2007	20,4	-19,4
N03	21.9.2006	10,1	14.10.2007	19,1	-9,0
O03	21.9.2006	6,1	Nicht gefunden		
P03	21.9.2006	10,5	14.10.2007	16,7	-6,2
Q03	21.9.2006	3,8	Nicht gefunden		
R03	21.9.2006	5,9	14.10.2007	12,1	-6,2
S03	21.9.2006	11,2	14.10.2007	16,0	-4,8
T03	21.9.2006	14,0	14.10.2007	19,8	-5,8
U03	21.9.2006	13,9	14.10.2007	17,6	-3,7
V06	21.9.2006	13,6	14.10.2007	18,6	-5,0
mittlerer Rückzug seit 2006: 7,8 m					

Name des Gletschers: Wurtenkees Schareckgletscher (am Rande des künstlich beschneiten Schigebietes)					
Marke	Letzte Messung		Neue Messung		Längenänderung (m)
	Datum	Entfernung (m)	Datum	Entfernung (m)	
K06	22.9.2006	3,6	13.10.2007	17,1	-13,5
J05	22.9.2006	8,9	13.10.2007	36,9	-28,0
I05	22.9.2006	23,9	13.10.2007	46,0	-22,1
D03	22.9.2006	30,2	13.10.2007	61,3	-31,1
C06	22.9.2006	3,8	13.10.2007	16,9	-13,1
B06	22.9.2006	3,1	13.10.2007	13,5	-10,4
A06	22.9.2006	5,5	13.10.2007	23,7	-18,2
Z03	22.9.2006	14,4	13.10.2007	30,0	-15,6
Y05	22.9.2006	14,8	13.10.2007	29,7	-14,9
mittlerer Rückzug seit 2006: 18,5 m					

Tabelle 2.2: Messmarken, angelegt im Oktober 2007

Marke	Angelegt am	Entfernung (m)	Kommentar
Goldbergkees			
D07	16.10.2007	0,0	Neu
E07	16.10.2007	0,0	Neu
Y07	16.10.2007	6,1	Neu
X07	16.10.2007	10,6	Neu
Kleinfleißkees			
W07	14.10.2007	3,4	Neu, vor dem 1. Bach
Wurtenkees			
I07	13.10.2007	6,7	Ersetzt I05
J07	13.10.2007	2,4	Ersetzt J05
D07	13.10.2007	17,5	Ersetzt D03

Adresse der Autorin:

Dr.ⁱⁿ Ingeborg Auer

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38

1190 Wien

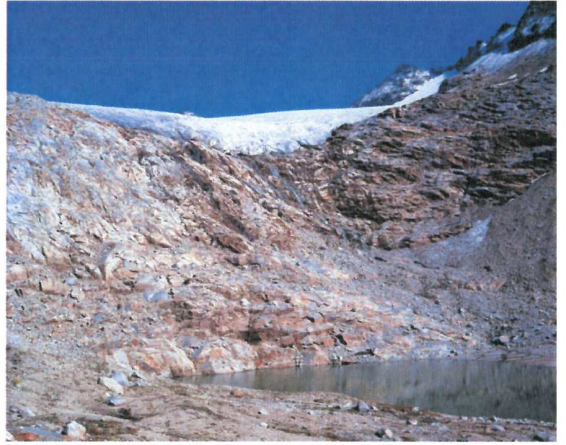
E-Mail: ingeborg.auer@zamg.ac.at

Alle Fotos der nächsten Seite: Reinhard Böhm

Fotodokumentation der Messkampagnen



Das Wurtenkees am 22. September 2006.



Zunge des Kleinfleißkeeses am 21. September 2006, der dünner werdende Gletscher hat den Blick auf das Sonnblick Observatorium freigegeben.



Das Goldbergkees am 22. September 2006.



Küntiges Gletschertor des Goldbergkeeses (ca. 50 m Durchmesser) am 16. Oktober 2007.



Zunge des Goldbergkeeses am 16. Oktober 2007.



Zunge des Kleinfleißkeeses am 14. Oktober 2007.

MASSENHAUSHALT 2003/2004 DER GLETSCHER IN DER GOLDBERGGRUPPE

Bernhard Hynek, Wien

1. Einleitung

Im Rahmen der Projekte MOMBASA und WURTEN wird von der Zentralanstalt für Meteorologie der Massenhaushalt der drei Gletscher Goldbergkees (früher Vogelmaier-Ochsenkarkees), Kleinfleißkees und Wurtenkees in der Goldberggruppe der Hohen Tauern mittels der direkten glaziologischen Methode (z.B. KASER et al, 2003) ermittelt. Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Messungen und Ergebnisse aus dem hydrologischen Jahr 2003/2004.

Das Kleinfleißkees und das Wurtenkees liegen südlich des Alpenhauptkammes, sind 0,8 bzw. 0,9 km² (2003) groß und nach West bis Südwest exponiert. Das nördlich des Alpenhauptkammes gelegene ca. 1,4 km² (2003) große Goldbergkees schließt an der Kleinfleißscharte direkt an das Kleinfleißkees an, ist im oberen Bereich nach Südost exponiert und im Zungenbereich nach Nordost. Das Kleinfleißkees und das Wurtenkees entwässern über den Kleinfleißbach bzw. den Fragantbach in die Möll und das Goldbergkees Richtung Norden über die Rauriser Ache in die Salzach.

Die bisherigen Massenbilanzen der Gletscher der Goldberggruppe wurden auf Basis der Gletscherflächen von 1998 ausgewertet. Im September 2003 gab es eine Befliegung der Goldberggruppe durch das Land Kärnten. Aus dem daraus erstellten Orthofoto, das uns vom Land Kärnten zur Verfügung gestellt wurde, konnten die Gletscherflächen brauchbar abgeleitet werden (siehe schwarze Umrisse in Abbildung 1). Die Massenbilanz 03/04 ist somit die erste Massenbilanz, die auf der neuen Gletscherfläche von 2003 ausgewertet wurde. Auffallend in Abbildung 1 ist vor allem die gegenüber 1998 fehlende Gletscherzunge am Kleinfleißkees, die im September 2002 in Form eines Eissturzes an der steilsten Stelle abbriss.

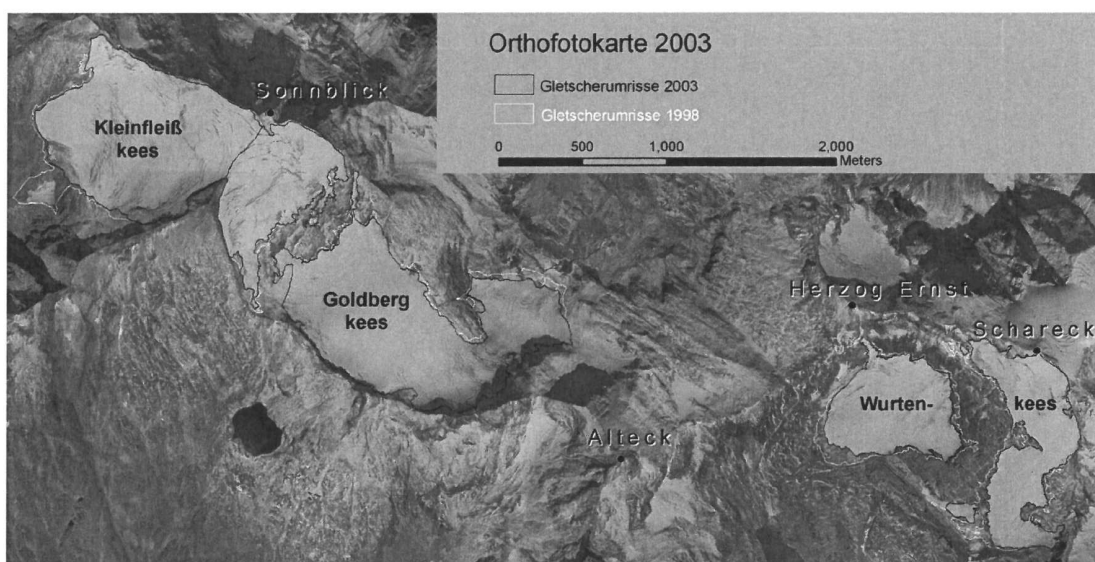


Abbildung 1: Orthofoto vom September 2003 (Quelle: Land Kärnten) mit Kleinfleißkees, Goldbergkees und Wurtenkees

2. Witterungsverlauf

Um einen Überblick über die Witterung im Haushaltsjahr 03/04 zu bekommen, sind nachfolgend die Monatsmittel bzw. -summen von Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe von drei nahegelegenen Klimastationen und von Stationen aus dem Sondermessnetz der ZAMG jeweils im Vergleich zum dreißigjährigen Klimamittel 1961-90 (wo vorhanden) dargestellt.

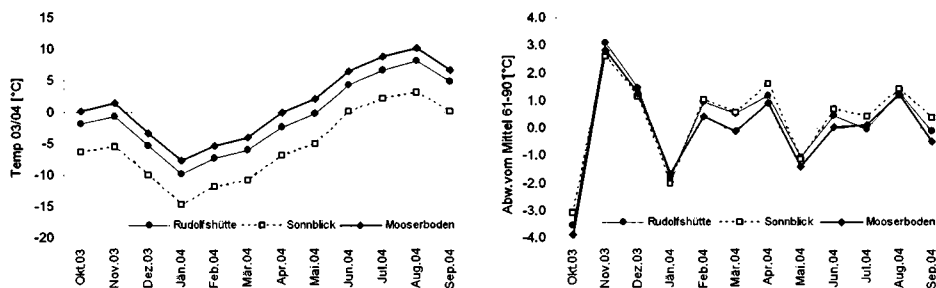


Abbildung 2: Monatsmittel der Temperatur (li) und Abweichungen vom Mittel 1961-90 (re)

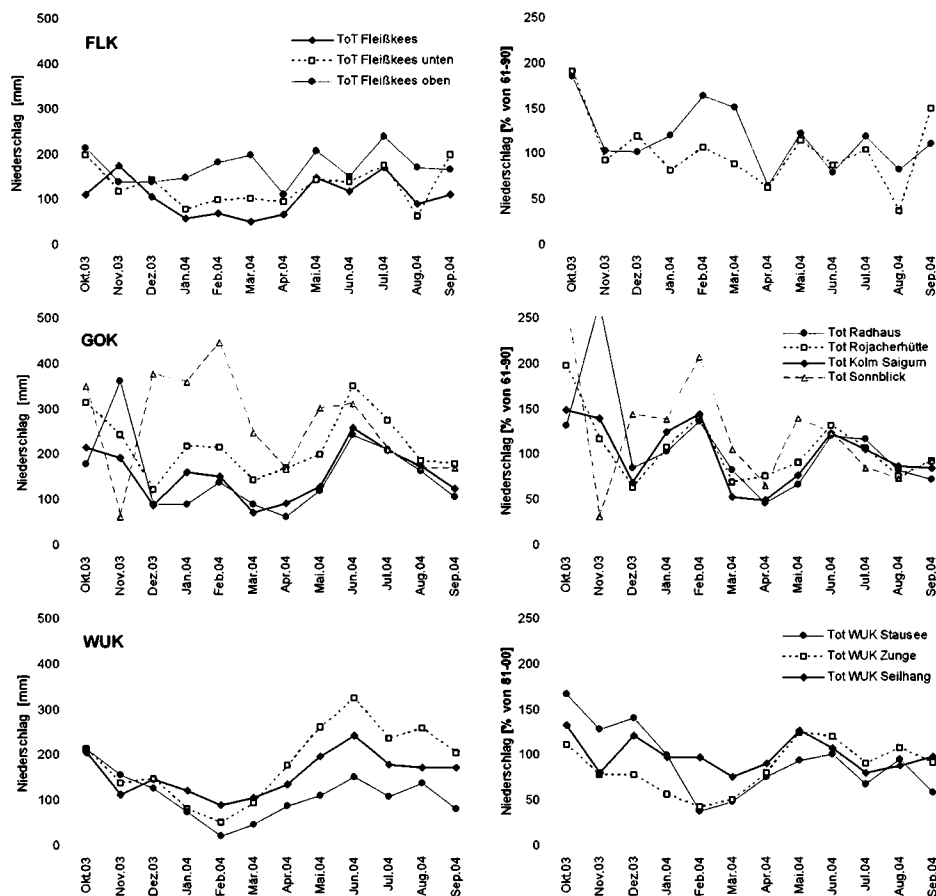


Abbildung 3: Monatswerte der Totalisatoren im Bereich Kleinfleißkees (oben) und Goldbergkees (Mitte) im Haushaltsjahr 2003/04 und die Abweichungen vom 30-jährigen Mittel (1961-90). Da die drei Totalisatoren am Wurtenkees (unten) noch nicht über so lange Messreihen verfügen wurde die Abweichung vom 20-jährigen Mittel (1981-00) dargestellt.

Auffallend am Temperaturverlauf 03/04 im Vergleich zum langjährigen Mittel sind die starken Gegensätze im Herbst 2003, der relativ kalte Oktober und der relativ warme November. Die Jahresmitteltemperaturen an den drei Messstationen aus Abbildung 2 Hoher Sonnblick, Rudolphshütte und Mooserboden waren um nur 0.1°C wärmer als das Mittel 61-90.

Verantwortlich für die sehr späte Ausaperung der Gletscher waren die überdurchschnittlich starken Niederschläge vor allem im Mai, teilweise aber auch die im Sommer. In Abbildung 3 sind die monatlichen Niederschlagsmessungen aller im Sonnblickgebiet vorhandenen Totalisatoren dargestellt. Die Totalisatoren nördlich des Alpenhauptkammes (GOK) weisen 03/04 im Mittel um 40% mehr Niederschlag auf als die auf der Südseite des Alpenhauptkammes (FLK und WUK). Wie an den einzelnen Messwerten sichtbar, ist die Variabilität des Niederschlages innerhalb der Goldberggruppe sehr hoch. Die Lage der einzelnen Totalisatoren ist aus der Karte in Abbildung 4 zu entnehmen.

Die überdurchschnittlich starken Niederschläge im Mai führten dazu, dass das Maximum der Winterakkumulation zumindest am Goldbergkees und am Kleinfleißkees erst nach dem ersten Juni erreicht wurde. Dies belegen sowohl die Ablesungen der Schneepegel am Goldbergkees und Kleinfleißkees, dargestellt in Abbildung 6, als auch der Verlauf der Schneehöhe an der Kleinfleißscharte in Abbildung 5. Die räumliche Verteilung der permanenten Schneepegel aus dem Messnetz der ZAMG und der KELAG ist aus Abbildung 4 ersichtlich.

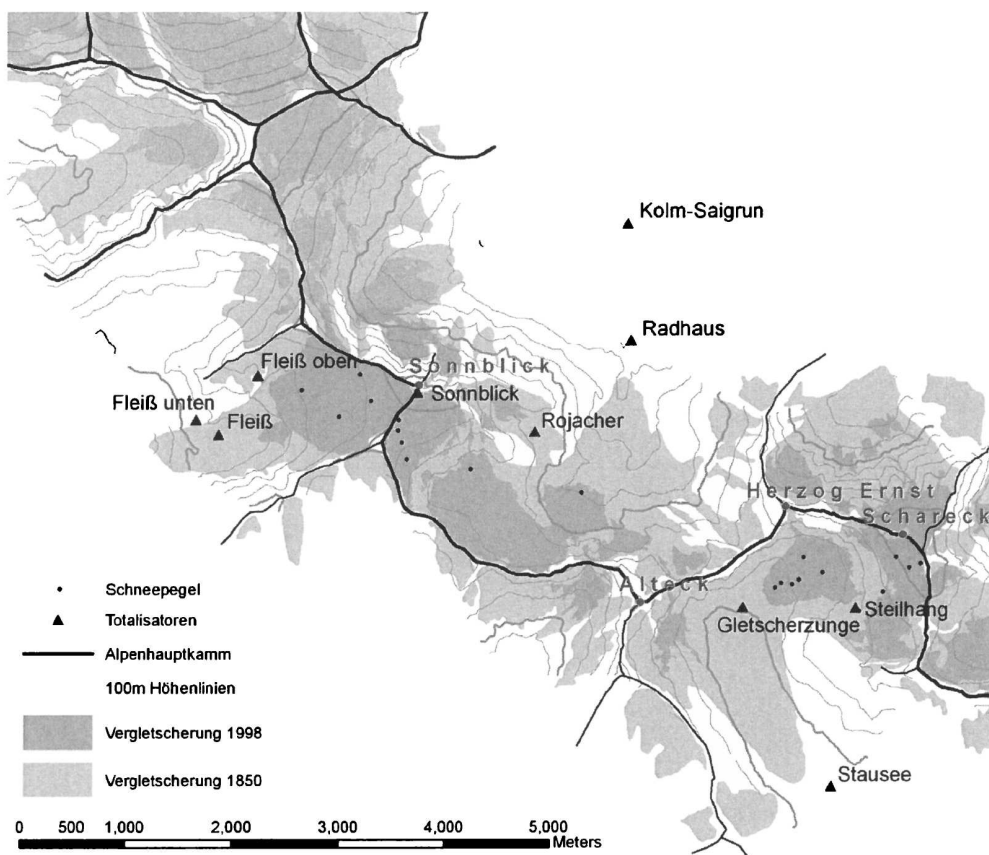


Abbildung 4: Lage der Totalisatoren und Schneepegel in der Goldberggruppe. (Rekonstruktion der vergletscherten Flächen nach BÖHM et al., 2007)

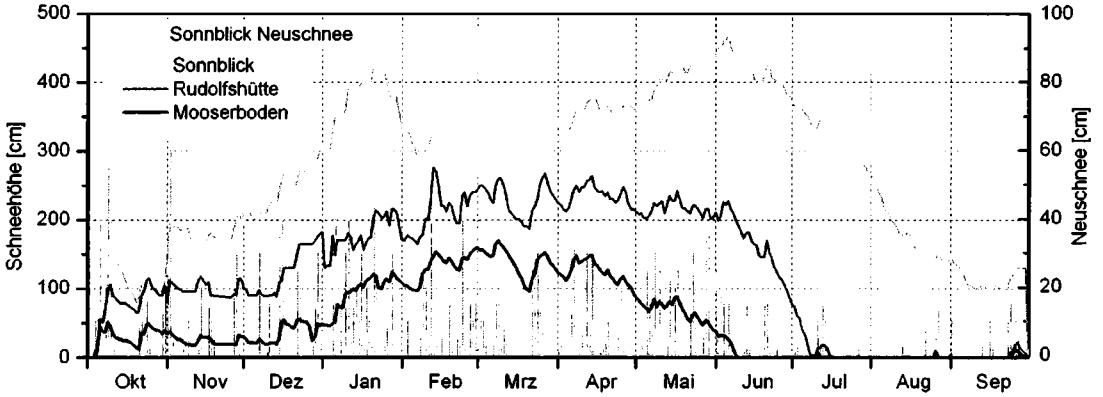


Abbildung 5: Zeitreihe der Gesamtschneehöhe im Haushaltsjahr 03/04 an den Stationen Sonnblick (Kleinfleißcharte, 2980m), Rudolfshütte (2304m) und Mooserboden (2036m) und der täglichen Neuschneemengen am Sonnblick

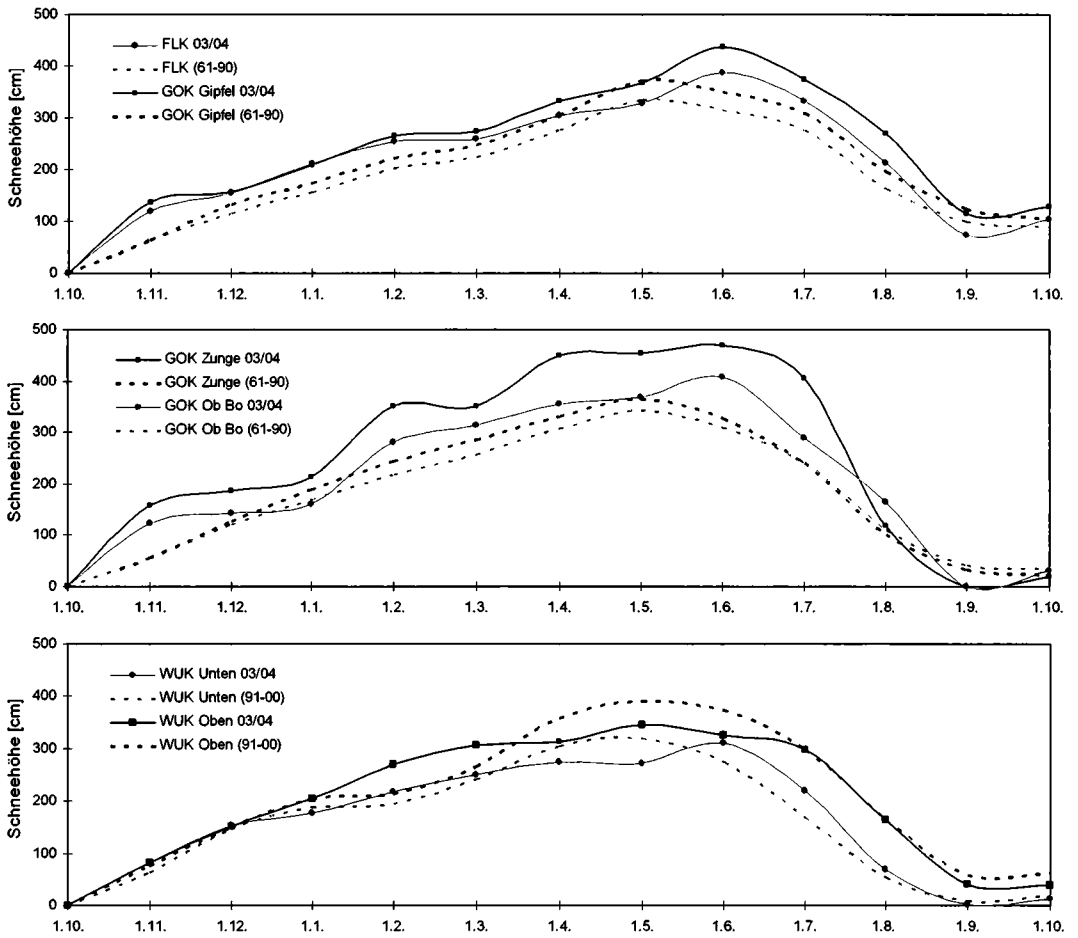


Abbildung 6: Verlauf der Schneehöhen an den jeweils am Monatsersten abgelesenen Schneepegeln am Kleinfleißkees, Goldbergkees und Wurtenkees im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961-90 (bzw. 91-00 beim WUK.)

3. Messungen

3.1 Winterbilanzmessungen vom 27.4. bis 5.5.2004

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 03/04 wurden von 27. April bis 1. Mai am Goldberg- und Kleinfleißkees und von 4. bis 5. Mai am Wurtenkees in Zusammenarbeit mit dem Institut für Meteorologie der BOKU im Rahmen der Lehrveranstaltung Gletscherpraktikum durchgeführt. Zur Bestimmung der winterlichen Schneeeakkumulation wurden in Summe auf allen drei Gletschern 19 Schneeprofile gegraben. Dabei wurden Schneedichte und Schneetemperatur in den einzelnen Schichten sowie der Schneedeckenaufbau ermittelt. Die Messwerte aus den Schneeprofilen sind in Tabelle 1, die Schneetemperaturen in Tabelle 2 dargestellt. Um eine genauere Information über die räumliche Verteilung der Schneedecke zu erhalten, wurde auf allen drei Gletschern im Abstand von ca. 100 m die Schneetiefe sondiert. Die Schneetiefen an den Sondierungspunkten sind in Tabelle 3 enthalten. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte und Schneeprofile wurde mit GPS bestimmt und kann aus Abbildung 8 und den Massenbilanzkarten im Anhang entnommen werden.

Die Schneetemperaturen waren teilweise unter 0°C, nur im Zungenbereich des Wurten- und Goldbergkeeses war die Schneedecke bereits teilweise durchfeuchtet (siehe Abbildung 7), trotz dieser teilweisen Durchfeuchtung wurde das Maximum der Akkumulation 2004 besonders spät erreicht, nämlich erst nach dem 1. Juni.

Tabelle 1: Schneeprofile am Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK)

Profil	Gletscher	Datum	Koordinaten (östr. BMN)		Seehöhe [m]	Schnee- tiefe [cm]	mittlere Dichte [kg/m ³]	Wasser- äquivalent [mm]	Vorjahres- horizont	
			x	y						
1	Liesstang	GOK	29.04.04	421725	212635	3010	365	431	1573	Eis
2	Steilhang	GOK	28.04.04	421399	212180	2878	315	404	1272	Eis
3	OB Bockp	GOK	28.04.04	421687	211802	2675	391	428	1672	Eis
4	OB Mitte	GOK	28.04.04	422121	211668	2687	447	430	1921	Eis
5	OB Bruch	GOK	28.04.04	422667	211337	2626	350	413	1447	Eis
6	Zunge	GOK	01.05.04	422948	211646	2441	450	433	1947	Eis
7	SP Oben	FLK	27.04.04	421099	212560	2935	260	400	1041	Eis
8	SP Unten	FLK	27.04.04	420558	212720	2825	467	436	2035	Eis
9	Pilatus	FLK	27.04.04	420882	212486	2876	380	408	1550	Fels
10	FLK Mitte	FLK	27.04.04	421022	212886	2914	390	404	1576	Eis
11	Zunge	FLK	27.04.04	420210	212790	2774	245	389	953	Eis
12	Chemie	WUK	04.05.05	426084	211297	3043	338	394	1331	Eis
13	Scharte	WUK	04.05.04	426291	210861	3008	430	462	1985	Eis
14	Piste Mitte	WUK	04.05.04	426012	210775	2910	342	434	1484	Eis
15	Schneekanone	WUK	05.05.04	425794	210466	2806	390	460	1794	Eis
16	Lawi	WUK	05.05.04	425330	211055	2663	320	465	1487	Eis
17	Herzog Ernst	WUK	05.05.04	425127	211217	2640	310	461	1429	Eis
18	Mitte unten	WUK	05.05.04	425203	211001	2634	300	440	1321	Eis
19	Zunge	WUK	05.05.04	424858	210941	2552	215	445	958	Eis

Tabelle 2: Messwerte der Schneetemperatur (in °C) in den einzelnen Schneeprofilen und in unterschiedlichen Schneetiefen. (* Mittelwert der Messwerte aus 50, 100, 150, 200 und 250 cm)

Profil	Gletsch.	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	
				10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	150	200	250	300	350	400	Mittel*	
1	Lieslstang	GOK	29.4.04	3010	-0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.4	-0.6	-0.9	-1.1	-0.3
2	Steilhang	GOK	28.4.04	2878	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0						
3	OB Bockp	GOK	28.4.04	2675	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.2	-0.4	-0.5	-1.1	-1.6	-1.1	-1.3	-1.4		-0.9
4	OB Mitte	GOK	28.4.04	2687	-0.3	-0.3	-0.6	-1.1	-1.3	-1.8	-2.1	-2.4	-2.9	-3.4	-4.7	-4.9	-4.8	-4.4	-3.9		-3.8
5	OB Bruch	GOK	28.4.04	2626	-0.2	-0.2	-0.2	-0.2	-0.3	-0.7	-1.1	-1.5	-2.1	-2.4	-4.2	-4.7	-4.9	-4.8			-3.3
6	Zunge	GOK	1.5.04	2441	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.3	-0.5	-1.3	-1.7	-1.9	-2.7	-2.8	-2.8	-2.7	-2.4		-2.0
7	SP Oben	FLK	27.4.04	2935	-2.5	-1.7	-0.4	0.0	0.0	-0.5	-0.9	-1.4	-2.0	-2.3	-3.6	-3.8	-3.5				-2.6
8	SP Unten	FLK	27.4.04	2825	-3.2	-2.4	-1.8	-1.5	-2.0	-2.7	-3.6	-4.0	-4.3	-5.0	-5.2	-5.7	-5.1	-5.2	-4.7	-4.1	-4.6
9	Pilatus	FLK	27.4.04	2876	-5.0	-2.5	-1.1	-1.0	-1.5	-1.8	-1.4	-1.9	-2.6	-2.9	-4.2	-4.3	-4.0	-3.5	-3.2		-3.4
10	FLK Mitte	FLK	27.4.04	2914	0.0	-0.2	-0.1	0.0	-0.4	-1.1	-1.6	-2.2	-2.7	-3.3	-4.1	-3.9	-3.9	-3.4	-2.9		-3.1
11	Zunge	FLK	27.4.04	2774	-0.6	-0.9	-0.5	-0.3	-0.2	-0.2	-0.3	-0.8	-1.0	-1.4	-2.8	-3.2	-3.1				-2.1
12	Chemie	WUK	4.5.04	3043	-1.2	-0.5	-0.2	-0.2	-0.2		-0.5	-0.6	-0.8	-1.3	-2	-2.2	-2.4				-1.3
13	Scharte	WUK	4.5.04	3008	-1.9	-1.7	-1.4	-1.3	-1.3	-1.4	-1.6	-1.8	-2	-2.2	-2.9	-3.3	-3.9	-4.1	-4.1		-2.7
14	Piste Mitte	WUK	4.5.04	2910	-1.3	-1.5	-1.7	-1.9	-2					-2.8							
15	Schneekan.	WUK	5.5.04	2806	-0.6	-0.1			-0.2		0.0	0.0	0.0	-1.0	-1.0	-2.0	-3.0	-3.4	-3.8		-1.4
16	Lawi	WUK	5.5.04	2663	-0.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.1		0.0
17	Hzg. Ernst	WUK	5.5.04	2640	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0		0.0
18	Mitte unten	WUK	5.5.04	2634	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-0.9		0.0
19	Zunge	WUK	5.5.04	2552	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0			0.0

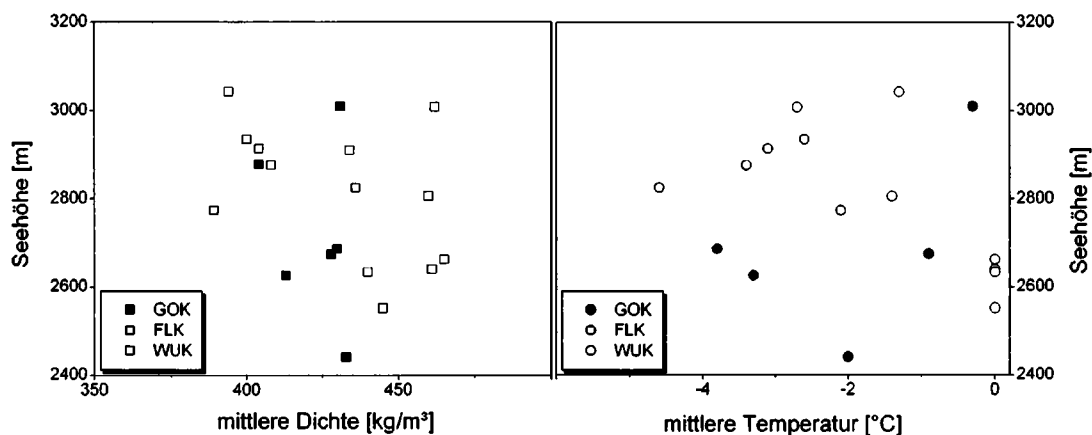


Abbildung 7: Goldbergkees (Gok), Kleinfleißkees (Flk) und Wurtenkees (Wuk), mittlere Schneedichte und Schneetemperatur in Abhängigkeit der Seeshöhe

Als Fortsetzung der ALPTRAC/SNOSP Messreihe (WINIARTER et al, 1998) wurden auch dieses Jahr Schneeproben für eine chemische Analyse genommen und am Institut für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien hinsichtlich der wichtigsten Ionen analysiert. Die Probenahme erfolgte in den Profilen „Lieslstang“ am Goldbergkees und „Chemie“ am Wurtenkees.

Tabelle 3: Ergebnisse der Schneetiefensondierung im Frühjahr 2004. (Schneetiefe in m)

Goldbergkees						Kleinfließkees						Wurtenkees							
Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe
1	4.90	32	3.70	63	6.20	94	4.55	1	4.65	32	4.05	63	1.75	1	5.00	32	2.70	63	2.65
2	3.80	33	4.65	64	4.70	95	2.30	2	2.45	33	4.10	64	2.50	2	2.85	33	3.15	64	2.85
3	3.65	34	3.40	65	5.10	96	3.55	3	1.55	34	3.80	65	2.70	3	2.95	34	3.60	65	3.70
4	5.30	35	5.10	66	3.80	97	4.20	4	0.95	35	3.80	66	2.35	4	2.10	35	2.85	66	3.10
5	5.20	36	4.55	67	3.80	98	2.60	5	2.20	36	4.00	67	3.40	5	4.35	36	2.85	67	2.90
6	4.75	37	5.30	68	4.70	99	1.60	6	2.35	37	4.50	68	3.30	6	2.00	37	4.10	68	2.40
7	6.20	38	5.10	69	4.90	100	3.10	7	1.60	38	2.60	69	3.40	7	2.70	38	3.10	69	2.10
8	6.50	39	5.80	70	4.60	101	4.00	8	0.95	39	4.20	70	3.85	8	3.45	39	3.30	70	2.70
9	5.60	40	5.85	71	4.15	102	3.90	9	3.40	40	4.30	71	3.35	9	3.00	40	2.50	71	3.90
10	4.20	41	5.25	72	4.05	103	4.50	10	3.40	41	4.35	72	2.60	10	3.00	41	4.50	72	2.75
11	6.30	42	4.65	73	4.30	104	5.20	11	3.50	42	4.60	73	3.20	11	4.30	42	4.75	73	2.90
12	4.80	43	5.10	74	4.10	105	4.55	12	4.65	43	4.60	74	2.30	12	4.50	43	4.75	74	2.20
13	4.40	44	5.00	75	3.00	106	5.00	13	2.65	44	5.00	75	3.10	13	3.45	44	5.35	75	1.90
14	4.15	45	2.70	76	3.20	107	3.80	14	2.90	45	4.75			14	2.95	45	4.50	76	2.95
15	4.50	46	3.35	77	1.70	108	4.20	15	2.85	46	4.20			15	1.85	46	3.90	77	1.30
16	3.50	47	3.75	78	3.65	109	2.10	16	2.65	47	3.95			16	2.00	47	3.45	78	1.60
17	3.65	48	3.80	79	4.40	110	3.50	17	3.15	48	3.75			17	4.30	48	2.90	79	2.00
18	4.70	49	2.50	80	3.25	111	3.10	18	3.55	49	4.00			18	2.80	49	3.35	80	2.55
19	5.00	50	3.50	81	3.05	112	4.30	19	2.70	50	5.50			19	0.65	50	3.05	81	3.45
20	3.35	51	3.15	82	3.35	113	2.50	20	3.00	51	5.25			20	2.85	51	3.10	82	4.25
21	6.30	52	2.90	83	4.15	114	3.95	21	4.00	52	4.95			21	3.45	52	3.45	83	2.15
22	4.25	53	3.70	84	4.30	115	4.50	22	3.40	53	3.15			22	3.00	53	3.75	84	2.85
23	5.45	54	4.65	85	4.50	116	4.25	23	3.15	54	2.85			23	3.30	54	3.60		
24	3.75	55	3.65	86	3.40	117	3.50	24	3.75	55	3.45			24	2.80	55	4.60		
25	5.45	56	4.45	87	3.95	118	4.75	25	3.45	56	4.10			25	2.60	56	3.00		
26	5.20	57	4.20	88	3.50	119	3.50	26	3.10	57	4.35			26	0.50*	57	3.30		
27	4.00	58	4.55	89	1.90	120	3.50	27	3.60	58	4.20			27	1.75	58	3.00		
28	3.25	59	4.35	90	2.00	121	3.75	28	3.40	59	3.75			28	4.60	59	3.15		
29	3.20	60	4.10	91	2.70			29	3.70	60	3.70			29	3.25	60	3.20		
30	3.65	61	5.05	92	2.10			30	4.20	61	3.65			30	2.90	61	2.05		
31	4.00	62	6.60	93	3.35			31	4.30	62	2.50			31	3.15	62	3.35		



Abbildung 8: Lage der Schneeprofile und Sondierungspunkte im Frühjahr 2004

3.2 Messungen für die Jahresbilanz 2003/2004

Es sind auf allen drei Gletschern graue Ablationspegel aus Kunststoff mit 150 cm-Segmenten in Verwendung. Die Ablationspegel wurden am Goldbergkees Mitte August das erste Mal abgelesen und am Kleinfleißkees und Wurtenkees Anfang September. Anfang Oktober erfolgte wie üblich die Endablesung für die Berechnung der Massenbilanz 03/04. Die genauen Ablesungen und Abschmelzbeträge der Pegel sind aus Tabelle 4 zu entnehmen, die Lage der Pegel aus den Massenbilanzkarten im Anhang. Am Wurtenkees konnten dieses Jahr wieder nur die Hälfte der Pegel abgelesen werden, nämlich die im unteren Bereich des Gletschers, die Unsicherheit der berechneten Massenbilanz ist deshalb größer als bei den anderen beiden Gletschern. Am WUK wurde in diesem Haushaltsjahr kein Pegel erneuert, am GOK und FLK wurden in Summe 8 Ablationspegel erneuert. Für die Messung der Akkumulation wurden Anfang Oktober 04 am GOK ein und am FLK zwei Schneeprofile gegraben und Schneetiefensondierungen vorgenommen (Lage der Profile und Sondierungspunkte siehe Massenbilanzkarten im Anhang).

Tabelle 4: Koordinaten und Ablesungen der Ablationspegel auf allen drei Gletschern im Haushaltsjahr 03/04 (kursive, graue Werte sind keine Messwerte, sondern interpolierte Werte für die Berechnung der Massenbilanz, fettgedruckt heißt neu gebohrt).

Pegel		Koordinaten (östr. BMN)			Pegelablesungen [cm im Eis]						Ablation	Ablation
		x	y	z	28.8. 03	2.-3.10. 03	18.-19.8. 04	3.9. 04	18.9. 04	4.-6.10. 04	03/04 [cm Eis]	03/04 [mm WW]
G04/1	GOK	421761	212629	3001			575					
92/1	GOK	421740	212605	2995		52				68	16	144
G03/3	GOK	421580	212431	2940		461				462	1	9
G03/1	GOK	421380	212365	2927		482	485			447	-35	-315
G03/2	GOK	421385	212174	2878		458	498			408	-50	-450
G04-4	GOK	421879	211788	2668		626	615			545	-81	-229
02-8	GOK	421980	211940	2655		183				93	90	-810
G03/4	GOK	422079	211970	2651		485	458			384	-101	-909
02-7	GOK	422130	211805	2670		131	120			50	-81	-729
02-5	GOK	422274	211823	2656		130	133			68	-62	-558
G04-3	GOK	422165	211675	2685			567					
G03/8	GOK	422097	211418	2698			506					
02-6	GOK	422512	211497	2636	99	91	110			17	-74	-666
G03/11	GOK	422512	211497	2636	600	582	586			492	-90	-810
G04-5	GOK	422969	211578	2455			561					
EBS P1	GOK	422930	211666	2437						125		
EBS P2	GOK	422930	211666	2437		155				125	-30	-270
EBS P3	GOK	422930	211666	2437		150				122	-28	-252
G03/9	GOK	422899	211720	2433	610	585	540			445	-140	-1260
02/4	GOK	422890	211835	2405		130				70	-60	-540
G03/5	GOK	423015	211838	2400		372	375			270	-102	-918
G03/10	GOK	423200	211650	2430	609	593			560	540	-53	-477
02/3	GOK	423200	211650	2430	127	110				75	-35	-315
S11	FLK	421119	212806	2951	279	270		275		244	-26	-234
99/7	FLK	420647	212691	2835	215	200				200	0	0
F04/4	FLK	420583	212712	2829				710		673		
F03/1	FLK	420505	212420	2817	648	611		526		469	-142	-1278
S13	FLK	420525	212585	2816	233	194		103		46	-148	-1332
F04/5	FLK	420525	212585	2816				707		654		
02/11	FLK	420455	212735	2811	224	197		155		102	-95	-855
F04/2	FLK	420455	212735	2811				705		649		
F03/2	FLK	420305	212850	2791	610	581		540		498	-83	-747
F04/3	FLK	420285	212720	2784		836		718		669	-167	-1503
U1	WUK	424838	210960	2548		595		490		390	-205	-1845
U2	WUK	424955	211003	2598		585		435		350	-235	-2115
T3	WUK	425048	210959	2613		70		35				
U3	WUK	425048	210959	2613		600		550		480	-120	-1080
U5	WUK	425218	210976	2638		598				470	-128	-1152
T7	WUK	425118	211237	2652		20				weg		
U7	WUK	425118	211237	2652		624				594	-30	-270
T11	WUK	425352	211007	2668		110				30	-80	-720
U11	WUK	425352	211007	2668		595				535	-60	-540

4. Auswertung und Ergebnisse

Die Werte aus den Punktmessungen der Schneeprofile, Sondierungspunkte und Ablationspegel wurden mit der Software ArcGis auf der Gletscherfläche zu einem Raster interpoliert (spline interpolation) und aufsummiert. Die dabei verwendete Gletscherfläche wurde auf der Grundlage eines Orthofotos vom September 2003 erstellt. Die Ergebnisse der Massenbilanz für das Haushaltsjahr 03/04 sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Das Kleinfleißkees bilanziert erstmals seit Messbeginn leicht positiv, das Goldbergkees ebenfalls leicht positiv und das Wurtenkees leicht negativ. Das Haushaltsjahr 2003/2004 ist somit nach dem extrem negativen Jahr 02/03 vor allem durch die späte Ausaperung der Gletscher als vergleichsweise gletschergünstig einzustufen.

Der Berechnung der Massenbilanz auf den unterschiedlichen Höhenstufen liegt das digitale Geländemodell (Auer et al, 2002) von 1998 zu Grunde. Die spezifischen Bilanzen und Bilanzvolumina pro Höhenstufe sind in Tabelle 6 für alle drei Gletscher aufgelistet und in Tabelle 7 zusätzlich für die oberen und unteren Gletscherteile von Goldbergkees und Wurtenkees (siehe Abbildung 9) getrennt angegeben.

Anhand der Darstellung der spezifischen Massenbilanzen pro Höhenstufe in Abbildung 10 erkennt man wesentliche Unterschiede der drei Gletscher. Wechselnde Exposition und Steilstufen im Höhenverlauf und die damit bedingte Abschattung und Schneeverfrachtung führen zu unterschiedlicher Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanz. Multipliziert man die spezifische Massenbilanz pro Höhenstufe mit der tatsächlichen Gletscheroberfläche in dieser Höhenstufe, so erhält man den absoluten Massenverlust pro Höhenstufe, dargestellt in Abbildung 11. Die in Tabelle 5 angegebene Gleichgewichtslinie (ELA) wurde aus den Diagrammen in Abbildung 10 graphisch ermittelt. Am Goldbergkees und Wurtenkees gibt es auf jedem Gletscherteil eine Gleichgewichtslinie, in Tabelle 5 ist jeweils nur die Höhe der höchstgelegenen Gleichgewichtslinie angegeben, da diese die klimatisch relevante ist. Die Gleichgewichtslinien der unteren Gletscherteile sind eher orographisch bedingt.

