

101. - 102. Jahresbericht  
des Sonnblick-Vereines  
für die Jahre 2003 - 2004



---

Eigenverlag des Sonnblick-Vereines  
Wien 2006



# 101. - 102. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 2003 - 2004

---

Eigenverlag des Sonnblick-Vereines, Wien 2006

Redaktion: Ingeborg Auer

Graphik, Layout: Sophie Debit

## Nachruf auf Dr. Wilhelm Schwabl, 1909-2003



Am 9. November 2003 ist der langjährige Vorsitzende und Ehrenvorsitzende des Sonnblick-Vereins, Herr Dr. Wilhelm Schwabl im 95. Lebensjahr verstorben. Am 8. März 1909 in Wien geboren musste er das Schicksal seiner Generation teilen, von allen Tiefen und Höhen des 20. Jahrhunderts betroffen zu sein. Er studierte an der Universität Wien Physik und Meteorologie und promovierte bereits mit 23 Jahren. Von 1932 – 35 war er Assistent bei Prof. Wilhelm Schmidt an der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik.

Danach wurde er als aktiver Segelflieger wissenschaftlicher Mitarbeiter beim Österr. Aero Klub. In dieser Zeit verfasste Dr. Schwabl eine "Flugmeteorologie", die im Springer Verlag Wien erscheinen sollte, wozu es aber nach Ausbruch des Weltkrieges nicht mehr kam. Nach der Kriegszeit, in der er Luftwaffen-Meteorologe war, fand er keine einschlägige fachliche Beschäftigung mehr und nahm eine Stelle beim Springer Verlag an. Dort arbeitete er sich von einer einfachen Bürokraft bis zum Verlagsdirektor empor.

Dr. Schwabl hat aber nie seine meteorologischen Wurzeln vergessen und sich nicht nur als Verleger für dieses Fach eingesetzt sondern auch am wissenschaftlichen Leben beteiligt. Als er 1974 die Wahl zum Vorsitzenden des Sonnblick Vereins annahm, steuerte das Observatorium gerade auf die schwierigste Krise seit seiner Gründung zu. Trotz laufender Sanierungsarbeiten hatte sich der Bauzustand nämlich so verschlechtert, dass sich die Entscheidung auf die Alternativen Stilllegung oder vollständige Erneuerung zuspitzte.

Unter Dr. Schwabls Vorsitz gelang es dann Schritt für Schritt die Weichen in Richtung Neubau zu stellen. Bei der praktischen Durchführung konnte er sich dabei auf einen kongenialen Partner, dem Generalsekretär des Vereins, Herrn Dr. Otto Motschka, stützen, dem es gelang dieses der extremen Hochgebirgslage entsprechend komplexe Neubauprojekt zeitgerecht bis zum 100 Jubiläum des Observatoriums 1986 zu realisieren. Im selben Jahr wurde ihm das Große Goldene Ehrenzeichen der Republik Österreich verliehen.

1987 konnte Dr. Schwabl dann den Vorsitz, der bis dahin zwar auch eine Ehre vor allem aber eine Bürde gebildet hat, in jüngere Hände übergeben. Der Verein dankte ihm mit der Wahl zum Ehrenvorsitzenden. Besonders gefreut hat ihn das sich im neuen Sonnblick Observatorium entwickelnde blühende wissenschaftliche Leben, das weit über das Fachgebiet der Meteorologie hinaus reicht.

Dass das Sonnblick-Observatorium heute noch existiert und als Forschungsstätte den Kriterien eines "centers of excellence" der EU entspricht, daran hat Dr. Schwabl entscheidenden Anteil, wofür wir immer ein ehrendes Andenken an ihn bewahren werden.