Tabelle 5: Ergebnisse der Massenbilanz 03/04, ausgewertet auf den Gletscherflächen von 2003

	[]	GOK	WUK	FLK	GOK Oberer Teil	GOK Unterer Teil	WUK Oberer Teil	WUK Unterer Teil
S (Fläche 2003)	km ²	1.42	0.82	0.87	0.39	1.04	0.44	0.38
Sc (Akkumulationsfläche)	km ²	0.74	0.23	0.65	0.23	0.50	0.13	0.10
Sa (Ablationsfläche)	km ²	0.69	0.59	0.22	0.15	0.54	0.32	0.28
Sc/S (AAR)		0.52	0.28	0.75	0.61	0.48	0.29	0.27
Sc/Sa		1.07	2.55	0.25	1.54	0.94	2.47	2.66
ELA (Gleichgewichtslinie)	m	2925	2980	2820				
b (spez. Massenbilanz)	mm	137	-313	125	241	99	-119	-540
bw (spez. Winterbilanz)	mm	1737	1501	1417	1464	1839	1313	1720
bs (spez. Sommerbilanz)	mm	-1600	-1814	-1291	-1223	-1740	-1431	-2260
bc (spez. Nettoakkumulation)	mm	336	82	344	381	320	86	78
ba (spez. Nettoablation)	mm	-199	-395	-219	-139	-221	-204	-617
bw + bs (spez. Totalmassenumsatz)	mm	3337	3315	2708	2688	3578	2744	3980
bc + ba (spez. Nettomassenumsatz)	mm	535	477	563	520	541	290	695
B (Bilanzvolumen)	10 ⁶ kg	196	-258	109	93	103	-53	-205
Bw (Winterbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	2475	1237	1235	566	1910	582	655
Bs (Sommerbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	-2280	-1495	-1125	-473	-1807	-635	-860
Bc (Nettoakkumulation)	10 ⁶ kg	479	68	300	147	332	38	30
Ba (Nettoablation)	10 ⁶ kg	-283	-326	-191	-54	-229	-91	-235
Bw + Bs (Totalmassenumsatz)	10 ⁶ kg	4755	2733	2360	1038	3717	1218	1515
Bc + Ba (spez. Nettomassenumsatz)	10 ⁶ kg	763	393	491	201	562	129	265

Tabelle 6: Spezifische Massenbilanz und Massenbilanzvolumen 03/04 nach Höhenstufen für alle 3 Gletscher

	Höhenstufe DEM 98	Fläche 2003	spezifische Massenbilanz 03/04			Massenbilanzvolumen 03/04		
			Jahr b	Winter bw	Sommer bs	Jahr B	Winter Bw	Sommer Bs
			m	m ²	mm	mm	mm	10 ⁶ kg
GOK	2350 - 2400	12213	-809	1969	-2779	-9.883	24.053	-33.936
	2400 - 2450	111265	-314	1862	-2175	-34.894	207.135	-242.029
	2450 - 2500	65911	313	2284	-1971	20.658	150.539	-129.881
	2500 - 2550	21075	194	2378	-2185	4.079	50.124	-46.045
	2550 - 2600	25336	-252	1939	-2191	-6.395	49.123	-55.518
	2600 - 2650	170685	-101	1732	-1833	-17.277	295.552	-312.829
	2650 - 2700	468975	-13	1693	-1706	-5.991	793.924	-799.915
	2700 - 2750	145788	922	2053	-1131	134.354	299.236	-164.882
	2750 - 2800	26457	589	2076	-1487	15.594	54.929	-39.335
	2800 - 2850	37349	-158	1563	-1722	-5.911	58.390	-64.301
	2850 - 2900	71519	-298	1313	-1611	-21.324	93.881	-115.205
	2900 - 2950	111528	-9	1373	-1382	-0.970	153.146	-154.116
	2950 - 3000	93182	823	1521	-698	76.677	141.734	-65.057
	3000 - 3050	52736	735	1659	-925	38.752	87.513	-48.761
	3050 - 3100	10919	740	1465	-725	8.082	15.999	-7.917
2350 - 3100	1424938	137	1737	-1600	195.552	2475.278	-2279.727	
WUK	2500 - 2550	5530	-1700	1213	-2913	-9.402	6.708	-16.110
	2550 - 2600	56132	-1743	1074	-2817	-97.819	60.310	-158.130
	2600 - 2650	123210	-836	1381	-2217	-103.027	170.106	-273.133
	2650 - 2700	157017	-13	1763	-1776	-2.085	276.828	-278.913
	2700 - 2750	45197	101	1765	-1664	4.578	79.779	-75.200
	2750 - 2800	8304	-273	1895	-2167	-2.264	15.733	-17.996
	2800 - 2850	79437	-386	1507	-1893	-30.641	119.749	-150.390
	2850 - 2900	81055	-321	1437	-1758	-26.008	116.478	-142.486
	2900 - 2950	64548	-218	1366	-1584	-14.070	88.170	-102.240
	2950 - 3000	95856	-40	1429	-1469	-3.823	136.963	-140.786
	3000 - 3050	73273	177	1580	-1403	12.959	115.741	-102.782
	3050 - 3100	32011	373	1463	-1090	11.925	46.823	-34.898
	3100 - 3150	2859	494	1346	-852	1.413	3.849	-2.436
	2500 - 3150	824429	-313	1501	-1814	-258.263	1237.237	-1495.500
	FLK	2700 - 2750	7577	-1473	208	-1681	-11.160	1.579
2750 - 2800		110382	-1236	840	-2076	-136.448	92.710	-229.158
2800 - 2850		240120	68	1402	-1335	16.247	336.737	-320.490
2850 - 2900		243051	593	1739	-1146	144.244	422.778	-278.534
2900 - 2950		129691	248	1485	-1237	32.163	192.540	-160.377
2950 - 3000		102110	312	1427	-1115	31.863	145.676	-113.813
3000 - 3050		37623	832	1102	-270	31.294	41.445	-10.152
3050 - 3100		966	998	1090	-92	0.964	1.053	-0.089
2700 - 3100		871520	125	1417	-1291	109.167	1234.518	-1125.352

Die räumliche Verteilung der Massenbilanz ist den Massenbilanzkarten im Maßstab 1:12500 im Anhang zu entnehmen. Dabei ist zu beachten, dass die Gleichgewichtslinie der Massenbilanz (ELA = Rot-Blau-Grenze in den Karten) nicht mit der Linie der maximalen Ausaperung übereinstimmt, da der Massenzuwachs durch den Neuschnee ab Mitte September noch dem Haushaltsjahr 03/04 zugerechnet wird (fixed date system). Diese Neuschneemenge war stark höhenabhängig und wurde in Form einer höhenabhängigen Abschätzung zur Massenbilanz addiert, sie beträgt im Mittel zwischen 100mm (GOK) und 135mm (FLK) Wasseräquivalent.

Tabelle 7: Spezifische Massenbilanz und Massenbilanzvolumen 03/04 nach Höhenstufen von Goldbergkees und Wurtenkees getrennt für den oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe DEM 98 m	Fläche 2003 m ²	Oberer Gletscherteil				Unterer Gletscherteil				
		bw	b	Bw	B	Fläche 2003 m ²	bw	b	Bw	B
		mm	mm	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg	mm	mm	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg	
GOK 2350 - 2400						12213	1969	-809	24.05	-9.88
2400 - 2450						111265	1862	-314	207.14	-34.89
2450 - 2500						65911	2284	313	150.54	20.66
2500 - 2550						21075	2378	194	50.12	4.08
2550 - 2600						25336	1939	-252	49.12	-6.40
2600 - 2650						170685	1732	-101	295.55	-17.28
2650 - 2700						468975	1693	-13	793.92	-5.99
2700 - 2750						145788	2053	922	299.24	134.35
2750 - 2800	11730	1740	-13	20.41	-0.15	14727	2344	1069	34.52	15.74
2800 - 2850	35559	1540	-197	54.76	-7.02	1790	2031	619	3.64	1.11
2850 - 2900	70577	1304	-316	92.04	-22.33	942	1955	1066	1.84	1.00
2900 - 2950	111528	1373	-9	153.15	-0.97					
2950 - 3000	93182	1521	823	141.73	76.68					
3000 - 3050	52736	1659	735	87.51	38.75					
3050 - 3100	10919	1465	740	16.00	8.08					
2350 - 3100	386231	1464	241	565.59	93.04	1038707	1839	99	1909.69	102.51
WUK 2500 - 2550						5530	1213	-1700	6.71	-9.40
2550 - 2600						56132	1074	-1743	60.31	-97.82
2600 - 2650						123210	1381	-836	170.11	-103.03
2650 - 2700						157017	1763	-13	276.83	-2.09
2700 - 2750	7190	1822	-310	13.10	-2.23	38007	1754	179	66.68	6.81
2750 - 2800	7545	1843	-305	13.91	-2.30	759	2406	52	1.83	0.04
2800 - 2850	79437	1507	-386	119.75	-30.64					
2850 - 2900	81055	1437	-321	116.48	-26.01					
2900 - 2950	64548	1366	-218	88.17	-14.07					
2950 - 3000	95856	1429	-40	136.96	-3.82					
3000 - 3050	73273	1580	177	115.74	12.96					
3050 - 3100	32011	1463	373	46.82	11.92					
3100 - 3150	2859	1346	494	3.85	1.41					
2500 - 3150	443774	1475	-119	654.78	-52.77	380655	1530	-540	582.45	-205.49

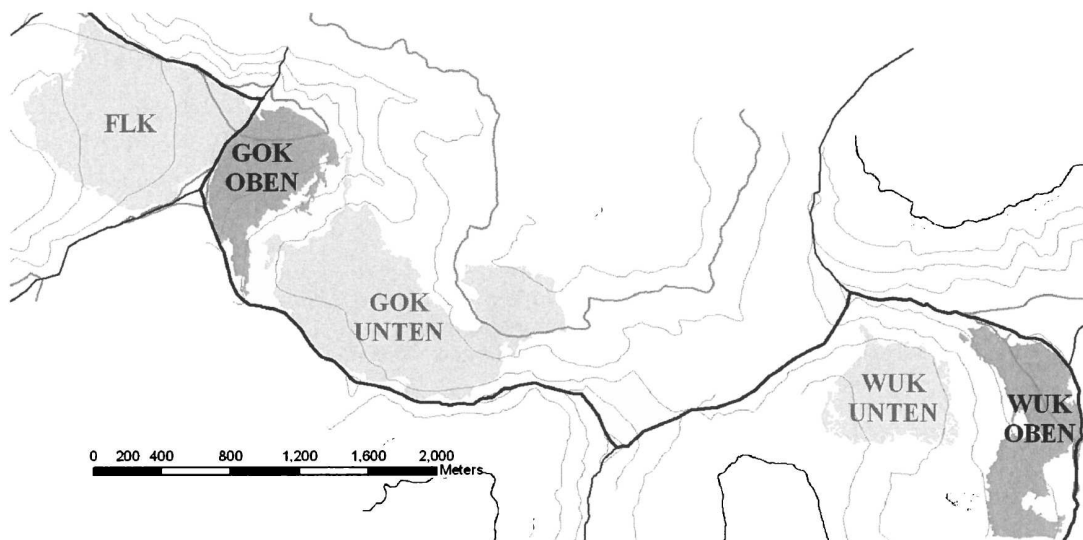


Abbildung 9: Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil am Goldbergkees und Wurtenkees

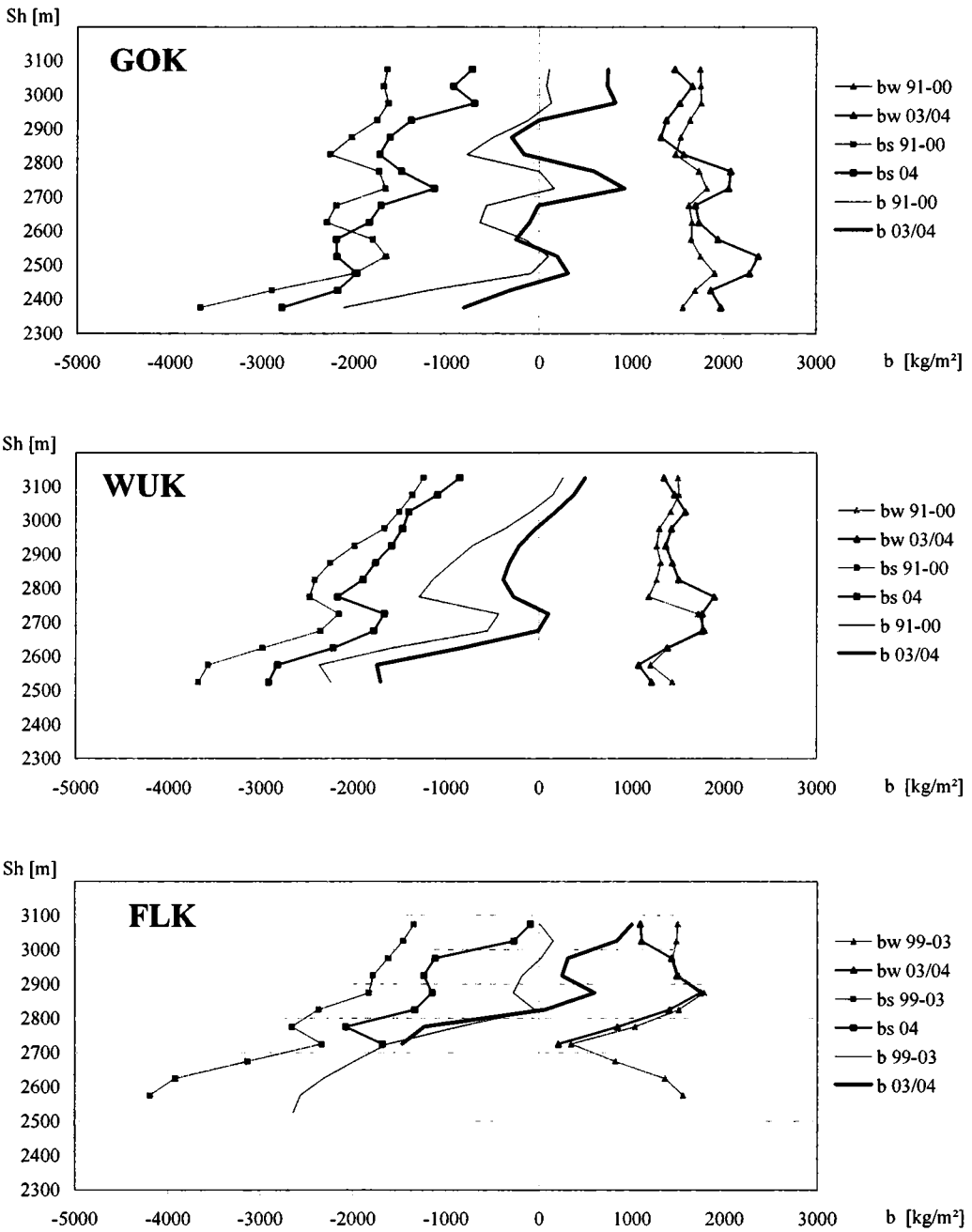


Abbildung 10: Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanzen 03/04 (dargestellt in schwarz ist b, bw und bs aus Tabelle 6) und im mehrjährigen Mittel 91-00 bzw. 99-03 (grau). Die höchstgelegene Nullstelle der spezifischen Nettomassenbilanz b entspricht der Gleichgewichtslinie (ELA) in Tabelle 5.

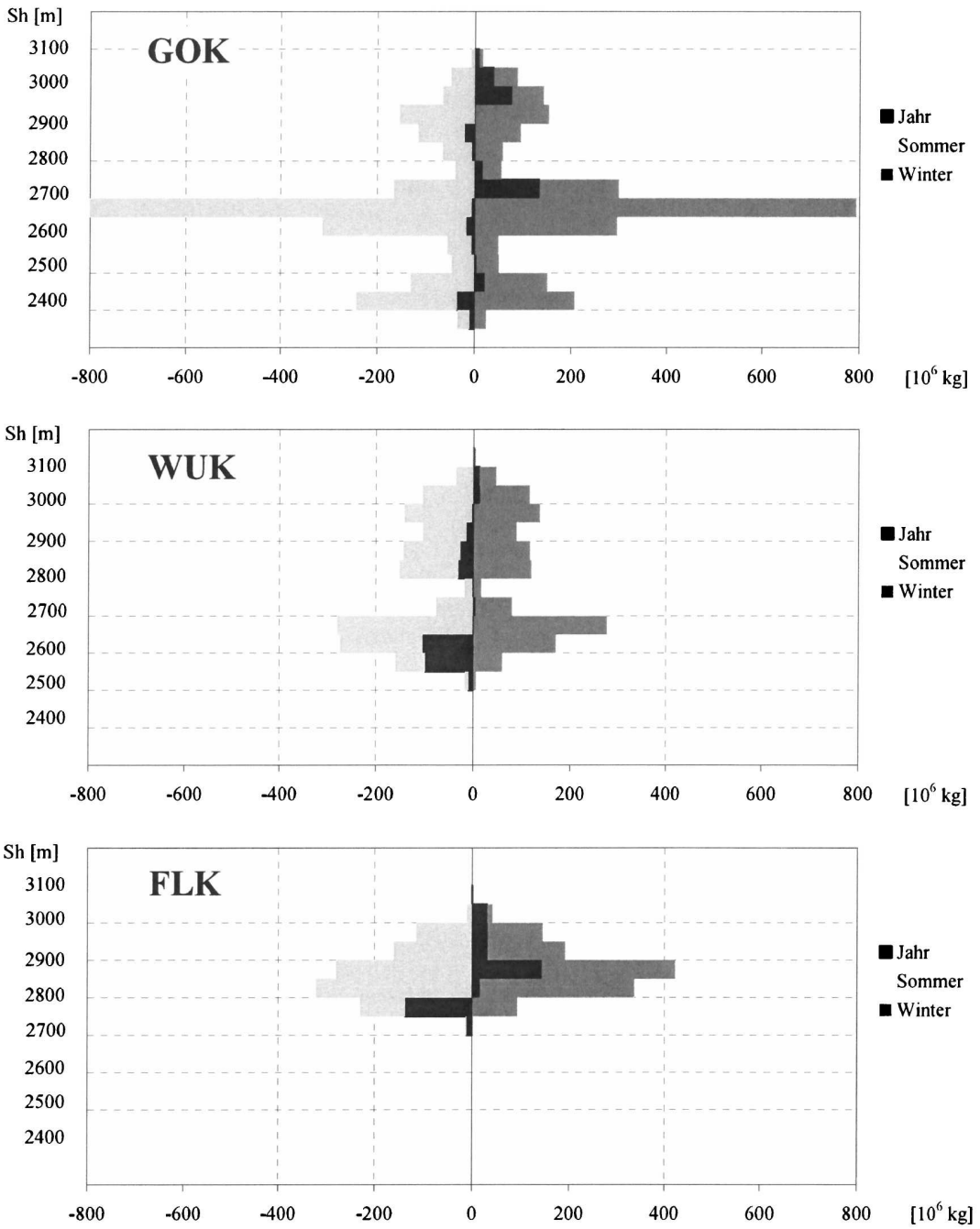


Abbildung 11: Bilanzvolumina 03/04 auf den unterschiedlichen Höhenstufen. Dargestellt ist B (Jahr), Bw (Winter) und Bs (Sommer) aus Tabelle 6.

5. Danksagung

Die Messung und Auswertung der Massenbilanz von Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees erfolgte im Rahmen der Projekte MOMBASA (PL Dr. Schöner) und WURTEN (PL Dr. Böhm). Folgenden Institutionen danken wir für die Finanzierung der Projekte: Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG (Kelag) und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Dem Land Kärnten danken wir für die Bereitstellung des Orthofotos 2003.

Die Feldmessungen wurden in Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), dem Institut für Meteorologie und dem Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau der Universität für Bodenkultur Wien und der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG durchgeführt.

Folgende Mitarbeiter und Studenten waren daran beteiligt:

Ingeborg Auer, Hannes Badura, Benedikt Bica, Daniel Binder, Reinhard Böhm, Sibylle Egger, Thomas Feix, Berthold Fliedl, Benedikt Gamillscheg, Maria Guell Pons, Karin Heigl, Verena Hell, Florian Hindinger, Gernhard Hohenwarter, Bernhard Hynek, Anita Jurkovic, Roman Just, Gernot Koboltschnig, Manfred Köstlbauer, Christine Kroisleitner, Claudia Leichtfried, Anna Micheuz, Johanna Nemeč, Christian Ortner, Wolfgang Schöner, Gerold Stein, Christina Tavalato, Tina Trapper, Elisabeth Veit, Nina Weber, Gernot Weyss, Maria-Lucia Wielke

6. Literatur

- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER und W. WINIWARTER (1995): Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien, 143pp.
- AUER, I., R. BÖHM, M. LEYMÜLLER und W. SCHÖNER (2002): Das Klima des Sonnblicks – Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 29, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- BÖHM, R., W. SCHÖNER, I. AUER, B. HYNEK, C. KROISLEITNER, G. WEYSS (2007): Gletscher im Klimawandel – Vom Eis der Polargebiete zum Goldbergkees in den Hohen Tauern. Eigenverlag der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Wien, 2007. ISBN 978-3-200-01013-0
- KASER, G., A. FOUNTAIN und P. JANSSON (2003): A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. International Hydrological Programme, IHP-VI, Technical Documents in Hydrology No. 59, UNESCO, Paris
- WINIWARTER, W., R. BÖHM, A. KASPER, H. PUXBAUM, W. SCHÖNER, W. VITOVEC und R. WERNER (1998). ALPTRAC: High Alpine Aerosol and snow chemistry. Concentration of ionic compounds in the wintertime deposition: results and trends from the Austrian Alps over 11 years (1983-1993). Atmospheric Environment Volume 32, No.23

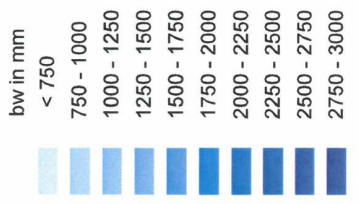
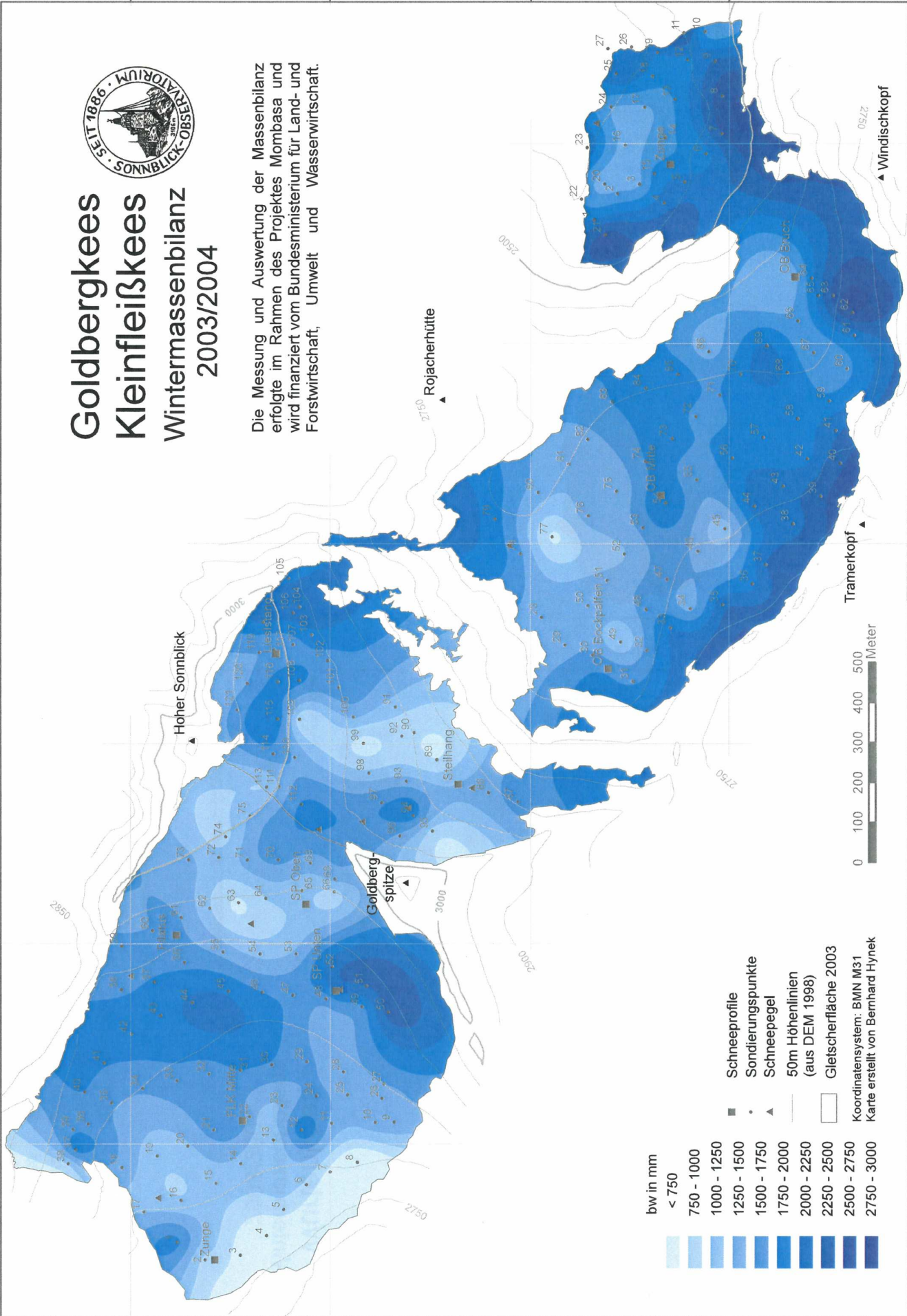
Goldbergkees Kleinfleißkees Wintermassenbilanz 2003/2004



Die Messung und Auswertung der Massenbilanz erfolgte im Rahmen des Projektes Mombasa und wird finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

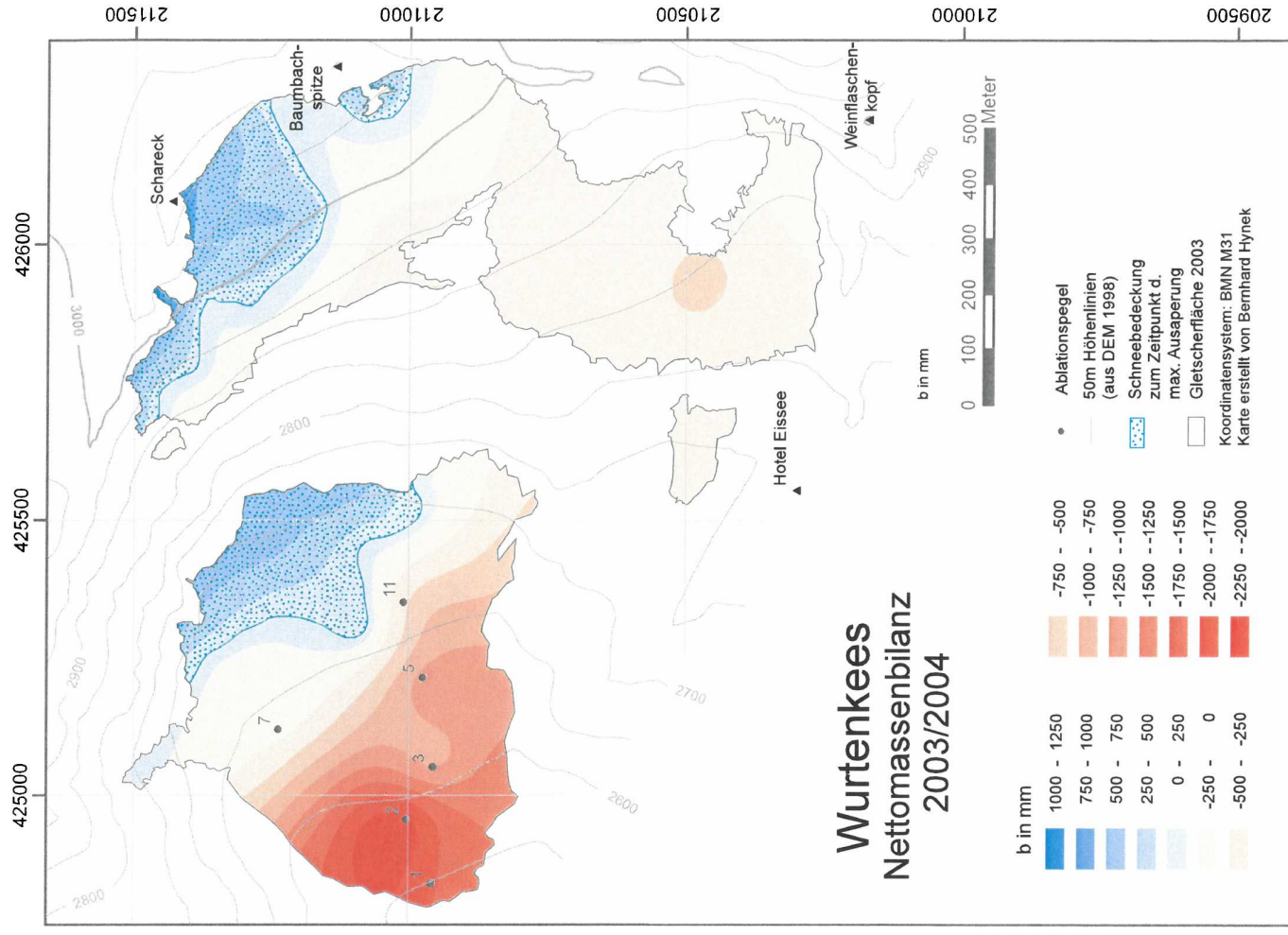
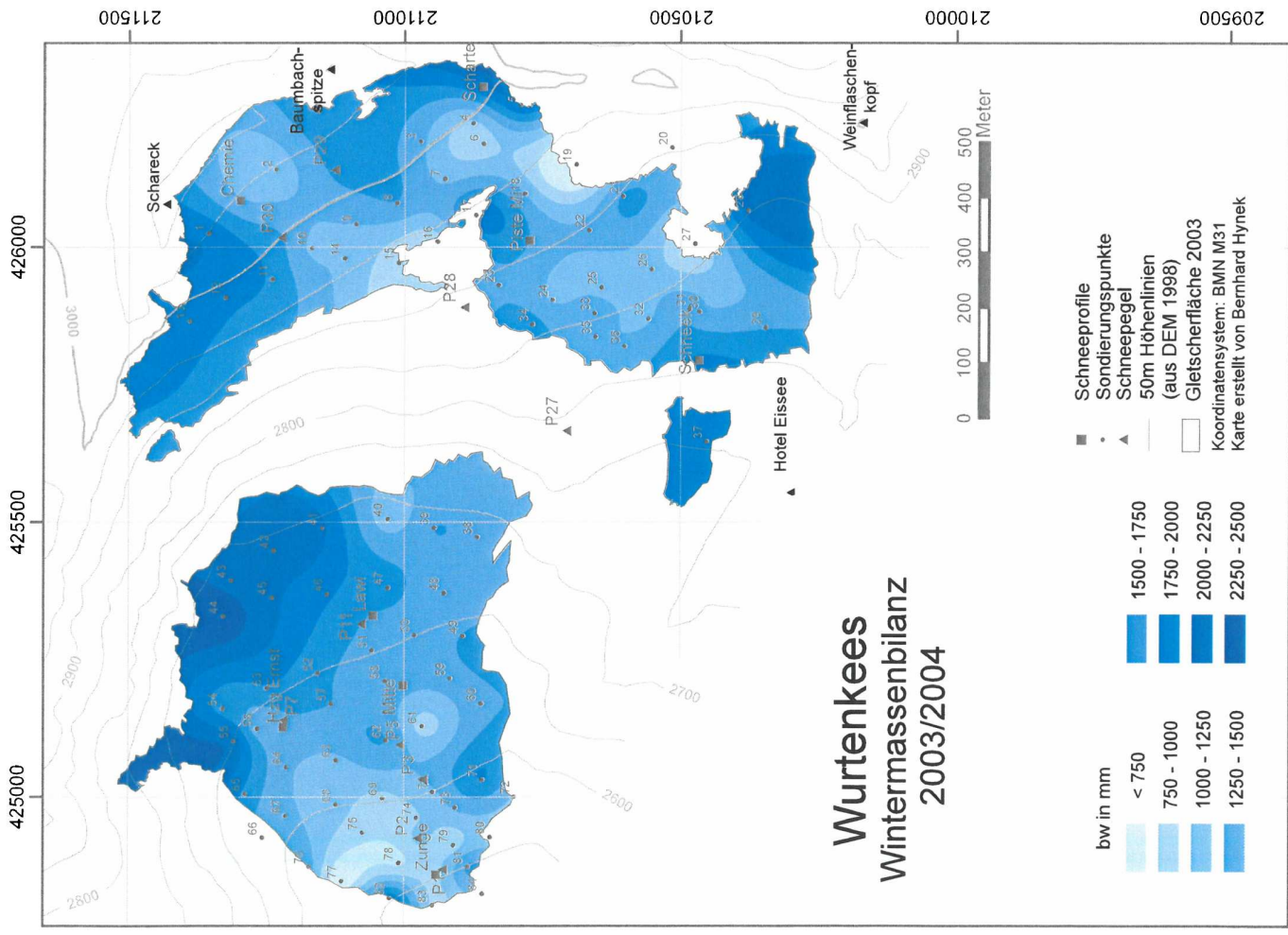
420500 421000 421500 422000 422500 423000

213000 212500 212000 211500



- Schneeprofile
 - Sondierungspunkte
 - ▲ Schneepegel
 - 50m Höhenlinien (aus DEM 1998)
 - Gletscherfläche 2003
- Koordinatensystem: BMN M31
Karte erstellt von Bernhard Hynek

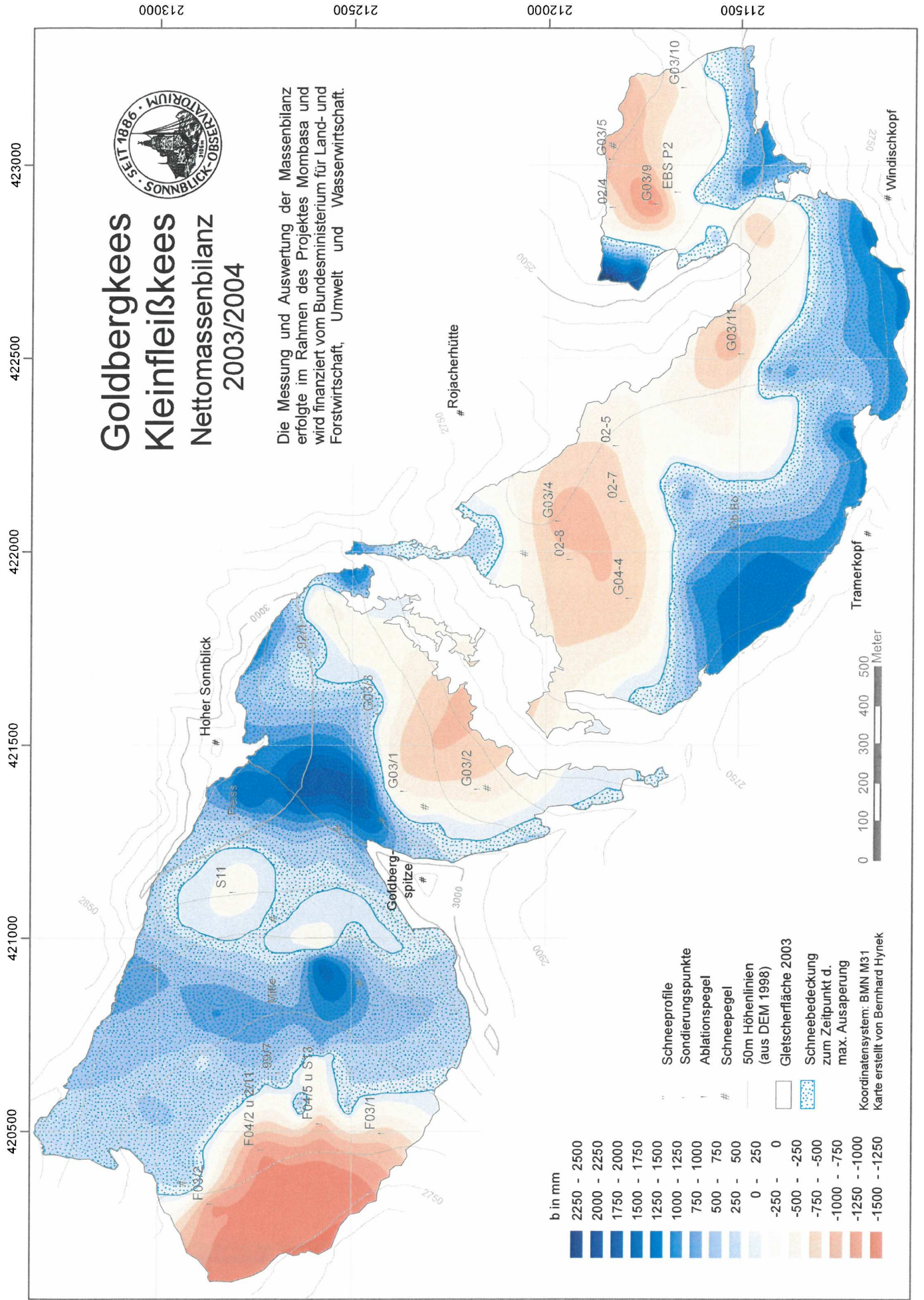




Goldbergkees Kleinfleißkees Nettomassenbilanz 2003/2004



Die Messung und Auswertung der Massenbilanz erfolgte im Rahmen des Projektes Mombasa und wird finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.



420500 421000 421500 422000 422500 423000

213000 215000 217500 220000 222500



Tramerkopf #
 # Windischkopf

Rojacherhütte #

Hoher Sonnblick #

Goldbergspitze #

S11 #

Wike #

F04/2 u S13 #

F03/1 #

F03/2 #

G03/1 #

G03/2 #

G03/4 #

G04-4 #

G03/11 #

G03/15 #

EBS P2 #

G03/10 #

G03/15 #

G03/11 #

G03/15 #

G03/15 #

G03/15 #

MASSENHAUSHALT 2004/2005 DER GLETSCHER IN DER GOLDBERGGRUPPE

Bernhard Hynek, Wien

1. Einleitung

Im Rahmen der Projekte MOMBASA und WURTEN wird von der Zentralanstalt für Meteorologie der Massenhaushalt der drei Gletscher Goldbergkees (früher Vogelmaier-Ochsenkarkees), Kleinfleißkees und Wurtenkees in der Goldberggruppe der Hohen Tauern mittels der direkten glaziologischen Methode (z.B. KASER et al, 2003) ermittelt. Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Messungen und Ergebnisse aus dem hydrologischen Jahr 2004/2005.

Das Kleinfleißkees und das Wurtenkees liegen südlich des Alpenhauptkammes, sind 0.8 bzw. 0.9 km² (2003) groß und nach West bis Südwest exponiert. Das nördlich des Alpenhauptkammes gelegene ca. 1.4 km² (2003) große Goldbergkees schließt an der Kleinfleißscharte direkt an das Kleinfleißkees an, ist im oberen Bereich nach Südost exponiert und im Zungenbereich nach Nordost. Das Kleinfleißkees und das Wurtenkees entwässern über den Kleinfleißbach bzw. den Fragantbach in die Möll und das Goldbergkees Richtung Norden über die Rauriser Ache in die Salzach.



Abbildung 1: Abendstimmung am Sonnblick am 12. Oktober 2005 mit Blickrichtung SSO. Im schattigen Vordergrund der Alpenhauptkamm zwischen Tramerkopf und Windischem Kopf. Der sonnenbeschienene Bergkamm von links nach rechts Rojacherspitze (2987) und Zirknitzspitze (2934m). Foto: Gernot Weyss.

2. Witterungsverlauf

Um einen Überblick über die Witterung im Haushaltsjahr 04/05 zu bekommen, sind nachfolgend die Monatsmittel bzw. -summen von Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe von drei nahegelegenen Klimastationen und von Stationen aus dem Sondermessnetz der ZAMG jeweils im Vergleich zum dreißigjährigen Klimamittel 1961-90 (wo vorhanden) dargestellt. Wie aus Abbildung 2 ersichtlich war der Februar um ca. 4°C, aber auch der August kälter als im Mittel und der gesamt Frühling um ein bis zwei Grad wärmer als im 30-jährigen Mittel.

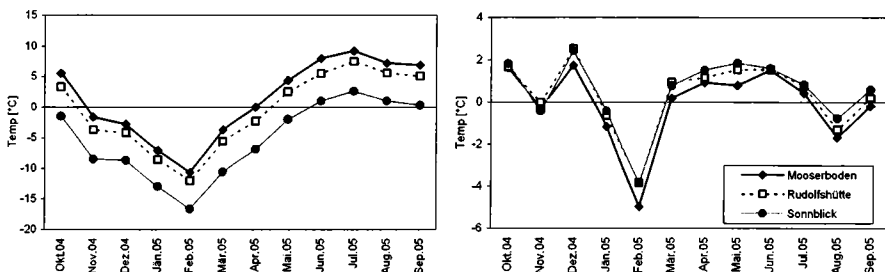


Abbildung 2: Monatsmittel der Temperatur (links) an den drei Klimastationen Mooserboden, Rudolfshütte und Sonnblick und deren Abweichungen vom Mittel 1961-90 (rechts)

Beim Niederschlag liegt der Jahresmittelwert aller Totalisatoren in der Goldberggruppe leicht über dem 30-jährigen Mittelwert, vor allem die Monate Jänner - Februar und Juli - August waren überdurchschnittlich niederschlagsreich. Anhand der Totalisatoren auf der Nordseite des Alpenhauptkammes (Abb. 3) ist ein deutlicher Niederschlagsanstieg mit der Seehöhe bzw. mit der Nähe zum Alpenhauptkamm erkennbar. Die Totalisatoren Kolm-Saigurn und Radhaus weisen im Schnitt wesentlich weniger Niederschlag auf als die bei der Rojacherhütte und am Sonnblick.

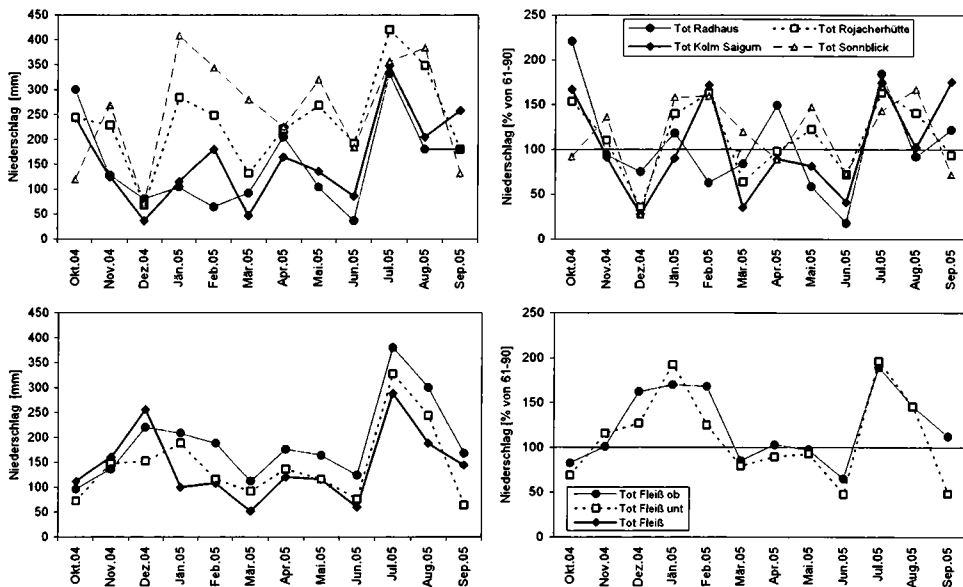


Abbildung 3: Monatswerte der Totalisatoren im Bereich Goldbergkees (oben) und Kleinfleißkees (unten) im Haushaltsjahr 2004/05 (links) und die Abweichungen vom 30-jährigen Mittel 1961-90 (rechts).

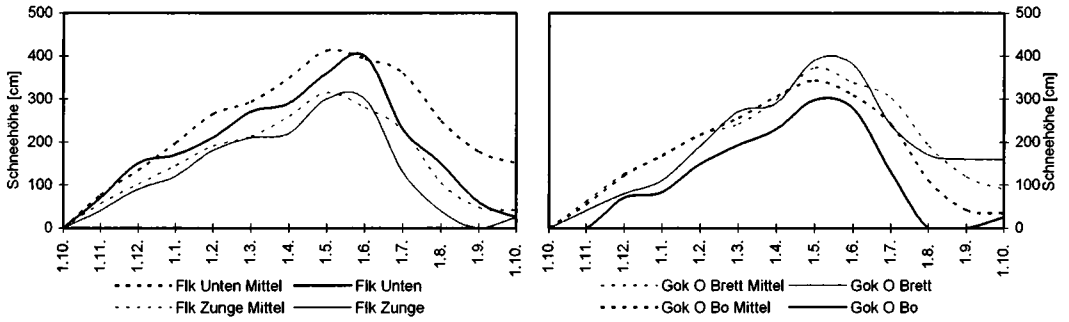


Abbildung 4: Verlauf der Schneehöhen an den Schneepegeln Fleißkees Zunge (2820 m), Fleißkees Unten (2860 m), Goldbergkees Oberer Boden (2670 m) und Goldbergkees Obere Brettscharte (2960 m) im Vergleich zum Mittel 1961-90

Die Schneehöhen der Schneepegel in der Goldberggruppe, dargestellt in Abbildung 4, liegen im Winter 04/05 bis zu einem Meter unter dem Mittelwert 1961-90, somit sind auch die Winterbilanzen der drei Gletscher um ca. 20 % unter ihrem durchschnittlichen Wert seit Beginn der Messungen. Da die Messungen der Schneeakkumulation dichter und weniger fehlerbehaftet sind als die Niederschlagsmessungen im Hochgebirge, kann daraus geschlossen werden, dass der Herbst- und Winterniederschlag in Summe unter dem langjährigen Durchschnitt lag. Abbildung 5 kann eine genauere zeitliche Auflösung der Schneefallperioden am Sonnblick und die Entwicklung der Schneedecke auf der Kleinfleißscharte (2980 m) und zum Vergleich an den Stationen Mooserboden (2036 m) und Rudolfshütte (2304 m) entnommen werden.