Peter Steinhauser

# Inhalt

F. Walter, K. Ettinger und H. Fink: Cadmium-reiche Fahlerzeinschlüsse in Galenit aus alpinen Klüften und Tauerngoldgängen in der Goldberggruppe, Hohe Tauern, Salzburg, Kärnten.....	5
W. Günther: Gold- und Silberbergbau am Hohen Sonnblick Arbeit und Betrieb, Werkzeug und Gerät .....	17
I. Auer: Der Zustand der Gletscher im Sonnblickgebiet in den Gletscherhaushaltsjahren 2001/2002, 2002/03 und 2003/04.....	27
B. Hynek und W. Schöner: Massenhaushalt 2001/2002 der Gletscher in der Goldberggruppe .....	37
B. Hynek und W. Schöner: Massenhaushalt 2002/2003 der Gletscher in der Goldberggruppe .....	54
H. Holzmann, G. Koboltschnig, F. Neuschitzer, E. Kostner und W. Schöner: Projekt: Monitoring von Schmelzwasserabflüssen der Gletscher Goldbergkees, Kleines Fleisskees und Wurtenkees .....	72
Vereinsnachrichten und Tätigkeitsberichte, Wissenschaftsbericht 2003-2004 .....	75
I. Auer, R. Böhm und B. Hynek: Messergebnisse 2001/2002, 2002/2003 und 2003/2004 im Sonnblickgebiet .....	94

# CADMIUM-REICHE FAHLERZEINSCHLÜSSE IN GALENIT AUS ALPINEN KLÜFTEN UND TAUERNGOLDGÄNGEN IN DER GOLDBERGGRUPPE, HOHE TAUERN, SALZBURG, KÄRNTEN.

Franz Walter, Karl Ettinger, Graz und Hubert Fink, Gratkorn

## Zusammenfassung

Vergleichende mineralogische Untersuchungen an Fahlerzeinschlüssen in Galenit aus zwei alpinen Klüften (Windischkopf, Salzburg und Brettsee, Kärnten) und zwei Erzlagerstätten vom Typus Tauerngoldgang (Parzissel und Zirknitzbach, Kärnten) zeigen bemerkenswert hohe Konzentrationen von Cadmium. Mit  $(\text{Cu}_{6.9} \text{Ag}_{3.1})_{10} (\text{Cd}_{1.9} \text{Zn}_{0.1})_2 \text{Sb}_4 \text{S}_{13}$  wurde das bisher Cadmium-reichste Fahlerz (Tetraedrit) aus der Goldberggruppe gefunden. Wegen des sehr ähnlichen chemischen und paragenetischen Auftretens der Fahlerzeinschlüsse kann eine zeitlich und stofflich gleiche Bildung der Vererzungen in den alpinen Klüften und der silberreichen Pb-Zn-Cu-Paragenese der Tauerngoldgänge angenommen werden.

## Summary

Comparative mineralogical studies on inclusions of fahlores in galena from two locations of alpine clefts (Windischkopf, Salzburg and Brettsee, Carinthia) and two vein-type Au-Ag-deposits (Typus Tauerngoldgang) (Parzissel and Zirknitzbach, Carinthia) exhibit remarkable high concentrations of cadmium. With  $(\text{Cu}_{6.9} \text{Ag}_{3.1})_{10} (\text{Cd}_{1.9} \text{Zn}_{0.1})_2 \text{Sb}_4 \text{S}_{13}$  the so far Cadmium-richest fahlore (Tetrahedrite) from the Goldberggruppe is reported. The similar chemical and paragenetical occurrences of the fahlores from these four locations suggest the same contemporaneous genesis for the silver-rich Pb-Zn-Cu paragenesis from vein-type deposits and the alpine cleft-ore-mineralisation.

## Keywords

Hohe Tauern, Windischkopf, Brettsee, Parzissel, Zirknitztal, fahlore, Cadmium, alpine clefts, vein-type Au-Ag-deposit

## Einleitung

Seit vielen Jahrzehnten werden mineralogisch-topographische Studien in den Hohen Tauern durchgeführt. Besonders das Gebiet Rauris-Sonnblick-Hocharn ist wegen seiner Mineralvielfalt dabei auch international bekannt geworden. Ab 1987 werden im Rahmen von Forschungsprojekten im Nationalpark Hohe Tauern mineralparagenetische Untersuchungen und eine Dokumentation von alpinen Klüften durchgeführt, um Hinweise auf die Genese der Mineralisationen zu gewinnen (Projekt 13/03-68/84-1999 „Mineralogische Forschungen im Nationalpark Hohe Tauern“). Mit den daraus erzielten Ergebnissen erhält man auch Informationen zur geologischen Entwicklung des Alpenkörpers in der Spätphase der alpidischen Gebirgsbildung.