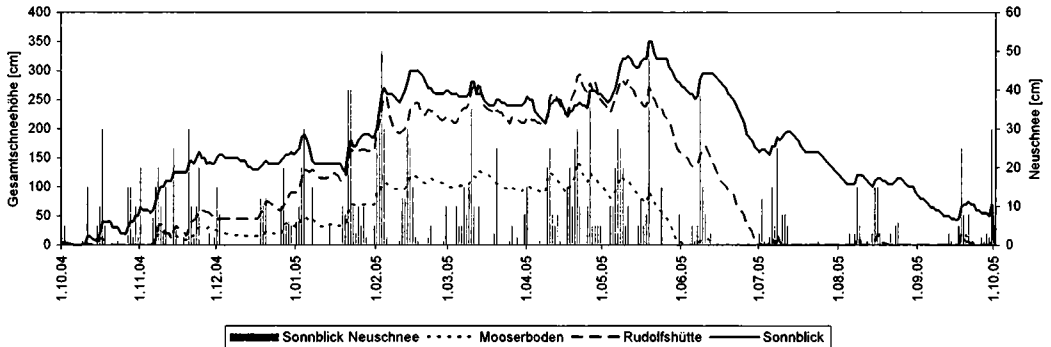


Abbildung 5: Zeitreihe der Gesamtschneehöhe im Haushaltsjahr 04/05 an den Stationen Sonnblick (Kleinfleißscharte, 2980m), Rudolfshütte (2304m) und Mooserboden (2036m) und der täglichen Neuschneemengen am Sonnblick

3. Messungen

3.1 Winterbilanzmessungen vom 27.4. bis 3.5.2005

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 04/05 wurden vom 27. April bis 1. Mai am Goldbergkees und Kleinfleißkees und von 2. bis 3. Mai am Wurtenkees in Zusammenarbeit mit dem Institut für Meteorologie der BOKU im Rahmen der Lehrveranstaltung Gletscherpraktikum durchgeführt. Zur Bestimmung der winterlichen Schneeakkumulation wurden in Summe auf allen drei Gletschern insgesamt 21 Schneeprofile gegraben. Dabei wurden die Schneedichte und Schneetemperatur in den einzelnen Schichten sowie der Schneedeckenaufbau ermittelt. Die Messwerte aus den Schneeprofilen sind in Tabelle 1, die Schneetemperaturen in Tabelle 2 dargestellt. Um eine genauere Information über die räumliche Verteilung der Schneedecke zu erhalten, wurde auf allen drei Gletschern im Abstand von ca. 100 m die Schneehöhe sondiert. Die Schneetiefe an den Sondierungspunkten ist in Tabelle 3 enthalten. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte und Schneeprofile wurde mit GPS bestimmt und kann aus Abbildung 7 und den Massenbilanzkarten im Anhang entnommen werden.

Die Schneetemperaturen waren am Goldberg- und Kleinfleißkees durchwegs unter 0°C, nur im Zungenbereich des Wurtenkees war die Schneedecke bereits teilweise durchfeuchtet. Aus Abbildung 6 ist eine Abnahme der mittleren Schneedichte mit der Seehöhe nur am Wurtenkees erkennbar, am Goldbergkees nimmt die Schneedichte mit der Seehöhe zu. Die durchwegs höheren Schneedichten am Wurtenkees ergeben sich durch die stärkere Durchfeuchtung der Schneedecke (auch durch den späteren Zeitpunkt der Messungen bedingt) und durch die Pistenpräparierungsarbeiten im Schigebiet.

Tabelle 1: Schneeprofile am Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK)

Profil	Gletscher	Datum	Koordinaten (östr. BMN)		Seehöhe [m]	Schnee- tiefe [cm]	mittlere Dichte [kg/m ³]	Wasser- äquivalent [mm]	Vorjahres- horizont	
			x	y						
1	Lieslhang	GOK	29.04.05	421703	212699	3035	460	407	1872	Firn
2	Oben Mitte	GOK	28.04.05	421475	212491	2960	420	397	1669	Firn
3	Steilhang	GOK	28.04.05	421402	212184	2879	295	402	1186	Eis
4	Bockpalfen	GOK	27.04.05	421780	211784	2671	327	373	1221	Firn
5	SP	GOK	27.04.05	422070	211950	2652	265	364	966	Eis
6	Mitte	GOK	27.04.05	422014	211373	2715	450	374	1684	Firn
7	Bruch	GOK	29.04.05	422604	211291	2640	440	392	1724	Eis
8	Zunge unten	GOK	29.04.05	422939	211787	2418	335	377	1263	Eis
9	SP Oben	FLK	28.04.05	421080	212559	2932	258	356	919	Eis
10	SP unten	FLK	28.04.05	420865	212461	2876	355	376	1335	Firn
11	Pilatus	FLK	28.04.05	420956	212900	2889	465	403	1873	Firn
12	FLK Mitte	FLK	28.04.05	420616	212752	2835	348	387	1348	Firn
13	FLK Zunge	FLK	28.04.05	420260	212783	2783	243	366	890	Eis
14	Chemie	WUK	03.05.05	426145	211320	3075	398	407	1620	Firn
15	Oro links ob	WUK	03.05.05	426285	210865	3006	319	421	1344	Firn
16	Piste Mitte	WUK	03.05.05	425934	210583	2860	310	440	1365	Eis
17	Weiflakopf	WUK	03.05.05	426080	210330	2849	330	428	1412	Fels
18	LAWI	WUK	03.05.05	425514	211141	2700	405	473	1915	Eis
19	P7 Hzg. Ernst	WUK	03.05.05	425115	211261	2644	305	479	1462	Eis
20	P5 Mitte	WUK	03.05.05	425127	211043	2625	248	431	1070	Eis
21	Wuk Zunge	WUK	03.05.05	424911	211035	2580	210	465	977	Eis

Tabelle 3: Schneetiefensondierung (Tiefe in m. FLK sondiert am 28.4., GOK von 29.4.- 1.5., WUK am 2.5.)

Goldbergkees								Kleinfleißkees					Wurtenkees						
Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe
1	3.75	33	3.25	65	3.25	97	3.30	1	3.00	33	3.80	65	2.95	1	3.40	33	1.70	65	3.10
2	3.70	34	3.10	66	3.70	98	4.40	2	2.65	34	3.65	66	2.35	2	3.15	34	0.90	66	2.65
3	4.30	35	6.00	67	2.87	99	4.30	3	1.70	35	3.85	67	3.00	3	3.75	35	1.50	67	2.90
4	4.20	36	3.55	68	2.82	100	3.50	4	2.25	36	4.20	68	2.70	4	4.24	36	2.25	68	4.20
5	4.85	37	2.10	69	2.70	101	3.80	5	2.80	37	4.00	69	2.20	5	3.70	37	2.50	69	2.60
6	4.50	38	4.10	70	3.15	102	3.65	6	2.50	38	4.35	70	4.60	6	3.00	38	3.45	70	2.55
7	4.65	39	3.60	71	3.20	103	4.50	7	1.63	39	4.30	71	4.40	7	3.95	39	2.50	71	2.85
8	4.95	40	3.30	72	3.65	104	4.15	8	2.05	40	3.80	72	3.60	8	4.00	40	2.50	72	2.70
9	4.50	41	4.45	73	3.77	105	3.80	9	3.35	41	3.50	73	3.60	9	4.00	41	3.10	73	2.50
10	4.15	42	5.10	74	3.65	106	3.60	10	3.65	42	3.25	74	3.30	10	4.15	42	2.55	74	2.85
11	5.80	43	4.30	75	3.76	107	4.55	11	2.45	43	3.05	75	2.85	11	3.25	43	2.70	75	2.90
12	4.35	44	4.57	76	3.60	108	3.10	12	2.70	44	3.30			12	3.00	44	0.90	76	2.10
13	4.30	45	4.53	77	4.25	109	3.90	13	3.00	45	3.40			13	5.25	45	3.00	77	1.55
14	4.45	46	4.53	78	5.50	110	4.10	14	2.75	46	4.20			14	5.80	46	2.60	78	1.85
15	3.75	47	4.70	79	2.10	111	4.25	15	2.65	47	4.45			15	5.10	47	2.90	79	2.85
16	4.15	48	4.35	80	3.10	112	4.05	16	2.75	48	3.80			16	4.30	48	3.20	80	2.70
17	3.45	49	4.40	81	3.30	113	3.25	17	2.40	49	3.95			17	2.20	49	2.50	81	2.70
18	3.10	50	5.40	82	3.45	114	4.20	18	3.40	50	4.55			18	3.25	50	1.60	82	1.65
19	3.70	51	5.00	83	3.25	115	2.10	19	3.00	51	4.60			19	2.90	51	3.00	83	1.50
20	4.10	52	5.40	84	3.70	116	3.35	20	3.05	52	4.35			20	2.95	52	4.00	84	1.60
21	5.20	53	4.35	85	4.70	117	3.45	21	3.10	53	4.40			21	2.60	53	3.10	85	2.90
22	4.85	54	4.15	86	5.50	118	4.25	22	3.10	54	4.10			22	2.00	54	2.80	86	2.50
23	3.40	55	3.90	87	4.95	119	3.10	23	3.15	55	3.35			23	1.00	55	3.30	87	2.70
24	4.30	56	3.97	88	5.30	120	3.00	24	3.15	56	4.00			24	3.45	56	4.15		
25	3.60	57	4.18	89	3.00	121	3.80	25	2.95	57	3.95			25	4.00	57	4.55		
26	3.50	58	4.10	90	2.85	122	3.70	26	3.05	58	3.95			26	3.90	58	3.00		
27	2.70	59	3.95	91	3.00	123	3.40	27	3.00	59	4.00			27	3.40	59	2.70		
28	3.10	60	3.90	92	3.05	124	3.50	28	3.10	60	2.50			28	3.20	60	2.70		
29	2.65	61	3.60	93	3.35	125	3.15	29	2.95	61	2.10			29	2.00	61	1.60		
30	3.75	62	3.12	94	3.40	126	3.25	30	3.05	62	2.55			30	2.40	62	4.05		
31	3.95	63	3.00	95	3.40	127	4.20	31	3.65	63	2.25			31	2.35	63	2.70		
32	4.40	64	2.35	96	3.95			32	3.60	64	3.10			32	1.10	64	2.50		

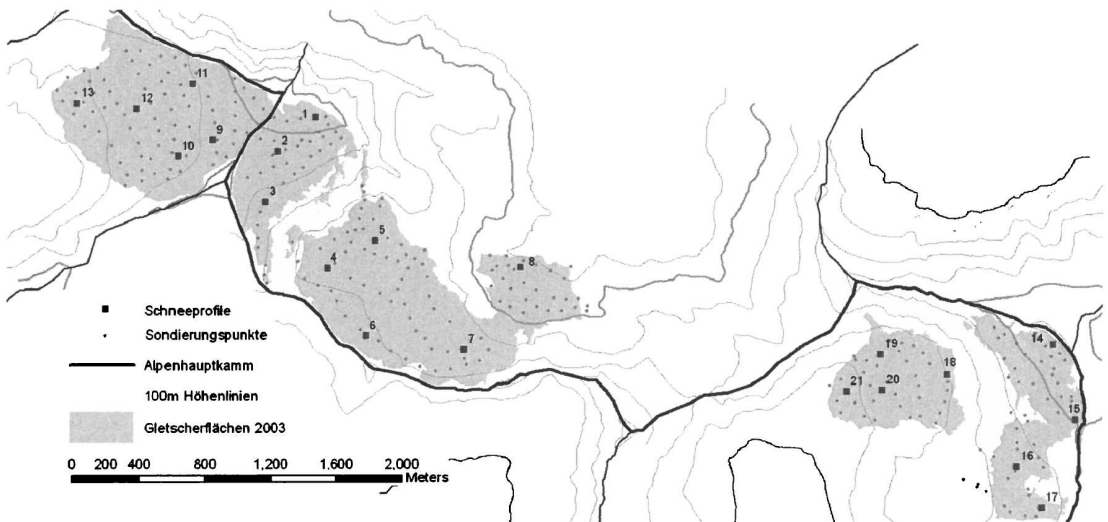


Abbildung 7: Lage der Schneeprofile und Sondierungspunkte im Frühjahr 2005

3.2 Messungen für die Jahresbilanz 2004/2005

Es sind auf allen drei Gletschern graue Ablationspegel aus Kunststoff mit 150 cm-Segmenten in Verwendung. Die Ablationspegel wurden am Goldbergkees und am Kleinfleißkees jeweils einmal im September und Oktober abgelesen, am Wurtenkees zweimal im September. Bei der zweiten Ablesung am WUK konnte allerdings nur ein Pegel gefunden werden, da Schneefall Mitte September die meisten Ablationspegel begrub. Die genauen Ablesungen und Abschmelzbeträge der Pegel sind aus Tabelle 4 zu entnehmen, die Lage der Pegel aus den Massenbilanzkarten im Anhang. Am Wurtenkees konnten dieses Jahr wieder nur die Hälfte der Pegel abgelesen werden, nämlich die im unteren Bereich des Gletschers. Die Unsicherheit der berechneten Massenbilanz ist deshalb größer als bei den anderen beiden Gletschern. Am WUK und am FLK wurde in diesem Haushaltsjahr kein Pegel erneuert, nur am GOK wurden 6 Ablationspegel erneuert.

Tabelle 4: Koordinaten und Ablesungen der Ablationspegel auf allen drei Gletschern im Haushaltsjahr 04/05. (kursive, graue Werte sind keine Messwerte, sondern interpolierte Werte für die Berechnung der Massenbilanz, fettgedruckt heißt neu gebohrt).

Pegel	Koordinaten (östr. BMN)			Pegelablesungen [cm im Eis]								Ablation 2004/2005				Gesamt [mm WW]
	x	y	z	5.10.	27.10.	6.8.	2.9.	7.9.	24.9.	11.10.	Eis	Eis	Firn	Herbst-		
				04	04	05	05	05	05	05	05	[cm Eis]	[mm WW]	[mm WW]	schnee [mm WW]	
G03/2	421385	212174	2878	434				394		349	-85	-765		-136	-901	
G03/7	421701	211883	2673	400	474			350		522						
G04-4	421879	211788	2668	545				486		456	-89	-801		-94	-895	
G03/4	422079	211970	2651	384	359			226		197	-187	-1683		-90	-1773	
G04-2	422274	211823	2656	566	562			445		410	-156	-1404		-91	-1495	
02-5				68	81											
G04-3	422165	211675	2685	567				558		520	-47	-423	-250	-97	-770	
02-6				17	weg											
G03/11	422512	211497	2636	492	484			343		505	-189	-1701		-87	-1788	
G05/6	421720	211896	2600	596	591			467		447	-149	-1341		-94	-1435	
G04-5	422969	211578	2455	561				450		409	-152	-1368	-190	-50	-1608	
EBS P1				275				86		41	-234	-2106				
EBS P2				275				77		34	-241	-2169				
EBS P3	422930	211666	2437	272				84		42	-230	-2070				
EBS											-235	-2115		-47	-2162	
G03/9	422899	211720	2433	445				278		235	-210	-1890		-47	-1937	
G03/5	423015	211838	2400	270	232						-250	-2520		-40	-2560	
G03/10	423200	211650	2430	540	500			341		305	-235	-2115		-46	-2161	
G05/1				798	761			580		532	-266	-2394		-40	-2434	
G05/2	423015	211822	2380	759	722			538		494	-265	-2385		-40	-2425	
G05/3	422867	211791	2385	691	651			486		446	-245	-2205		-43	-2248	
G05/4	423046	211675	2400	763	728			573		542	-221	-1989		-47	-2036	
G05/5	423475	211456	2475	320	305			242		227	-93	-837		-62	-899	
S11	421119	212806	2962	244		245		213		195	-51	-459		-150	-609	
F03/3	420468	212940	2830	554				508		471	-113	-1017	-276	-125	-1418	
99/7	420647	212691	2845	200				200		200	0	0	-124	-127	-251	
F04/4	420583	212712	2830	673				654		618	-55	-495		-125	-620	
F03/1	420505	212420	2815	469		378		315		275	-194	-1746		-123	-1869	
S13				46												
F04/1	420525	212585	2825	654		628		564		532	-122	-1098		-123	-1221	
02/11				102		77										
F04/2	420455	212735	2813	649		622		566		531	-118	-1062		-122	-1184	
F03/2	420305	212850	2780	498		436		383		304	-194	-1746		-118	-1864	
F04/3	420285	212720	2795	669		582		520		465	-204	-1836		-116	-1952	
U2	424838	210960	2548	390			240	170			-220	-1980				
U3	424955	211003	2598	350			180	120			-230	-2070				
U5	425048	210959	2613	480			330	280			-200	-1800				
U5	425218	210976	2638	470			330	290			-180	-1620				
U7	425118	211237	2652	594			540	500			-94	-846				
T11				30			-				-80	-720				
U11	425352	211007	2668	535			475	455								
T17	425910	210374	2836	100			75	45			-55	-495				

Die Endablesung der Ablationspegel und die Messung der Akkumulation erfolgte am Goldbergkees und Kleinfleißkees am 11. und 12. Oktober. Zur Bestimmung der Schneedichte wurde am obersten Teil des Goldbergkeeses ein Schneeprofil gegraben und an ca. 50 Punkten auf beiden Gletschern die Schneetiefe sondiert. Für die Abschätzung der Verteilung der Akkumulation konnte auf mehrere vorhergehende Schneetiefensondierungen am Goldbergkees im Zuge des Projektes SNOWTRANS (KOBOLTSCHNIG, 2007) zurückgegriffen werden. Die Sondierungen fanden am 1. Mai (Winterbilanzmessung), am 2. Juni, am 6. Juli und am 27. Juli statt.

Zusätzlich zu den Messungen für die Massenbilanz wurden die Ablationspegel am Goldbergkees und am Kleinfleißkees mit einem RTK-GPS (Leica 1230) eingemessen, und Echtzeitdaten einer Referenzstation über das APOS-Netz des BEV (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) abgerufen. Die Messungen an den Ablationspegeln erfolgten am 7.9.2005. Aus der mittels GPS gemessenen Höhenänderung der Eisoberfläche bei einem Pegel und der Eisabschmelzung kann man die Hebung bzw. das Absinken (Emergenz bzw. Submergenz) und die Fliessgeschwindigkeit des Eises berechnen. Für die Differenzbildung ist jedoch eine neuerliche Vermessung der Pegel im Haushaltsjahr 05/06 erforderlich.

Tabelle 5: Koordinaten, Höhe und Genauigkeit der RTK-GPS Messung an den Ablationspegeln am 7.9.2005 auf dem Goldberg- und Kleinfleißkees

Pegel	Koordinaten [BMN]		Elliptische Genauigkeit [m]		
	x	y	Höhe [m]	dh	dz
S 11	421118.140	212807.314	2996.605	0.007	0.012
F03/3	420463.168	212938.394	2868.262	0.009	0.015
F03/2	420300.090	212854.528	2833.245	0.006	0.011
F04/3	420279.888	212713.249	2825.557	0.007	0.012
F04/2	420443.572	212732.007	2851.644	0.007	0.012
F04/4	420574.061	212712.103	2871.804	0.007	0.011
99/7	420641.867	212687.182	2879.255	0.010	0.016
F04/1	420511.641	212580.459	2857.300	0.009	0.015
F03/1	420496.787	212422.647	2855.274	0.008	0.015
G03/2	421388.100	212167.778	2921.609	0.012	0.022
G05/6	421723.975	211898.926	2706.510	0.007	0.018
G03/7	421700.481	211885.575	2711.146	0.010	0.026
G04/4	421881.221	211791.045	2707.115	0.006	0.016
Stralst.	422133.924	211644.492	2731.293	0.007	0.016
G04/3	422162.644	211671.618	2727.852	0.008	0.018
G03/4	422081.777	211970.175	2688.110	0.016	0.023
G04/2	422272.674	211826.899	2696.743	0.013	0.014
G03/11	422515.451	211495.984	2676.757	0.007	0.015
G04/5	422977.472	211579.654	2493.315	0.026	0.022

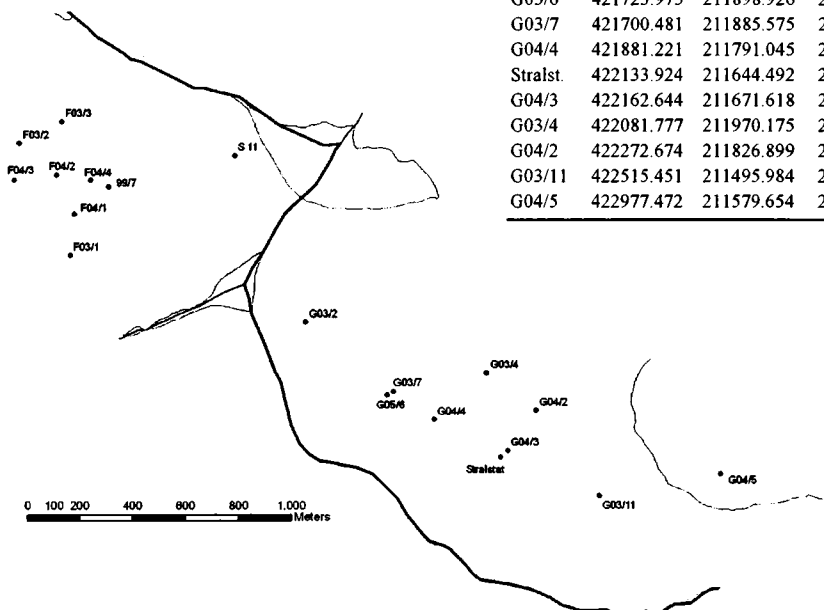


Abbildung 8: Lage der Ablationspegel, die am 7.9.2005 mittels RTK-GPS eingemessen wurden.



Abbildung 9: Wolfgang Schöner beim Einmessen eines Ablationspegels auf der Zunge des Goldbergkeeses mittels RTK-GPS am 7.9.05 und Daniel Binder beim Graben eines Schneeprofiles am obersten Teil des Goldbergkeeses am 12.10.05

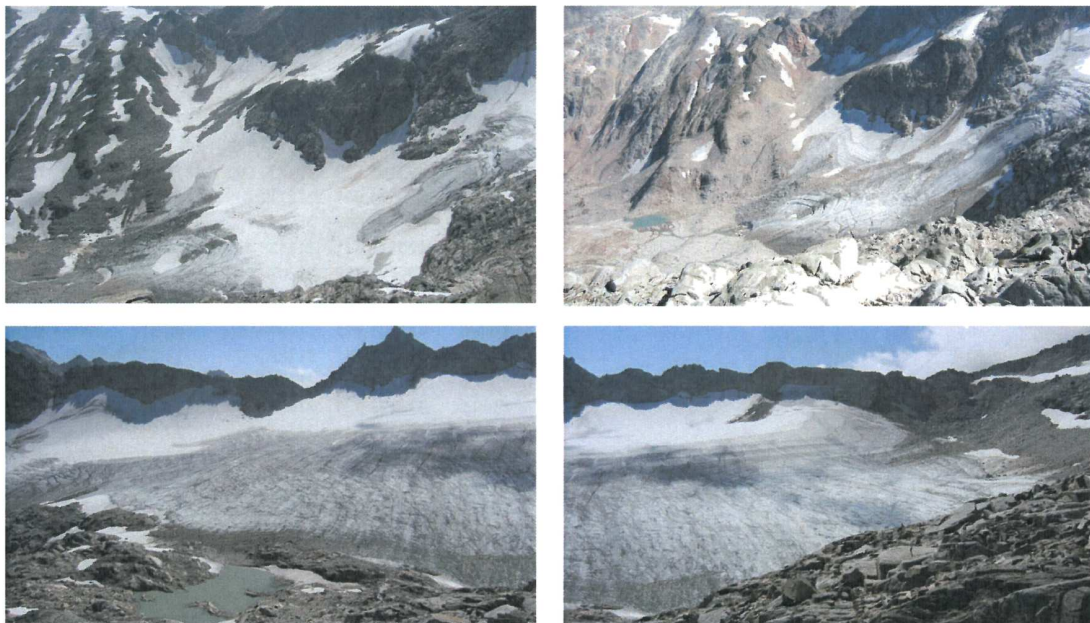


Abbildung 10: Oben: Die Gletscherzunge des Goldbergkeeses, links am 28.7.05 und rechts am 8.9.05. Man erkennt hinter dem eigentlichen Gletschertor eine leichte Eintiefung umgeben von mehreren kreisrunden Spalten. Hier wurde das Eis unterirdisch vom Gletscherabfluß ausgehöhlt und sackt immer mehr ein. Im Sommer 2007 ist hier bereits ein Loch, in dem das Eis bis auf Grund abgeschmolzen ist. Bei den zu erwartenden weiteren negativen Massenbilanzen wird in den darauffolgenden Jahren hier ein neues Gletschertor entstehen. Unten: Der Ausaperungszustand am oberen Keesboden des Goldbergkeeses am 8.9.05.

4. Auswertung und Ergebnisse

Die Werte aus den Punktmessungen der Schneeprofile, Sondierungspunkte und Ablationspegel wurden mit der Software ArcGis auf der Gletscherfläche zu einem Raster interpoliert (spline interpolation) und aufsummiert. Die dabei verwendete Gletscherfläche wurde auf der Grundlage des Orthofotos vom September 2003 erstellt. Die Ergebnisse der Massenbilanz für das Haushaltsjahr 04/05 sind in Tabelle 6 zusammengefasst. Alle drei Gletscher bilanzieren negativ, das Wurtenkees am stärksten und das Kleinfleißkees am schwächsten.

Der Berechnung der Massenbilanz auf den unterschiedlichen Höhenstufen liegt das digitale Geländemodell (Auer et al, 2002) von 1998 zu Grunde. Die spezifischen Bilanzen und Bilanzvolumina pro Höhenstufe sind in Tabelle 7 für alle drei Gletscher aufgelistet und in Tabelle 8 zusätzlich für die oberen und unteren Gletscherteile von Goldbergkees und Wurtenkees (siehe Abbildung 11) getrennt angegeben.

Anhand der Darstellung der spezifischen Massenbilanzen pro Höhenstufe in Abbildung 12 erkennt man wesentliche Unterschiede der drei Gletscher. Wechselnde Exposition und Steilstufen im Höhenverlauf und die damit bedingte Abschattung und Schneeverfrachtung führen zu unterschiedlicher Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanz. Multipliziert man die spezifische Massenbilanz pro Höhenstufe mit der tatsächlichen Gletscheroberfläche in dieser Höhenstufe, so erhält man den absoluten Massenverlust pro Höhenstufe, dargestellt in Abbildung 13. Die in Tabelle 6 angegebene Gleichgewichtslinie (ELA) wurde aus den Diagrammen in Abbildung 12 graphisch ermittelt. Am Goldbergkees und Wurtenkees gibt es auf jedem Gletscherteil eine Gleichgewichtslinie, in Tabelle 6 ist jeweils nur die Höhe der höchstgelegenen Gleichgewichtslinie angegeben, da diese die klimatisch relevante ist. Die Gleichgewichtslinien der unteren Gletscherteile sind eher orographisch bedingt.

Tabelle 6: Ergebnisse der Massenbilanz 04/05, ausgewertet auf den Gletscherflächen von 2003

Massenbilanz 2004/2005	[]	GOK	WUK	FLK	GOK	GOK	WUK	WUK
					Oberer Teil	Unterer Teil	Oberer Teil	Unterer Teil
S (Fläche 2003)	km ²	1.42	0.82	0.87	0.39	1.04	0.44	0.38
Sc (Akkumulationsfläche)	km ²	0.73	0.13	0.55	0.34	0.39	0.07	0.05
Sa (Ablationsfläche)	km ²	0.69	0.70	0.32	0.05	0.65	0.37	0.33
Sc/S (AAR)		0.51	0.16	0.63	0.88	0.38	0.17	0.14
Sc/Sa		1.06	5.44	1.70	7.24	0.61	5.00	6.04
ELA (Gleichgewichtslinie)	m	2880	3020	2850				
b (spez. Massenbilanz)	mm	-260	-448	-111	406	-508	-119	-832
bw (spez. Winterbilanz)	mm	1391	1194	1143	1391	1391	1061	1348
bs (spez. Sommerbilanz)	mm	-1651	-1642	-1254	-985	-1898	-1181	-2180
bc (spez. Nettoakkumulation)	mm	250	53	306	472	167	63	41
ba (spez. Nettoablation)	mm	-510	-501	-417	-66	-675	-182	-873
bw + bs (spez. Totalmassenumsatz)	mm	3041	2836	2397	2376	3289	2242	3528
bc + ba (spez. Nettomassenumsatz)	mm	1536	935	1611	1078	1529	597	1308
B (Bilanzvolumen)	10 ⁶ kg	-370	-370	-97	157	-527	-53	-317
Bw (Winterbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	1982	984	996	537	1444	471	513
Bs (Sommerbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	-2352	-1354	-1093	-380	-1972	-524	-830
Bc (Nettoakkumulation)	10 ⁶ kg	356	44	266	182	174	28	16
Ba (Nettoablation)	10 ⁶ kg	-726	-413	-363	-25	-701	-81	-332
Bw + Bs (Totalmassenumsatz)	10 ⁶ kg	4334	2338	2089	918	3416	995	1343
Bc + Ba (spez. Nettomassenumsatz)	10 ⁶ kg	1083	457	630	208	875	109	348

Tabelle 7: Spezifische Massenbilanz und Massenbilanzvolumen 04/05 nach Höhenstufen für alle 3 Gletscher

	Höhenstufe DEM 98	Fläche 2003	spezifische Massenbilanz 04/05			Massenbilanzvolumen 04/05		
			Jahr b	Winter bw	Sommer bs	Jahr B	Winter Bw	Sommer Bs
			m	m ²	mm	mm	mm	10 ⁶ kg
GOK	2350 - 2400	12213	-2470	1299	-3770	-30.169	15.869	-46.039
	2400 - 2450	111265	-1687	1303	-2990	-187.743	144.973	-332.716
	2450 - 2500	65911	-426	1439	-1865	-28.086	94.857	-122.943
	2500 - 2550	21075	-381	1618	-1999	-8.027	34.092	-42.119
	2550 - 2600	25336	-634	1659	-2293	-16.052	42.031	-58.083
	2600 - 2650	170685	-765	1419	-2184	-130.494	242.242	-372.736
	2650 - 2700	468975	-509	1283	-1792	-238.910	601.543	-840.453
	2700 - 2750	145788	677	1608	-931	98.701	234.391	-135.689
	2750 - 2800	26457	611	1679	-1068	16.171	44.430	-28.259
	2800 - 2850	37349	-34	1357	-1392	-1.283	50.691	-51.974
	2850 - 2900	71519	-88	1213	-1301	-6.266	86.777	-93.043
	2900 - 2950	111528	403	1338	-935	44.912	149.218	-104.306
	2950 - 3000	93182	655	1534	-879	61.032	142.933	-81.901
	3000 - 3050	52736	858	1559	-701	45.255	82.204	-36.949
3050 - 3100	10919	963	1413	-450	10.515	15.432	-4.917	
2350 - 3100	1424938	-260	1391	-1651	-370.442	1981.683	-2352.125	
WUK	2500 - 2550	5530	-1976	1264	-3239	-10.926	6.988	-17.914
	2550 - 2600	56132	-1905	883	-2788	-106.929	49.576	-156.506
	2600 - 2650	123210	-1387	1073	-2459	-170.832	132.164	-302.996
	2650 - 2700	157017	-241	1406	-1647	-37.836	220.704	-258.540
	2700 - 2750	45197	117	1405	-1288	5.286	63.486	-58.200
	2750 - 2800	8304	-462	656	-1118	-3.839	5.449	-9.287
	2800 - 2850	79437	-352	904	-1256	-27.956	71.799	-99.755
	2850 - 2900	81055	-132	1188	-1320	-10.710	96.264	-106.974
	2900 - 2950	64548	-180	1224	-1404	-11.636	78.991	-90.627
	2950 - 3000	95856	-42	1244	-1286	-4.009	119.242	-123.251
	3000 - 3050	73273	20	1294	-1274	1.473	94.808	-93.335
	3050 - 3100	32011	218	1286	-1068	6.993	41.180	-34.187
	3100 - 3150	2859	429	1183	-753	1.227	3.381	-2.154
	2500 - 3150	824429	-448	1194	-1642	-369.694	984.032	-1353.726
FLK	2700 - 2750	7577	-2264	513	-2777	-17.151	3.889	-21.040
	2750 - 2800	110382	-1833	758	-2591	-202.285	83.666	-285.951
	2800 - 2850	240120	-434	1060	-1494	-104.233	254.565	-358.798
	2850 - 2900	243051	498	1351	-853	121.092	328.326	-207.233
	2900 - 2950	129691	256	1268	-1012	33.147	164.435	-131.288
	2950 - 3000	102110	351	1122	-771	35.795	114.571	-78.776
	3000 - 3050	37623	950	1212	-262	35.742	45.606	-9.864
	3050 - 3100	966	1232	1233	-1	1.190	1.191	-0.001
2700 - 3100	871520	-111	1143	-1254	-96.702	996.248	-1092.950	

Die räumliche Verteilung der Massenbilanz ist den Massenbilanzkarten im Maßstab 1:12500 im Anhang zu entnehmen. Dabei ist beachten, dass die Gleichgewichtslinie der Massenbilanz (ELA = Rot-Blau-Grenze in den Karten) nicht mit der Linie der maximalen Ausaperung übereinstimmt, da der Massenzuwachs durch den Neuschnee ab Mitte September noch dem Haushaltsjahr 04/05 zugerechnet wird (fixed date system).

Tabelle 8: Spezifische Massenbilanz und Massenbilanzvolumen 04/05 nach Höhenstufen von Goldbergkees und Wurtenkees getrennt für den oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe DEM 98 m	Oberer Gletscherteil					Unterer Gletscherteil				
	Fläche 2003 m ²	bw	b	Bw	B	Fläche 2003 m ²	bw	b	Bw	B
		mm	mm	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg		mm	mm	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg
GOK 2350 - 2400						12213	1299	-2470	15.87	-30.17
2400 - 2450						111265	1303	-1687	144.97	-187.74
2450 - 2500						65911	1439	-426	94.86	-28.09
2500 - 2550						21075	1618	-381	34.09	-8.03
2550 - 2600						25336	1659	-634	42.03	-16.05
2600 - 2650						170685	1419	-765	242.24	-130.49
2650 - 2700						468975	1283	-509	601.54	-238.91
2700 - 2750						145788	1608	677	234.39	98.70
2750 - 2800	11730	1369	343	16.06	4.02	14727	1927	825	28.37	12.15
2800 - 2850	35559	1311	-59	46.62	-2.11	1790	2277	461	4.08	0.83
2850 - 2900	70577	1201	-96	84.75	-6.79	942	2151	560	2.03	0.53
2900 - 2950	111528	1338	403	149.22	44.91					
2950 - 3000	93182	1534	655	142.93	61.03					
3000 - 3050	52736	1559	858	82.20	45.26					
3050 - 3100	10919	1413	963	15.43	10.51					
2350 - 3100	386231	1391	406	537.21	156.83	1038707	1391	-508	1444.47	-527.27
WUK 2500 - 2550						5530	1264	-1976	6.99	-10.93
2550 - 2600						56132	883	-1905	49.58	-106.93
2600 - 2650						123210	1073	-1387	132.16	-170.83
2650 - 2700						157017	1406	-241	220.70	-37.84
2700 - 2750	7190	526	-587	3.78	-4.22	38007	1571	250	59.70	9.51
2750 - 2800	7545	477	-541	3.60	-4.08	759	2442	318	1.85	0.24
2800 - 2850	79437	904	-352	71.80	-27.96					
2850 - 2900	81055	1188	-132	96.26	-10.71					
2900 - 2950	64548	1224	-180	78.99	-11.64					
2950 - 3000	95856	1244	-42	119.24	-4.01					
3000 - 3050	73273	1294	20	94.81	1.47					
3050 - 3100	32011	1286	218	41.18	6.99					
3100 - 3150	2859	1183	429	3.38	1.23					
2500 - 3150	443774	1156	-119	513.04	-52.92	380655	1237	-832	470.99	-316.77

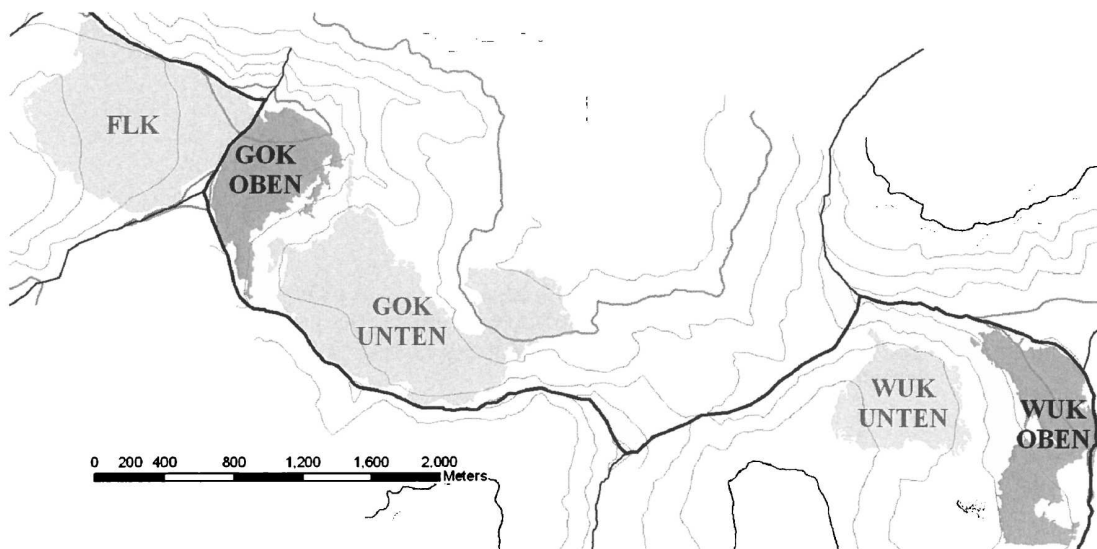


Abbildung 11: Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil am Goldbergkees und Wurtenkees

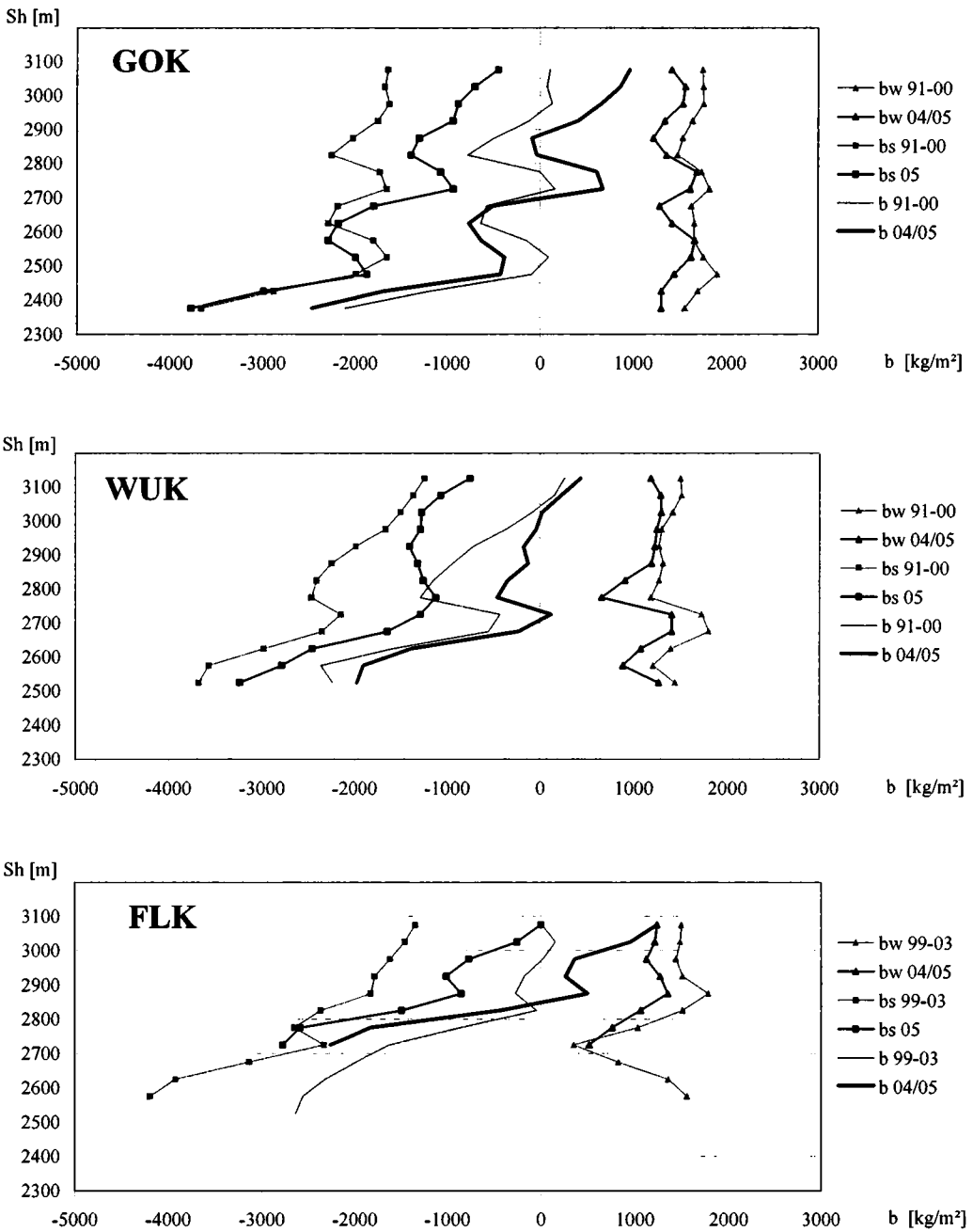


Abbildung 12: Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanzen 04/05 (dargestellt ist b, bw und bs aus Tabelle 7) und im Mittel 91-00 bzw. 99-03. Die höchstgelegene Nullstelle der spezifischen Nettomassenbilanz b entspricht der Gleichgewichtslinie (ELA) in Tabelle 6.

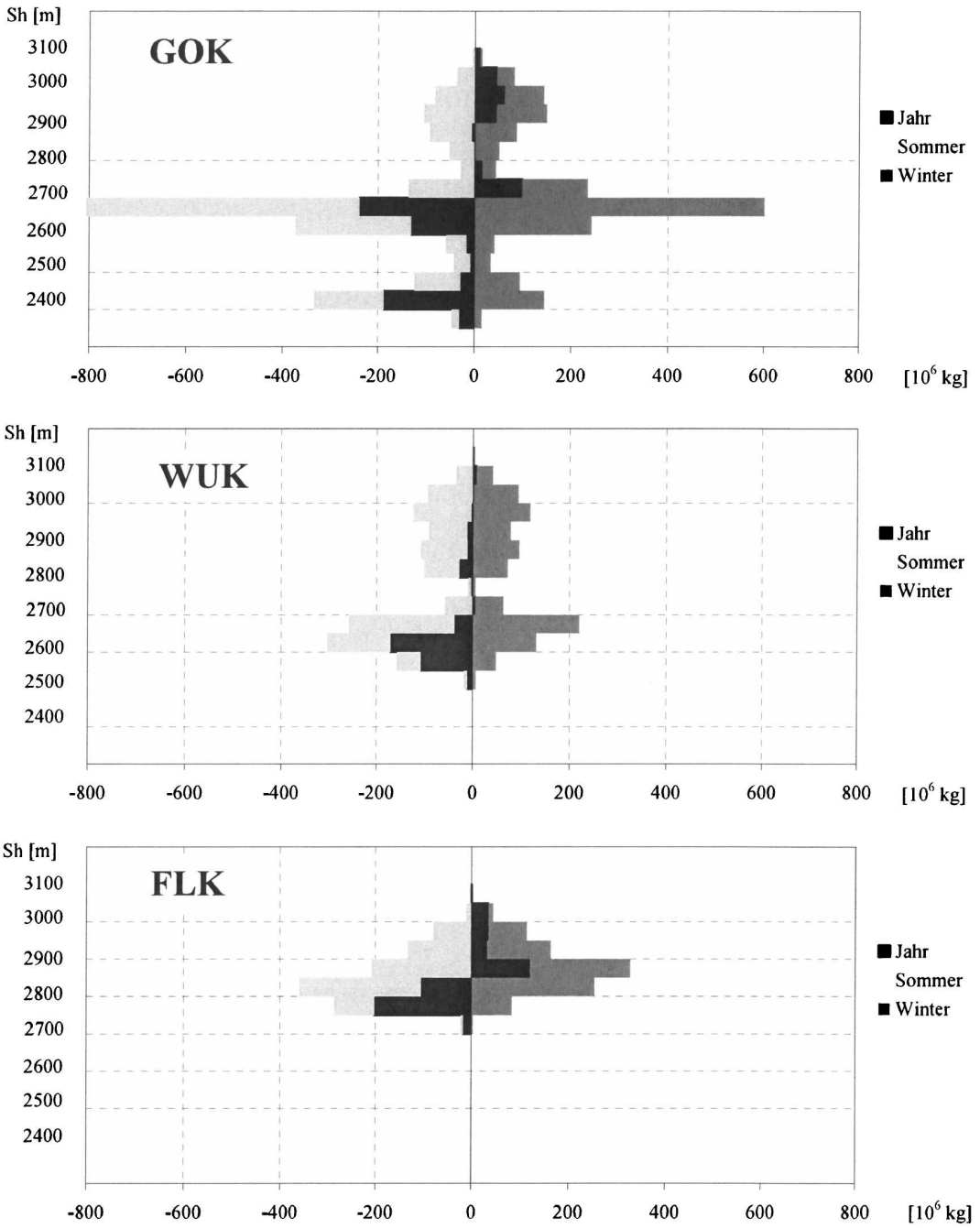


Abbildung 13: Bilanzvolumina 04/05 auf den unterschiedlichen Höhenstufen. Dargestellt ist B (Jahr), Bw (Winter) und Bs (Sommer) aus Tabelle 7.