Im Laufe der letzten 120 Jahre, besonders aber im Zuge des oben genannten Nationalparkprojektes, konnten vor allem durch die Mitarbeit erfahrener Mineraliensammler zahlreiche Neu- und Erstbeschreibungen von Mineralarten für Österreich gemacht werden. Das alljährliche Sammelmateriale wird von Erdwissenschaftlern des

Naturhistorischen Museums Wien, des Landesmuseums Joanneum Graz und der Universitäten Salzburg und Graz untersucht. Die Ergebnisse werden teils in nationalen aber auch internationalen Zeitschriften veröffentlicht.

## Themenstellung

Erzminerale in alpinen Klüften treten besonders häufig im Bereich der Goldberggruppe, Salzburg, Kärnten auf. Es war daher naheliegend, diese Mineralisationen mit den Mineralparagenesen der in der Goldberggruppe auftretenden „Tauerngoldgänge“ zu vergleichen, um vorhandene genetische Gemeinsamkeiten nachzuweisen. Als dazu besonders geeignetes Erzmineral bietet sich Galenit an, der in alpinen Klüften bis zu dm-grossen Einkristallen vorkommt und in den Tauerngoldgängen dominierend in der Paragenese der silberhältigen Sulfosalze mit Sphalerit und Chalkopyrit auftritt.

Bleiglanz (Galenit, PbS) aus einer alpinen Kluft mit typischer Sekundärmineralisation nennt bereits MEIXNER (1958) nahe des Gipfels auf der Nordseite vom Hohen Goldberg in Richtung Alteck. Ein spektakulärer Neufund von Galenit aus einer alpinen Kluft vom Windischkopf war Anlass, diesen Typ einer alpinen Kluftmineralparagenese mit anderen Vorkommen vergleichend zu untersuchen (PLOBERGER 2000; WALCHER 2000).

## Geologisches Umfeld

Die Goldberggruppe ist geologisch gesehen Teil des Tauernfensters und liegt zum Grossteil im Sonnblickkern, der überwiegend aus Zentralgneis aufgebaut wird. Nach EXNER (1964) bildet der Sonnblickkern eine „Gneiswalze“, mit einer Erstreckung von rd. 40 km vom Hocharn im NW bis nach Mühldorf im unteren Mölltal im SE. Diese ist durch alpidische Einengungstektonik des variszisch intrudierten Sonnblickgranites entstanden. Überwiegend ist ein porphyrischer Granitgneis mit bis 10 cm großen Alkalifeldspat-Einsprenglingen (Augengneis) vorhanden, untergeordnet treten konkordant feinkörniger Granodioritgneis und Quarzit sowie den Granitgneis diskordant durchschlagende Aplitgänge auf. Weiters sind auch Metavulkanite wie Amphibolit (metamorpher Basalt), Epidot-Hornblendegneise (Andesite) sowie Albitgneise (Rhyolithe) im Sonnblickkern enthalten.

Die letzte Metamorphose erreichte nach der alpinen Deckenüberschiebung vor 40-30 Ma mit Maximaltemperaturen um 500°C die untere Amphibolitfazies.

Daran anschließende isostatische Ausgleichsbewegungen bewirkten eine kuppelförmige Aufwölbung und Hebung dieses Gebirgskörpers. Die darüber gelagerten ostalpinen Decken sind dabei abgeglitten, sodass in der Folge das Tauernfensters entstand. Durch diese Aufwölbung verbunden mit einer starken Dehnung (tektonische Zerrung) der bereits festen Gesteine kam es zur Bildung von alpinen Klüften (Zerrklüften). Diese verlaufen mehr oder weniger senkrecht zur Schieferung, mit Kluftrichtungen meist nahe N-S. Die Kluftbreite beträgt oft nur wenige cm, selten aber bis zu 2m mit einer Klufterstreckung von < 1m bis in den Zehnermeterbereich.

Bei der Bildung der Klüfte sind die durch die Metamorphose im Nebengestein vorhandenen noch heißen wässerigen Lösungen in die Hohlräume eingedrungen. Dabei wurden bereits gebildete Minerale des Nebengesteines im Bereich der Kluftwände teils wieder aufgelöst. Bei der fortschreitenden Abkühlung dieser nun auch mit den mineralischen Substanzen gesättigten Lösungen kommt es zur Kristallisation der „alpinen Kluftminerale“ beginnend mit bei hohen Temperaturen (um 500°C) gebildeten Mineralarten wie z.B. Quarz (Bergkristall), Feldspäte (Adular, Albit), Calcit usw. bis zu den tieferen Bildungstemperaturen der Zeolithminerale (300-50°C).

Die in den Klüften gebildeten Kristalle sind meist idiomorph (mit eigener äußerer Kristallgestalt) entwickelt, da sie genügend Platz zur Kristallisation aus der wässerigen Lösung im Kluft Hohlräum hatten. Auch ist die Mineralabfolge durch das Auf- bzw. Überwachsen der jüngeren Mineralarten über den älteren ersichtlich. Die in einer alpinen

Kluft auftretenden Mineralarten sind meist abhängig vom umgebenden Gesteinschemismus, so treten für unterschiedliche Nebengesteine auch dementsprechende Mineralparagenesen in den alpinen Klüften auf. Es können aber auch Minerale, deren Chemismus nicht aus dem umgebenden Gestein entstammt, in diesen Klüften gebildet werden. Der Elementgehalt dieser Mineralarten wird durch hydrothermale Prozesse aus einem größeren geologischen Umfeld geliefert (z.B.: Vererzungen).

Eine ebenfalls junge hydrothermale Erzmineralisation ist an die tiefgreifenden NNE-SSW-streichenden Strukturen der Tauerngoldgänge gebunden (FEITZINGER & PAAR 1991).

## Topographie und Probenahme

Aus dem Gebiet des Grossen Zirknitztales, Kärnten wurden drei Vorkommen (B, C, D) und vom Windischkopf, Salzburg ein Vorkommen (A) beprobt (Abb.1).

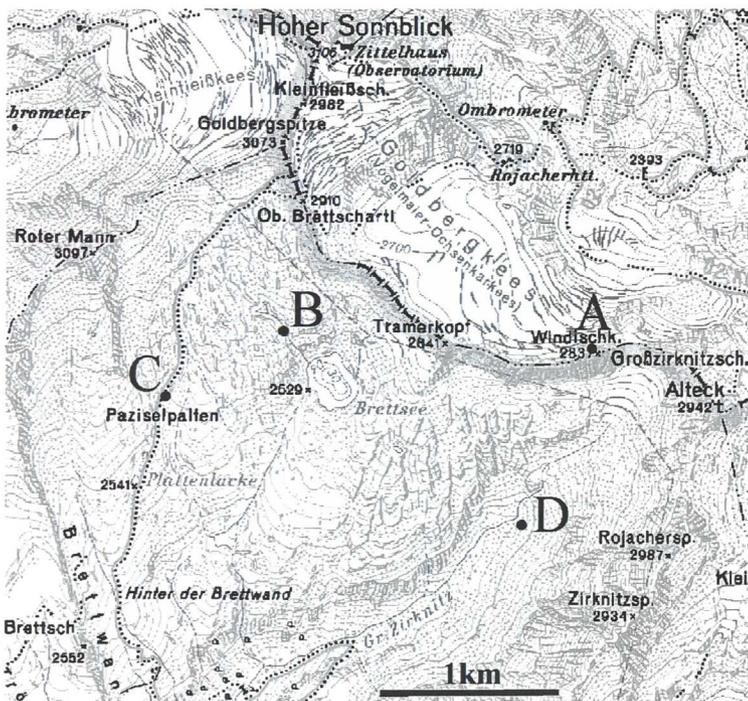


Abb.1: Topographische Karte mit eingetragenen Probenfundpunkten:  
A: Windischkopf B: Brettsee C: Pazissel D: Zirknitzbach