5. Danksagung

Die Messung und Auswertung der Massenbilanz von Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees erfolgte im Rahmen der Projekte MOMBASA (PL Dr. Schöner) und WURTEN (PL Dr. Böhm). Folgenden Institutionen danken wir für die Finanzierung der Projekte: Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG (Kelag) und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Dem Land Kärnten danken wir für die Bereitstellung des Orthofotos 2003.

Die Feldmessungen wurden in Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), dem Institut für Meteorologie und dem Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau der Universität für Bodenkultur Wien und der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG durchgeführt.

Folgende Mitarbeiter und Studenten waren daran beteiligt:

Andreas Altzinger, Ingeborg Auer, Daniel Binder, Daniela Bischof, Reinhard Böhm, Jakob Cevik, Michael Chiari, Aron Drüzler, Martin Eschgfäller, Berthold Fliedl, Stefan Hauk, Johann Hiebl, Wolfram Hirth, Bernhard Hynek, Roman Just, Gernot Koboltschnig, Wolfgang Kocher, Marlies Kriegler, Christine Kroisleitner, Helga Kromp-Kolb, Lukas Kühnen, Elisabeth Mair, Anna Micheuz, Rebecca Mott, Bernhard Müllebner, Christian Mühlegger, David Leidinger, Christian Lettner, Annemarie Lexer, Stefan Reisenhofer, Tobias Rogalli, Bernhard Peczelt, Boris Salak, Markus Sageder, Paul Schenker, Wolfgang Schöner, Mark Strenger, Friedl Unterfrauner, Ulli Vielhaber, Gernot Weyss, Mario Wurzer, Walter Zenz.

6. Literatur

- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER und W. WINIWARTER (1995): Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien, 143pp.
- AUER, I., R. BÖHM, M. LEYMÜLLER und W. SCHÖNER (2002): Das Klima des Sonnblicks – Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 29, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- BÖHM, R., W. SCHÖNER, I. AUER, B. HYNEK, C. KROISLEITNER, G. WEYSS (2007): Gletscher im Klimawandel – Vom Eis der Polargebiete zum Goldbergkees in den Hohen Tauern. Eigenverlag der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik. Wien, 2007. ISBN 978-3-200-01013-0
- KASER, G., A. FOUNTAIN und P. JANSSON (2003): A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. International Hydrological Programme, IHP-VI, Technical Documents in Hydrology No. 59, U-NESCO, Paris
- KOBOLTSCHNIG, G. (2007): Mehrfachvalidierung hydrologischer Eis- und Schneeschmelzmodelle in hochalpinen, vergletscherten Einzugsgebieten. Dissertation am Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau an der Universität für Bodenkultur, Wien
- WINIWARTER, W., R. BÖHM, A. KASPER, H. PUXBAUM, W. SCHÖNER, W. VITOVEC und R. WERNER (1998). ALPTRAC: High Alpine Aerosol and snow chemistry. Concentration of ionic compounds in the wintertime deposition: results and trends from the Austrian Alps over 11 years (1983-1993). Atmospheric Environment Volume 32, No.23

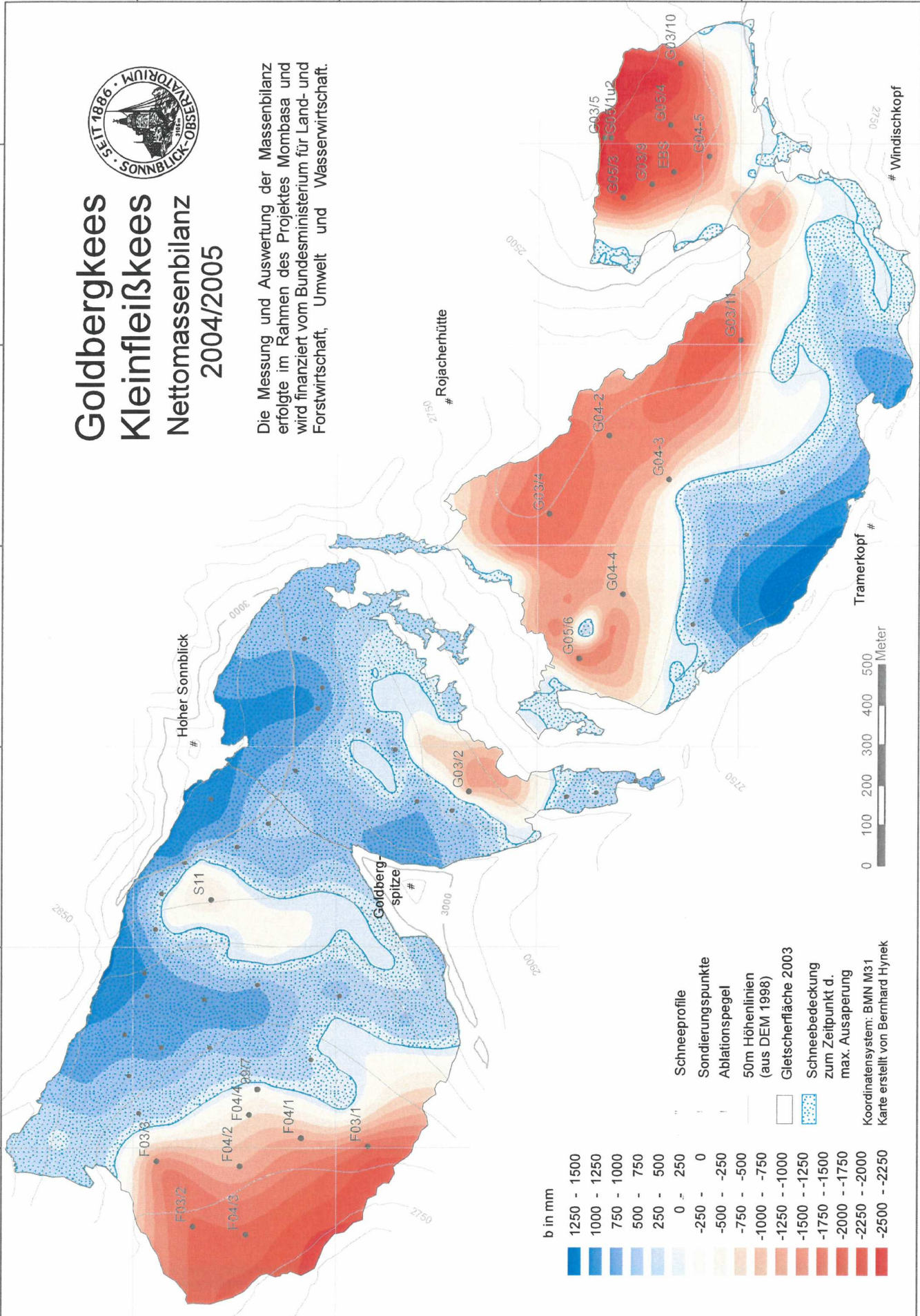
Goldbergkees Kleinfleißkees Nettomassenbilanz 2004/2005



Die Messung und Auswertung der Massenbilanz erfolgte im Rahmen des Projektes Mombasa und wird finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

420500 421000 421500 422000 422500 423000

213000 212500 212000 211500



Goldbergkees Kleinfleißkees Wintermassenbilanz 2004/2005



Die Messung und Auswertung der Massenbilanz erfolgte im Rahmen des Projektes Mombasa und wird finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

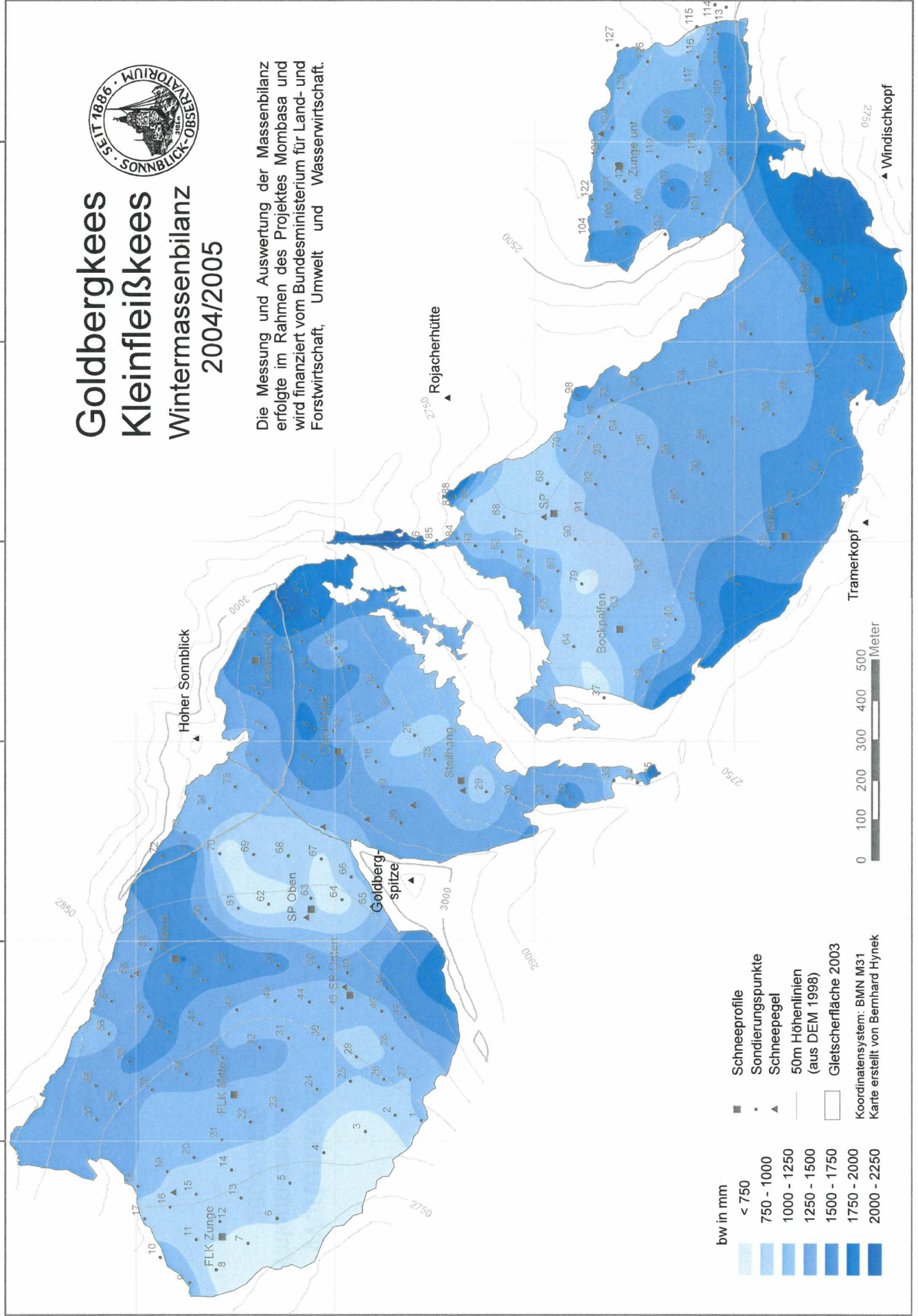
420500 421000 421500 422000 422500 423000

213000

212500

212000

211500

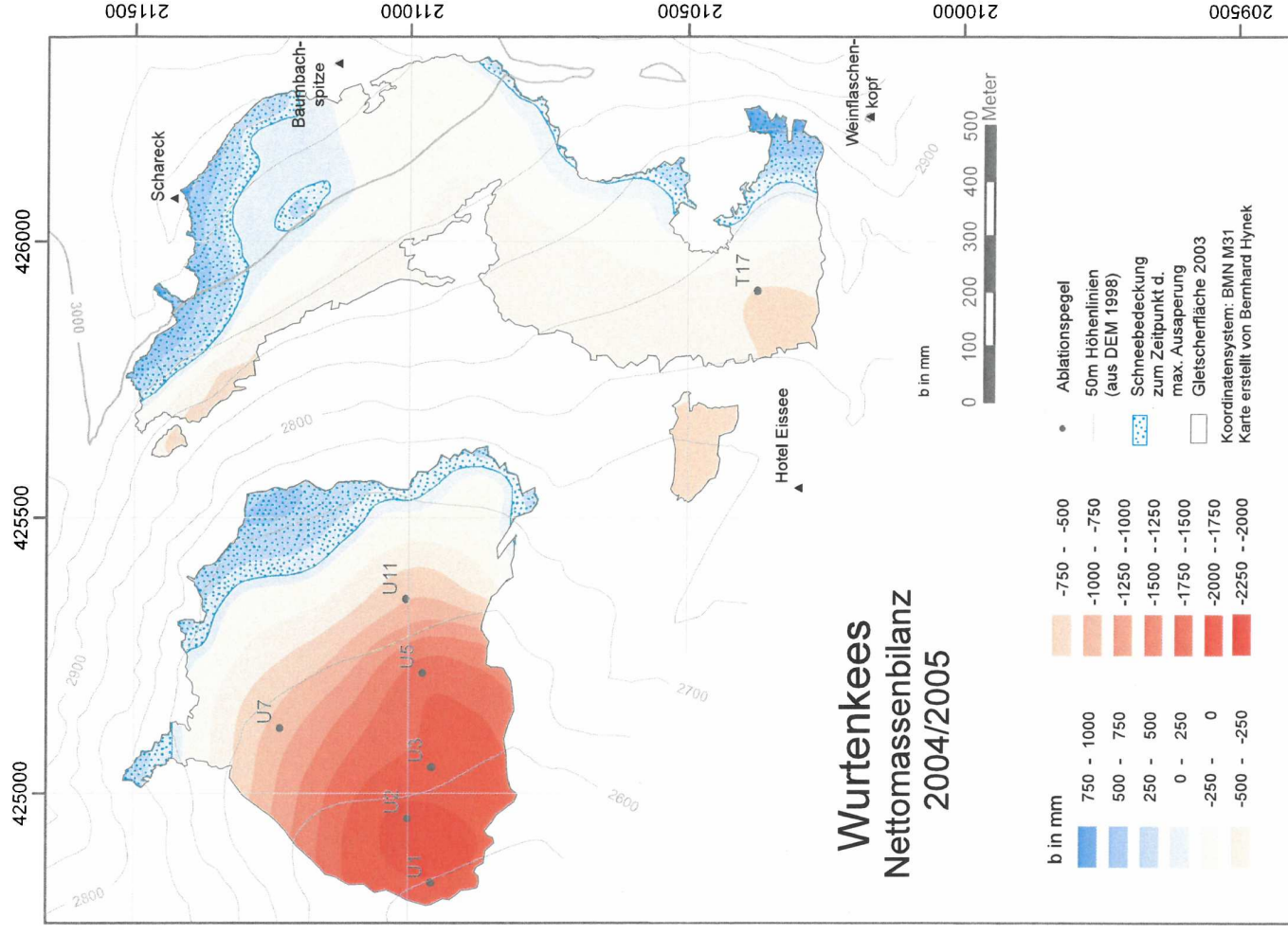
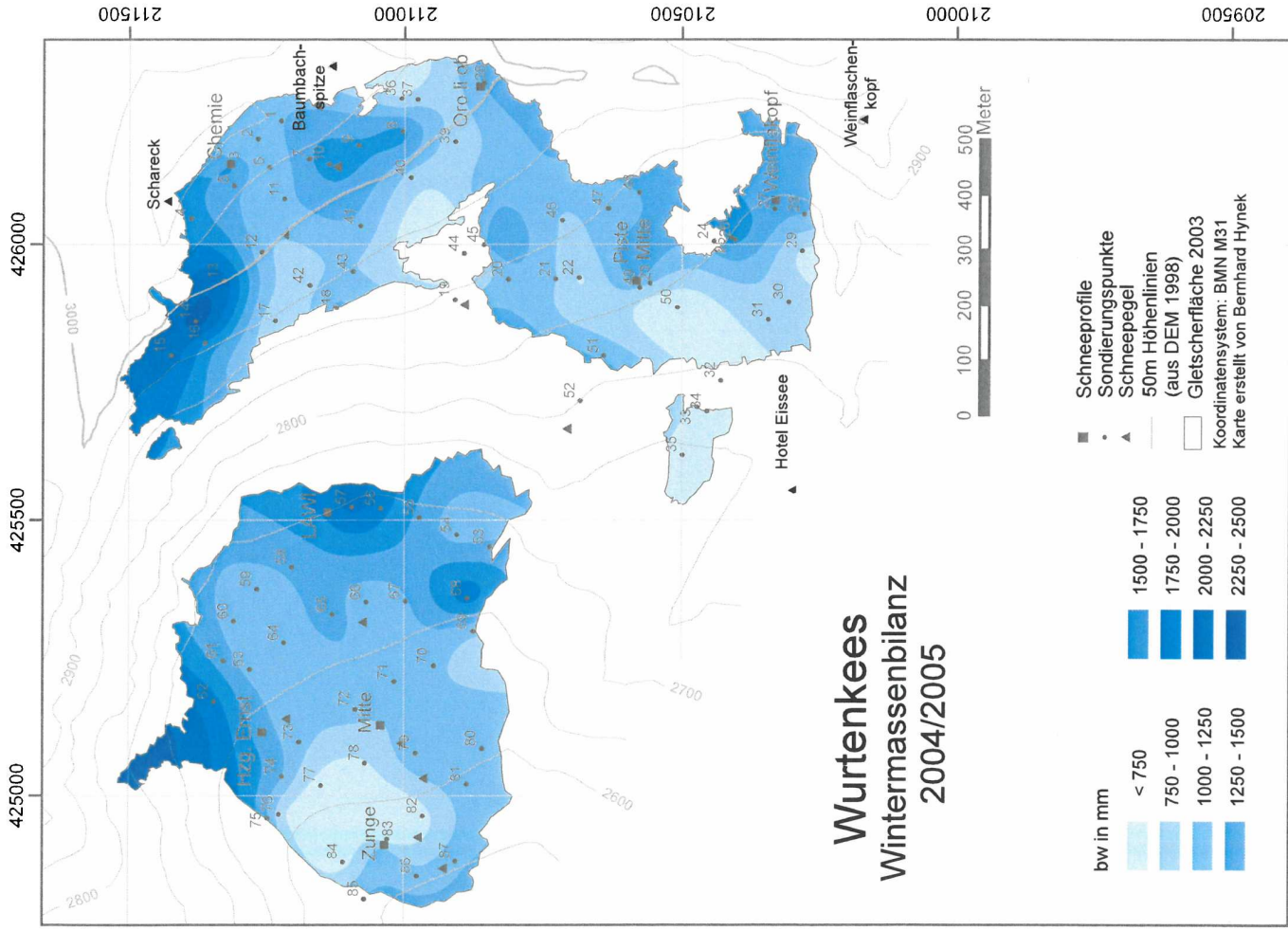


- Schneeprofile
 - Sondierungspunkte
 - ▲ Schneepegel
 - 50m Höhenlinien (aus DEM 1998)
 - Gletscherfläche 2003
- Koordinatensystem: BMN M31
Karte erstellt von Bernhard Hynek

bw in mm

- < 750
- 750 - 1000
- 1000 - 1250
- 1250 - 1500
- 1500 - 1750
- 1750 - 2000
- 2000 - 2250

0 100 200 300 400 500 Meter



MASSENHAUSHALT 2005/2006 DER GLETSCHER IN DER GOLDBERGGRUPPE

Bernhard Hynek, Christine Kroisleitner, Wien

1. Einleitung

Im Rahmen der Projekte MOMBASA und WURTEN wird von der Zentralanstalt für Meteorologie der Massenhaushalt der drei Gletscher Goldbergkees (früher Vogelmaier-Ochsenkarkees), Kleinfleißkees und Wurtenkees in der Goldberggruppe der Hohen Tauern mittels der direkten glaziologischen Methode (z.B. KASER et al, 2003) ermittelt. Der vorliegende Bericht ist eine Zusammenfassung der Messungen und Ergebnisse aus dem hydrologischen Jahr 2005/2006.

Das Kleinfleißkees und das Wurtenkees liegen südlich des Alpenhauptkammes, sind 0.8 bzw. 0.9 km² (2003) groß und nach West bis Südwest exponiert. Das nördlich des Alpenhauptkammes gelegene ca. 1.4 km² (2003) große Goldbergkees schließt an der Kleinfleißscharte direkt an das Kleinfleißkees an, ist im oberen Bereich nach Südost exponiert und im Zungenbereich nach Nordost. Das Kleinfleißkees und das Wurtenkees entwässern über den Kleinfleißbach bzw. den Fragantbach in die Möll und das Goldbergkees Richtung Norden über die Rauriser Ache in die Salzach.



Abbildung 1: Die Gletscherzunge des Goldbergkeeses am 6.9.2006. Die starke Eisschmelze der vergangenen Jahre hat die Abflußkanäle im und unterhalb des Eises so weit ausgehöhlt, dass die Eisoberfläche an zwei Stellen an der Gletscherzunge nun großräumig eingesunken ist. Das große Loch im Zentrum wird in den kommenden Jahren zum neuen Gletschertor werden. Die oberflächliche Eisabschmelzung im untersten Bereich des Goldbergkeeses betrug im Sommer 2006 bis zu 3.5m. (Foto: Bernhard Hynek)

2. Witterungsverlauf

Um einen Überblick über die Witterung im Haushaltsjahr 05/06 zu bekommen, sind nachfolgend die Monatsmittel bzw. -summen von Temperatur, Niederschlag und Schneehöhe im Vergleich zum dreißigjährigen Klimamittel 1961-90 dargestellt. Wie in Abbildung 2 zu sehen ist, war der Juli über 4°C wärmer als im langjährigen Klimamittel, auch im September lag die Temperatur rund 3°C über dem Mittel. Zwischen diesen überdurchschnittlich warmen Monaten befand sich ein 3°C unter dem Mittel liegender August. Auch im Dezember war die Temperatur unterdurchschnittlich tief. Die Frühjahrsmonate lagen, wie im Vorjahr, um ein bis zwei Grad über dem langjährigen Mittel.

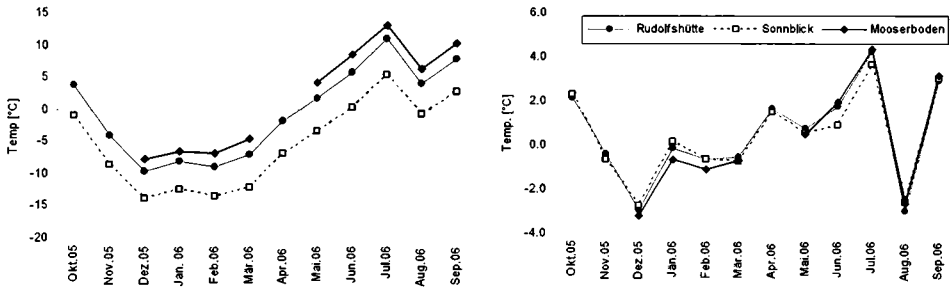


Abbildung 2: Monatsmittel der Temperatur (links) und Abweichungen vom Mittel 1961-90 (rechts)

Der Jahresmittelwert des Niederschlages im Untersuchungsgebiet lag 11% über dem langjährigen Mittel, wobei der Niederschlag in Gipfel- und Südlagen ausschlaggebend war. Besonders die Monate Dezember und August waren überdurchschnittlich niederschlagsreich (siehe Abbildung 3). Die Totalisatoren Radhaus und Kolm Saigrun, - in den tieferen Lagen nördlich des Alpenhauptkammes - wiesen eine unterdurchschnittliche Jahresniederschlagsmenge auf.

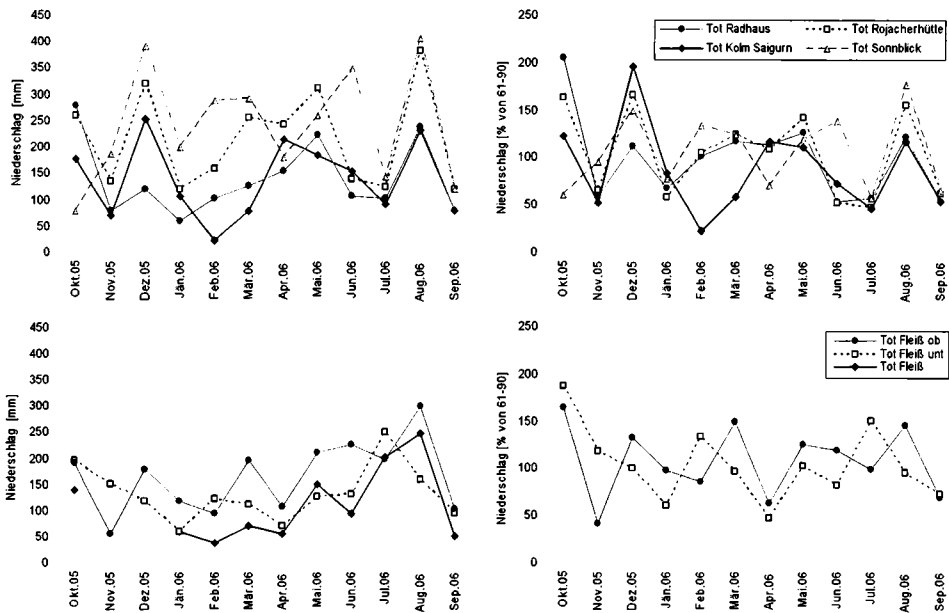


Abbildung 3: Monatswerte der Totalisatoren im Bereich Goldbergkees (oben) und Kleinfleißkees (unten) im Haushaltsjahr 2005/2006 (links) und die Abweichungen vom 30-jährigen Mittel 1961-90 (rechts).

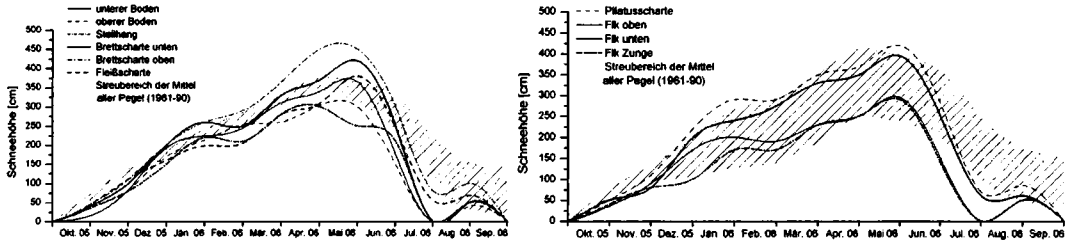


Abbildung 4: Verlauf der Schneehöhen an den Schneepegeln Fleißkees Zunge (2820m), Fleißkees Unten (2860m), Goldbergkees Oberer Boden (2670m) und Goldbergkees Obere Brettcharte (2960m) im Vergleich zum langjährigen Mittel 1961-90

Die Schneehöhe aller Pegel sowohl am Goldberg- als auch am Kleinfleißkees lag in den ersten zwei Monaten des Haushaltsjahres unterhalb des langjährigen Mittels. Weiters wiesen alle Pegel im Vergleich zum Mittel ein schnelleres Abschmelzen der Schneedecke in Juni und Juli auf. Das Goldbergkees zeigte an den Pegeln Brettcharte oben und unten eine zum Teil beträchtliche Zunahme der Schneehöhe von März bis Juli um bis zu einen Meter. Sowohl am Goldbergkees als auch am Fleißkees ist das Ausapern aller Schneepegel im September eine Folge des überdurchschnittlich warmen Herbstes. Im langjährigen Mittel liegt im September zwischen einem halben und zwei Meter Schnee auf den Gletschern.

Die Entwicklung der Schneedecke an der Kleinfleißcharte (2980m) und an den Stationen Rudolfshütte (2304m) und Mooserboden (2036m) in täglicher Auflösung ist in Abbildung 5 dargestellt. Durch starken Schneefall Anfang Juni erreichte die Schneedecke am Sonnblick ihre maximale Höhe von über viereinhalb Metern relativ spät. Ab der zweiten Junihälfte kam es jedoch zu einem rapiden Abschmelzen, das während des kühlen Augustes vorübergehend unterbrochen wurde. Der überdurchschnittlich warme September setzte den Schmelzprozess fort.

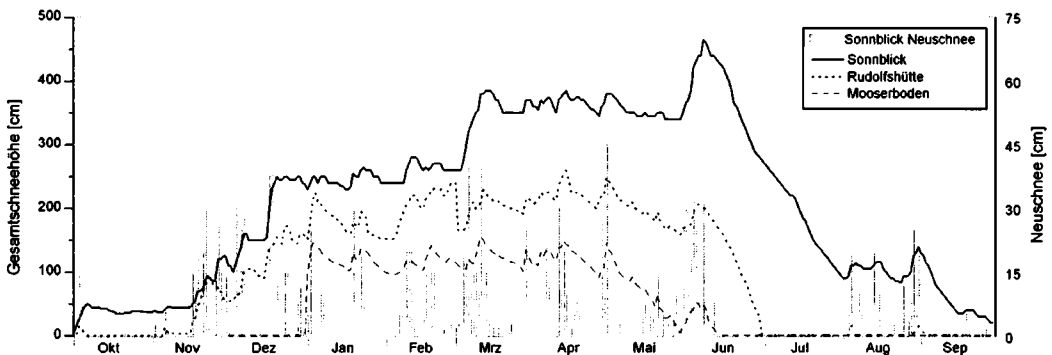


Abbildung 5: Zeitreihe der Gesamtschneehöhe im Haushaltsjahr 04/05 an den Stationen Sonnblick (Kleinfleißcharte, 2980m), Rudolfshütte (2304m) und Mooserboden (2036m) und der täglichen Neuschneemengen am Sonnblick

3. Messungen

3.1 Winterbilanzmessungen vom 24.4. bis 3.5.2006

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 05/06 wurden vom 24. bis 27. April am Goldbergkees und Kleinfleißkees und von 2. bis 3. Mai am Wurtenkees in Zusammenarbeit mit dem Institut für Meteorologie der BOKU im Rahmen der Lehrveranstaltung Gletscherpraktikum durchgeführt.

Zur Bestimmung der winterlichen Schneeakkumulation wurden in Summe auf allen drei Gletschern insgesamt 23 Schneeprofile gegraben. Dabei wurden die Schneedichte und Schneetemperatur in den einzelnen Schichten sowie der Schneedeckenaufbau ermittelt. Die Messwerte aus den Schneeprofilen sind in Tabelle 1, die Schneetemperaturen in Tabelle 2 dargestellt. Um eine genauere Information über die räumliche Verteilung der Schneedecke zu erhalten, wurde auf allen drei Gletschern im Abstand von ca. 100 m die Schneehöhe sondiert. Die Schneetiefe an den Sondierungspunkten ist in Tabelle 3 enthalten. Die räumliche Lage der Sondierungspunkte und Schneeprofile wurde mit GPS bestimmt und kann aus Abbildung 7 und den Massenbilanzkarten im Anhang entnommen werden.

Die Schneedecke war im Zungenbereich von Goldberg- und Wurtenkees bereits temperiert und durchfeuchtet. In den höhergelegenen Bereichen lagen die Schneetemperaturen durchwegs unter 0°C. Aus Abbildung 6 ist eine Abnahme der mittleren Schneedichte mit der Seehöhe nur am Wurtenkees erkennbar, am Goldbergkees und am Kleinfleißkees ist keine Höhenabhängigkeit der Schneedichte erkennbar.

Tabelle 1: Schneeprofile im Frühjahr 2006 (*Messwerte unrealistisch hoch, gemessen bei strömenden Regen, wurden nicht zur Berechnung der Massenbilanz herangezogen)

Profil	Gletscher	Datum	Koordinaten (österr. BMN)		Seehöhe [m]	Schnee- tiefe [cm]	mittlere Dichte [kg/m ³]	Wasser- äquivalent [mm]	Vorjahres- horizont	
			x	y						
1	Lieslstang	GOK	27.4.06	421730	212670	3024	358	396	1416	Firn
2	Oben Mitte	GOK	26.4.06	421400	212500	2960	420	465	1954	Firn
3	Steilhang	GOK	27.4.06	421358	212159	2880	325	438	1424	Eis
4	Bockpalfen	GOK	25.4.06	421766	211783	2672	370	422	1562	Eis
5	OB SP	GOK	25.4.06	422117	211963	2648	314	439	1379	Eis
6	Mitte	GOK	25.4.06	422148	211641	2687	420	425	1786	Eis
7	Bruch	GOK	25.4.06	422625	211419	2621	370	411	1520	Eis
8	Zunge oben	GOK	27.4.06	422905	211636	2439	400	511*	2043*	Eis
9	SP oben	FLK	26.4.06	421090	212565	2936	263	388	1020	Eis
10	SP unten	FLK	26.4.06	420869	212486	2874	360	410	1476	Firn
11	Pilatus	FLK	26.4.06	421010	212985	2925	425	423	1798	Firn
12	FIK Mitte	FLK	26.4.06	420600	212712	2832	310	438	1357	Eis
13	FLK Zunge	FLK	26.4.06	420255	212864	2781	270	413	1115	Eis
14	Chemie	WUK	3.5.06	426165	211285	3073	300	390	1170	Firn
15	Scharte	WUK	3.5.06	426280	210834	2997	350	420	1472	Eis
16	Piste Mitte	WUK	3.5.06	426072	211009	2976	330	396	1308	Eis
17	Weißflakopf	WUK	3.5.06	426094	210301	2851	400	425	1700	Firn
18	Lawi	WUK	2.5.06	425388	211213	2680	440	463	2039	Eis
19	Pe 11	WUK	2.5.06	425363	211051	2666	320	434	1388	Eis
20	Pe 7	WUK	2.5.06	425070	211170	2626	300	442	1326	Eis
21	Pe 5	WUK	2.5.06	425115	210955	2616	329	456	1501	Eis
22	Pe 1	WUK	2.5.06	424846	210962	2551	305	473	1444	Eis
23	Minimum	WUK	2.5.06	424862	211055	2563	260	446	1159	Eis

Tabelle 3: Schneetiefensondierung im Frühjahr 2006. (FLK: 26.4., GOK: 26.-28.4., WUK: 2.-3.5., Tiefe in m)

Goldbergkees						Kleinfleißkees				Wurtenkees							
Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe	Pkt.	Tiefe		
1	4.20	29	3.50	57	4.20	85	2.95	1	3.20	29	4.20	1	3.60	29	3.20	57	4.10
2	3.80	30	3.40	58	4.20	86	3.35	2	2.20	30	4.60	2	3.40	30	3.20	58	3.40
3	4.15	31	3.75	59	4.35	87	3.70	3	2.20	31	4.10	3	3.25	31	3.15	59	3.10
4	3.65	32	3.65	60	5.20	88	3.45	4	2.85	32	3.55	4	3.30	32	4.45	60	3.20
5	3.90	33	3.75	61	4.50	89	4.15	5	2.35	33	3.25	5	3.50	33	3.20	61	3.00
6	4.05	34	3.85	62	3.85	90	3.85	6	1.55	34	4.30	6	4.50	34	3.00	62	3.05
7	4.50	35	4.10	63	4.20	91	3.65	7	2.00	35	5.10	7	4.00	35	2.70	63	3.05
8	5.10	36	4.55	64	4.50	92	3.60	8	2.95	36	3.90	8	4.05	36	2.90	64	3.10
9	4.00	37	5.15	65	3.55	93	3.30	9	2.55	37	4.05	9	3.85	37	3.30	65	3.45
10	4.20	38	4.95	66	3.60	94	4.00	10	2.65	38	4.00	10	5.00	38	3.25	66	3.55
11	4.20	39	4.75	67	3.40	95	3.20	11	2.40	39	4.70	11	4.00	39	2.65	67	2.60
12	4.00	40	5.05	68	3.36	96	3.10	12	2.25	40	3.15	12	3.50	40	2.30	68	3.05
13	3.70	41	4.80	69	3.25	97	3.40	13	2.45	41	4.70	13	3.50	41	2.45	69	4.75
14	3.85	42	3.75	70	3.50	98	4.50	14	2.80	42	2.90	14	3.65	42	2.30	70	5.05
15	4.05	43	3.80	71	2.90	99	4.00	15	2.10	43	2.10	15	3.60	43	2.65	71	5.10
16	4.05	44	3.55	72	3.10	100	3.85	16	2.70	44	2.00	16	3.25	44	2.25	72	5.15
17	3.60	45	4.75	73	3.20	101	2.80	17	3.65	45	2.00	17	2.95	45	2.95	73	6.00
18	3.50	46	3.50	74	3.15	102	3.45	18	3.00	46	2.55	18	2.75	46	2.65	74	4.45
19	3.40	47	3.20	75	3.50	103	3.10	19	2.85	47	3.90	19	3.30	47	3.45	75	4.80
20	3.20	48	2.90	76	4.40			20	3.10	48	3.60	20	3.30	48	3.25	76	2.80
21	3.00	49	3.15	77	3.25			21	3.10	49	2.55	21	3.20	49	3.10	77	5.25
22	3.15	50	3.50	78	4.05			22	2.95	50	2.95	22	3.15	50	3.45	78	4.30
23	3.05	51	3.80	79	2.30			23	3.20	51	3.40	23	3.80	51	3.60	79	3.40
24	2.90	52	3.85	80	2.45			24	4.25	52	3.30	24	3.80	52	3.40	80	5.55
25	3.50	53	4.00	81	2.85			25	3.10	53	3.55	25	3.00	53	3.00	81	3.25
26	3.45	54	3.15	82	4.55			26	2.95	54	2.50	26	3.05	54	3.00	82	4.40
27	3.60	55	3.05	83	2.80			27	3.45	55	2.90	27	2.90	55	2.95		
28	3.40	56	4.25	84	1.70			28	4.05			28	2.75	56	3.35		

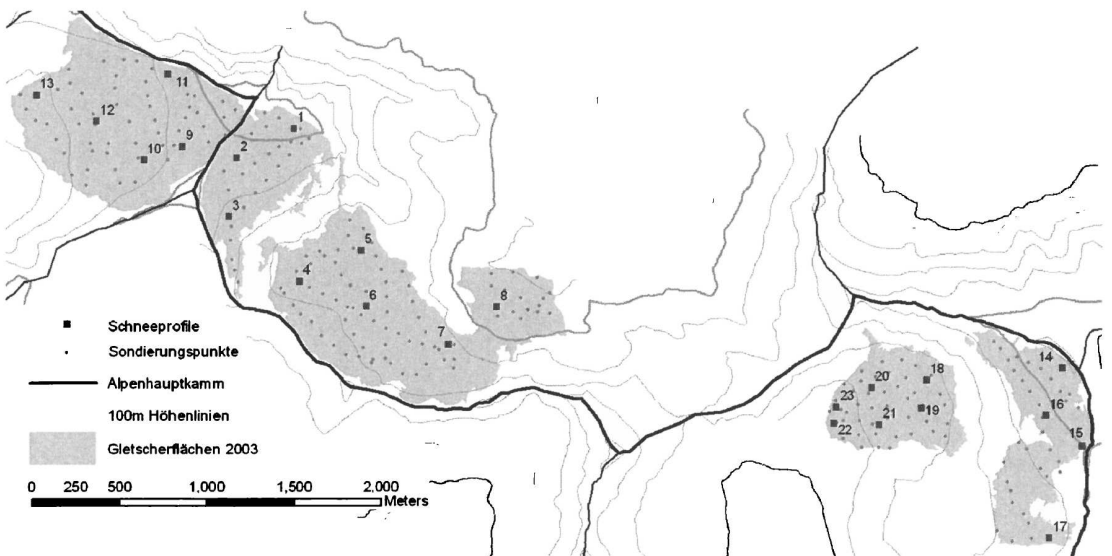


Abbildung 7: Lage der Schneeprofile und Sondierungspunkte im Frühjahr 2006

3.2 Messungen für die Jahresbilanz 2005/2006

Es sind auf allen drei Gletschern graue Ablationspegel aus Kunststoff mit 150 cm-Segmenten in Verwendung. Diese Pegel wurden am Goldbergkees Ende Juli das erste Mal abgelesen. Anfang September wurden am Goldbergkees und Kleinfleißkees in Summe 14 Pegel neueingebohrt und Anfang Oktober erfolgte die Endablesung für die Berechnung der Massenbilanz 05/06. Am Wurtenkees konnten dieses Jahr wieder nur die Hälfte der Pegel abgelesen werden, nämlich die im unteren Bereich des Gletschers. Die Unsicherheit der berechneten Massenbilanz ist deshalb größer als bei den anderen beiden Gletschern. Die Ablesungen am Wurtenkees erfolgten am 16.7. und am 22.9.06, dort wurden 7 Pegel nachgebohrt. Die genauen Ablesungen und Abschmelzeträge der Pegel sind aus den Tabellen 4 und 5 zu entnehmen, die Lage der Pegel aus den Massenbilanzkarten im Anhang.

Tabelle 4: Ablesungen der Ablationspegel am Goldberg- und Kleinfleißkees im Haushaltsjahr 05/06. (kursive, graue Werte sind keine Messwerte, sondern interpolierte Werte, fettgedruckt heißt neu gebohrt).

Pegel	Koordinaten			Pegelablesungen [cm im Eis]						Ablation	Ablation	Ablation
	x	y	z	7.9. 2005	11.10. 2005	21.7. 2006	27.7. 2006	5.9. 2006	3.10. 2006	2005 [cm Eis]	2006 [cm Eis]	2006 [mm WW]
G03/1	421385	212353	2920		<i>180</i>			421	389		<i>-91</i>	-819
G03/2	421389	212166	2870	394	349			258	<i>208</i>	-85	<i>-111</i>	-1269
G03/7	421700	211886	2660	350	<i>222</i>			215	110		-212	-1908
69-06	421700	211886	2660					388	275			
G05/6	421724	211899	2655	467	<i>417</i>	400		274	175	-149	-272	-2448
G04-4	421881	211792	2656	486	<i>356</i>			360	288	-89	-168	-1512
G04-3	422164	211673	2677	558	520			482	<i>417</i>	-47	<i>-108</i>	-927
Stra-03	422135	211645	2680		<i>117</i>			98	37		<i>-98</i>	-882
G03/8	422097	211418	2698						564			
70-06	422305	211460	2663					606	510			
G03/11	422517	211496	2625	343	<i>293</i>		246	165	45	-189	-258	-2322
71-06	422519	211498	2625					607	487			
72-06	422709	211380	2599					626	520			
G03/4	422082	211970	2637	226	197	150		48		-187	-223	-2007
68-06	422082	211971	2637					574	500			
G04-2	422273	211828	2645	445	<i>410</i>	408	365	285	185	-156	-225	-2025
67-06	422273	211828	2645					698	613			
75-06	422879	211524	2470					610	515			
G04-5	422978	211581	2441	450	<i>409</i>			307	200	-152	-209	-1881
G05/4	423043	211678	2418	573	542	531		376	267	-221	-275	-2475
G03/9	422902	211728	2414	278	235	187		45		-210	-311	-2799
G06/9	422903	211727	2415					618	497			
G05/3	422924	211814	2388	486	<i>436</i>	408		255	<i>150</i>	-245	-300	-2700
74-06	422924	211814	2388					604	495			
G03/10	423129	211579	2437	341	305	300		147		-235	-253	-2277
G06/10	423129	211579	2437					530	435			
73-06	423012	211796	2389					689	565			
G05/1	423017	211823	2380	580	532	474		297	185	-266	-347	-3123
G05/2	423017	211823	2380	538	494	438		261	<i>150</i>	-265	-344	-3096
G05/5	423475	211456	2475	242	<i>227</i>			181	<i>145</i>	-93	<i>-82</i>	-738
S11	421118	212807	2951	213	<i>193</i>			132	85	-51	-108	-972
66-06	421118	212806	2951					613	558			
02/10	420567	212983	2842		<i>250</i>			244	171		-79	-711
F03/3	420461	212937	2822	508	471			416	342	-113	-129	-1161
99/7	420638	212687	2833	207	200			171	92		-108	-972
F04/4	420569	212711	2825	654	618			574	504	-55	-114	-1026
F03/2	420298	212854	2787	383	304			250	180	-194	-124	-1116
64-06	420298	212854	2787					610	535			
F04/2	420439	212730	2805	566	531			450	366	-118	-165	-1485
F04/1	420506	212580	2810	564	532			402	331	-122	-201	-1809
F03/1	420493	212422	2809	315	<i>275</i>			148	72	-194	-203	-1827
65-06	420493	212419	2808					611	536			
F04/3	420276	212712	2779	520	465			360	276	-204	-189	-1701

Tabelle 5: Koordinaten und Ablesungen der Ablationspegel am Wurtenkees im Haushaltsjahr 05/06. (kursive, graue Werte sind keine Messwerte, sondern interpolierte Werte für die Berechnung der Massenbilanz, fettgedruckt heißt neu gebohrt).