### Windischkopf (A)

Im Granitgneis der Nordwand des Windischkopfes, Salzburg, in rd. 2770 m SH wurde im August 1998 von den Projektmitarbeitern R. MOSER (verst.2001), K. PIRCHNER, L. RASSER und H. FINK eine durch Erosion freigelegte alpine Kluft entdeckt, die neben Quarzkristallen bis 12cm große Galenitkristalle führte. Ein Teil der Kluft mit ihrem Mineralinhalt war durch Erosion bereits zerstört und abgestürzt, die restliche Kluft weist Abmessungen von rd. 15cm x 40cm x 100cm (breit x hoch x tief) auf. Auffallend war die Menge an Galenit mit 5 großen (10-12cm) und ca. 20 kleineren (2-4cm) Einzelkristallen, die teils auch in kleinen Gruppen mit regelloser Verwachsung vorliegen (Abb. 2).

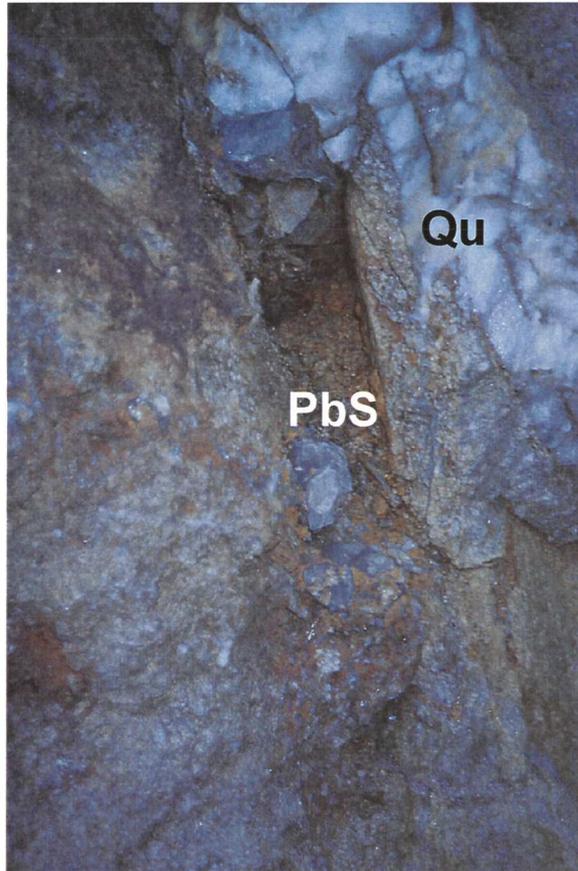


Abb. 2: Alpine Kluft mit Derbyquarz (Qu) und idiomorphe Galenitkristalle (PbS), Windischkopf, Salzburg. Bildbreite 1m

Die Kristalle sind stark korrodiert und rissig und zeigen bereits makroskopisch eine teilweise Umwandlung zu Cerussit –  $\text{Pb}(\text{CO}_3)$  – (Abb. 3), an Kristallformen tritt die Kombination von Würfel und Oktaeder auf (Abb. 4). Bereits im Handstück kann auch die Mineralabfolge Galenit auf Quarz erkannt werden. Aus polierten Anschliffen ist ersichtlich, dass tropfenförmige Galeniteinschlüsse im Quarz nur in der äußeren Prismen-Wachstumszone auftreten und somit die Bildung der Quarzkristalle bereits vorher einsetzte (Abb.7).

Neben Cerussit kommt über Galenit reichlich Wulfenit –  $\text{Pb}(\text{MoO}_4)$  – vor (Abb. 5).

An weiteren Verwitterungsmineralen konnten Azurit –  $\text{Cu}_3(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_2$  –, Malachit –  $\text{Cu}_2(\text{CO}_3)(\text{OH})_2$  –, Aurichalcit –  $(\text{Zn},\text{Cu})_5(\text{CO}_3)_2(\text{OH})_6$  –, Hemimorphit –  $\text{Zn}_4(\text{Si}_2\text{O}_7)(\text{OH})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$  –, Bindheimit –  $\text{Pb}_2\text{Sb}_2\text{O}_6(\text{O},\text{OH})$  –, Sympleksit –  $\text{Fe}_3(\text{AsO}_4)_2 \cdot 8(\text{H}_2\text{O})$  – und Goethit –  $\text{FeO}(\text{OH})$  – bestimmt werden (NIEDERMAYR et al. 1999).



Abb. 3: Bruchstück eines Galenitkristalles vom Windischkopf, Salzburg mit deutlich erkennbaren Korrosionskanälen, die mit Cerussit (weiß) und Wulfenit (gelborange) teilweise gefüllt sind. Bildbreite 2 cm.



Abb. 4: Stark korrodierter Galenitkristall vom Windischkopf, Salzburg. Würfel und Oktaeder sind als Kristallformen kombiniert. Teilweise Skelettwachstum nach dem Oktaeder erkennbar.

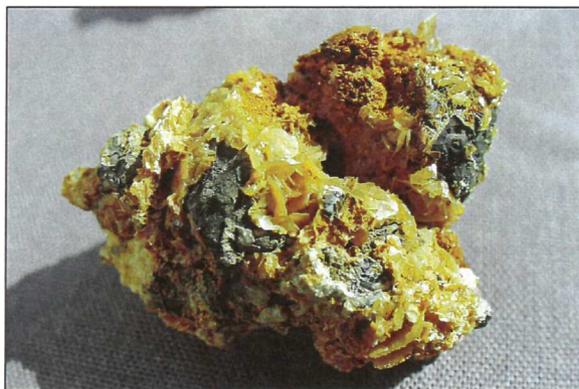


Abb. 5: Wulfenitkristalle (gelb) auf Galenit. Windischkopf, Salzburg. Bildbreite 3cm.

## Brettsee (B)

Alpine Kluft im Granitgneis in der steilen Felsrinne NE Brettsee in ca. 2660 m SH, Kärnten. Die Mineralparagenese dieser rd. 5cm x 20cm x 50cm (breit x hoch x tief) messenden Kluft entspricht nahezu jener vom Windischkopf. Zahlreiche bis 2cm große idiomorphe Galenitkristalle (Würfel+Oktaeder-Kombination) sind teils stark korrodiert und oberflächlich in Cerussit umgewandelt.

Als mengenmäßig überwiegendes Mineral tritt Quarz in bis 5cm langen steilrhomboedrigen, teils wasserklaren Bergkristallen mit vereinzelt tropfenförmigen Galeniteinschlüssen (Abb. 6) in der äußeren Prismenzone auf. Als Verwitterungsbildungen kommt neben reichlich rostbraunem Limonit (vorwiegend Goethit) nach einem völlig umgewandeltem Eisenkarbonat (wahrscheinlich Siderit), Cerussit und Anglesit – Pb(SO<sub>4</sub>) – auch häufig Wulfenit in bis 2mm großen orangegelben, dicktafeligen Kristallen vor.



Abb. 6: Tropfenförmig eingeschlossener Galenit in der äußeren Prismenzone von Bergkristall, Brettsee, Grosses Zirknitztal, Kärnten. Bildbreite 1 cm.

Zu Vergleichsuntersuchungen wurden Galenitproben von Erzhalden der Tauerngoldgänge am oberen Parzissel (C) (topogr. auch Pazisel) in rd. 2600 m SH sowie von einer durch Bergsturzböcke überrollten Erzhalde im hinteren Grossen Zirknitztal nahe dem Zirknitzbach (D) orographisch links in rund 2270 m SH gesammelt.