Pegel	Koordinaten			Pegelablesungen [cm im Eis]				Ablation	Ablation	Ablation
	x	y	z	2.9. 2005	24.9. 2005	16.7. 2006	22.9. 2006	2005 [cm Eis]	2006 [cm Eis]	2006 [mm WW]
U11	5211007	425352	2668	475	455					
V11	5210916	425324	2648			600	395	-80	-215	-1935
V9	5211057	425371	2673			240	240			
U7	5211234	425120	2649	540	500	340	180	-94	-180	-1620
V7	5211234	425120	2649			600	415		-195	-1755
U5	5210957	425113	2606	330	290		70			
V5	5210957	425113	2606			600	400	-180	-220	-1980
U3	5210957	425042	2599	330	280	240				
V3	5210957	425042	2599			600	370	-200	-295	-2655
U2	5210992	424951	2570	180	120	0				
V2	5210992	424951	2570			600	330	-230	-420	-3780
U1	5210921	424885	2550	240	170					
V1	5210921	424885	2550			600	330	-220	-410	-3690

Zusätzlich zu den Messungen für die Massenbilanz wurden von 4. bis 6. September die Ablationspegel am Goldbergkees und am Kleinfleißkees mit einem RTK-GPS (Leica 1230) eingemessen, und Echtzeitdaten einer Referenzstation über das APOS-Netz des BEV (Bundesamt für Eich- und Vermessungswesen) abgerufen. Mit der Korrektur aus dem APOS-Netz konnten die Koordinaten des Standortes der Ablationspegel mit einer Genauigkeit von wenigen Zentimetern ermittelt werden. Aus der Differenz dieser Koordinaten mit jenen vom Vorjahr wurde die Bewegung der Gletscheroberfläche an den Ablationspegeln ermittelt. Die horizontale und vertikale Eisbewegung an den Ablationspegeln ist in Tabelle 6 aufgelistet und in Abbildung 8 räumlich dargestellt.

Tabelle 6: Eisbewegung an den Ablationspegeln am Kleinfleißkees und Goldbergkees, berechnet aus der Differenz von RTK-GPS-Messungen am 7.-8.9.2005 und am 4.-6.9.2006.

Gletscher	Pegel	Hang- neigung (DEM 98) [Grad]	Horizontal- versatz [m]	Höhendifferenz aus RTK- Messungen [m]	Vertikalbewegung resultierend aus Horizontalversatz [m]	Höhenänderung der Eisoberfläche [m]	Höhenänderung durch Ablation [m]	Vertikalbewegung der Eisoberfläche [cm]
FLK	S 11	24	0.50	-0.91	-0.22	-0.69	-0.81	0.12
	F03/3	10	2.33	-1.07	-0.42	-0.65	-0.92	0.27
	F03/2	12	2.09	-1.19	-0.43	-0.76	-1.33	0.57
	F04/3	8	3.70	-1.35	-0.50	-0.86	-1.60	0.74
	F04/2	13	5.17	-1.57	-1.22	-0.35	-1.16	0.81
	F04/4	8	4.77	-1.33	-0.64	-0.69	-0.80	0.11
	99/7	5	3.95	-1.41	-0.36	-1.06	-0.86	-0.20
	F04/1	11	5.88	-1.83	-1.18	-0.65	-1.62	0.97
	F03/1	12	3.33	-1.64	-0.71	-0.93	-1.67	0.74
GOK	G03/2	18	2.37	-1.98	-0.77	-1.22	-1.36	0.14
	G05/6	8	0.10	-1.80	-0.01	-1.79	-1.93	0.14
	G03/7	11	0.15	-1.28	-0.03	-1.25	-1.35	0.10
	G04/4	9	1.41	-1.38	-0.23	-1.15	-1.26	0.11
	Stralstat	3	1.34	-1.11	-0.07	-1.04	-0.75	-0.29
	G04/3	5	1.33	-1.08	-0.12	-0.96	-0.76	-0.20
	G03/4	3	0.27	-1.59	-0.01	-1.58	-1.78	0.20
	G04/2	13	1.08	-1.47	-0.25	-1.22	-1.60	0.38
	G03/11	14	1.82	-1.45	-0.44	-1.01	-1.78	0.77
G04/5	15	1.71	-2.34	-0.45	-1.89	-1.43	-0.46	

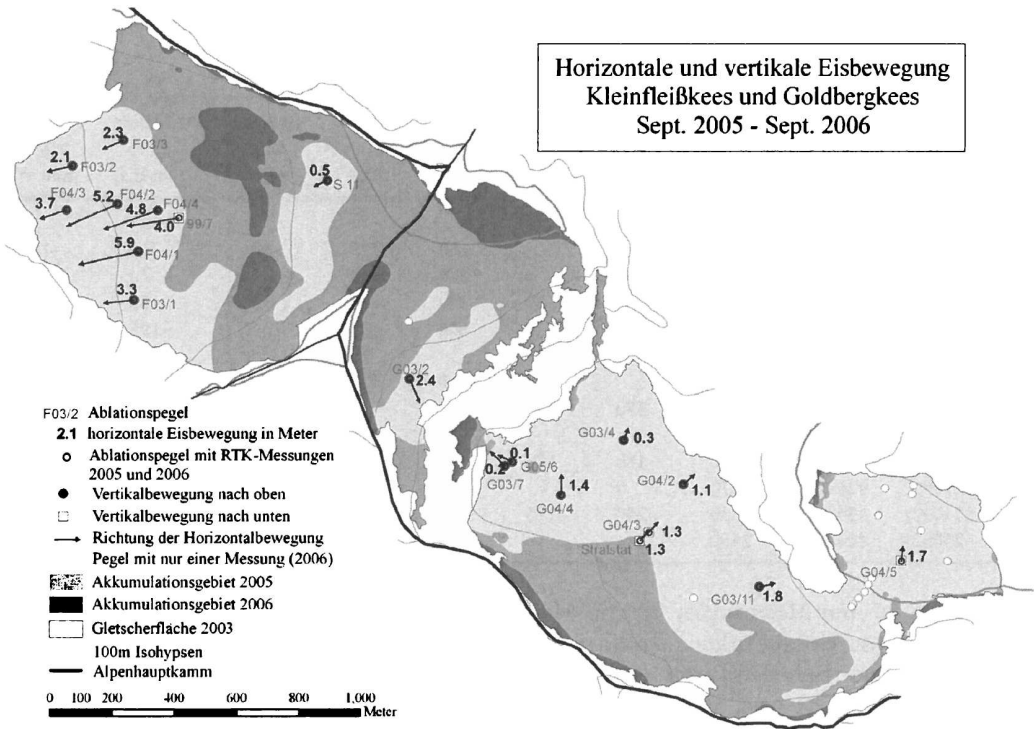


Abbildung 8: Darstellung der Eisbewegung an den Ablationspegeln am Kleinfleißkees und Goldbergkees zwischen 7.-8.9.2005 und 4.-6.9.2006 nach Tabelle 6. Die Pfeile zeigen die Richtung der Eisbewegung an, die Länge der Pfeile ist nicht maßstabsgetreu. Die Vertikalbewegung des Gletschereises ist an fast allen Pegeln nach oben gerichtet (Emergenz), nur an den Pegeln, die nahe an der Gleichgewichtslinie liegen ist sie nach unten gerichtet (Submergenz). Der Pegel G04/6 an der Gletscherzunge bewegt sich vertikal nach unten, obwohl er deutlich im Ablationsgebiet liegt. Dieses großräumige Absinken im Bereich der Gletscherzunge ist in Abbildung 1 dargestellt und beschrieben.

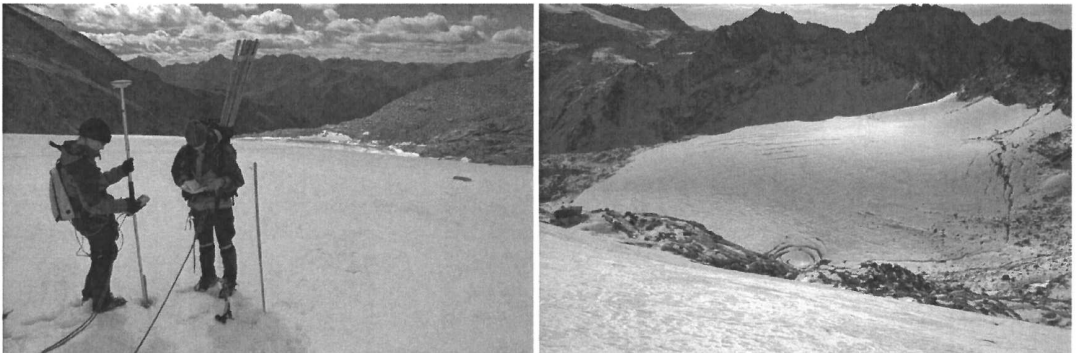


Abbildung 9: Links: Christine Kroisleitner misst am 4. September 06 die Koordinaten eines Ablationspegels am Kleinfleißkees mittels RTK-GPS. Rechts: Der Obere Boden des Goldbergkeeses am 13. Oktober 06. Im Vordergrund sind einige Spalten in Form von konzentrischen Kreisen deutlich sichtbar. In diesem Bereich findet ein markantes Absinken der Eisoberfläche statt, wodurch sich die runden Spalten ausbilden. Das Absinken wird ebenso wie an der Gletscherzunge (siehe Abbildung 1) durch eine Aushöhlung des Eises durch Schmelzwasser an der Gletscherbasis verursacht. (Fotos: Gernot Weyss).

4. Auswertung und Ergebnisse

Die Werte aus den Punktmessungen der Schneeprofile, Sondierungspunkte und Ablationspegel wurden mit der Software ArcGis auf der Gletscherfläche zu einem Raster interpoliert (spline interpolation) und aufsummiert. Die dabei verwendete Gletscherfläche wurde auf der Grundlage des Orthofotos vom September 2003 erstellt. Die Ergebnisse der Massenbilanz für das Haushaltsjahr 05/06 sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

Der Berechnung der Massenbilanz auf den unterschiedlichen Höhenstufen liegt das digitale Geländemodell (Auer et al, 2002) von 1998 zu Grunde. Die spezifischen Bilanzen und Bilanzvolumina pro Höhenstufe sind in Tabelle 8 für alle drei Gletscher aufgelistet und in Tabelle 9 zusätzlich für die oberen und unteren Gletscherteile von Goldbergkees und Wurtenkees (siehe Abbildung 10) getrennt angegeben.

Anhand der Darstellung der spezifischen Massenbilanzen pro Höhenstufe in Abbildung 11 erkennt man wesentliche Unterschiede der drei Gletscher. Wechselnde Exposition und Steilstufen im Höhenverlauf und die damit bedingte Abschattung und Schneeverfrachtung führen zu unterschiedlicher Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanz. Multipliziert man die spezifische Massenbilanz pro Höhenstufe mit der tatsächlichen Gletscheroberfläche in dieser Höhenstufe, so erhält man den absoluten Massenverlust pro Höhenstufe, dargestellt in Abbildung 12. Die in Tabelle 7 angegebene Gleichgewichtslinie (ELA) wurde aus den Diagrammen in Abbildung 11 graphisch ermittelt. Am Goldbergkees und Wurtenkees gibt es auf jedem Gletscherteil eine Gleichgewichtslinie, in Tabelle 7 ist jeweils nur die Höhe der höchstgelegenen Gleichgewichtslinie angegeben, da diese die klimatisch relevante ist. Die Gleichgewichtslinien der unteren Gletscherteile sind eher orographisch bedingt. Die räumliche Verteilung der Massenbilanz ist den Massenbilanzkarten im Maßstab 1:12500 im Anhang zu entnehmen.

Tabelle 7: Ergebnisse der Massenbilanz 05/06, ausgewertet auf den Gletscherflächen von 2003

Massenbilanz 2005/2006	[]	GOK	WUK	FLK	GOK	GOK	WUK	WUK
					Oberer Teil	Unterer Teil	Oberer Teil	Unterer Teil
S (Fläche 2003)	km ²	1.42	0.82	0.87	0.39	1.04	0.44	0.38
Sc (Akkumulationsfläche)	km ²	0.09	0.14	0.09	0.06	0.03	0.09	0.04
Sa (Ablationsfläche)	km ²	1.33	0.69	0.78	0.32	1.01	0.35	0.34
Sc/S (AAR)		0.07	0.17	0.10	0.17	0.03	0.21	0.11
Sc/Sa		0.07	0.20	0.11	0.20	0.03	0.27	0.13
ELA (Gleichgewichtslinie)	m	3020	3120	3070				
b (spez. Massenbilanz)	mm	-1077	-778	-655	-494	-1294	-264	-1377
bw (spez. Winterbilanz)	mm	1577	1441	1234	1390	1647	1386	1504
bs (spez. Sommerbilanz)	mm	-2655	-2218	-1889	-1885	-2941	-1650	-2881
bc (spez. Nettoakkumulation)	mm	12	32	13	36	2	33	30
ba (spez. Nettoablation)	mm	-1089	-810	-668	-531	-1297	-298	-1407
bw + bs (spez. Totalmassenumsatz)	mm	4232	3659	3124	3275	4588	2845	4608
bc + ba (spez. Nettomassenumsatz)	mm	1100	842	682	567	1299	331	1437
B (Bilanzvolumen)	10 ⁶ kg	-1535	-641	-571	-191	-1345	-117	-524
Bw (Winterbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	2247	1188	1076	537	1710	615	573
Bs (Sommerbilanzvolumen)	10 ⁶ kg	-3783	-1829	-1647	-728	-3055	-732	-1097
Bc (Nettoakkumulation)	10 ⁶ kg	16	26	11	14	2	15	11
Ba (Nettoablation)	10 ⁶ kg	-1552	-668	-583	-205	-1347	-132	-536
Bw + Bs (Totalmassenumsatz)	10 ⁶ kg	6030	3016	2722	1265	4765	1262	1754
Bc + Ba (Nettomassenumsatz)	10 ⁶ kg	1568	694	594	219	1349	147	547

Tabelle 8: Spezifische Massenbilanz und Massenbilanzvolumen 05/06 nach Höhenstufen für alle 3 Gletscher

	Höhenstufe DEM 98 m	Fläche 2003 m ²	spezifische Massenbilanz 05/06			Massenbilanzvolumen 05/06		
			Jahr b	Winter bw	Sommer bs	Jahr B	Winter Bw	Sommer Bs
			mm	mm	mm	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg
GOK	2350 - 2400	12213	-3010	1664	-4674	-36.767	20.322	-57.088
	2400 - 2450	111265	-2174	1566	-3740	-241.877	174.214	-416.091
	2450 - 2500	65911	-925	1787	-2712	-60.970	117.761	-178.731
	2500 - 2550	21075	-785	1675	-2460	-16.541	35.297	-51.838
	2550 - 2600	25336	-1592	1626	-3218	-40.324	41.200	-81.524
	2600 - 2650	170685	-1575	1671	-3246	-268.787	285.281	-554.068
	2650 - 2700	468975	-1350	1565	-2915	-633.019	733.867	-1366.886
	2700 - 2750	145788	-294	1860	-2154	-42.849	271.184	-314.033
	2750 - 2800	26457	-373	1583	-1956	-9.879	41.877	-51.756
	2800 - 2850	37349	-900	1286	-2186	-33.621	48.027	-81.649
	2850 - 2900	71519	-979	1246	-2225	-70.031	89.091	-159.122
	2900 - 2950	111528	-606	1480	-2086	-67.607	165.035	-232.642
	2950 - 3000	93182	-238	1564	-1803	-22.186	145.778	-167.964
	3000 - 3050	52736	61	1276	-1214	3.223	67.265	-64.042
	3050 - 3100	10919	468	1206	-738	5.110	13.168	-8.058
2350 - 3100	1424938	-1078	1579	-2657	-1536.124	2249.366	-3785.490	
WUK	2500 - 2550	5530	-3782	1471	-5252	-20.912	8.133	-29.045
	2550 - 2600	56132	-3304	1194	-4498	-185.464	66.999	-252.463
	2600 - 2650	123210	-1958	1372	-3330	-241.191	169.053	-410.244
	2650 - 2700	157017	-430	1644	-2073	-67.452	258.068	-325.520
	2700 - 2750	45197	-249	1749	-1998	-11.274	79.052	-90.326
	2750 - 2800	8304	-326	1273	-1599	-2.709	10.568	-13.277
	2800 - 2850	79437	-266	1270	-1536	-21.108	100.909	-122.017
	2850 - 2900	81055	-216	1385	-1602	-17.541	112.289	-129.830
	2900 - 2950	64548	-388	1423	-1811	-25.060	91.849	-116.908
	2950 - 3000	95856	-309	1384	-1693	-29.592	132.685	-162.277
	3000 - 3050	73273	-216	1420	-1637	-15.837	104.083	-119.920
	3050 - 3100	32011	-97	1557	-1654	-3.096	49.851	-52.946
	3100 - 3150	2859	19	1441	-1422	0.054	4.119	-4.065
	2500 - 3150	824429	-778	1441	-2218	-641.181	1187.658	-1828.839
FLK	2700 - 2750	7577	-2008	-18	-1990	-15.215	-0.133	-15.081
	2750 - 2800	110382	-1648	779	-2427	-181.906	86.015	-267.921
	2800 - 2850	240120	-1017	1144	-2161	-244.249	274.768	-519.017
	2580 - 2900	243051	-103	1467	-1570	-25.048	356.499	-381.547
	2900 - 2950	129691	-307	1415	-1722	-39.820	183.547	-223.367
	2950 - 3000	102110	-482	1311	-1793	-49.222	133.859	-183.081
	3000 - 3050	37623	-416	1066	-1483	-15.662	40.118	-55.780
	3050 - 3100	966	1	897	-896	0.001	0.867	-0.866
2700 - 3100	871520	-655	1234	-1889	-571.121	1075.540	-1646.661	

Tabelle 9: Spezifische Massenbilanz und Massenbilanzvolumen 05/06 nach Höhenstufen von Goldbergkees und Wurtenkees getrennt für den oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe DEM 98 m	Fläche 2003 m ²	Oberer Gletscherteil				Unterer Gletscherteil				
		bw	b	Bw	B	Fläche 2003 m ²	bw	b	Bw	B
		mm	mm	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg	mm	mm	10 ⁶ kg	10 ⁶ kg	
GOK 2350 - 2400						12213	1664	-3010	20.32	-36.77
2400 - 2450						111265	1566	-2174	174.21	-241.88
2450 - 2500						65911	1787	-925	117.76	-60.97
2500 - 2550						21075	1675	-785	35.30	-16.54
2550 - 2600						25336	1626	-1592	41.20	-40.32
2600 - 2650						170685	1671	-1575	285.28	-268.79
2650 - 2700						468975	1565	-1350	733.87	-633.02
2700 - 2750						145788	1860	-294	271.18	-42.85
2750 - 2800	11730	1193	-639	13.99	-7.50	14727	1894	-162	27.89	-2.38
2800 - 2850	35559	1269	-913	45.11	-32.48	1790	1628	-637	2.91	-1.14
2850 - 2900	70577	1242	-987	87.62	-69.65	942	1558	-405	1.47	-0.38
2900 - 2950	111528	1480	-606	165.04	-67.61					
2950 - 3000	93182	1564	-238	145.78	-22.19					
3000 - 3050	52736	1276	61	67.27	3.22					
3050 - 3100	10919	1206	468	13.17	5.11					
2350 - 3100	386231	1393	-495	537.97	-191.09	1038707	1648	-1295	1711.39	-1345.04
WUK 2500 - 2550						5530	1471	-3782	8.13	-20.91
2550 - 2600						56132	1194	-3304	67.00	-185.46
2600 - 2650						123210	1372	-1958	169.05	-241.19
2650 - 2700						157017	1644	-430	258.07	-67.45
2700 - 2750	7190	1382	-324	9.93	-2.33	38007	1819	-235	69.12	-8.95
2750 - 2800	7545	1239	-350	9.35	-2.64	759	1605	-91	1.22	-0.07
2800 - 2850	79437	1270	-266	100.91	-21.11					
2850 - 2900	81055	1385	-216	112.29	-17.54					
2900 - 2950	64548	1423	-388	91.85	-25.06					
2950 - 3000	95856	1384	-309	132.69	-29.59					
3000 - 3050	73273	1420	-216	104.08	-15.84					
3050 - 3100	32011	1557	-97	49.85	-3.10					
3100 - 3150	2859	1441	19	4.12	0.05					
2500 - 3150	443774	1386	-264	615.07	-117.15	380655	1504	-1377	572.59	-524.03

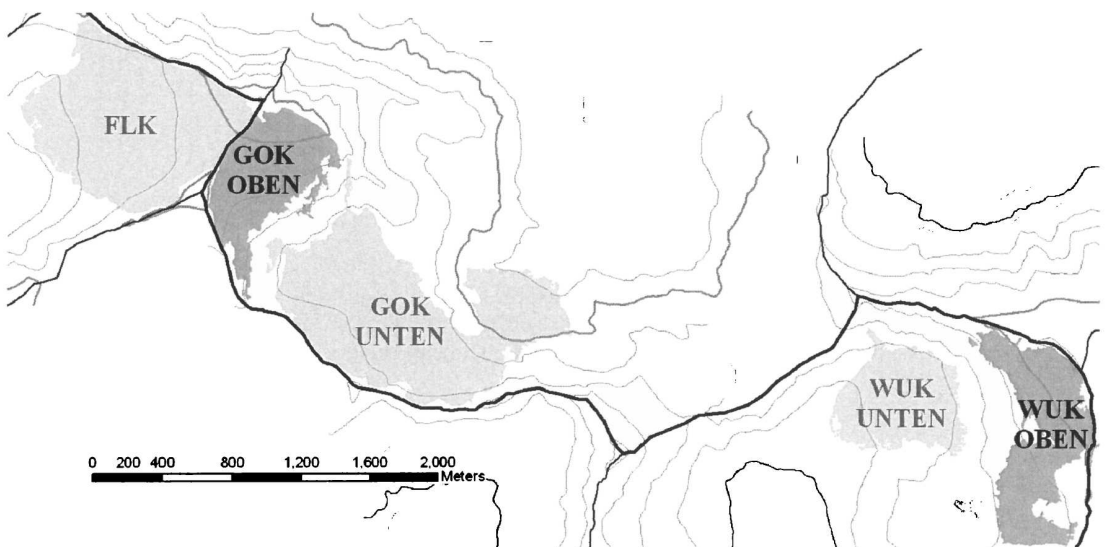


Abbildung 10: Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil am Goldbergkees und Wurtenkees

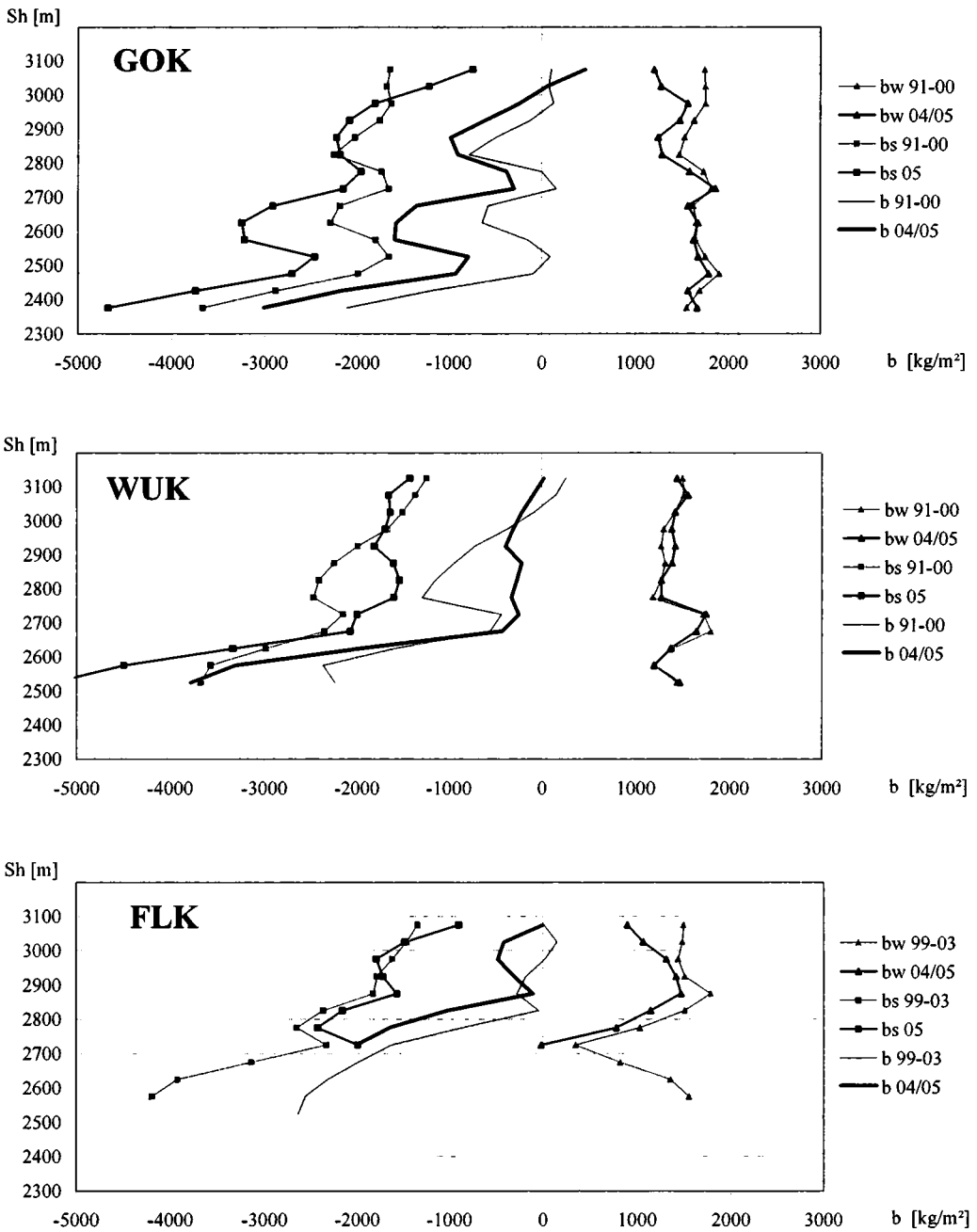


Abbildung 11: Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanzen 05/06 (dargestellt ist b , bw und bs aus Tabelle 8) und im Mittel 91-00 bzw. 99-03. Die höchstgelegene Nullstelle der spezifischen Nettomassenbilanz b ist die Gleichgewichtslinie (ELA) in Tabelle 7.

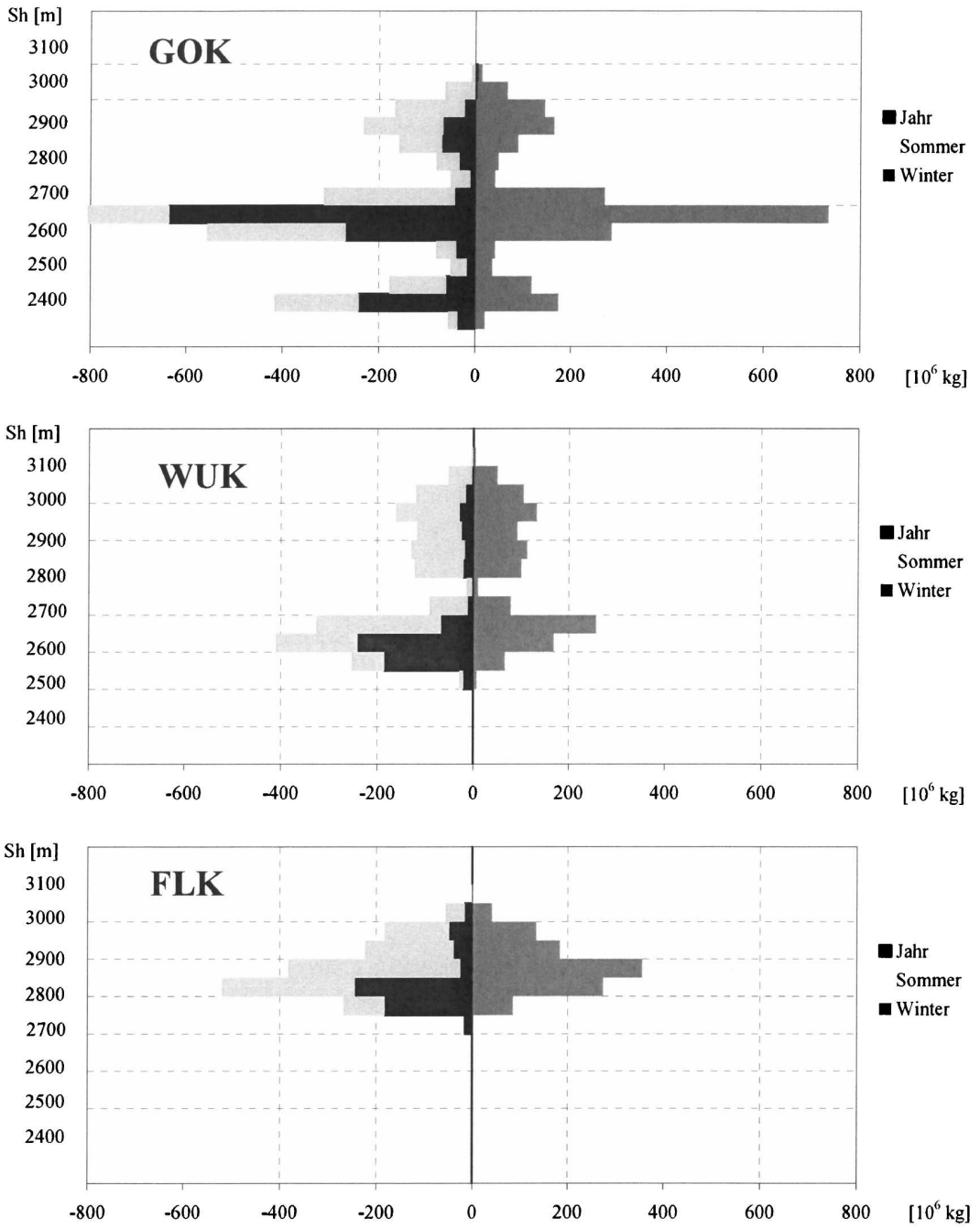


Abbildung 12: Bilanzvolumina 05/06 auf den unterschiedlichen Höhenstufen. Dargestellt ist B (Jahr), B_w (Winter) und B_s (Sommer) aus Tabelle 8.

5. Danksagung

Die Messung und Auswertung der Massenbilanz von Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees erfolgte im Rahmen der Projekte MOMBASA (PL Dr. Schöner) und WURTEN (PL Dr. Böhm). Folgenden Institutionen danken wir für die Finanzierung der Projekte: Dem Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG (Kelag) und der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG). Dem Land Kärnten danken wir für die Bereitstellung des Orthofotos 2003.

Die Feldmessungen wurden in Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), dem Institut für Meteorologie und dem Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau der Universität für Bodenkultur Wien und der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG durchgeführt.

Folgende Mitarbeiter und Studenten waren daran beteiligt:

Ingeborg Auer, Daniel Binder, Reinhard Böhm, Klaus Dolschak, Birgit Eibl, Andreas Feiersinger, Thomas Feix, Berthold Fliedl, Martin Glas, Bernhard Hynek, Roman Just, Wolfgang Kainrath, Gernot Koboltschnig, Bernhard Köck, Christine Kroisleitner, Helga Kromp-Kolb, Andreas Lampert, Barbara Mayer, Gernot Michlmayr, Anna Micheuz, Rebecca Mott, Christian Mühlegger, Josef Neubauer, Johanna Nikitsch, Martin Oberhammer, Sonja Schmied, Wolfgang Schöner, Mark Strenger, Barbora Stuhl, Friedl Unterfrauner, Sabine Radanovics, Friedrich Reisenberger, Stefan Reisenhofer, Ursula Weiser, Clemens Weissensteiner, Gernot Weyss.

6. Literatur

- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER und W. WINIWARTER (1995): Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien, 143pp.
- AUER, I., R. BÖHM, M. LEYMÜLLER und W. SCHÖNER (2002): Das Klima des Sonnblicks – Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 29, Zentralanstalt f. Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- KASER, G., A. FOUNTAIN und P. JANSSON (2003): A manual for monitoring the mass balance of mountain glaciers. International Hydrological Programme, IHP-VI, Technical Documents in Hydrology No. 59, U-NESCO, Paris
- WINIWARTER, W., R. BÖHM, A. KASPER, H. PUXBAUM, W. SCHÖNER, W. VITOVEC und R. WERNER (1998). ALPTRAC: High Alpine Aerosol and snow chemistry. Concentration of ionic compounds in the wintertime deposition: results and trends from the Austrian Alps over 11 years (1983-1993). Atmospheric Environment Volume 32, No.23

Goldbergkees Kleinfließkees Nettomassenbilanz 2005/2006



Die Messung und Auswertung der Massenbilanz erfolgte im Rahmen des Projektes Mombasa und wird finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

420500 421000 421500 422000 422500 423000

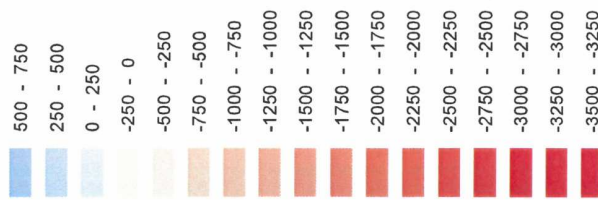
213000

212500

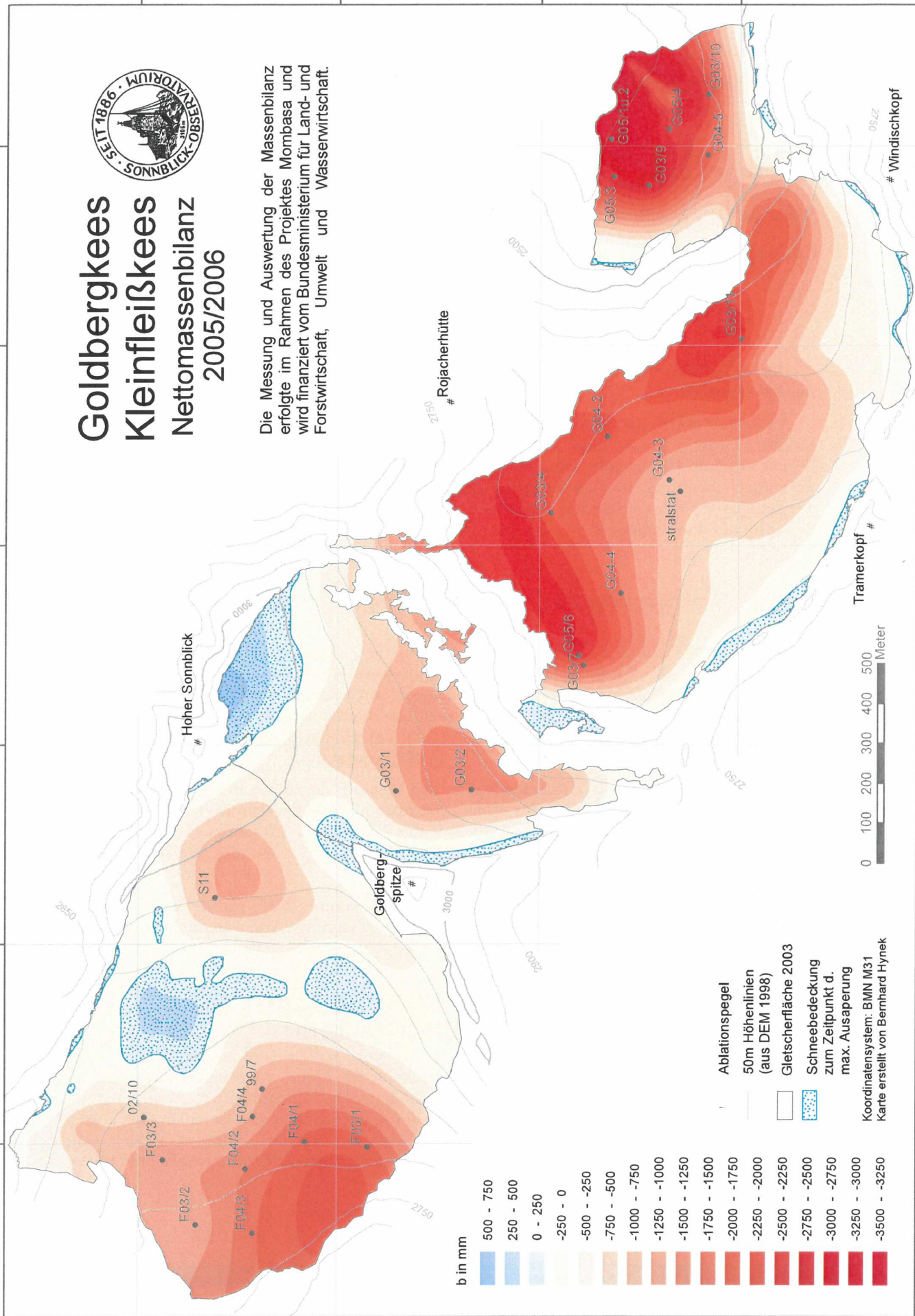
212000

211500

b in mm



- Ablationspegel
- 50m Höhenlinien (aus DEM 1998)
- Gletscherfläche 2003
- Schneebedeckung zum Zeitpunkt d. max. Ausaperung
- Koordinatensystem: BMN M31
- Karte erstellt von Bernhard Hynek



Goldbergkees Kleinfleißkees Wintermassenbilanz 2005/2006



Die Messung und Auswertung der Massenbilanz erfolgte im Rahmen des Projektes Mombasa und wird finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

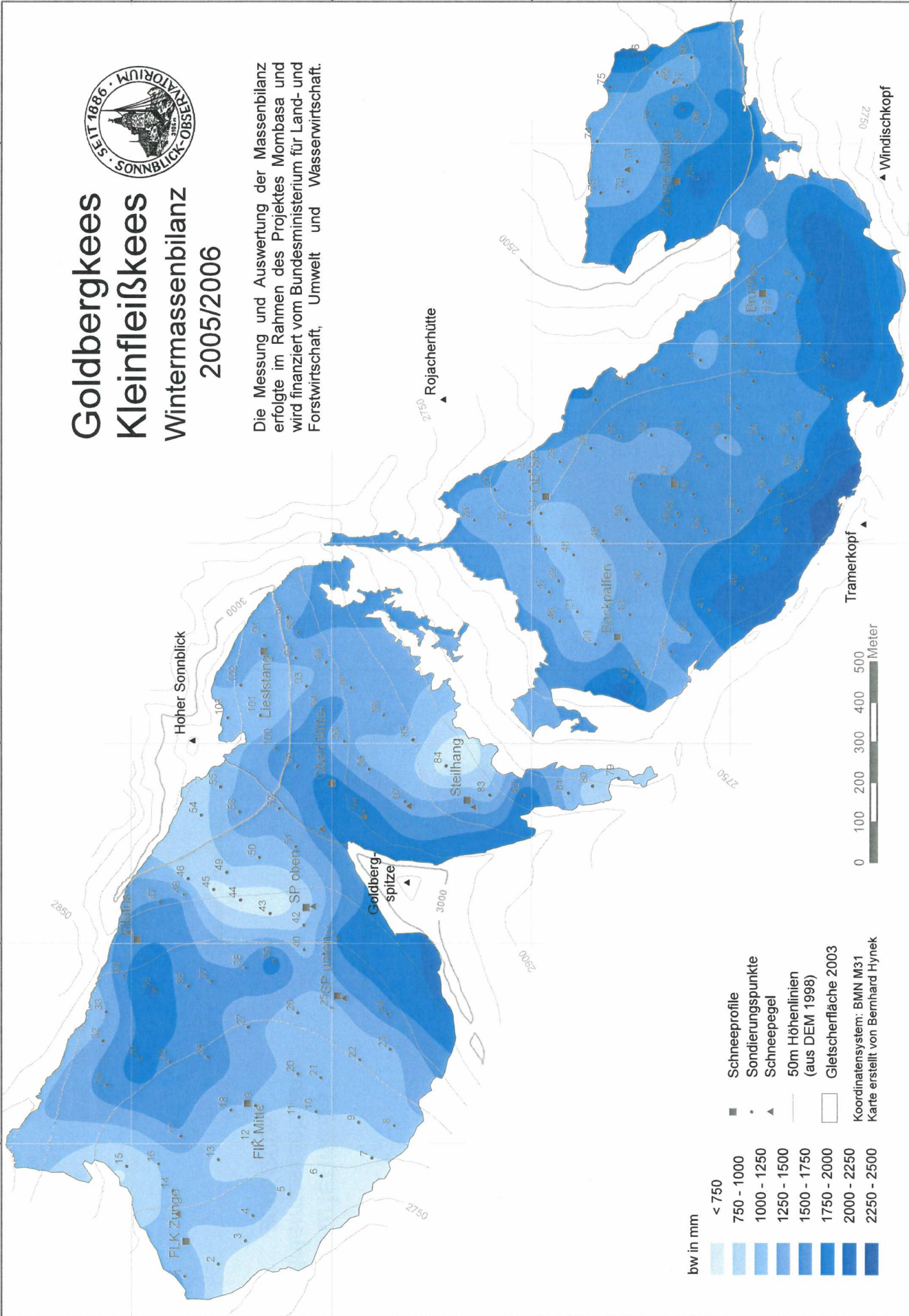
420500 421000 421500 422000 422500 423000

213000

215000

212000

211500



bw in mm

- < 750
- 750 - 1000
- 1000 - 1250
- 1250 - 1500
- 1500 - 1750
- 1750 - 2000
- 2000 - 2250
- 2250 - 2500

- Schneeprofile
- Sondierungspunkte
- ▲ Schneepegel
- 50m Höhenlinien (aus DEM 1998)
- Gletscherfläche 2003

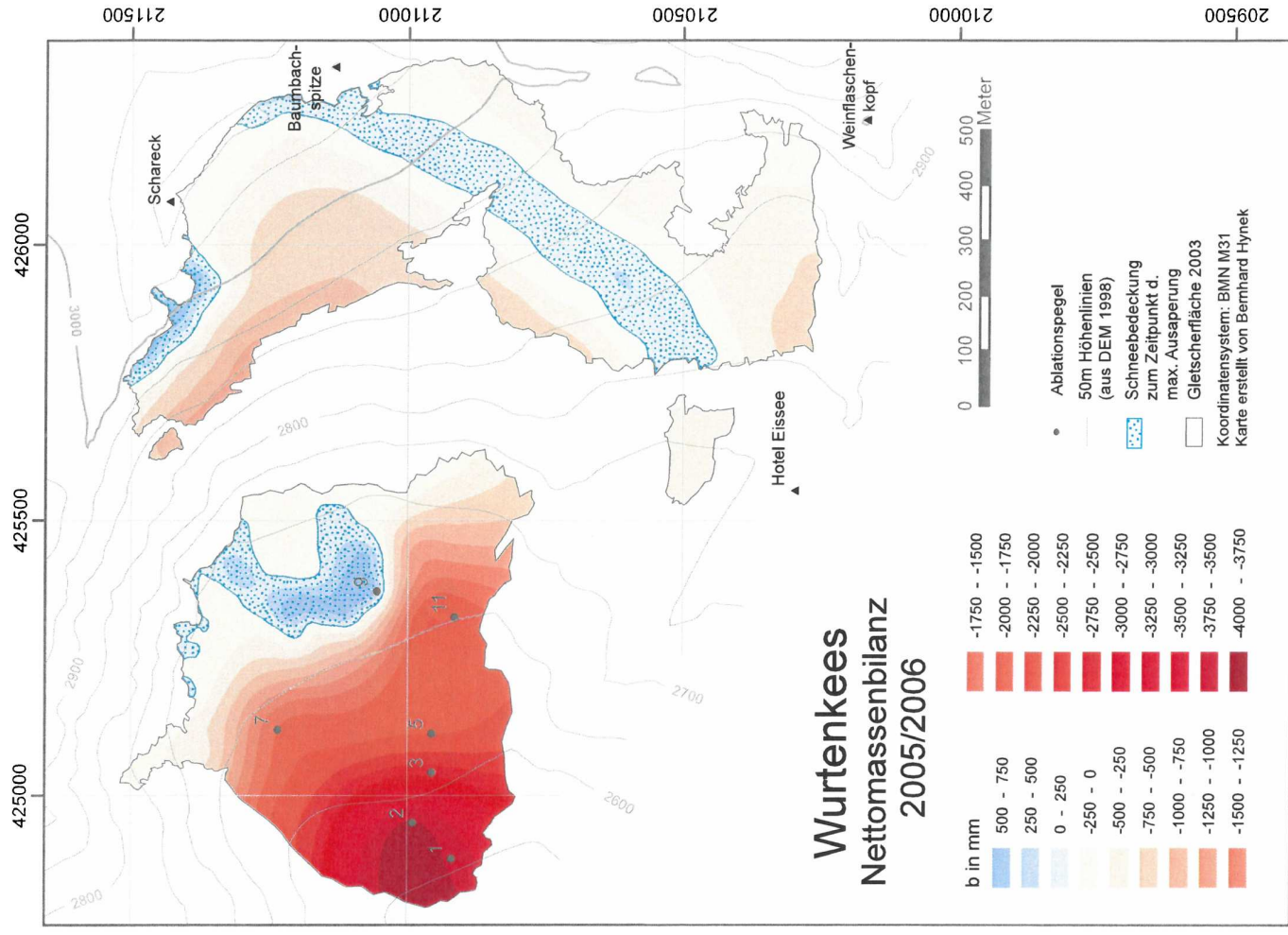
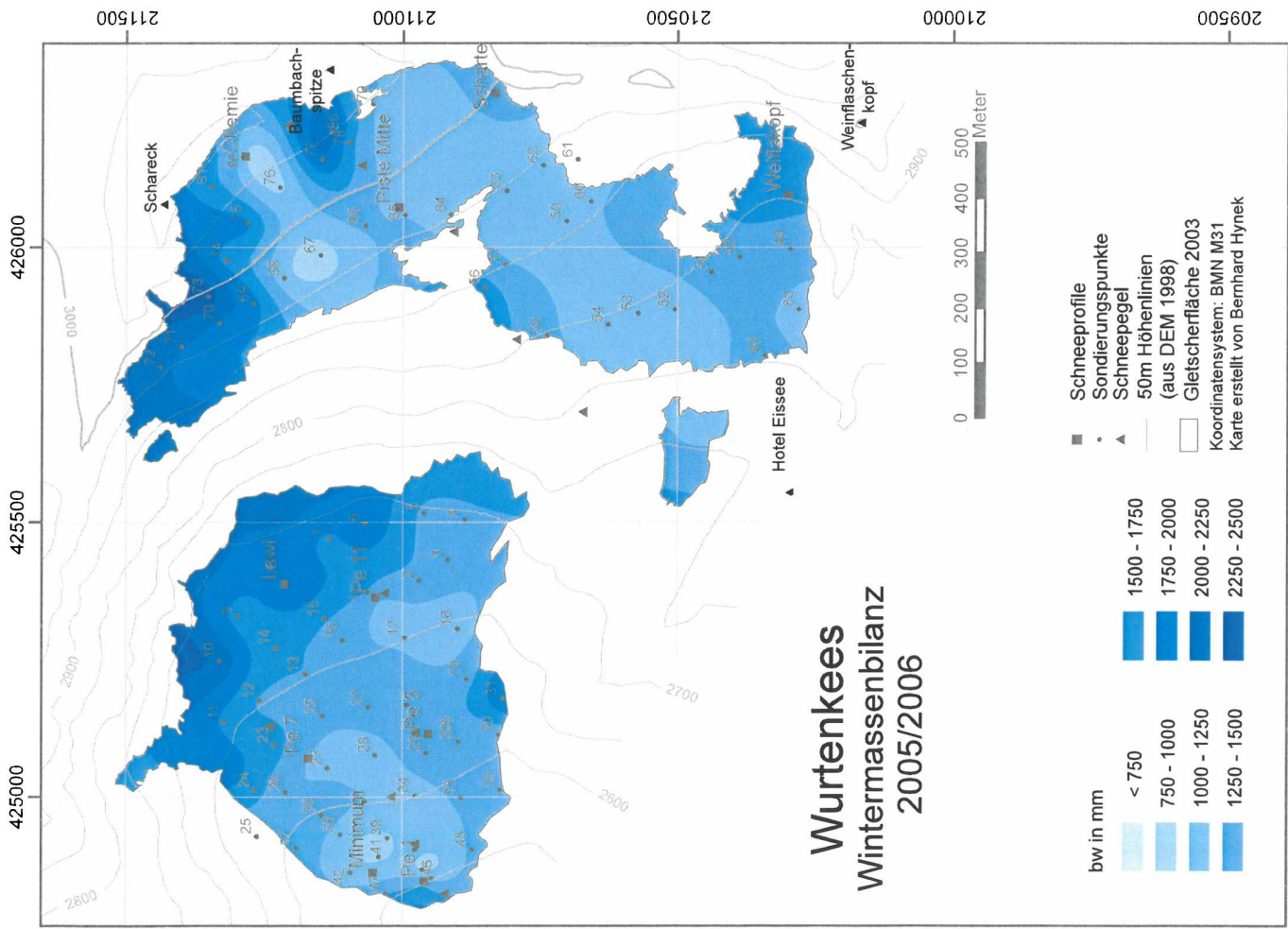
Koordinatensystem: BMN M31
Karte erstellt von Bernhard Hynek



Tramerkopf ▲

Rojacherhütte ▲

Windischkopf ▲



VEREINSNACHRICHTEN UND TÄTIGKEITSBERICHT 2004-2005

(Auszug aus dem Protokoll der Jahreshauptversammlung des Sonnblick-Vereines am 17.6.2005 in Salzburg)

NEUE MITGLIEDER: Gerhard Langmann, Christian Brandstätter

VERSTORBENE MITGLIEDER: Dr. Adele Lauscher

PERSONAL/BEOBSACHTUNGSBETRIEB

Der SV dankt wieder einer Reihe von Personen und Institutionen für die gute Zusammenarbeit:

An erster Stelle ist den Beobachtern auf dem Sonnblick (Friedrich Wallner, Johann Lindler, Ludwig Rasser und Anton Lackner) für ihren zuverlässigen und motivierten Dienst auf dem Observatorium zu danken. Des weiteren der Firma Neureiter für ihr über die übliche Leistung hinausgehendes Engagement, den Vertretern der Eisenbahnbehörde des Landes für ihr Verständnis für den Betrieb der doch sehr aus dem Rahmen fallenden Seilbahn auf den Sonnblick.

ERHALTUNG OBSERVATORIUMSGEBÄUDE UND SEILBAHN

Im Jahr 2004 konnten die Sanierungsarbeiten für die geologische Standfestigkeit des Sonnblickgipfels im Wesentlichen abgeschlossen werden. Ausständig ist nun noch die Versiegelung des Gipfelbereichs um das Eindringen von Schmelz- und Niederschlagswasser möglichst zu vermeiden. Im Zuge der Sanierungsarbeiten wurde auch ein Schaden am Fundament im Bereich der Südostseite entdeckt, der ebenfalls beseitigt wurde, wodurch aber ein finanzieller Mehraufwand (ca. EUR 20.000,-) entstand.

Im Bereich des alten Windturmes wurde der Verputz durch die Fa. Kaiserer (Rauris) erneuert. Um den Platzmangel für Messeinrichtungen im Bereich der Südterrasse zu entschärfen, wurde der ehemalige Freibewitterungsstand des TGM fast zur Gänze entfernt und eine zusätzliche Messplattform errichtet. Daneben gab es eine Reihe kleinerer Verbesserungsmaßnahmen am Observatoriumsgebäude.

Die Seilbahn läuft weiterhin sehr zufriedenstellend. 2004 waren keine großen Reparaturen notwendig, sondern es erfolgten nur routinemäßige Arbeiten an der Anlage.

WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die umfangreiche wissenschaftliche Tätigkeit ist dem Wissenschaftsbericht zu entnehmen. Zusätzlich wurden im Jahr 2004 wieder viele Führungen am Observatorium durchgeführt. Eine umfangreiche Information der Öffentlichkeit erfolgt zusätzlich durch die Broschüre „Der Sonnblick – Observatorium über den Wolken“, durch das Buch „Auf dem Weg zum Hohen Sonnblick“ und durch den Jubiläumsband der Jahresberichte (100ter Jahresbericht).

VORSCHAU 2005

Für 2005 ist der Abschluss der geologischen Sanierungsmaßnahmen durch die Oberflächenversiegelung geplant. Zusätzlich sollen auch ca. 3-4 Bohrungen für ein Monitoring des Permafrostbereiches gebohrt und mit entsprechenden Sensoren versehen werden. Weiters sind Reparaturmaßnahmen am Gebäude notwendig (z.B. Verbesserung des Entlüftungssystems). Für die Seilbahn wird eine Anschaffung eines visuellen Seilbahnüberwachungssystems (Videoüberwachung) überlegt.

VEREINSNACHRICHTEN UND TÄTIGKEITSBERICHT 2005-2006

(Auszug aus dem Protokoll der Jahreshauptversammlung des Sonnblick-Vereines am 20.4.2006 in Wien).

NEUE MITGLIEDER: Thomas Gerersdorfer, Annemarie Kapeller, Gerald Schober, Anton Wolfesberger

VERSTORBENE MITGLIEDER: Dir. Ing. Walter Hofstetter, Friedrich Hufnagel, Gerald Schober

PERSONAL/BEOBSACHTUNGSBETRIEB

Im Jahr 2005 gab es erstmals seit langer Zeit einen Beobachterwechsel am Sonnblick. Anton Lackner löste sein Dienstverhältnis. Auch wenn Anton Lackner der „jüngstdienende“ Beobachter des Sonnblicks war, so kann er trotzdem auf eine Dienstzeit von 20 Jahren am Sonnblick zurückblicken. Der Sonnblick Verein dankt ihm für die zuverlässige und motivierte Zusammenarbeit. An Stelle von Anton Lackner hat Mathias Daxbacher aus Rauris mit Mai 2005 den Dienst am Sonnblick aufgenommen.

Der SV dankt wieder einer Reihe von Personen und Institutionen für die gute Zusammenarbeit:

An erster Stelle ist den Beobachtern auf dem Sonnblick (Friedrich Wallner, Johann Lindler, Ludwig Rasser sowie dem scheidenden Beobachter Anton Lackner sowie seinem Nachfolger Mathias Daxbacher) für ihren zuverlässigen und motivierten Dienst auf dem Observatorium zu danken. Die Regionalstelle der Zentralanstalt für Meteorologie in Salzburg, vertreten durch Dr. Michael Staudinger zusammen mit seinem Team, hat den Dienstbetrieb in guter Zusammenarbeit mit dem Sonnblickverein durchgeführt. Dem Betriebsleiter der Sonnblickseilbahn DI Gerhard Schauer sei der Dank für seine umsichtige und motivierte Arbeit ausgesprochen. Des weiteren der Firma Neureiter für ihr über die übliche Leistung hinausgehendes Engagement, den Vertretern der Eisenbahnbehörde des Landes für ihr Verständnis für den Betrieb der doch sehr aus dem Rahmen fallenden Seilbahn auf den Sonnblick.

ERHALTUNG OBSERVATORIUMSGEBÄUDE UND SEILBAHN

Im Jahr 2005 stand der Abschluss der Sanierungsarbeiten für die geologische Standfestigkeit mit der Bodenversiegelung an. Die Arbeiten konnten im Wesentlichen im Sommer 2005 abgeschlossen werden. Letzte Arbeiten sind noch zu Beginn des Sommers 2006 vorgesehen. Im Herbst 2005 konnten auch die Bohrungen für das Permafrostmonitoring abgeteuft werden, die einerseits wissenschaftlichen Zielen aber auch für eine Überwachung der Permafrostsituation dienen sollen.

Seitens der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik wurden im Jahr 2005 wieder umfangreiche Investitionen betreffend Sonnblick-Netzwerk und Abluftsystem getätigt.

Die Seilbahn läuft weiterhin sehr zufriedenstellend. 2005 waren keine großen Reparaturen notwendig sondern es erfolgten nur routinemäßige Arbeiten an der Anlage. Die nächsten größeren Investitionen werden den Zug- und Tragseiltausch betreffen. Für 2006 ist auch die Installation eines Videüberwachungssystems für die Seilbahn geplant. Diese wird die Tauernstütze und Talstation betreffen. Dadurch ist eine wesentliche Verbesserung für den Seilbahnbetrieb zu erwarten.

Im Jahr 2005 wurde auch eine Aktualisierung des Vertrages mit dem Alpenverein Sektion Rauris durchgeführt.

WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die umfangreiche wissenschaftliche Tätigkeit ist dem Wissenschaftsbericht zu entnehmen. Zusätzlich wurden im Jahr 2005 wieder viele Führungen am Observatorium durchgeführt. Eine umfangreiche Information der Öffentlichkeit erfolgt zusätzlich durch die Broschüre „Der Sonnblick – Observatorium über den Wolken“, durch das Buch „Auf dem Weg zum Hohen Sonnblick“ und durch den Jubiläumsband der Jahresberichte (100ter Jahresbericht).

Alle Projektanten am Sonnblick werden aufgefordert Ergebnisse ihrer Arbeiten in Form kurzer Berichte für die „Jahresberichte des Sonnblick-Vereines“ zur Verfügung zu stellen.

VORSCHAU 2006

Zwei größere Veranstaltungen anlässlich des Jubiläums 120 Jahre Sonnblick:

- a) Rauriser Wissenschaftstage vom 7. bis 9. Juli 2006 anlässlich des Projektendes des EU-Projektes ALP-IMP sowie des laufenden proVision Projektes „A Tale of Two Valleys“ sowie anlässlich 120 Jahre Sonnblick. Die Veranstaltung besteht aus einem Tag mit öffentlichen Vorträgen in Rauris und einer zweitägigen Wanderung auf den Sonnblick. Im Rahmen der Veranstaltung wird der Öffentlichkeit Forschung in verständlicher Form präsentiert.
- b) 120 Jahre Sonnblick/Sonnblickbeiratssitzung am 18./19. Oktober 2006 in Salzburg.

VEREINSNACHRICHTEN UND TÄTIGKEITSBERICHT 2006-2007

(Auszug aus dem Protokoll der Jahreshauptversammlung des Sonnblick-Vereines am 29. Mai 2007 in Wien).

NEUE MITGLIEDER: Anna und Bernhard Bammer, Andreas Dangl, Ingrid Keller, Prof. Dr. Erich Keller, Christian Schmuck, Christian Steger, Mag. Dietmar Thaler

VERSTORBENE MITGLIEDER: Univ. Prof. Dr. Gert Heinz Müller

PERSONAL/BEOBSACHTUNGSBETRIEB

Der SV dankt wieder einer Reihe von Personen und Institutionen für die gute Zusammenarbeit:

An erster Stelle ist den Beobachtern auf dem Sonnblick (Friedrich Wallner, Johann Lindler, Ludwig Rasser, Mathias Daxbacher) für ihren zuverlässigen und motivierten Dienst auf dem Observatorium zu danken. Die Regionalstelle der Zentralanstalt für Meteorologie in Salzburg, vertreten durch Dr. Michael Staudinger zusammen mit seinem Team, hat den Dienstbetrieb in guter Zusammenarbeit mit dem Sonnblickverein durchgeführt. Dem Betriebsleiter der Sonnblickseilbahn DI Gerhard Schauer sei der Dank für seine umsichtige und motivierte Arbeit ausgesprochen. Des weiteren der Firma Neureiter für ihr über die übliche Leistung hinausgehendes Engagement, den Vertretern der Eisenbahnbehörde des Landes für ihr Verständnis für den Betrieb der doch sehr aus dem Rahmen fallenden Seilbahn auf den Sonnblick.

ERHALTUNG OBSERVATORIUMSGEBÄUDE UND SEILBAHN

Die geologischen Sanierungsarbeiten sind nun abgeschlossen und es konnte mit der Phase des Permafrostmonitorings im Gipfelbereich begonnen werden. Neben den wissenschaftlichen Zielen des Monitorings ist auch die Überwachung der Permafroständerungen im Hinblick auf die Gebäudestabilität ein Ziel des Monitorings.

Im Observatorium wurde die Wohnqualität der Räumlichkeiten für die Beobachter durch einige Sanierungsmaßnahmen deutlich verbessert. So wurden neue Böden verlegt, die Küchenmöbel erneuert und alle Räumlichkeiten frisch ausgemalt.

Die Seilbahn läuft weiterhin sehr zufriedenstellend. 2006 waren keine großen Reparaturen notwendig, sondern es erfolgten nur routinemäßige Arbeiten an der Anlage. Betreffend Sicherheit für den Fahrbetrieb konnten wesentliche Verbesserungen durch die Installation von Webcams an der Tauernstütze sowie in der Einfahrtshalle der Talstation erzielt werden. Zusätzlich stellt auch der neue Windmesser an der Tauernstütze eine Verbesserung für den Seilbahnbetrieb dar. Die Kosten dafür wurden teilweise durch Projektmittel abgedeckt.

VEREINSAGENDEN, WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG, ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die Statutenänderungen zur Anpassung an das Vereinsgesetz 2002, sowie einiger Änderungen, die eine größere Flexibilität in der Vereinsarbeit ermöglichen, wurden der

Behörde vorgelegt und von dieser genehmigt. Die wesentlichen Änderungen, die sich daraus ergeben sind:

- Beschlussfähigkeit der Hauptversammlung ist bei Anwesenheit von zu wenig stimmberechtigten Personen zum vereinbarten Termin nach 15 Minuten gegeben
- Die Wahl des Vorstandes erfolgt für 3 Jahre
- Die Hauptversammlung muss spätestens alle 3 Jahre durchgeführt werden.

WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Die umfangreiche wissenschaftliche Tätigkeit ist dem Wissenschaftsbericht zu entnehmen. Zusätzlich wurden im Jahr 2006 wieder viele Führungen am Observatorium durchgeführt. Eine umfangreiche Information der Öffentlichkeit erfolgt zusätzlich durch die Broschüre „Der Sonnblick – Observatorium über den Wolken“, durch das Buch „Auf dem Weg zum Hohen Sonnblick“ und durch den Jubiläumsband der Jahresberichte (100ter Jahresbericht).

Der Sonnblickverein hat gemeinsam mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Juli 2006 die Veranstaltung „Rauriser Wissenschaftstage“ durchgeführt. Zusätzlich gab es eine „Wissenschaftswanderung“ auf den Sonnblick mit vielen Wissenschaftlern aber auch vielen interessierten Besuchern. Bei der Wanderung auf den Sonnblick waren insgesamt 70 TeilnehmerInnen dabei. Für die großartige Unterstützung ist insbesondere der Bergrettung Rauris und dem Hüttenwirt des Zittelhauses (Kurt Winkler) zu danken (Berichte unter <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/>)

Ebenfalls in Zusammenarbeit mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik wurde am 18./19. Oktober 2006 in Salzburg das Symposium „120 Jahre Sonnblick Observatorium“ veranstaltet, dass in vielen Vorträgen die wissenschaftlichen Tätigkeiten des Observatoriums vorstellte.

Im Rahmen von A Tale of Two Valleys beteiligte sich der Sonnblick Verein erstmalig an den Rauriser Literaturtagen am 25. März 2007 mit einer Diskussion über regionalen Klimawandel und das Sonnblick Observatorium (siehe auch: http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/documents/rauriser_literaturtage.pdf).

VORSCHAU 2007

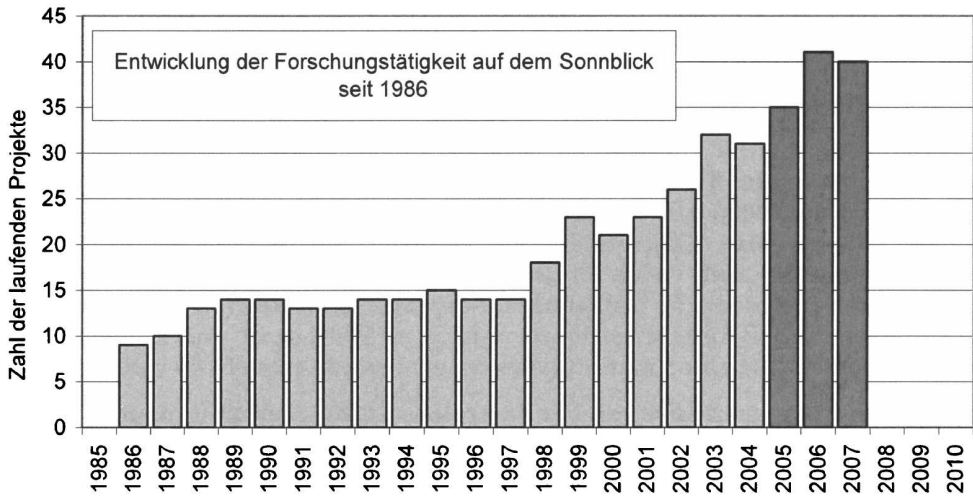
Für 2007 ist neuerlich eine Veranstaltung (in Zusammenarbeit mit dem ProVision Projekt „A Tale of Two Valleys“ der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik) und den Naturfreunden-Wien in Form einer Sternwanderung auf den Sonnblick geplant. Weiters soll 2007 der Gletscherlehrpfad zum Goldbergkees neu überarbeitet und neu gestaltet werden.

Um die sehr enge und sehr gute Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik und dem Sonnblick Verein für das Sonnblick Observatorium auf eine rechtlich solidere Basis zu stellen, soll in nächster Zeit ein entsprechender Vertrag abgeschlossen werden.

Die Förderung der wissenschaftlichen Forschung ist ein wesentliches des Sonnblick Vereins. Um diesen Ziel verstärkt nachzukommen wird der Sonnblick Verein versuchen ein Stipendium für Jungforscher am Sonnblick ins Leben zu rufen.

WISSENSCHAFTSBERICHT 2004/2005 BIS 2006/2007

Im Berichtszeitraum 2004/2005 bis 2006/2007 wurde ein weiterer Anstieg der Forschungsaktivitäten von nationalen und internationalen Forschungsgruppen auf dem Sonnblick verzeichnet. Eine größere Anzahl von neuen Projekten übertraf die auslaufenden. In den drei Berichtsjahren liefen auf dem Sonnblick oder in enger Verbindung mit dem Sonnblick insgesamt 45 Projekte, 35, 41, und 40 in den Einzeljahren. Die Graphik zeigt die Entwicklung seit der offiziellen Eröffnung des neuen Observatoriums im Jahr 1986. Die Projektstatistik hat sich gegenüber denen der vergangenen Berichte insofern verändert, als nun auch 6 Langzeitaktivitäten aufgenommen worden sind, die bisher nicht angeführt waren, obwohl sie bereits zumindest seit dem Neubau des Observatoriums laufen.



Der Wert des Observatoriums für ein breit gestreutes Spektrum von Forschungsgebieten wird von einer immer größeren Zahl von Forschungsgruppen und Instituten erkannt. Die „Marke Sonnblick“ wird national und international immer mehr zum Begriff, nicht zuletzt Dank der fortwährenden Bemühungen und Aktivitäten des Sonnblickvereines.

Die folgenden Seiten stellen eine Sammlung von Kurzberichten der erwähnten 45 Einzelprojekte dar, die in den drei Berichtsjahren aktiv waren. 23 davon sind andauernde Forschungs- oder Monitoring Aktivitäten – ein Zeichen, dass auf dem Sonnblick auf Nachhaltigkeit besonderen Wert gelegt wird, was gerade im Bereich der Umweltforschung von größter Bedeutung ist. Die Anzahl von Projekten allein kann sicher nicht als Maßzahl für die Forschungseffizienz genügen - ein zusätzlicher Blick auf die skizzierten Projektinhalte jedoch dokumentiert sehr wohl die „Lebhaftigkeit“ und Vielfalt des Forschungsbetriebes auf dem Sonnblick. Alle Fotos und Diagramme im Forschungsbericht stammen, wenn nicht anders angegeben, von den Kontaktpersonen der Einzelprojekte.

1. METEOROLOGIE – KLIMATOLOGIE

Auer, I, Böhm R., Leymüller M, Schöner W, 2002. Das Klima des Sonnblicks – The Climate of Sonnblick. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik 28: 304 Seiten plus CD-ROM

METEOROLOGISCHES MESSPROGRAMM AUF DEM SONNBLICK

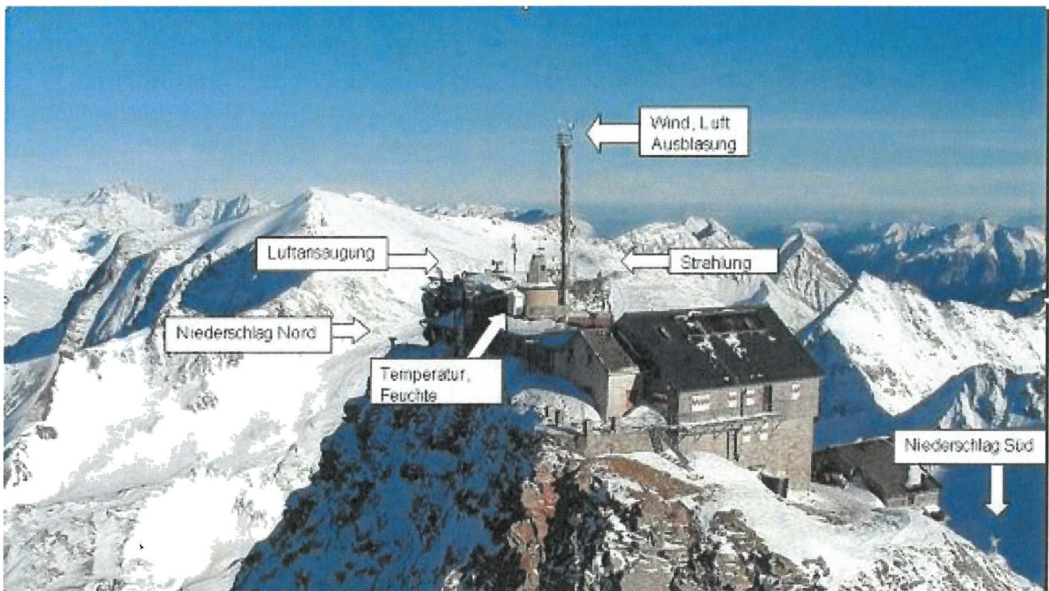
Kontaktpersonen: M. Staudinger (ZAMG Salzburg), michael.staudinger@zamg.ac.at;

K. Zimmermann (ZAMG Wien), kurt.zimmermann@zamg.ac.at

Projektdauer: Dauer- und Hauptaktivität des Observatoriums seit 1886

Die Messung der wichtigsten meteorologischen Parameter erfolgt seit 1886 in der Wetterhütte an der Nordseite des alten Steinturms. Es gibt weltweit wenige Messpunkte wo keine größeren Änderungen in der unmittelbaren Nähe eines Temperaturmesspunktes für einen so langen Zeitraum zu verzeichnen waren. Windgeschwindigkeit und Windrichtung wurden bis 1987 an der Spitze des alten Steinturms gemessen, anschließend wurde ein 4m Mast auf der Südterrasse als Messpunkt verwendet. Seit 1992 werden die Windmessungen auf dem höchsten Punkt des Observatoriums, dem 20m Turm durchgeführt. Auf Grund der extremen Windverhältnisse wird der Niederschlag sowohl an der Nordseite, als auch an der Südseite des Observatoriums gemessen. An der Nordseite gab es 1995 eine Übersiedlung von der Nordwestterrasse auf die Nordostterrasse, an der Südseite ist der Messpunkt seit Beginn gleich geblieben.

Folgende Komponenten werden stundenweise (bzw. 10-minutenweise) registriert: Windrichtung- und Geschwindigkeit, Temperatur, Feuchte (Taupunkt), Globalstrahlung, Himmelsstrahlung, Luftdruck, Sonnenscheindauer, Niederschlag (drei elektronische Sammler an 3 Standpunkten). Eine Einbindung der Daten in das Sonn.net und die Datenbank am Sonnblick wurde umgesetzt, weitere Parameter sind zu überlegen (z.B. Turbulenzgrößen). <http://www.sonnblick.net/portal/>



Blick auf das Observatorium von NW mit den Hauptmesspunkten des meteorologischen Messprogramms (Photo: Archiv Sonnblickobservatorium)

HOCHALPINES SCHNEEPEGEL- UND TOTALISATORENMESSNETZ

Eigenprojekt ZAMG-Sonnblickverein

Kontaktpersonen: F. Wallner, friedrich.wallner@zamg.ac.at, J. Lindler, johann.lindler@zamg.ac.at, L. Rasser, ludwig.rasser@zamg.ac.at, M. Daxbacher, matthias.daxbacher@zamg.ac.at

Projektdauer: permanentes Messprojekt des Sonnblick Observatoriums seit 1927

Seit den 1920er Jahren ist in der Umgebung des Observatoriums ein Messnetz von Niederschlagssammlern (Totalisatoren) und Schneepegeln in Betrieb, das einmal monatlich abgelesen und gewartet wird. Der inzwischen bereits 8 Jahrzehnte abdeckende Langzeitdatensatz im hochalpinen Gelände steht weltweit einzigartig da. Eine Gesamtbearbeitung und Analyse wurde im Kapitel 7 der Sonnblickklimatographie veröffentlicht (Das Sondermessnetz Sonnblick: Schneepegel und Totalisatoren 1927-2001. In: Auer, Böhm, Leymüller und Schöner, 2002). Seit 1982 gibt es auch im angrenzenden Hochwurtengebiet ein analoges Messnetz, das im Feld durch den Hochalpindienst der KELAG betreut wird.

STÄNDIGE KONTROLLE DER ELEKTRISCHEN FELDSTÄRKE

Eigenprojekt ZAMG-Sonnblickverein

Kontaktpersonen: G. Schauer, gerhard.schauer@zamg.ac.at

Projektdauer: permanentes Messprojekt des Sonnblick Observatoriums seit 2007

Aufgrund der Exponiertheit des Sonnblickobservatoriums ist die Gefährdung durch elektrische Entladungen und Blitzschläge bei einem Aufenthalt im Freien ständig zu beachten und gegebenenfalls rechtzeitig Schutz im Observatorium zu suchen. Um bei Veränderungen und erhöhten Werten der elektrischen Feldstärke informiert zu sein wird diese laufend überwacht.

2007 war nun das erste Jahr mit einer ständigen Kontrolle, die Erfahrung zeigt, dass zwar das Gerät heikel im Betrieb ist, die Messungen aber gut zur Beurteilung der Gefährdungssituation herangezogen werden können. Blitzentladungen im Umkreis von einigen -zig Kilometern werden durch das Gerät detektiert. Das erste Betriebsjahr diente auch dafür, die Zusammenhänge zu verstehen und Schwellenwerte festzulegen. Aufgrund der baulichen Situation am Sonnblick und der geringen Distanz zum großen Windturm sind die gemessenen Feldstärken reine Relativmessungen, von Absolutmessungen kann nur nach genauer Kalibration und einem ebenen Messplatz ohne Bebauung gesprochen werden.

PILOTSTUDIE MIKROLUFTDRUCKSCHWANKUNGEN

Eigenprojekt ZAMG-Sonnblickverein

Kontaktpersonen: G. Schauer, gerhard.schauer@zamg.ac.at

Projektdauer: 2006-2007

Dieses Projekt entstand bei der Suche nach einem präzisen Massenflussmesser. Da das Datenblatt des gefundenen Sensors sehr viel versprach (0.01 sccm – 400 sccm, bis zu 200Hz Messrate) und die Kosten mit 120 EUR vergleichsweise gering sind, entwickelte sich die Idee, das "Atmen" eines bekannten Volumens, hervorgerufen durch Luftdruckschwankungen der Umgebungsluft, zu erfassen. Im Zug dieser Machbarkeitsstudie wurden drei Messungen an den Standorten Salzburg, Kolm Saigurn und Sonnblick vorgenommen. Abtastrate ist 50Hz, somit können Luftdruckänderungen als Infraschall bis zu einer Frequenz von 25Hz (hörbarer Bereich) erfasst werden. Stärke und Häufigkeit dieser s.g. Microbaroms wird laufend erfasst und in Minutenintervallen aggregiert gespeichert. Triggerereignisse werden vollständig gespeichert.

Langfristziel sind permanent durchgeführte Microbaros und Vergleichsmessungen von Luftdruckschwankungen, hervorgerufen durch Wind (Ursache von Föhnkrankheiten) und anderen natürlichen Quellen.

GPS/GLONASS: BESTIMMUNG DES ATMOSPHERISCHEN WASSERDAMPFES MIT GPS

*Kontaktpersonen: R. Weber (TU Wien, Inst. für Geodäsie und Geophysik),
rweber@luna.tuwien.ac.at, J. Frank (KELAG), jakob.frank@kelag.at, W. Schöner (ZAMG),
wolfgang.schoener@zamg.ac.at*
Projektdauer: 2003-09 bis 2005-08

Das auf Mikrowellenmessungen basierende amerikanische Satellitennavigationssystem GPS erlaubt eine genaue Positionierung mit kostengünstigen und einfachen Handempfängern im Bereich von rund 15m. Die Mikrowellen durchlaufen zwischen Aussendung und Empfang die Schichten der Erdatmosphäre und werden sowohl in der Ionosphäre als auch der Troposphäre verzögert. Geeignete Modellansätze erlauben aus den bekannten Koordinaten der Messstationen (Referenzstationen) den Ionisierungsgrad der höheren Atmosphärenschichten als auch bei Vorlage von Druck- und Temperaturzeitreihen den Feuchtegehalt der unteren Troposphäre (vom Boden bis in eine Höhe von rund 10km) mit einer hohen zeitlichen Auflösung zu bestimmen. Die geplante Permanentstation am Sonnblick soll in das GPS/GLONASS Netzwerk der KELAG eingebunden werden. Die Endauswertung zur Berechnung des troposphärischen Feuchtegehalts wird im Anschluss täglich unter Berücksichtigung der an der Bergstation Sonnblick und der Talstation Kolm Saigurn aufgenommenen meteorologischen Parameter am Institut für Geodäsie u. Geophysik der TU-Wien durchgeführt.

GNSS-MET

SCHNELLE BEREITSTELLUNG DES TROPOSPHERISCHEN FEUCHTE-GEHALTS AUF BASIS BODENGESTÜTZTER GNSS-MESSDATEN UND DESSEN POTENTIELLER BEITRAG FÜR DIE WETTERVORHERSAGE.

FFG- Folgeprojekt für GPS/GLONASS

*Kontaktpersonen: R. Weber, A. Karabatic (TU-Wien, Inst. f. Geodäsie und Geophysik),
T. Haiden, S. Leroch, (ZAMG), H. Felsberger, J. Frank (KELAG)*
Projektdauer: seit 2005-2008

Die Bedeutung hochauflösender meteorologischer Analysen der Gebirgsatmosphäre hat in den letzten Jahren aufgrund lokaler und regionaler extremer Niederschläge stark zugenommen. Eine detaillierte Analyse des Feuchtefeldes ist dabei eine wichtige Voraussetzung für besseres Monitoring und bessere regional differenzierte Vorhersagen derartiger Ereignisse. Die ZAMG hat seit Beginn des Jahres 2005 das räumlich und zeitlich hochauflösende INCA-System (INCA = Integrated Nowcasting through Comprehensive Analysis) im operationellen Betrieb. Fehler in der Analyse treten vor allem in jenen alpinen Gebieten auf, wo das Wettervorhersagemodell nur unzureichend die Gebirgsatmosphäre wiedergibt, wie z.B. im Raum Kärnten.

Die Problematik bei der Bestimmung des Feuchtefeldes ergibt sich aus den physikalischen Eigenschaften der Atmosphäre. Auf ihrem Weg durch die Atmosphäre erfahren die Mikrowellen-Signale der GNSS Satelliten (GPS, GLONASS und zukünftig auch GALILEO) eine Laufzeitänderung. Dabei wird zwischen den beiden Einflüssen von Ionosphäre und neutraler Atmosphäre unterschieden. Letzterer wird häufig auch als „troposphärische Laufzeitverzögerung“ bezeichnet.

Ziel des Projektes ist ein schneller Datentransfer der Beobachtungsdaten des Kärntner Netzwerkes und effiziente Berechnungsalgorithmen auf Basis von Normalgleichungsaddition („stacking“) in weniger als 60 Minuten. Gleichzeitig müssen permanent die Satellitenbahnen aktualisiert und geprüft werden. Die berechneten Wasserdampfparameter werden direkt an die ZAMG weitergeleitet, wo sie auf ihr Potential und ihre Brauchbarkeit für die Verwendung bei der operationalen Wettervorhersage untersucht und geprüft werden. Weitere Ziele sind die Beobachtung von schnellen Änderungen des Wasserdampfgehalts mit sehr hoher zeitlicher Auflösung in der Umgebung der Station Sonnblick und die Installation eines GALILEO-IOV (In Orbit Validation) Empfängers zur Untersuchung des Potentials des SIS (Aufbau eines parallelen

GPS/GALILEO Data Processing) des neuen Europäischen Satellitennavigationssystems auf die Genauigkeit der Bestimmung des Wasserdampfgehalts.

LAWINENMELDESTATION SONNBLICK

Kontaktpersonen: M. Staudinger (ZAMG Salzburg), michael.staudinger@zamg.ac.at

Projektdauer: Daueraktivität der Lawinenwarnzentrale Salzburg

Der Sonnblick, mit seinem meteorologischen Messprogramm ist auch Salzburgs höchst gelegene Lawinenmeldestation. Nur mit Beobachtungspunkten in dieser Höhenlage kann der Unterschied in den verschiedenen Elementen der Schneedecke zwischen den mittelhohen Lagen rund um 2000m und dem Hochgebirge über 3000m genau erfasst werden. Der Sonnblick-Beobachter schätzt täglich das Ausmaß der lokalen Lawinengefahr in der 5-teiligen internationalen Skala für Lawinengefahrenstufen ab. Alle 14 Tage wird ein „Schneeprofil“ in der Nähe des Observatoriums gegraben und analysiert, das Auskunft über die tieferen Schichten innerhalb der Schneedecke gibt. Die Bindung der einzelnen Schichten zueinander kann sich nämlich im Lauf der Zeit stark ändern. Durch Wind, Kälte, Temperaturunterschiede oder Wärme in der Frühjahrszeit wird die Bindung der Schichten untereinander geschwächt oder gestärkt, dabei kann sich die Festigkeit der Schneedecke innerhalb einer Schicht bis zum Faktor 1000 ändern.

Aktuelle Lawinenberichte auf: www.lawine.salzburg.at

CLIVALP

CLIMATE VARIABILITY STUDIES IN THE ALPINE REGION

FWF-Projekt Ingeborg Auer, ZAMG

Projektdauer März 2002 – August 2005

Kontaktpersonen: I. Auer (ZAMG), ingeborg.auer@zamg.ac.at

Projektdauer: März 2002 bis August 2005, abgeschlossenes Projekt

Ergebnisse:

- eine multi-elementare Betrachtung der Klimavariabilität unter Verwendung homogener Langzeitreihen mit monatlicher Auflösung. (Auer et al., 2007)
- eine detaillierte Analyse markanter Zeitabschnitte mit ausgeprägten Abweichungen im Scale von fünf bis 20 Jahren zum langjährigen Mittel, z.B. die zu warmen 1980er und 1990er Jahre, das Temperaturmaximum um 1950, die maritim geprägte Zeit um 1910, die kontinentale Phase um 1890, die Trockenzeit um 1860, die vulkangesteuerten kühlen Sommer 1813 bis 1817, die Warmzeit um 1800. (Matulla et al., 2005)
- die Analyse räumlicher (horizontaler und vertikaler) Unterschiede sowie der räumlichen Repräsentativität der homogenisierten Klimareihen von Luftdruck, Sonnenscheindauer und Bewölkung. (Auer et al., 2007)
- Studien zur Reaktion einzelner Klimaparameter wie Niederschlag, Schnee etc. bei veränderten Temperaturgegebenheiten.

Auer I, Matulla C, Böhm R, Ungersböck M, Maugeri M, Nanni T, Pastorelli R (2005) sensitivity of frost occurrence to temperature variability in the European Alps. *Int J Climatol* 25: 1749-1766

Matulla C, Auer I, Böhm R, Ungersböck M, Schöner W, Wagner S, Zorita E. (2005) Outstanding past decadal-scale climate events in the Greater Alpine Region analysed by 250 years data and model runs. *GKSS-Reports* 2005/4 113 pages

Auer I, Böhm R, Jurkovic A, Lipa W, Orlik A, Potzmann R, Schöner W, Ungersböck M, Matulla C, Briffa K, Jones PD, Efthymiadis D, Brunetti M, Nanni T, Maugeri M, Mercalli L, Mestre O, Moisselin J-M, Begert M, Müller-Westermeier G, Kveton V, Bochnicek O, Stastny P, Lapin M, Szalai S, Szentimrey T, Cegnár T, Dolinar M, Gajic-Capka M, Zaninovic K, Majstorovic Z, Nieplova E (2007) HISTALP – Historical instrumental climatological surface time series of the greater Alpine region 1760-2003. *Int J Climatol* 27: 17-46

ALP-IMP**MULTI-CENTENNIAL CLIMATE VARIABILITY IN THE ALPS BASED ON INSTRUMENTAL DATA, MODEL SIMULATIONS AND PROXY DATA***EU-FP-5 Projekt, 2003-03 bis 2006-04, ZAMG (Projektleitung),**plus 9 Partnerinstitute aus England, Deutschland, Frankreich, Schweiz, Italien und Österreich:**Kontaktpersonen: R. Böhm (ZAMG), reinhard.boehm@zamg.ac.at, I. Auer (ZAMG), ingeborg.auer@zamg.ac.at**Projektshomepage: <http://www.zamg.ac.at/ALP-IMP>**Projektdauer: März 2003 bis September 2006, abgeschlossenes Projekt*

Projektziel war eine 1000-jährige Klimarekonstruktion der Alpen und deren weiterer Umgebung (4-18 Grad E, 43-49 Grad N) in räumlich und zeitlich hoher Auflösung. Erreicht wurde das durch die Zusammenführung von instrumentellen Klimamessreihen und Proxidaten (Baumringe, Gletscher und Isotopendaten aus Eisbohrkernen) mittels statistischer Analyse und mit Hilfe hochauflösender regionaler Modellierung.

Aus dem Sonnblickgebiet werden drei Datenarten verwendet: Die instrumentellen Klimareihen des Observatoriums, Baumringdaten (Fragant, Hochwurten) und die Gletscherdaten aus dem Gebiet. Hier wurden auch (Rauriser Hochalm, Kolm Saigurn – Sonnblick), zusammen mit dem nationalen proVision-Projekt „A Tale of Two Valleys“ (siehe dort) verschiedene öffentliche „public science events“ durchgeführt, deren Höhepunkt eine zweitägige „Wissenschaftswanderung“ mit 70 Teilnehmern auf den Sonnblick darstellte.

Die Projektziele wurden erreicht bis übertroffen, es gab vor allem eine sehr reiche „Ernte“ an wissenschaftlichen Publikationen, allein 60 in peer reviewed journals. Details, auch Publikationsliste im Projektsendbericht, der von der ZAMG-website herunter geladen werden kann.

Böhm, R., coord. (2006): Approved final report for EU-RTD-project ALP-IMP Multi-centennial climate variability in the Alps based on Instrumental data, Model simulations and Proxy data (EVK-CT-2002-00148). <http://www.zamg.ac.at/ALP-IMP>

ISOTOPENGEHALT IM NIEDERSCHLAG*Anschlussuntersuchung an EU-FP5 Projekt ALP-IMP, WP-3 (Ice core proxies)**Kontaktpersonen: PI: D. Wagenbach (Institut für Umweltphysik, Uni Heidelberg), dietmar.wagenbach@iup.uni-heidelberg.de**Projektdauer: 2005-2008, abgeschlossenes Projekt*

Das Verhältnis der stabilen Sauerstoff- beziehungsweise Wasserstoffisotope im Niederschlag hängt langfristig von der Temperatur ab, bei welcher die Niederschlagsbildung erfolgt ist. Dieser Zusammenhang wird erfolgreich für die Rekonstruktion der lokalen Lufttemperatur anhand von polaren Eisbohrkernen ausgenutzt. Für Eisbohrkerne aus den Alpen sind die Verhältnisse jedoch wesentlich komplexer, sodass eine verlässliche Eichung dieses 'Isotopen-Thermometer' durch detaillierte Beobachtungen erreicht werden muss. Hierzu wird auf dem Sonnblick Neuschnee-Niederschlag gesammelt und auf die Gehalte der beiden stabilen Wasser-Isotope untersucht. Unter Berücksichtigung der jeweiligen Wetterlage kann somit die Empfindlichkeit der Messwerte auf die interessierende Lufttemperatur untersucht werden.

Überblick über ALP-IMP WP-3 in der Diplomarbeit von P. Bohleber:

Bohleber P (2008) Age distribution and $\delta^{18}O$ variability in a low accumulation Alpine ice core: perspective for paleoclimate studies. Diploma thesis, IUP – University of Heidelberg, 146 pages

A TALE OF TWO VALLEYS

Ein interdisziplinäres und transdisziplinäres Forschungsprojekt der ZAMG, Wien und des Joanneum-Research, Graz im Rahmen des Forschungsprogramms proVision des Bundesministeriums für Wissenschaft und Forschung

Kontaktpersonen: Projektleitung und Projektteil Klima: I. Auer (ZAMG), ingeborg.auer@zamg.ac.at, PI Projektteil regionale Wirtschaft und Klima: F. Prettenthaler (JOAN, Institut für Technologie- und Regionalpolitik), franz.prettenthaler@joanneum.at, Projektteil Soziologie: A. Kirchengast (JOAN, Institut für Technologie- und Regionalpolitik), PI Projektteil Klima und Landschaftsentwicklung: H. Proske (JOAN, Institut für digitale Bildverarbeitung), herwig.proske@joanneum.at
Projektdauer: 2005-2008, abgeschlossenes Projekt

„A Tale of Two Valleys“, genauer gesagt, eine Geschichte über den Klimawandel in zwei Tälern, möchte das gleichnamige Projekt den Bewohnerinnen und Bewohnern der Gemeinden Rauris und Flattach erzählen. Die Geschichte beginnt in der Vergangenheit, vor etwa 200 Jahren, seit es instrumentelle Aufzeichnungen über das alpine Klima gibt. Der generelle Temperaturanstieg im 20. Jahrhundert hat auch vor den beiden Gemeinden nicht Halt gemacht. Aber wie haben Niederschlag, Schnee, Frost, Hitze und Sonnenscheindauer auf den globalen Temperaturanstieg regional und lokal reagiert? Welche Veränderung der Landschaftsformen und wirtschaftlichen Strukturen können wir beobachten, mit welchen Wetterextremen war die Bevölkerung konfrontiert und wie ist sie damit umgegangen? Die Geschichte endet in der Zukunft, mit Szenarien über die Zukunft in den beiden Gemeinden.

Natur-, Wirtschafts-, Sozial- und GeisteswissenschaftlerInnen der ZAMG und des Joanneum Research forschten in enger Zusammenarbeit unter Einbeziehung der Bewohner und Bewohnerinnen am regionalen Klimawandel. Miteinbezogen waren überdies mehrere Schulen, alpine Vereine, örtliche Fremdenverkehrs- und Kulturvereine. Klimabündnis Salzburg und Kärnten sind ebenfalls Kooperationspartner des Projektes.

Ein bleibendes Projektprodukt im unmittelbaren Sonnblickgebiet ist der erweiterte und auf den aktuellen Stand gebrachte Gletscherweg Goldbergkees und das dazu verfasste Buch. Für die nächste Nachprojektszeit ist eine Zusammenfassung in Buchform geplant. Alle Details zum Projektablauf und Ergebnisse unter <http://www.zamg.ac.at/a-tale-of-two-valleys/>

Böhm R, Schöner W, Auer I, Hynek B, Kroisleitner C, Weyss G, 2007. Gletscher im Klimawandel – Vom Eis der Polargebiete zum Goldbergkees in den Hohen Tauern. ZAMG-Morava, Wien, 111 Seiten

Darnhofer I, Auer I, Gaube V, Kirchengast A, Prutsch A, Seebacher U, Vospernik S, Weigelhofer G. 2007. Research- Education – Cooperation: Early experiences with schools as partners in transdisciplinary research projects. Communication, Cooperation and Participation. (<http://www.ccp-online.org/>)

AUSWIRKUNGEN VON KLIMAÄNDERUNG UND GLETSCHERÄNDERUNG AUF DEN ALPINTOURISMUS IN DEN HOHEN TAUERN

Kontaktpersonen: G. Raffeiner (Umweltdachverband),

georg.raffeiner@umweltdachverband.at, E. Brückl, M. Behm (Inst. f. Geodäsie und Geophysik, TU-Wien), ebrueckl@mail.tuwien.ac.at, W. Schöner (ZAMG),

wolfgang.schoener@zamg.ac.at

Projektdauer: 2004-2005, mit der Publikation einer umfassenden Broschüre im Juni 2006 wurde das Projekt erfolgreich abgeschlossen.

Das Projekt zielt einerseits auf die öffentlichkeitswirksame Präsentation der Ergebnisse der Untersuchungen über Klimaänderung und Gletscheränderung im Bereich der Sonnblick- und Großglocknergruppe. Dafür wird eine eigene Broschüre für den Nationalpark Hohe Tauern erarbeitet. In einem zweiten Teil des Projektes wird mittels einer Befragung „alpiner Akteure“ (Hüttenwirte, Hütte- und Wegeerhalter, Bergführer und Tourenwarte) deren Wissen und Betroffenheit zum Thema Klimaänderung – Auswirkungen auf den Alpentourismus erhoben und statistisch ausgewertet.

Behm M, Raffeiner G, Schöner W: „Auswirkungen der Klima- und Gletscheränderung auf den Alpinismus“. Hrsg.: Umweltdachverband, Wien, Juni 2006, 96 Seiten, ISBN 3-900 711-81/X (vergriffen, aber noch erhältlich auf CD über: office@umweltdachverband.at)

2. GLETSCHER – PERMAFROST

GLETSCHER-LÄNGENMESSUNGEN

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Österreichischer Alpenverein
 Kontaktpersonen: I. Auer (ZAMG), ingeborg.auer@zamg.ac.at, R. Böhm (ZAMG),
reinhard.boehm@zamg.ac.at

Projektdauer: seit 1896 bereits 111-jährige Monitoringaktivität

Weiterhin werden die Hauptgletscher der Goldberggruppe mit Vorlandmarken vermessen und die Gletscher mit Fotos von fixen, vermessenen Standorten aufgenommen. Die Ergebnisse werden regelmäßig in den Jahresberichten des Sonnblickvereines und in den Mitteilungen des ÖAV publiziert. Nach dem außerordentlichen Ereignis des Abbrechens der Zunge des Kleinfleißkeeses im September 2002, den allgemein drastischen Rückgängen 2002/03 und der stabilen Saison 2003/04, die beim Goldbergkees und beim Fleißkees sogar leichte Vorstöße brachte, kehrte an den Zungen der drei Hauptgletscher der Goldberggruppe in den drei Jahren von Herbst 2004 bis zum Herbst 2007 wieder die „Normalität“ des aktuellen Klimawandels ein. Die Zunge des Goldbergkeeses ging pro Jahr im Durchschnitt um 12.7m zurück, die des Wurtenkeeses um 15.3m. Das neue Zungenende des Kleinfleißkeeses - durch die radikale Aufwärtsverlagerung im Herbst 2002 nun in größerer Seehöhe – ist stabiler. Es ging in den drei Saisonen durchschnittlich nur um 3.5m pro Jahr zurück.

GLAZIOLOGISCHE MASSENBILANZ WURTENKEES

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, KELAG

Kontaktpersonen: R. Böhm (ZAMG), reinhard.boehm@zamg.ac.at, W. Schöner (ZAMG),
wolfgang.schoener@zamg.ac.at, B. Hynek (ZAMG), bernhard.hynek@zamg.ac.at

Projektdauer: seit 1982, bereits 25-jährige Monitoring Aktivität

Alle Massenbilanzmessungen (Winter und Sommer) werden im bisherigen Umfang weitergeführt. Die laufenden Bilanzen werden jeweils im Jahresbericht des Sonnblickvereines veröffentlicht. Nach dem Negativrekord der Saison 2002/03 (-2177mm Wasseräquivalent) und dem moderateren Massenverlust von lediglich -333mm in der Saison 2003/04, dem 5. „günstigsten“ in der Messreihe dieses Gletschers, wurden in den drei Saisonen 2004/05 bis 2006/07, dem 23., 24. und 25. vollständigen Bilanzjahr mit Winter- und Sommerbilanzierung nach der glaziologischen Methode, die Budgets des Gletschers wieder stetig ungünstiger, von -448mm über -778mm bis zu -1207mm. Im Vergleich zu den anderen beiden benachbarten Gletschern der Goldberggruppe (siehe nächstes Projekt), bilanziert damit das Wurtenkees nach wie vor im Schnitt am negativsten. Lediglich die Saison 2005/06 brachte eine Ausnahme mit einem weniger negativen Wurtenkees im Vergleich zum Goldbergkees. Es könnte sich hier die in diesem Jahr erstmals verstärkt und systematisch durchgeführte künstliche Beschneigung des „Mölltaler Gletschers“ ausgewirkt haben. Die Sache ist aber nicht ganz klar, da im Jahr darauf (2006/07) die alte Relation wieder hergestellt war, trotz weiterhin sehr aktiver Beschneigung.

GLAZIOLOGISCHE MASSENBILANZ GOLDBERGKEES UND KLEINFLEISSKEES

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, mit Unterstützung des
 Lebensministeriums (Projekt MOMBASA)

Kontaktpersonen: W. Schöner (ZAMG), wolfgang.schoener@zamg.ac.at, B. Hynek (ZAMG),
bernhard.hynek@zamg.ac.at

Projektdauer: seit 1999 (davor seit 1986 durch ZAMG allein finanziert)

Analog zu den Messungen am Wurtenkees wird seit dem Bilanzjahr 1986/87 auch die Massenbilanz des Goldbergkeeses und, beginnend mit 1998/99, auch die Massenbilanz des Kleinen Fleisskeeses gemessen. Damit sind nun alle 3 größeren Gletscher (Wurtenkees, Goldbergkees, Kleines Fleisskees) in der Umgebung des Observatoriums hinsichtlich ihrer Massenbilanz erfasst. Bereits nach wenigen Jahren stellte sich die Sinnhaftigkeit der Messungen auf unmittelbar benachbarten Gletschern heraus – sie verhalten sich (bei gleichem Klima-Forcing) sehr unterschiedlich. Eine Zusammenfassung der bisherigen

Bilanzen ist im Kapitel 7 der neuen Sonnblick-Klimatographie enthalten. Sowohl Goldbergkees als auch Fleisskees bilanzierten im Haushaltsjahr 2003/04 positiv (132mm bzw. 82mm Wasseräquivalent), in den drei folgenden Jahren allerdings wieder zunehmend negativ.

ZUKUNFTSPROGNOSE PASTERZE

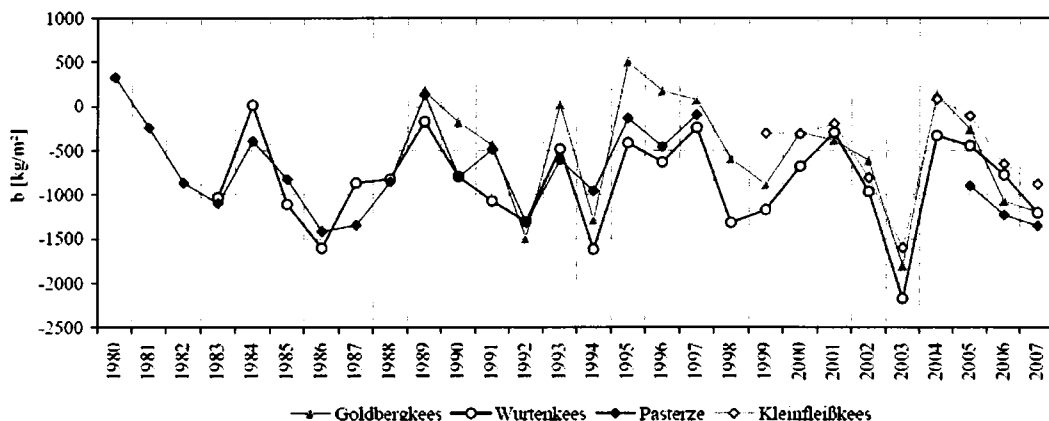
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, BOKU Wien, Inst. f. Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiver Wasserbau, VERBUND-AHP, Land Kärnten-Wasserwirtschaft, GROHAG

Kontaktpersonen: W. Schöner (ZAMG), wolfgang.schoener@zamg.ac.at, B. Hynek (ZAMG), bernhard.hynek@zamg.ac.at, G. Koboltschnig, interpraevent@ktn.gv.at

Projektdauer: 2004-2009

Messungen der Massenbilanz und des Eisvolumens der Pasterze werden für die Kalibrierung eines Massenbilanzmodells (Degree-Day Model) verwendet. Aufbauend auf verschiedene Klima-Szenarien werden daraus mögliche Szenarien für die zukünftige Entwicklung der Pasterze abgeleitet. Zusätzlich werden die Folgen für den Wasserkreislauf sowie die Übertragbarkeit auf andere Gletscher untersucht. Als Grundlage für die Kalibrierung des Massenbilanzmodells werden die Klimadaten des Sonnblicks verwendet. Im Rahmen des Projekts sind bereits 3 Massenbilanzen nach der glaziologischen Methode erstellt worden. Es sind aktuell 67 Ablationspegel im Einsatz, die Akkumulation wird in Schneeschächten und mit Georadar-profilen bestimmt. Die Tabelle bringt die drei mittleren spezifischen Massenbilanzen der Pasterze im Vergleich zu denen der drei kleineren Gletscher der Goldberggruppe, die Abbildung zeigt die langjährig vorhandenen Massenbilanz-Zeitreihen der vier Gletscher. Die alten Bilanzen (1997 und davor) stammen von der „Tauernkraft“, Abt. Hydrologie und wurden mit geringerem Aufwand und anderen Methoden bestimmt.

Saison	Goldberg	Kleinfleiß	Wurten	Pasterze	
2004/05	-260	-111	-448	-899	mm
2005/06	-1077	-655	-778	-1232	mm
2006/07	-1195	-833	-1207	-1355	mm



EISVOLUMSBESTIMMUNG SONNBLICKGLETSCHER

Laufende Diplomarbeit von Daniel Binder am Inst. f. Geodäsie und Geophysik der TU-Wien, ZAMG-Sonnblickverein, Inst. f. Geodäsie und Geophysik der TU-Wien, KELAG
Kontaktpersonen: E. Brückl (Inst. f. Geodäsie und Geophysik, TU-Wien),
ebmueckl@mail.tuwien.ac.at, D. Binder (Inst. f. Geodäsie und Geophysik, TU-Wien),
dbinder@mail.tuwien.ac.at, W. Schöner, (ZAMG), wolfgang.schoener@zamg.ac.at
Projektdauer: Feldmessungen 2002-2006, Auswertung 2004-2007.

Mittels geophysikalischer Methoden wurde die Eisdicke der 3 Hauptgletscher im Bereich des Sonnblickobservatoriums bestimmt. Zum Einsatz kommen sowohl Radar-, Gravimetrie- und Reflexionsseismikmessungen. Die Eismächtigkeiten, die mit seismischen Methoden in den 1970er Jahren festgestellt worden sind, mussten für alle drei Gletscher stark nach oben revidiert werden. Die Ergebnisse sind in der Diplomarbeit von Daniel Binder beschrieben.

Binder D, Schöner W, Behm M, Brückl E (2006) Determination of glacier volume in the Hohe Tauern region (Eastern Alps) by ground penetrating radar. Geophys. Res. Abstr. 8. 06916

ENERGIEHAUSHALT GOLDBERGKEES

Diplomarbeit von Bernhard Hynek am Institut für Meteorologie und Geophysik der Uni Wien in Zusammenarbeit mit der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG) und des Institutes für Meteorologie der BOKU, eingereicht am 19. April 2007.
Projektdauer: 2003-2007, mit der Annahme der Diplomarbeit im Mai 2007 ist das Projekt erfolgreich abgeschlossen.

Kontaktpersonen: B. Hynek (ZAMG), bernhard.hynek@zamg.ac.at, W. Schöner (ZAMG), wolfgang.schoener@zamg.ac.at, E. Mursch (BOKU), erich.mursch-radlgruber@boku.ac.at

Während der Ablationsperiode 2003 wurde auf dem Goldbergkees eine automatische Wetterstation betrieben, um die einzelnen Energieströme an der Gletscheroberfläche über einen längeren Zeitraum quantitativ zu erfassen. Neben der Energiebilanz wurde das Windregime über dem Gletscher und dessen Einfluss auf die Energiebilanz analysiert. Das Windregime am Gletscher konnte durch eine Überlagerung des katabatischen Windes mit der Berg-Tal-Wind Zirkulation erklärt werden. Die turbulente Charakteristik katabatischen Windes ist der Grund für die beachtlichen Beiträge der turbulenten Flüsse zur Netto-Energieflussdichte trotz der extrem stabilen Schichtung über der Eisoberfläche. Unter anderem wurde gezeigt, dass zwischen den Tageswerten des Netto-Energieflusses an der Gletscheroberfläche (FAWS) und der Temperatur am Sonnblick (TSBK) lineare Beziehungen mit hoher Korrelation bestehen, was die Eignung von Temperaturindexmodellen zur Parametrisierung der Gletschermassenbilanz bestätigt.

Hynek B, 2007: Messungen zum Energiehaushalt am Goldbergkees. Diplomarbeit Universität Wien, 123 Seiten

SNOWTRANS

TRANSFORMATION OF OBSERVED AND COMPUTED ICE- AND SNOWMELT DATA TO UNGAGED BASINS

Kontaktpersonen: H. Holzmann (BOKU Wien, Inst. f. Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiver Wasserbau), hubert.holzmann@boku.ac.at, G. Koboltschnig, seit 2008
interpreavent@ktn.gv.at, W. Schöner (ZAMG, Klimaabteilung), wolfgang.schoener@zamg.ac.at

Projektdauer: 2004-2006, mit der Annahme der Dissertation im März 2007 ist das Projekt erfolgreich abgeschlossen.

Die glaziologischen und hydrologischen Messungen im Bereich des Goldbergkees werden für die Kalibrierung eines verteilten Niederschlag-Abflussmodells verwendet. Dabei kommt das an der ETH-Zürich entwickelte Modell PREVAH zum Einsatz. Auf Grund der hervorragenden Datenlage im Einzugsgebiet des Goldbergkees soll das Schnee- und Eisschmelzmodul von PREVAH verbessert werden. Für die Validierung der Modellergebnisse werden neben den Messungen auch Satelliten Daten verwendet. Anhand der durchgeführten Arbeiten werden neue Erkenntnisse der Schneeschmelzmodellierung

und deren Übertragbarkeit auf gebietsbezogene Niederschlags-Abfluss Modelle erwartet. Damit können u.a. Fragestellungen zur Speicherbewirtschaftung, zur Prognose von Ausaperungen im Hochgebirge oder zur Abflusswirksamkeit höhenverteilter Niederschläge behandelt werden. Die im Zuge von SNOWTRANS entstandenen Dauerregistrierungen des Gletscherabflusses unmittelbar vor den Gletscherzungen der Gletscher der Goldberggruppe werden als Monitoring-Aktivität weiter geführt

Koboltschnig G, 2007: Mehrfachvalidierung hydrologischer Eis- und Schneeschmelzmodelle in hochalpinen, vergletscherten Einzugsgebieten. Dissertation, BOKU-Wien, 164 Seiten

MESSUNG UND MODELLIERUNG DES SCHMELZABFLUSSES VON GOLDBERGKEES UND KLEINFLEISSKEES

Kontaktpersonen: H. Holzmann (BOKU Wien, Inst. f. Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiver Wasserbau), hubert.holzmann@boku.ac.at, W. Schöner (ZAMG, Klimaabteilung), wolfgang.schoener@zamg.ac.at, G. Weyss (ZAMG, Klimaabteilung), gernot.weyss@zamg.ac.at, H. Wiesenegger (Hydrographischer Landesdienst Sbg.), hans.wiesenegger@salzburg.gv.at, F. Neuschitzer (KELAG), fritz.neuschitzer@kelag.at
Projektdauer: Dauerregistrierung, in Betrieb seit Sommer 2002

Seit 2002 werden in der Sommerperiode vom Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau (IWHW) der Universität für Bodenkultur Wien Messungen des Gletscherabflusses des Goldbergkees durchgeführt. 2004 wurden die Messungen um eine Station am Kleinfleißkees erweitert. Im Jahr darauf um eine oberhalb des Speichers Hochwurten. Dabei gelangt ein vollautomatisiertes Messgerät mit integrierter Datenerfassung und Datenfernübertragung zum Einsatz. Damit kann eine zeitlich hochauflösende, kontinuierliche Erfassung der Abflüsse erzielt werden. Daraus lassen sich neue Erkenntnisse der Abflusentstehung am Gletscher sowie Schmelzprozesse innerhalb des Tageszyklus und deren Abhängigkeit von hydro-meteorologischen Gegebenheiten ableiten.

PERSON

PERMAFROST MONITORING SONNBLICKGEBIET

Kontaktpersonen: C. Kroisleitner (ZAMG), christine.kroisleitner@zamg.ac.at, W. Schöner (ZAMG), wolfgang.schoener@zamg.ac.at
Projektdauer: 2006/01-2009/12

Im Rahmen des Projektes PERSON wird seit 2006 ein Permafrost Monitoringnetzwerk am Sonnblick eingerichtet. Ziel ist es, Veränderungen des Permafrosts zu beobachten und Faktoren, die für die Permafrostverbreitung ausschlaggebend sind (z. B. der Einfluss der Schneedecke, Effekte durch Abschattung und Exposition) zu bestimmen. Dadurch kann die aktuelle räumliche Verteilung des Permafrosts abgeschätzt werden. In einem weiteren Schritt soll die Reaktion des alpinen Permafrosts auf Klimaveränderungen untersucht werden.

Um einen überschau- und auch messbaren Rahmen zu haben, wurden 4 Untersuchungsgebiete am Sonnblick ausgewählt. In den Gebieten Goldbergspitze und Wintergasse werden seit 2005 die Basistemperatur der Schneedecke (BTS) und die Bodenoberflächentemperatur (BOT) gemessen. Im Juni 2008 wurde eine Kamera zur Beobachtung der Ausaperungsmuster für das Untersuchungsgebiet Wintergasse angebracht. In einer Kooperation mit der Universität Zürich wurden die empirischen Modelle Permakart und Permamap für eine erste Abschätzung der Permafrostverbreitung berechnet.

Der, von der Moräne des Pilatuskees aufgestaute See wurde mit RTK – GPS im August 2007 erstmals vermessen, Untersuchungen des Blockgletschers am Zirmsee sind für Sommer 2008 geplant.

Die bisher erhobenen Werte, sowohl der BTS als auch der BOT Messungen verweisen auf eine heterogene und kleinräumige Permafrostverbreitung, deren räumliche Variationen stark von der Topographie abhängig sein dürften.

GEOELEKTRISCHES MONITORING PERMAFROST

Teilprojekt im Rahmen des FWF-Projekts ALP-CHANGE (CLIMATE CHANGE AND IMPACTS IN SOUTHERN AUSTRIAN ALPINE REGIONS)

Kontaktpersonen: R. Supper (Geologische Bundesanstalt), robert.supper@geologie.ac.at
Projektdauer: 2006-2007

Innerhalb des FWF Projektes „Alpchange“ des Institutes für Geographie und Raumforschung der Karl-Franzens-Universität Graz wurde die FA Geophysik der Geologischen Bundesanstalt (GBA) mit der Durchführung von geoelektrischen Messungen beauftragt. An der Geologischen Bundesanstalt wurde ein neues geoelektrisches Messsystem (Geomon4D) entwickelt, welches im Zuge dieses Projekts für Permafrost Messungen verbessert und adaptiert werden soll. Das Geomon4D kann als Monitoringsystem, d.h. für permanente geoelektrische Messungen an einem Ort, eingesetzt werden. Dies ermöglicht die zeitlichen Veränderungen der Permafrosts genauer zu erfassen. Mit geoelektrischen Messungen wird der Widerstandsaufbau des Untergrundes untersucht. Dieser Untergrundparameter ist unter anderem abhängig von dem Wassergehalt, der Wasserleitfähigkeit und der Temperatur des zu untersuchenden Gebiets, wobei insbesondere das dynamische Wechselspiel des Frieren und Auftauens geoelektrisch erfasst wird. Nimmt man an, dass sich der Wassergehalt und die Wasserleitfähigkeit mit der Zeit ändert, kann man durch die Geoelektrik die Veränderungen des Untergrundes über längere Zeit messen (Friert das Porenwasser nimmt der Widerstand stark zu).

Weitere Information über das Hauptprojekt ALP-CHANGE: <http://www.alpchange.at/>

Die Bohrschächte im Sonnblickgipfel und Teile der Instrumentierung sind die Grundlage für ein Dauermonitoring (Details unter „Permafrost Monitoring Sonnblickgipfel“)

PERMAFROST MONITORING SONNBLICKGIPFEL

SBV-Projekt, Zusatzfinanzierung seit 2007 durch ÖAW

Kontaktpersonen: E. Brückl (TU Wien), K. Krainer (Uni Innsbruck), (ILF Poscher), C. Schober (TB f. Geologie), A. Knittel, M. Staudinger
Projektdauer: Dauerregistrierung, in Betrieb seit 2007

Das Projekt einer Dauerregistrierung der Temperatur im Inneren des Sonnblick-Gipfels entstand im Zuge der im Jahr 2006 abgeschlossenen Gipfelsanierung, die durch die Veränderungen des Permafrosts mitverursacht worden sind. Seit 2007 konnte eine Zusatzfinanzierung durch die Akademie der Wissenschaften im Rahmen einer Studie der Zusammenhänge über Klimaänderungen – Permafrostentwicklung in einer inneralpinen österreichischen Hochgebirgslage aufgetrieben werden. Optimal ist dabei die Nutzung der Datenlage (Energiebilanz etc.) und des Know Hows am Sonnblick, wie z.B die Erfahrungen bei der geologischen Sanierung des Gipfelaufbaus.

Täglich aktualisierte Messdaten aus drei 20m tiefen Bohrlöchern der jeweils letzten 100 Tage unter "aktuelle Messdaten" auf der Observatoriums-Website: <http://www.sonnblick.net/portal>

3. UMWELTCHEMIE

GAW-STATION SONNBLICK

a.) NATIONALES GAW-PROGRAMM

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Umweltbundesamt, Amt der Salzburger Landesregierung, Abt. 16, Inst. f. Chem. Technologien und Analytik der TU Wien und Inst. f. Meteorologie und Physik der Uni. f. Bodenkultur

Kontaktpersonen: A. Kaiser (ZAMG), august.kaiser@zamg.ac.at, H. Scheifinger (ZAMG), helfried.scheifinger@zamg.ac.at, G. (ZAMG), gerhard.schauer@zamg.ac.at

Projektdauer: seit 1988 Dauermonitoring Aktivität

Gegenstand des nationalen GAW-Programms ist die Messung und Prüfung der am Sonnblick gemessenen meteorologischen und Umweltparameter im Hinblick auf ein Dauermonitoring, die wiss. Analyse und Weitergabe der Daten an den DWD und an die WMO im Rahmen der GAW-DACH Zusammenarbeit.

b.) GAW-DACH

Koordination der GAW (Global Atmosphere Watch) Aktivitäten in Deutschland, Österreich und in der Schweiz. Die großräumige Repräsentanz der Messwerte an den Stationen Hohenpeißenberg, Zugspitze, Sonnblick und Jungfraujoch wird untersucht.

WOLKENCHEMIE

Kontaktpersonen: A. Kasper-Giebl (TU-Wien-CTA-AAC, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Arbeitsgruppe Analytische Chemie), akasper@mail.tuwien.ac.at

Projektdauer: Dauer Forschungsaktivität seit 1984 auf dem Sonnblick im Rahmen von verschiedenen Einzelprojekten

In der Zusammenschau von Aerosol- und Niederschlagsmessungen können ‚Scavenging Ratios‘ berechnet werden. Über diese Parameter können die Konzentrationswerte der in Schnee und Regen gelösten Stoffe aus den Konzentrationswerten der Aerosolkomponenten abgeleitet werden und vice versa. Dabei ist es wichtig, dass die Messungen in Wolkenhöhe durchgeführt werden, das heißt dort wo sich der Niederschlag bildet. Das Sonnblick Observatorium bietet dafür eine ideale Messplattform in den Wolken.

Die Untersuchungen werden derzeit in Verbindung mit dem Projekt „Aerosolmessungen – Chemische Analyse der PM10 Fraktion“ durchgeführt.

Ein weiterer Beitrag zur Wolkenchemie ist die kontinuierliche Bestimmung des LWC (Liquid Water Contents), die als Monitoring am Sonnblick durchgeführt wird.

Kasper A (1994) Seasonal Trends of Atmospheric Trace Constituents and their Washout Ratios at the High Alpine Background Site Mount Sonnblick. PhD-thesis, TU-Wien

NIEDERSCHLAGSCHEMIE

Kontaktpersonen: A. Kasper-Giebl (TU-Wien-CTA-AAC, Institut für Chemische Technologien und Analytik, Arbeitsgruppe Analytische Chemie), akasper@mail.tuwien.ac.at,

A. Falkensteiner (Sbg.Landesreg.- Abt. 16-02, Immissionsschutz)

Projektdauer: Dauermonitoring Aktivität seit 1984 im Rahmen von GAW

Auf dem Sonnblick läuft dieses Projekt schon seit 1984. Schwefeldioxid, Stickstoffoxide und Ammoniak erzeugen ‚Sauren Regen‘ der die Wälder und generell das Ökosystem bedroht. Wer die ‚Chemie des Niederschlags‘ misst - d.h. die Inhaltsstoffe bestimmt - kommt dem ‚Sauren Regen‘ direkt auf die Spur. Ein spezielles selektives Sammelgerät (VADOS: Wet And Dry Only Sampler) erlaubt, die feuchte (aus dem Niederschlag) von der trockenen Deposition (aus der Luft) von Schadstoffen zu trennen und getrennt zu analysieren.

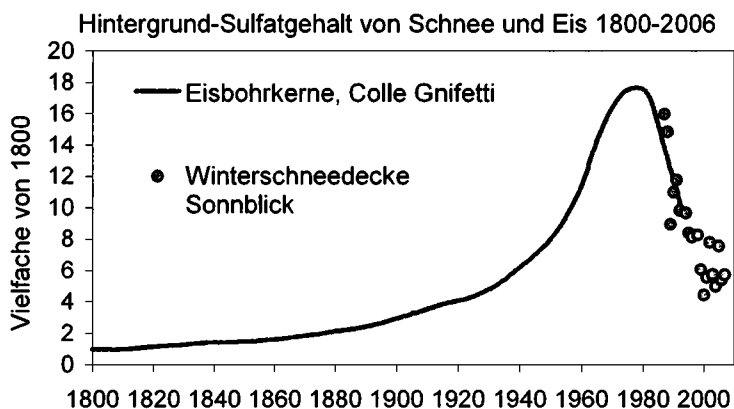
SCHNEECHEMIE SONNBLICK-SCHARECK

Kontaktpersonen: A. Kasper-Giebl (Institut für Chemische Technologien und Analytik, TU-Wien), akasper@fbch.tuwien.ac.at, Wolfgang Schöner (ZAMG), wolfgang.schoener@zamg.ac.at

Unterstützt durch das Lebensministerium

Projektdauer: seit 1983, andauernde Monitoring Aktivität (gestartet im Eurotrac-Alptrac Projekt SNO SP)

Die chemischen Analysen von Schneeprofilen in Gipfelnähe des Scharecks und des Sonnblicks werden als Fortsetzung des Projekts ALPTRAC fortgeführt. Für den Standort Schareck liegen bereits längere Zeitreihen einiger Parameter vor, wie sie von anderen hochalpinen Lagen nicht vorhanden sind. Die Probenahmen werden bei den Feldmessungen zur Winterbilanz der drei Gletscher des Sonnblickgebietes als vertikal kontinuierliche Schneekalender in 20cm-Segmenten von zwei gipfelnahen Schneeschächten vorgenommen. Kürzlich wurde die Sulfatzeitreihe vom Sonnblick mit einer analogen langjährigen aus einem Eisbohrkern im Monte Rosa Gebiet erfolgreich zusammengesetzt:



Quelle: Abb.40 aus: Böhm R, 2008. Heiße Luft – Reizwort Klimawandel. Edition vabene, ISBN 978-3-85167-213-8

Basispublikation: Schöner W (1995) Schadstoffdeposition in einer hochalpinen winterlichen Schneedecke am Beispiel von Wurtenkees und Goldbergkees (Hohe Tauern). Dissertation, Uni-Salzburg, 130 Seiten plus Karten und Tabellenanhänge

SPURENGASE

Eine Aktivität des Umweltbundesamts im Rahmen der luftchemischen Hintergrundmessaktivitäten auf dem Sonnblick

Kontaktpersonen: M. Fröhlich, F. Rokop, F. Zimmerl (UBA, Abt. Luftqualität und Energie), G. Schauer (ZAMG), gerhard.schauer@zamg.ac.at

Projektdauer: Dauermonitoring Aktivität seit 1984 im Rahmen von GAW

Die klassischen Luftschadstoffe, wie Ozon (O₃), Kohlenmonoxid (CO), und Kohlendioxid (CO₂), werden seit den späten 80iger Jahren am Sonnblick gemessen. Die Messstation kann als klassische Hintergrundmessstelle angesehen werden. Seit Herbst 2006 ist die operationelle NO_y Messung im Betrieb. Kohlendioxid (CO₂) – Nach der Umstellung der Prüf- bzw. Kalibrationsgaskonzentrationen konnte der Meßbereich auf 50 (statt 100 ppm) ppm umgestellt werden, dadurch wurde das Gerät um den Faktor 2 empfindlicher. Derzeit liegen wir bei den Funktionskontrollen um 0,24 ppm neben der zertifizierten Gaskonzentration und sind damit mit einer Abweichung von 0,065% um etwa 0,025% über der Flaschenunsicherheit.

STICKSTOFFDIOXIDMESSUNGEN AM SONNBLICK UNTER DER VERWENDUNG DER NAI METHODE

Diplomarbeit des Instituts für Chemische Technologien und Analytik der TU-Wien

Kontaktpersonen: M. Koller (Diplomand), mkoller@mail.tuwien.ac.at, A. Kasper-Giebl (TU-Wien-CTA-AAC)

Projektdauer: 2004-2005

Stickstoffdioxid (NO₂) ist verantwortlich für eine Reihe von negativen Auswirkungen auf den Menschen und die Umwelt. Durch Messung einer Hintergrundkonzentration im hochalpinen Bereich können Erkenntnisse über langjährige Trends der Konzentration dieses Luftschadstoffes gewonnen werden. Die NaI Methode wird zur Bestimmung von Tagesmittelwerten von NO₂ von EMEP für Hintergrundmessstellen empfohlen. Im Rahmen einer Diplomarbeit der TU-Wien wurden die analytischen Parameter dieser Methode untersucht und schließlich während eines Jahres mehrere Messserien am hohen Sonnblick durchgeführt.

Die harschen Bedingungen auf dem Sonnblick und die sehr niedrige vorherrschende Konzentration bewirken, dass die Originalmethode angepasst werden muss, sowohl im Sampling- als auch im Analysenteil. So konnte durch leichte Veränderungen der chemischen Analyse die Auflösung der Methode im Spurenbereich vervielfacht werden

MONARPOP

MONITORING NETWORK IN THE ALPINE REGION FOR PERSISTENT AND OTHER ORGANIC POLLUTANTS

Projekt im Rahmen des EU-interreg-IIIb Programms „Alpine Space“

Kontaktpersonen: P. Weiss, W. Moche (Umweltbundesamt), <http://www.monarpop.at>, monarpop@umweltbundesamt.at

Projektdauer: 2003-2007

POPs (persistent organic pollutants) sind schwer abbaubare organische Schadstoffe, wie etwa polychlorierte Dibenzodioxine oder DDT. Aufgrund der langen Verweildauer in der Umwelt werden sie in der Luft über Hunderte von Kilometern bis in entlegenste Regionen verfrachtet. Ihre bevorzugte Bindung an fettreiche oder organische Substanz ist für die Anreicherung in Humus, Pflanzenteilen, tierischem Gewebe sowie in Nahrungsketten verantwortlich. Dazu werden 40 im Alpenraum verteilte Bergstandorte, zusätzlich sechs Höhenprofile, drei hochalpine Luftmessstationen (Sonnblick, Weißfluhjoch, Zugspitze), fünf verschiedene Probenmedien (Luft, Deposition, Passivsammler, Fichtennadeln, Boden) und über 70 Analyseparametern untersucht.

AEROSOLMESSUNGEN - CHEMISCHE ANALYSE DER PM10 FRAKTION

TU-Wien-CTA-AAC in Kooperation mit dem Amt der Salzburger Landesregierung und der Wetterdienststelle Salzburg der ZAMG

Kontaktpersonen: C. Effenberger, A. Kasper-Giebl (TU-Wien-CTA-AAC)

Projektdauer: PM-10-Projekt seit 2005 als Teil der Dauer Forschungsaktivität an Aerosolen auf dem Sonnblick seit 1991

Die derzeit laufenden Messungen sind eine Fortsetzung der in den Jahren 1991-1993 und 2002-2005 durchgeführten Aerosolmessungen und werden in Kooperation mit dem Amt der Salzburger Landesregierung und der Wetterdienststelle Salzburg durchgeführt. Dabei wird in diesem Projekt durch die Umstellung auf eine Probenahme mit definiertem Vorabscheider und die Erweiterung des Meßprogrammes (bisher wurde keine gravimetrische Auswertung durchgeführt und die chemische Analyse beschränkte sich auf wasserlösliche Anionen und Kationen) eine wesentliche Verbesserung des Meßansatzes erreicht.

Seit November 2005 werden am Sonnblick Observatorium mit einem Digital HiVOI Sammler PM10 Aerosolproben (Wochenproben) gesammelt und diese gravimetrisch sowie chemisch analysiert. Die chemische Analyse erfasst folgende Komponenten:

- wasserlösliche Anionen (Sulfat, Nitrat und Chlorid, sowie ausgewählte organische Säuren) und Kationen (Ammonium, Calcium, Magnesium, Natrium und Kalium)
- Gesamtkohlenstoff (TC) sowie dessen Unterteilung in Elementaren Kohlenstoff (EC) und Organischen Kohlenstoff (OC)
- detailliertere Charakterisierung der Kohlenstofffraktionen ausgewählter Proben mittels Thermogrammen (an einigen ausgewählten Proben, zumindest 2 pro Jahreszeit)
- Cellulose und Levoglucosan (an einigen ausgewählten Proben, zumindest 4 pro Jahreszeit)

AEROSOLMESSUNGEN - BESTIMMUNG DER PARTIKELKONZENTRATION (CP-COUNT) UND GRÖSSENVERTEILUNG

TU-Wien-CTA-AAC in Kooperation mit dem Amt der Salzburger Landesregierung und der ÖAW

Kontaktpersonen: A. Kasper-Giebl (TU-Wien-CTA-AAC)

Projektdauer: seit 2004 als Teil der Dauer Forschungsaktivität an Aerosolen auf dem Sonnblick seit 1991

Die kontinuierliche Bestimmung der Partikelanzahl (CP count) erlaubt eine bessere Charakterisierung des ‚air status‘ (Einfluss bodennaher Luftmassen oder der freien Troposphäre) des Messplatzes. Gleichzeitig können im Vergleich zur Bestimmung des LWC (Liquid Water Contents) Hinweise auf Auswaschprozesse während Wolkenereignissen gewonnen werden. Die Messungen wurden im Sommer 2004 begonnen und werden seit damals kontinuierlich durchgeführt. Der Teilchenzähler (TSI CPC-3022A) wird von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, KRL, zur Verfügung gestellt. Derzeit werden Vergleichsmessungen mit einem Gerät der Salzburger Landesregierung (TSI CPC-3022A) und einem weiteren Gerät der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, das statt auf der Basis von Butanol auf der Basis von Wasser arbeitet (TSI CPC-3781), durchgeführt.

Darüber hinaus werden mit einem optischen Partikelzähler der Firma Klotz (Klotz TCC) Partikel in drei Größenklassen gezählt ($<0,3 \mu\text{m}$, $<0,5 \mu\text{m}$ und $<5 \mu\text{m}$).

VALIM

Ein Projekt im Rahmen von EFRE (Europäischer Fonds für Regionale Entwicklung)

Projektpartner: ARPA Veneto in Belluno, die Ämter der Bundesländer Kärnten und Salzburg, sowie die ZAMG Regionalstelle für Salzburg und Oberösterreich.

Kontaktpersonen: B. Niedermoser, M. Butschek, M. Staudinger, G. Schauer (ZAMG Salzburg)

Projektdauer: August 2005 bis Oktober 2007

Das Projektziel umfasst den Austausch von Information und Knowhow über Grenzen hinweg und widmet sich den Schwerpunkten: Schadstoffausbreitung im Ballungsraum Belluno, Ferntransport von Schadstoffen Belluno – Sonnblick und Luftaustausch zwischen Talatmosphäre und Sonnblick. Das Projektgebiet umfasst den Bereich Großraum Belluno bis zum Alpenhauptkamm der Hohen Tauern.

Um den Luftaustausch zwischen Tal- und Gipfelbereiche am Alpenhauptkamm genauer studieren zu können, wurde das bestehende Messnetz am Rauriser Sonnblick durch zwei zusätzliche Stationen erweitert (Fraganterscharte und Tauernstütze der Sonnblick-Seilbahn). Die neu gewonnenen Daten stehen online zur Verfügung und werden mit bereits zur Verfügung stehenden Messungen vernetzt um möglichst große Synergie zu erreichen.

Im Herbst 2006 wurden vom Land Salzburg Immissionsmessungen durchgeführt. Basierend auf diesen Immissionsmessungen und den zu diesem Zeitpunkt bereits voll implementierten neuen VALIM-Stationen wird der Frage nach dem Ferntransport zwischen Belluno-Sonnblick bei gleichzeitiger Betrachtung der kleinräumigen Schadstoffaustauschbedingungen im Großraum Belluno und im Talschluss von Rauris nachgegangen.

ACCENT

ATMOSPHERIC COMPOSITION CHANGE

Kontaktpersonen: H. Kromp-Kolb (Universität f. Bodenkultur), helga.kromp-

kolb@boku.ac.at, M. Staudinger (ZAMG), michael.staudinger@zamg.ac.at

ACCENT ist ein EU-FP6 network of excellence (<http://www.accent-network.org/portal>)

koordiniert vom Consiglio Nazionale delle Ricerche, Urbino. (coordinator@accent-network.org)

Projektdauer: 2004-2009

Die Ziele von ACCENT sind eine gemeinsame europäische Forschungsstrategie in Bezug auf die Veränderung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre zu fördern, dauerhafte Wege der Zusammenarbeit und Kommunikation innerhalb der europäischen wissenschaftlichen Gemeinschaft zu entwickeln und aufrecht zu erhalten, die Forschung in diesen Bereichen zu erleichtern und die Interaktion mit Entscheidungsträgern und der Öffentlichkeit zu optimieren. Der Sonnblick ist eine der ARI (Access to Research Infrastructures) field stations des Projekts, das Wissenschaftlern den finanzierten Zugang zu Forschungseinrichtungen ermöglicht

4. UMWELTPHYSIK

ORTSDOSISLEISTUNGS-MESSSTELLE GAMMASTRAHLUNG SONNBLICK

Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft

Kontaktpersonen: W. Haider (BMLFWU, Abt. V/7), wolfgang.haider@lebensministerium.at

Projektdauer: andauernde Monitoringaktivität seit 1986

Bereits langjährige Messungen auf dem Sonnblick im Rahmen des österreichischen Strahlenfrühwarnsystems. Die kontinuierliche Aufzeichnung der Ortsdosisleistung der Gammastrahlung im Rahmen eines Strahlenüberwachungsnetzes können Fernverfrachtungen genau erkannt werden. Bergstationen sind erste Warnstellen bei Fernverfrachtungen, wenn Tallagen von Radionukleiden noch nicht erreicht worden sind.

RADIOAKTIVE AEROSOLE

Kontaktpersonen: W. Ringer (AGES, CC Strahlenschutz Linz), wolfgang.ringer@ages.at, W.

Haider (BMLFUW Abt. V/7), wolfgang.haider@lebensministerium.at

Projektdauer: andauernde Monitoringaktivität

Der am Sonnblick eingesetzte High-Volume-Sampler sammelt in 24stunden-Intervallen Luftteilchen (Aerosole) auf Glasfaserfilter. Die besaugten Filter werden anschließend mit einem hochauflösenden Gammaskpektrometer gemessen und die Aktivitätskonzentrationen gammastrahlender Radionuklide in der Luft bestimmt. Damit können radioaktive Verfrachtungen in der Höhenluft nachgewiesen werden und bei Deposition kann die zu erwartende Dosis für die Bevölkerung abgeschätzt werden. Die Messergebnisse werden auch für andere Zwecke verwendet – zum Beispiel die ⁷Be Werte für Untersuchungen über den vertikalen Luftaustausch.

TRITIUM MESSUNGEN AUF DEM SONNBLICK

Austrian Research Centre Seibersdorf

Kontaktpersonen: R. Tesch (ARC), roland.tesch@arcs.ac.at

Projektdauer: andauernde Monitoringaktivität seit 1999, Projekt seit 2004

Tritium ist ein Isotop des Wasserstoffs, das sich nur durch die unterschiedliche Anzahl von Neutronen im Atomkern von ihm unterscheidet. In die Umwelt gelangt es vor allem in Form von Wasser, das Tritium aufweist. Im Zuge der oberirdischen Kernwaffentests im Kalten Krieg der 1950er und 1960er Jahre wurden große Mengen an Tritium frei gesetzt. Sie übertrafen jene aus natürlichen Quellen - etwa kosmische Strahlung - um das 200-fache. Betrachtet man diese Strahlenemissionen nicht aus dem Blickwinkel des Strahlenschutzes, können sie als eine Art globaler Markierungsversuch aufgefasst werden. Und dementsprechender Nutzen daraus gezogen werden. Jene chemische Verbindung, in der Tritium am häufigsten angetroffen wird, ist Wasser (HTO). Als Wasser nimmt das Isotop am hydrologischen Kreislauf teil und wird als Luftfeuchte mit den Luftmassen über große Distanzen transportiert.

Durch die Messungen in 3.106 Metern Höhe auf dem Hohen Sonnblick sollte eine Reihe von Fragen beantwortet werden. Zum ersten, ob sich die Werte der klassischen Reinluftstation, also ohne menschlichem Einfluss, von jenen zuvor in Wien beobachteten unterscheidet. Zum zweiten, ob der Einfluss des Menschen in Form deutlicher Anstiege in der Konzentration der Tritiumaktivitäten nachweisbar sind. Und zum dritten sollte im Hinblick auf geplante Tests von Kernfusionsanlagen auch eine Messwertreihe als "Vorfusionshintergrund" aufgenommen werden. Die Probennahmen begannen im März 2004 und werden derzeit noch weiter durchgeführt. Eine wichtige Frage in dem Projekt konnte in den ersten Monaten der Laufzeit beantwortet werden: Das Sammelsystem für die Analyse der Proben läuft unter den schwierigen klimatischen Bedingungen am Sonnblick und der vergleichsweise großen Distanz zwischen Sonnblick als Sammelstelle und Labor in Wien sehr gut.

FREILANDTESTS VON MESSGERÄTEN DER CTBTO

Projekträger: Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty Organisation – Radionuclide Monitoring Section, VIC-Wien

Kontaktpersonen: H. Gohla, herbert.gohla@ctbto.org

Projektdauer: seit 2002

Seit Sommer 2002 testet die CTBTO auf dem Sonnblick Messgeräte in extremen Klimabedingungen. Diese werden später im Rahmen des weltumspannenden CTBTO Messnetzes eingesetzt, das 80 Stationen umfasst und die Einhaltung des Teststoppvertrages für Nuklearwaffen kontrolliert. Vor dem Einsatz in Polargebieten soll der Freilandversuch auf dem Sonnblick vor allem Fragen der Vereisung im Ansaugbereich der Filter klären, Probleme mit starken Windgeschwindigkeiten aufzeigen etc.

KOSMOGENE RADIONUKLIDE IM SCHNEE UND IN DER LUFT DER GIPFELREGION DES SONNBLICKS

Diplomarbeit am Institut für Isotopenforschung und Kernphysik, Uni-Wien, Institut für Umweltphysik, Uni-Heidelberg

Kontaktpersonen: W. Kutschera, walter.kutschera@univie.ac.at, M. Auer matthias.auer@ap.univie.ac.at, D. Wagenbach (Uni-Heidelberg),

dietmar.wagenbach@iup.uni-heidelberg.de

Projektdauer: 2004-2007, abgeschlossenes Projekt

Problemstellung: Altersdatierung der unteren Eisschichten von polaren Eisbohrkernen

Lösungsidee: Kombinierte Verwendung der kosmogenen Radionuklide ^{10}Be und ^{26}Al (Halbwertszeiten 1.5 bzw. 0.7.106 Jahre). Notwendig dazu ist eine gute Kenntnis des Verhältnisses der beiden zum Zeitpunkt der Deposition.

Auf dem Sonnblick soll der Frage nachgegangen werden, wie groß der Anteil am ^{26}Al ist, der nicht aus der kosmischen Sekundärstrahlung stammt. Denkbar ist ein Ursprung in Meteoritenstaub, aber auch aufgewirbelte terrestrische Quellen. Gemessen wird im Institut für Isotopenforschung an Filtern vom Sonnblick mit sehr hohem Luftdurchsatz sowie in Schneeproben in der Nähe des Observatoriums. Erhofft wird ein Wert für den Anteil des atmosphärischen ^{26}Al .

Ergebnis:

The measurement of the paired cosmogenic radionuclides ^{26}Al and ^{10}Be in environmental samples has potential applications in atmospheric and climate research. For this study, we report the first measurements of the $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ atomic ratio in tropospheric aerosol samples from sites in Europe and Antarctica performed at the Vienna Environmental Research Accelerator (VERA). These initial results show that the $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ atomic ratio in tropospheric aerosols averages 1.78×10^{-3} and does not vary significantly between the different locations. We also report results of systematic investigations of the ionization and detection efficiency which we performed to improve the measurement precision for ^{26}Al by AMS. Maximum detection efficiencies of up to 9×10^{-4} (in units of ^{26}Al atoms detected/initial) were achieved for chemically pure Al_2O_3 , while for atmospheric samples we reached efficiencies of up to 2.2×10^{-4} .

Auer M, Kutschera W, Priller A, Wagenbach D, Wallner A and Wild EM (2007) Measurement of ^{26}Al for atmospheric and climate research and the potential of $^{26}\text{Al}/^{10}\text{Be}$ ratios Nuclear Instruments and Methods in Physics Research Section B: Beam Interactions with Materials and Atoms 259, 595-599

**CARBOSOL
SONNBLICK-ANTEIL: KONTINUIERLICHE BEOBACHTUNG DER
ATMOSPHÄRISCHEN RADON-KONZENTRATION**

EU FP5 Projekt

Kontaktpersonen: Projektleitung: M. Legrand (CNRS-LGGE, Grenoble), Sonnblickteil: I. Levin (IUP-Uni Heidelberg)

Projektdauer: 2001-2005, abgeschlossenes Projekt

Der Weg der Luftmassen über Mitteleuropa ist für sämtliche Projekte am Sonnblick von großem Interesse; kommen die verschmutzten Luftmassen direkt aus den Tälern der näheren Umgebung, oder werden sie von weither transportiert und sind für mitteleuropäische Verhältnisse typisch? Die Radon Messungen geben einen ausgezeichneten Indikator für viele dieser Vorgänge. Radon ist ein radioaktives Edelgas, welches ausschließlich natürlich erzeugt wird (Zerfall des überall im Boden enthaltenen Urans). Die Radon Lebensdauer von 5,5 Tagen ist gut vergleichbar mit der atmosphärischen Aufenthaltsdauer von Luftstaub oder auch mit der charakteristischen Zeit großskaliger Zirkulationänderungen. Da die Quellen und Senken dieses passiven Spurengases vergleichsweise genau bekannt sind, bietet Radon ein hervorragendes Werkzeug, um den Luftmassentransport auf experimentellem Weg zu untersuchen. Insbesondere an Bergstationen kann damit der Vertikaltransport von Spurenstoffen aus der Grundsicht in die freie Troposphäre quantitativ erfasst werden.

Überblick über die Projektergebnisse von CARBOSOL:

Legrand M, Puxbaum H (2007) Summary of the CARBOSOL project: Present and retrospective state of organic versus inorganic aerosol over Europe. *J. GeoPhys. Res.* 112, D23S01, doi:10.1029/2006JD008271

**MONITORINGAKTIVITÄTEN GESAMTOZON UND SPEKTRALE UV-STRAHLUNG
AUF DEM HOHEN SONNBLICK**

Finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft.

Kontaktpersonen: H. Kromp-Kolb (Inst. f. Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur), helga.kromp-kolb@boku.ac.at, S. Simic (Inst. f. Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur), stana.simic@boku.ac.at

Projektdauer: 1998-2008

Am Hohen Sonnblick wird einerseits mit den stratosphärischen Ozonmessungen erstmals eine laufende Bestandsaufnahme der Ozonschicht durchgeführt, andererseits finden - für Österreich erstmalig - kontinuierliche spektrale UV-Messungen statt. Für die Bestimmung des stratosphärischen Ozons wird ein weltweit eingesetztes Gerät, das Brewer-Spektrophotometer, verwendet, für die Messung der spektralen UV-Strahlung ein Bentham-Spektrophotometer DM 150. Der Einsatz dieses hochauflösenden Doppelmonochromators ermöglicht Untersuchungen des kurzwelligen UV-Spektrums. Es kann damit die nötige Wellenlängen-Auflösung erreicht werden, um die für die Bestimmung der Wirkung der kurzwelligsten UV-Strahlung auf Lebensvorgänge erforderlichen Genauigkeiten zu erhalten.

Sowohl die am Hohen Sonnblick gemessenen Werte der Ozonschichtdicke als auch die täglich an den verschiedenen Messstellen ermittelten UV-Strahlungsintensitäten werden im ORF-Teletext und im Internet veröffentlicht.

BETRIEB DER STATION AM HOHEN SONNBLICK FÜR DAS UV-B-MESSNETZ

Gefördert durch das Lebensministerium

Kontaktpersonen: H. Kromp-Kolb (Inst. f. Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur), helga.kromp-kolb@boku.ac.at, S. Simic (Inst. f. Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur), stana.simic@boku.ac.at

Projektdauer: 1997-2008

Zum Monitoring des biologisch wirksamen Anteils der UV-Strahlung werden so genannte UV-Biometer verwendet. Das sind Filtergeräte, bei denen die Tatsache berücksichtigt wird,

dass die einzelnen Wellenlängenbereiche der UV-Strahlung unterschiedliche Wirksamkeit auf biologische Systeme haben. Zur Information über die UV-Strahlungsintensität wird daher durch Filtern eine Gewichtung entsprechend der Wirkungskurve für die Rötung der Haut (Erythembildung) vorgenommen. Die gemessene Strahlungsintensität wird als UV-Index angegeben. Dieser wurde von der WMO (World Meteorological Organization) gemeinsam mit der WHO (World Health Organization) zur Information der Bevölkerung definiert und ist ein Maß für die Stärke jenes Anteils der UV-Strahlung, der für die Gesundheit relevant ist. Das UV-Biometer am Sonnblick wurde im Juni 1997 installiert und in das UV-Messnetz Österreich eingebunden. Das Messnetz besteht seit Jänner 1999 aus insgesamt 12 über Österreich verteilten UV-Biometern der Firma Solar Light & Co. (U.S.A.). Die spektrale Empfindlichkeit dieses Strahlungsdetektors ist dem Wirkungsspektrum des Erythems (Sonnenbrand) angepasst (McKinlay and Diffey, 1987) und liefert ein Maß für die schädigende Wirkung der UV-Strahlung auf menschliche, kaukasische Haut.

GESUNDHEITSRISIKEN FÜR DIE ÖSTERREICHISCHE BEVÖLKERUNG DURCH DIE ABNAHME DES STRATOSPHERISCHEN OZONS

Ein Projekt im Rahmen des UVb-Monitorings der BOKU-Wien, Inst. f. Meteorologie, der Veterinärmedizinischen Univ. Wien und des Inst. f. Umwelthygiene der Med. Univ. Wien
 Kontaktpersonen: S. Simic (BOKU-Met), A. W. Schmalwieser (Vet-Med), H. Moshhammer (Hyg-Inst), hanns.moshhammer@meduniwien.ac.at

Projektdauer: seit 2005

Übergeordnetes Ziel des Projektes ist die Intensivierung der wissenschaftlichen Erforschung der Auswirkung erhöhter UV-Strahlung auf Menschen in Österreich, sowie die Ableitung der sich daraus ergebenden Konsequenzen und Maßnahmen. Es werden Zusammenhänge zwischen einer Zunahme der am Erdboden messbaren UV-Strahlung aufgrund der Veränderungen der Erdatmosphäre und Hautkrebsinzidenzen untersucht. Die längste Messreihe der spektralen UV-Strahlung in Österreich wird auf Einflussfaktoren, welche die UV-Belastung bestimmen (stratosphärisches Ozon, Wolken, Aerosolgehalt und Albedo), analysiert und hinsichtlich ihrer biologischen Wirkung bewertet. Die biologisch effektive UV-Strahlung (Erythem, DNS, Photocarcinogenese) während Ozon-Mini-Löchern über Österreich wird untersucht und der Beitrag zur kumulativen Strahlungsjahresdosis, sowie der Anteil an der Gesamtbelastung ermittelt.

Eine besonders beachtenswerte Folge einer dünner werdenden Ozonschicht ist die Erhöhung der ultravioletten Strahlung an der Erdoberfläche. Gerade im Wellenlängenbereich zwischen 280 und 315 nm (UV-B) ist die Absorption durch atmosphärisches Ozon besonders stark und die photobiologischen Wirkungen der UV-Strahlung besonders ausgeprägt. Die Gefährlichkeit der UV-B-Strahlung beruht auf ihrer hohen Quantenenergie, welche vielfältige physikalische und chemische Veränderung in organischen Molekülstrukturen hervorrufen kann und zudem anorganische Materialien beeinträchtigt. Bereits kleine Veränderungen im Sonnenspektrum (z.B.: durch Veränderungen des Ozongehalts) können große Wirkungen hervorrufen.

Aus der langjährigen gemessenen UVB Datenmessreihe in Österreich konnte bisher kein signifikanter Trend in der UVB-Bestrahlungsstärke nachgewiesen werden. Das bedeutet allerdings nicht, dass keine Änderungen der UV-Strahlung eingetreten sind. Vielmehr ist es wegen der hohen natürlichen Variabilität der UV-Strahlung schwierig, im Messzeitraum einen eindeutigen Trend zu ermitteln. Das verdeutlicht die Wichtigkeit, kontinuierlich über viele Jahre UV-Strahlungsmessungen mit langzeitstabilen Messgeräten durchzuführen.

5. SONSTIGES

PHOTOSYNTHESE VON FLECHTEN VON FLECHTENDOMINIERTEN GESELLSCHAFTEN IN DER ALPIN/NIVALEN STUFE DER ALPEN

Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Salzburg, finanziert vom FWF (Projekt P 14437-BOT)

Kontaktpersonen: R. Türk (Inst. f. Pflanzenphysiologie der Univ. Salzburg), roman.tuerk@sbg.ac.at, R. Reiter (Inst. f. Pflanzenphysiologie der Univ. Salzburg), robert.reiter@sbg.ac.at

Projektdauer: 2000-2004, abgeschlossenes Projekt

Kurzendbericht: Die alpin/nivale Höhenstufe der Hochalpen ist durch eine extreme klimatische Umwelt hinsichtlich Temperatur, Strahlung und Wasser charakterisiert. In dieser Zone wird die Vegetation durch Lagerpflanzen geprägt, hauptsächlich durch Flechten. Als vorrangiges Ziel des Projektes galt es dem Umgang dieser Organismen mit den vorherrschenden harten Klimabedingungen auf die Spur zu kommen. Der Gipfelaufbau des Hohen Sonnblicks mit dem dort befindlichen Meteorologischen Observatorium bietet ein einzigartiges Betätigungsfeld für hochalpine ökophysiologische Untersuchungen.

Die Ergebnisse aus dem Labor zeigen, dass die Flechten zwischen -7 °C und 30 °C Nettphotosynthese betreiben können. Die optimale Temperatur liegt unter 12 °C. Gesättigt war die Kohlenstoffaufnahme bei einer Strahlung von 1500 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ photosynthetischer Photonenflußdichte. Maximale Aufnahmen blieben unter 6,5 $\mu\text{mol CO}_2 \text{ kg Trockengewicht s}^{-1}$. Überraschenderweise gibt es einige Hinweise, dass die einzig obligatorisch nivale Flechte *Umbilicaria virginis*, welche als ein Spezialist für kalte Standorte gehandelt wird, an eher moderate Temperatur- und Lichtbedingungen angepasst ist. Im Freiland wurden verschiedene Muster der Kohlenstoffaufnahme in Abhängigkeit vom Wassergehalt der Flechten festgestellt. An trockenen Tagen mit Lufttemperaturen zwischen 3-8 °C fiel die relative Luftfeuchte auf unter 30 % und der Wassergehalt der Flechte auf bis 6 %. In der Folge blieben die Flechten den ganzen Tag inaktiv. Als typisches Muster gilt eine dreistündige Kohlenstoffaufnahme am frühen Morgen mit sehr hohen Aufnahmeraten. Eine kontinuierliche CO_2 -Aufnahme war nur unter sehr feuchten Wetterbedingungen möglich, d. h. ab einer relativen Luftfeuchte > 95 %. An solchen Tagen erreichte der Wassergehalt der Flechten mit mehr als 600 % des Trockengewichtes den maximalen Wert. Unterschiede in den Mustern der Kohlenstoffaufnahme wurden hauptsächlich durch unterschiedliche Wachstumsformen der Flechten verursacht (krusten-, blatt-, und strauchförmig). Der Langzeitversuch wurde mit einem Chlorophyll-Fluorometer durchgeführt. Dieses neuartige Gerät misst die physiologische Aktivität mit dem dazupassenden Mikroklima an einer ausgewählten Flechtenart (*Xanthoria elegans*). Die "Blatt"-Temperatur der Flechte schwankte zwischen 36,7 °C (Oktober) und -23,6 °C (Dezember). Die Temperatur der feuchten und deshalb auch physiologisch aktiven Flechte schwankte hingegen nur zwischen -10,4 und 21,8 °C. Die Ergebnisse zeigen, dass die Flechte das ganze Jahr über metabolisch aktiv ist. Am höchsten ist das Wachstum im Sommer. Dies steht im Gegensatz zu den Flechten in der Antarktis. Für jene ist der Herbst die günstigste Zeit zum Wachstum.

JAHRESBERICHTE DES SONNBLICKVEREINS

Redaktion: I. Auer (ZAMG), ingeborg.auer@zamg.ac.at

Projektdauer: Daueraktivität des SBV und der ZAMG seit 1892

Im Berichtszeitraum wurde der 101.-102. Jahresbericht mit zwei geologisch-mineralogischen Beiträgen über die Goldberggruppe sowie Massenbilanz- und Längenmessungen der Gletscher des Sonnblickgebietes veröffentlicht. Der aktuelle 103.-104. Jahresbericht ist ebenfalls fertig gestellt und enthält drei Beiträge über das Projekt „A Tale of Two Valleys“, die Massenbilanz- und Längenänderungsberichte von drei Gletscherhaushaltsjahren und diesen Forschungsbericht.

BUDGET SONNBLICK-VEREIN 2005

Einnahmen

(Saldovortrag aus 2004)	EUR	104.114,47
Saldo Barkasse Wien aus 2004	EUR	-231,83
Saldovortrag aus 2004	EUR	103.882,64
Mitgliedsbeiträge	EUR	6.097,76
Spenden (Beträge unter € 50)	EUR	613,38
Spende Hubert Ploderer	EUR	50,00
Spende Günter Schwaiger	EUR	50,00
Spende Gerhard Wörle	EUR	52,00
Spende Klaus und Irmgard Hager	EUR	76,00
Spende Hofrat Univ.Prof. Dr. Julius Drimmel	EUR	76,00
Spende Ing. Otto Folger	EUR	100,00
Spende Dr. Richard Reisser	EUR	136,00
Spende Maria Sabeditsch	EUR	300,00
Spende Josef Sabeditsch	EUR	400,00
Spende Edith Kreja	EUR	650,00
Infrastrukturbeiträge Seilbahn	EUR	5.893,00
Führungen am Observatorium	EUR	396,00
Öffentlichkeitsarbeiten (Bücher)	EUR	32,90
Zinserträge	EUR	592,33
Gutschrift Magistrat Wien	EUR	17.225,48
Subventionen (Rate ZAMG)	EUR	49.000,00
Festgeld	EUR	29.616,37
Kontoausgleich PSK auf CA	EUR	38.000,00
Kontoausgleich Barkasse Wien	EUR	231,83
Summe	EUR	149.589,05

Ausgaben

Porto	EUR	942,57
Versicherung	EUR	6.279,88
Bankspesen	EUR	662,44
Haus (Strom, Telefon, Abfall, Funk, Akku, Installation, Heizung)	EUR	11.905,64
Arbeiten an Seilbahn (Kontrolle, Wartung, Service)	EUR	14.742,48
Ausrüstung (Ski und Ski-Doo Service)	EUR	1.315,08
Service (Ski und Ski-Doo)	EUR	208,44
Öffentlichkeitsarbeit	EUR	69,90
Festgeld	EUR	29.616,37
Kontoausgleich PSK auf CA	EUR	38.000,00
Kontoausgleich Barkasse Wien	EUR	231,83
Summe	EUR	103.974,63

CA - BV 0044-14025/00 (Baukonto Akademie)

Saldovortrag aus 2004	EUR	22.124,31
Einnahmen 2005	EUR	15,91
Ausgaben 2005	EUR	19.461,52
Saldovortrag für 2006	EUR	2.678,70

CA - BV 0044-14033/00

Saldovortrag aus 2004	EUR	14.620,80
Einnahmen 2005	EUR	104.756,81
Ausgaben 2005	EUR	40.945,71
Saldovortrag für 2006	EUR	78.431,90

CA - BV 0044-14033FG688

Saldovortrag aus 2004	EUR	25.184,61
Einnahmen 2005	EUR	29.960,95
Ausgaben 2005	EUR	0,00
Saldovortrag für 2006	EUR	55.145,56

PSK 7.280.971

Saldovortrag aus 2004	EUR	38.979,05
Einnahmen 2005	EUR	13.484,27
Ausgaben 2005	EUR	42.568,89
Saldovortrag für 2006	EUR	9.894,43

Postbank München Nr. 01201116808

Saldovortrag aus 2004	EUR	2.764,84
Einnahmen 2005	EUR	390,90
Ausgaben 2005	EUR	118,80
Saldovortrag für 2006	EUR	3.036,94

Barkasse

Saldovortrag aus 2004	EUR	440,86
Einnahmen 2005	EUR	421,39
Ausgaben 2005	EUR	583,55
Saldovortrag für 2006	EUR	278,70

Barkasse WIEN

Saldovortrag aus 2004	EUR	-231,83
Einnahmen 2005	EUR	558,82
Ausgaben 2005	EUR	296,16
Saldovortrag für 2006	EUR	30,83

Zusammenstellung:

Saldovortrag aus 2004 + Vermögensvortrag	EUR	103.882,64
Einnahmen 2005	EUR	149.589,05
Zwischensumme (Einnahmen gesamt)	EUR	253.471,69
abzüglich Ausgaben 2005	EUR	103.974,63
verbleibt als Übertrag für 2006	EUR	149.497,06

BUDGET SONNBLICK-VEREIN 2006

Einnahmen

(Saldo vortrag aus 2005)	EUR	149.497,06
Mitgliedsbeiträge	EUR	2.190,50
Führungen am Observatorium	EUR	252,00
Spenden (Beträge unter € 50)	EUR	163,38
Spende Hager	EUR	76,00
Spende W. Scherbinek	EUR	180,00
Spende O. Folger	EUR	300,00
Spende M. Sabeditsch	EUR	400,00
Spende J. Sabeditsch	EUR	400,00
Spende E. Krejca	EUR	400,00
Spende Feratel	EUR	2.204,00
Stiftendes Mitglied:		
- BM f. Land- und Forstwirtschaft	EUR	250,00
Infrastrukturbeiträge Seilbahn	EUR	7.442,00
Sponsoring		
- Österreichische Akademie	EUR	29.070,00
Öffentlichkeitsarbeiten (Bücher)	EUR	53,95
Subventionen (Rate ZAMG)	EUR	49.000,00
Zinserträge	EUR	1.469,83
Festgeld	EUR	140.145,56
Kontoausgleich Handkasse Wien	EUR	200,00
Summe	EUR	234.197,22

Ausgaben

Porto	EUR	307,87
Versicherung	EUR	6.290,10
Bankspesen	EUR	706,16
Haus (Strom, Telefon, Abfall, Funk, Akku, Installation, Heizung)	EUR	32.954,11
Arbeiten an Seilbahn (Kontrolle, Wartung, Service)	EUR	26.091,33
Ausrüstung (Ski und Ski-Doo Service)	EUR	530,00
Schneeräumung der Kolmstrasse	EUR	5.959,46
Öffentlichkeitsarbeit	EUR	1.568,35
Festgeld	EUR	55.492,83
Depot	EUR	85.000,00
Kontoausgleich Handkasse Wien	EUR	200,00
Summe	EUR	215.100,21

CA - BV 0044-14025/00 (Baukonto Akademie)

Saldovortrag aus 2005	EUR	2.678,70
Einnahmen 2006	EUR	29.097,78
Ausgaben 2006	EUR	21.659,70
Saldovortrag für 2007	EUR	10.116,78

CA - BV 0044-14033/00

Saldovortrag aus 2005	EUR	78.431,90
Einnahmen 2006	EUR	105.626,45
Ausgaben 2006	EUR	137.101,68
Saldovortrag für 2007	EUR	46.956,67

CA - BV 0044-14033FG688

Saldovortrag aus 2005	EUR	55.145,56
Einnahmen 2006	EUR	347,27
Ausgaben 2006	EUR	55.492,83
Saldovortrag für 2007	EUR	0,00

CA - BV - Wertpapier

Saldovortrag aus 2005	EUR	0,00
Einnahmen 2006	EUR	85.000,00
Ausgaben 2006	EUR	0,00
Saldovortrag für 2007	EUR	85.000,00

PSK 7.280.971

Saldovortrag aus 2005	EUR	9.894,43
Einnahmen 2006	EUR	13.347,77
Ausgaben 2006	EUR	302,77
Saldovortrag für 2007	EUR	22.939,43

Postbank München Nr. 01201116808

Saldovortrag aus 2005	EUR	3.036,94
Einnahmen 2006	EUR	254,90
Ausgaben 2006	EUR	118,80
Saldovortrag für 2007	EUR	3.173,04

Barkasse

Saldovortrag aus 2005	EUR	278,70
Einnahmen 2006	EUR	302,00
Ausgaben 2006	EUR	413,46
Saldovortrag für 2007	EUR	167,24

Barkasse WIEN

Saldovortrag aus 2005	EUR	30,83
Einnahmen 2006	EUR	221,05
Ausgaben 2006	EUR	10,97
Saldovortrag für 2007	EUR	240,91

Zusammenstellung:

Saldovortrag aus 2005 + Vermögensvortrag	EUR	149.497,06
Einnahmen 2006	EUR	234.197,22
Zwischensumme (Einnahmen gesamt)	EUR	383.694,28
abzüglich Ausgaben 2006	EUR	215.100,21
verbleibt als Übertrag für 2007	EUR	168.594,07

MESSERGEBNISSE 2004/2005 UND 2005/2006 IM SONNBLICKGEBIET

Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Bernhard Hynek, Wien

Tabelle 1: Monatliche Schneehöhen im Haushaltsjahr 2004/2005 im Sonnblickgebiet in cm.
Die Schneepegel werden am Beginn des Haushaltsjahres (1.10.) auf Null gestellt

Absolutwerte

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1*	Unterer Keesboden	2400	0	0	78	105	160	210	210	280	240	168	0	0	15
PG2*	Oberer Keesboden	2670	0	0	70	83	148	193	230	298	278	130	0	0	25
PG3	Steilhang	2878	0	30	50	70	120	210	190	300	290	150	0	0	30
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	40	60	90	180	240	240	350	280	200	100	80	80
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	40	80	110	190	270	290	390	380	240	170	160	160
PG6*	Fleißscharte	2980	0	73	133	165	213	213	171	285	305	188	103	160	66
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	40	90	120	180	210	220	300	300	130	40	0	25
PF2	Fleißkees unten	2860	0	70	150	170	210	270	290	360	400	230	150	60	25
PF3	Fleißkees oben	2940	0	60	50	80	130	185	180	310	370	130	80	10	40
PF4	Pilatusscharte	2905	0	70	120	150	170	210	210	300	300	180	70	0	40

*) Mittelwert aus vier benachbarten Schneepegel

Fortsetzung Tabelle 1 im Haushaltsjahr 2004/2005

Abweichungen vom Normalwert 1961 bis 1990

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	-55	-50	-84	-82	-76	-122	-84	-86	-72	-100	-32	-7
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	-54	-51	-86	-68	-63	-76	-45	-31	-111	-111	-42	-10
PG3	Steilhang	2878	0	-24	-71	-98	-95	-51	-131	-67	-56	-130	-152	-79	-28
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	-18	-64	-86	-37	-25	-89	-26	-78	-106	-87	-28	-12
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	-20	-40	-67	-29	13	-34	7	23	-78	-42	35	59
PG6	Fleißscharte	2980	0	1	-5	-24	-17	-36	-136	-91	-60	-141	-122	6	-76
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	-19	-29	-33	-5	-4	-27	-6	19	-112	-86	-54	-15
PF2	Fleißkees unten	2860	0	5	19	-14	-37	-12	-51	-40	3	-124	-84	-111	-118
PF3	Fleißkees oben	2940	0	15	-39	-27	5	43	-18	64	123	-77	-11	-53	-18
PF4	Pilatusscharte	2905	0	3	-15	-26	-53	-44	-94	-63	-56	-135	-124	-129	-68

Tabelle 2: Monatliche Schneehöhen im Haushaltsjahr 2005/2006 im Sonnblickgebiet in cm.
Die Schneepiegel werden am Beginn des Haushaltsjahres (1.10.) auf Null gestellt

Absolutwerte

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1*	Unterer Keesboden	2400	0	15	83	193	223	245	310	340	365	176	0	50	0
PG2*	Oberer Keesboden	2670	0	35	83	170	213	253	260	303	299	149	0	40	0
PG3	Steilhang	2878	0	35	80	150	220	210	280	300	250	210	0	50	0
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	40	100	200	260	250	330	370	420	250	0	50	0
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	45	110	200	260	290	365	450	450	300	80	100	0
PG6*	Fleißscharte	2980	0	45	110	160	198	205	280	308	380	246	55	68	5
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	40	80	100	170	170	230	250	290	140	0	50	0
PF2	Fleißkees unten	2860	0	50	80	200	240	275	330	350	395	250	60	60	0
PF3	Fleißkees oben	2940	0	35	90	170	200	190	230	250	295	150	0	50	0
PF4	Pilatusscharte	2905	0	50	110	220	290	290	350	370	420	280	70	85	10

*) Mittelwert aus vier benachbarten Schneepiegel

Fortsetzung Tabelle 2 im Haushaltsjahr 2005/2006

Abweichungen vom Normalwert 1961 bis 1990

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	-40	-45	4	-19	-41	-22	-24	39	-64	-100	18	-22
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	-19	-38	1	-3	-3	-46	-40	-10	-92	-111	-2	-35
PG3	Steilhang	2878	0	-19	-41	-18	5	-51	-41	-67	-96	-70	-152	-29	-58
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	-18	-24	24	43	-15	1	-6	62	-56	-187	-58	-92
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	-15	-10	23	41	33	41	67	93	-18	-132	-25	-101
PG6	Fleißscharte	2980	0	-27	-28	-29	-32	-44	-27	-68	15	-83	-170	-86	-137
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	-19	-39	-53	-15	-44	-17	-56	9	-102	-126	-4	-40
PF2	Fleißkees unten	2860	0	-15	-51	16	-7	-7	-11	-50	-2	-104	-174	-111	-143
PF3	Fleißkees oben	2940	0	-10	1	63	75	48	32	4	48	-57	-91	-13	-58
PF4	Pilatusscharte	2905	0	-17	-25	44	67	36	47	7	64	-35	-124	-44	-98

Tabelle 3: Monatliche Niederschlagssummen im Hauhaltsjahr 2004/2005

Niederschlagsmessungen im Sonnblickgebiet Oktober 2004 bis September 2005
Einzugsgebiete von Goldberg-, Kleines Fleiß- und Wurtenkees, Werte in mm

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt- Apr	Mai- Sep	Okt- Sep	
Sonnblick Gipfel																		
TG4	Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	120	268	72	408	344	280	226	320	184	356	384	132	1718	1376	3094
TG5	Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	176	172	60	232	292	236	200	352	176	484	424	288	1368	1724	3092
	Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3080	217	107	77	158	104	73	152	153	86	171	fehlt	101	887	510	1397
	Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	85	172	62	198	168	126	155	262	138	254	fehlt	190	966	843	1810
Goldbergkees																		
	Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	105	38	15	69	46	48	69	97	95	208	162	115	390	677	1067
	Bucheoben	HD-Salzburg	1140	111	52	21	69	49	48	80	103	112	258	181	115	429	769	1198
	TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	243	125	36	115	180	47	165	136	86	347	204	258	911	1031	1942
	TG2 Radhaus	ZAMG	2117	300	128	80	104	64	92	204	104	36	332	180	180	972	832	1804
	TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	244	228	68	284	248	132	220	268	192	420	348	180	1424	1408	2832
Kleines Fleißkees																		
	Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	Daten nicht vorhanden														
	TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	72	148	152	188	116	92	136	116	76	328	244	64	904	828	1732
	TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	112	160	256	100	108	52	120	116	60	288	188	144	908	796	1704
	TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	96	136	220	208	188	112	176	164	124	380	300	168	1136	1136	2272
Wurtenkees																		
	Kleindorf	HD-Kärnten	735	184	91	59	17	20	4	77	58	57	158	104	85	450	462	912
	Innerfragant	HD-Kärnten	1195	171	80	59	37	33	15	89	47	66	251	135	89	483	588	1071
	TW1 Stausee	KELAG	2420	keine Monatswerte vorhanden,														
	TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	da Ablesung nicht immer zu														
	TW4 Steilabbruch	KELAG	2791	Monatsbeginn durchgeführt wurde.														

TA= teilautomatische Klimastation

Abweichung der Niederschlagssummen im Sonnblickgebiet Okt. 2004 bis Sept. 2005 vom
Normalwert 1961-1990

Einzugsgebiete von Goldberg-, Kleines Fleiß- und Wurtenkees, Werte in Prozent

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt- Apr	Mai- Sep	Okt- Sep	
Sonnblick Gipfel																		
TG4	Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	92	136	27	158	160	120	89	148	74	143	167	72	111	122	115
TG5	Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	103	81	25	93	142	97	66	124	53	137	125	115	84	110	97
	Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	252	96	72	157	113	65	123	112	76	144	fehlt	116	121	88	107
	Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	76	115	37	126	131	74	82	147	79	128	fehlt	139	90	95	93
Goldbergkees																		
	Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	159	54	22	111	98	91	111	93	70	130	104	112	91	103	98
	Bucheoben	HD-Salzburg	1140	153	66	27	99	93	76	108	97	78	163	110	107	88	113	103
	TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	166	91	28	90	171	35	90	81	41	175	102	175	94	112	103
	TG2 Radhaus	ZAMG	2117	221	94	75	118	63	84	149	59	18	184	92	122	119	92	105
	TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	153	110	35	139	163	64	98	122	72	163	140	93	106	119	112
Kleines Fleißkees																		
	Heiligenblut	HD-Kärnten	1380															
	TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	69	116	127	192	125	79	89	93	48	196	145	48	111	110	111
	TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	keine Mittelwerte vorhanden wegen Kürze der Reihe														
	TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	83	101	162	170	168	85	103	97	65	189	146	112	123	124	123
Wurtenkees																		
	Kleindorf	HD-Kärnten	735	274	121	153	48	67	9	139	74	67	166	104	114	132	106	117
	Innerfragant	HD-Kärnten	1195	240	89	116	77	70	30	122	50	62	217	112	107	112	113	113
	TW1 Stausee	KELAG	2420															
	TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511															
	TW4 Steilabbruch	KELAG	2791															

TA= teilautomatische Klimastation

Tabelle 4: Monatliche Niederschlagssummen im Hauhaltsjahr 2005/2006

Niederschlagsmessungen im Sonnblickgebiet Oktober 2005 bis September 2006

Einzugsgebiete von Goldberg-, Kleines Fleiß- und Wurtenkees, Werte in mm

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt-Apr	Mai-Sep	Okt-Sep
Sonnblick Gipfel																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	80	188	392	200	288	292	180	260	348	144	408	120	1620	1280	2900
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	188	164	388	88	220	288	152	320	340	256	488	164	1488	1568	3056
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3080	115	137	179	68	77	177	153	140	144	118	214	42	907	659	1566
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	40	123	215	88	94	206	195	196	266	143	353	83	960	1040	2000
Goldbergkees																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	41	43	74	27	19	44	86	160	118	125	203	44	334	650	984
Bucheoben	HD-Salzburg	1140	45	55	106	43	43	65	113	149	126	125	233	56	470	688	1158
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	179	72	254	107	24	79	215	186	154	93	233	79	930	745	1674
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	280	80	120	60	104	128	156	224	108	104	240	72	928	748	1676
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	260	136	320	120	160	256	244	312	140	124	384	120	1496	1080	2576
Kleines Fleißkees																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	Daten nicht vorhanden														
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	196	152	120	60	124	112	72	128	132	252	160	96	836	768	1604
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	140	defe	defe	60	40	72	56	152	96	204	248	52	368	752	1120
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	192	56	180	120	96	196	108	212	228	200	300	104	948	1044	1992
Wurtenkees																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	130	54	41	13	34	30	62	97	66	68	135	55	364	420	783
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	111	49	44	10	43	35	52	128	77	145	161	66	343	576	920
TW1 Stausee	KELAG	2420	keine Monatswerte vorhanden, da Ablesung nicht immer zu Monatsbeginn durchgeführt wurde.														
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511															
WT4 Steilabbruch	KELAG	2791															

TA= teilautomatische Klimastation

Abweichung der Niederschlagssummen im Sonnblickgebiet Okt. 2005 bis Sept. 2006 vom Normalwert 1961-1990

Einzugsgebiete von Goldberg-, Kleines Fleiß- und Wurtenkees, Werte in Prozent

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt-Apr	Mai-Sep	Okt-Sep
Sonnblick Gipfel																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	61	96	150	78	134	125	71	120	139	58	177	66	104	113	108
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	110	77	164	35	107	119	50	112	101	73	144	66	92	100	96
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	134	122	168	68	84	157	123	103	128	100	175	49	124	114	120
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	36	82	130	56	73	122	104	110	152	72	179	61	90	118	102
Goldbergkees																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	62	61	109	44	40	83	139	154	87	78	130	43	78	99	91
Bucheoben	HD-Salzburg	1140	63	69	138	61	81	104	153	140	87	79	142	52	96	101	99
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	123	52	195	84	23	59	117	111	74	47	116	54	96	81	89
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	206	59	112	68	102	116	114	127	53	58	122	49	114	83	97
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	164	66	166	59	105	124	108	142	53	48	155	62	111	91	102
Kleines Fleißkees																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380															
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	188	119	100	61	133	97	47	102	83	151	95	73	103	102	103
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	keine Mittelwerte vorhanden wegen Kürze der Reihe														
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	166	41	132	98	86	150	63	125	119	100	146	69	103	114	108
Wurtenkees																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	194	72	107	37	113	71	111	123	77	71	134	74	106	97	101
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	156	55	86	20	91	68	72	137	72	125	133	80	80	111	97
TW1 Stausee	KELAG	2420															
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511															
WT4 Steilabbruch	KELAG	2791															

TA= teilautomatische Klimastation

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel (H=3105 m) aus dem Jahr 2005

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)		Bewölkung in Zehntel	Niederschlag		Zahl der Tage mit				Tage			Sonnen-scheindauer (h)	Windstärke Mittel* (m/s)	
	Mittel	Max	Min	Mittel**	Max		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	gr.gl.0.1mm	Schnee-fall***	Nebel	Sturm	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)			Eis (Max<0)
Jan	690,3	706,5	673,4	-13,1	0,5	-26,4	183	40	18	18	17	6	10	31	29	137	9,2	
Feb	682,9	699,1	670,3	-16,8	-3,9	-30,3	132	24	15	23	8	4	14	28	28	89	8,9	
Mar	689,0	705,3	672,5	-10,6	2,2	-30,0	103	20	18	19	5	3	10	31	29	167	7,5	
Apr	691,5	701,0	677,1	-6,9	0,0	-16,3	178	28	21	23	5	4	15	30	29	137	7,3	
Mai	697,4	706,5	684,4	-2,0	8,8	-11,4	210	32	18	20	3	2	14	25	16	210	6,5	
Jun	701,3	710,1	692,5	1,0	10,8	-10,7	112	31	17	4	2	1	15	16	5	161	5,9	
Jul	700,7	707,9	693,8	2,6	12,9	-6,5	217	28	22	6	4	0	16	18	0	185	6,6	
Aug	699,7	709,5	691,5	0,9	8,9	-7,4	196	24	21	7	8	0	18	16	3	122	6,9	
Sep	700,9	708,9	691,6	0,3	6,5	-7,8	155	38	21	10	4	1	13	19	3	122	5,9	
Okt	700,7	707,8	694,1	-1,1	5,9	-9,8	78	18	8	8	2	12	9	25	13	211	7,8	
Nov	691,4	706,6	669,6	-8,7	3,6	-21,0	130	19	17	17	2	4	10	30	23	122	8,0	
Dez	686,1	700,9	670,2	-13,9	-5,0	-24,0	193	35	23	23	14	4	10	31	31	100	9,7	
Jahr	694,3	710,1	669,6	-5,7	12,9	-30,3	1887	40	219	159	74	41	154	300	209	1763	7,5	

Statistische Jahres-Vergleichswerte der Normalperiode 1961 bis 1990

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)		Bewölkung in Zehntel	Niederschlag		Zahl der Tage mit				Tage			Sonnen-scheindauer (h)	Windstärke (m/s)	
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	gr.gl.0.1mm	Schnee-fall	Nebel	Sturm	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)			Eis (Max<0)
Max	696,3	717,1		-4,5	15,0	7,3	2045	102	253	219	146	76	184	336	271	1982	9,2	
Mittel	693,6	710,5	666,8	-5,8	11,4	6,8	1621	42	203,5	164,6	37,2	38,6	159,3	315,6	244,8	1711,3	6,7	
Min	690,9		654,4	-7,0	-34,3	6,1	1250	173	173	134	11	15	124	290	221	1511	4,9	

* (7+14+19)/3

** (7+19+max+min)/4

*** nur Schnee, kein gemischter Niederschlag

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel (H=3105 m) aus dem Jahr 2006

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)		Bewölkung in Zehntel	Niederschlag		Zahl der Tage mit				Tage			Sonnen-scheindauer (h)	Windstärke Mittel (m/s)		
	Mittel	Max	Min	Mittel**	Max		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	gr.gl.0.1mm	Schnee-fall***	Nebel	Sturm	gr.gl.8Bft (<2/10)	heitere (>8/10)	trübe (Min<0)			Frost (Max<0)	Eis
Jan	691,8	700,4	679,5	-12,4	-3,1	-21,9	4,5	77	14	14	8	11	11	31	31	166	9,2		
Feb	684,4	697,5	674,2	-13,6	2,5	-22,5	6,2	84	18	18	10	5	11	28	26	114	9,0		
Mar	684,1	697,6	671,9	-12,1	0,9	-26,4	7,6	195	24	24	11	3	17	31	30	140	9,1		
Apr	691,3	700,1	681,1	-6,9	1,7	-16,3	7,8	174	21	21	5	1	17	30	28	142	7,1		
Mai	696,7	707,3	683,6	-3,3	4,1	-13,1	7,8	161	25	23	9	1	17	31	18	150	6,6		
Jun	702,4	708,0	692,0	0,4	10,3	-12,3	7,3	204	21	7	3	0	14	13	11	179	6,8		
Jul	706,5	713,1	698,5	5,5	12,8	-1,8	6,5	109	18	0	0	2	12	2	0	229	4,4		
Aug	696,3	704,4	687,9	-0,8	6,4	-7,3	8,9	279	27	17	9	0	23	26	9	64	6,8		
Sep	701,4	709,7	693,7	2,8	10,1	-5,4	5,9	80	10	0	3	4	10	13	0	215	5,3		
Okt	698,9	708,4	689,7	-0,4	7,2	-8,3	5,9	93	13	4	9	5	10	22	10	191	8,1		
Nov	695,8	706,2	677,2	-5,8	3,6	-20,4	6,2	145	16	16	14	4	10	28	20	129	9,8		
Dez	698,4	708,3	683,4	-7,1	0,5	-17,2	4,1	71	14	14	4	12	7	31	30	160	8,7		
Jahr	695,7	713,1	671,9	-4,5	12,8	-26,4	6,6	1672	46	158	241	85	48	159	286	213	1879	7,6	

Statistische Jahres-Vergleichswerte der Normalperiode 1961 bis 1990

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)		Bewölkung in Zehntel	Niederschlag		Zahl der Tage mit				Tage			Sonnen-scheindauer (h)	Windstärke (m/s)		
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	gr.gl.0.1mm	Schnee-fall	Nebel	Sturm	gr.gl.8Bft (<2/10)	heitere (>8/10)	trübe (Min<0)			Frost (Max<0)	Eis
Max	696,3	717,1		-4,5	15,0	7,3	2045	102	253	219	318	146	76	184	336	271	1982	9,2	
Mittel	693,6	710,5	666,8	-5,8	11,4	6,8	1621	42	203,5	164,6	270,6	37,2	38,6	159,3	315,6	244,8	1711,3	6,7	
Min	690,9	654,4		-7,0	-34,3	6,1	1250	173	173	134	234	11	15	124	290	221	1511	4,9	

* (7+14+19)/3

** (7+19+max+min)/4

*** nur Schnee, kein gemischter Niederschlag