## Experimentelles

Von den Galenitkristallen der alpinen Klüfte Windischkopf und Brettsee, sowie von den Erzproben der Halden vom oberen Parzissel und Zirknitzbach wurden Erzanschliffe hergestellt und mittels Auflichtmikroskopie sowie energiedispersiver und wellenlängendispersiver Elektronenstrahlmikroanalyse untersucht (Jeol JSM-6310, 20 KV, 5nA, Quantitative Analytik über phi-rho-Z, verwendete Standards: CuFeS<sub>2</sub> (Cu,Fe,S), Cu<sub>11</sub>FeSb<sub>4</sub>S<sub>13</sub> (Cu, Sb), ZnS (Zn), PtAs<sub>2</sub> (As), Silber-Metall (Ag), Cadmium-Metall (Cd), PbS (Pb)). Die Mineralphasen wurden zusätzlich mittels Röntgenpulverdiffraktometeraufnahmen (Siemens D5000, Cu-Strahlung, TwinGöbelspiegel) bzw. mittels Röntgenmikrodiffraktometer (BrukerAXS, GADDS, Cu-Strahlung) überprüft.

## Ergebnisse und Diskussion

Aus elektronenmikroskopischen Aufnahmen mittels rückgestreuter Elektronen (Abb. 7-11) sind zahlreiche Einschlüsse im Galenit zu erkennen. Folgende Minerale wurden nachgewiesen:

Windischkopf: Tetraedrit, Polybasit und Chalkopyrit,

Brettsee: Tetraedrit, Polybasit und Pyrrargyrit,

Parzissel: Tetraedrit, Polybasit, Boulangerit, Freieslebenit und Chalkopyrit,

Zirknitzbach: Tetraedrit und Polybasit.

Diese Erzminerale treten dabei in Dimensionen von wenigen  $\mu\text{m}$  bis rd.  $150 \mu\text{m}$  auf.

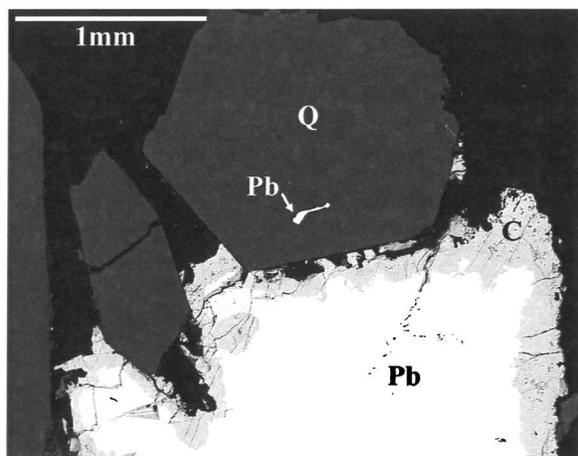


Abb. 7: Rückstreuelektronen-Bild (BSE) von Galenit (Pb) in der Paragenese mit Quarz (Q) und Cerussit (C). Galenit (Pb) tritt auch als Einschluss in der äußeren Prismenzone des Quarzkristalles auf. Im Galenit sind zahlreiche kleine graue Einschlüsse zu sehen. Windischkopf, Salzburg.

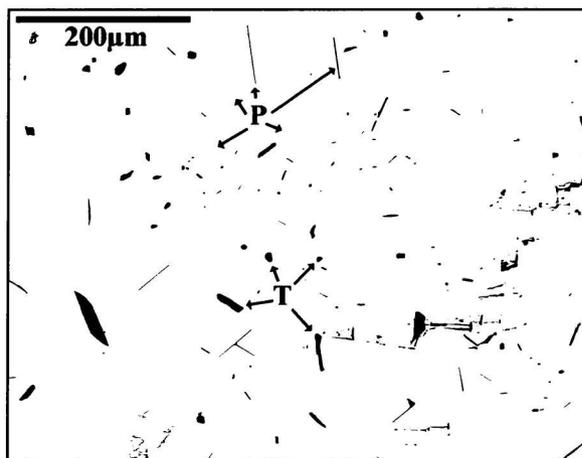


Abb.8: Detail aus Abbildung 7. Zahlreiche hellgraue Nadeln aus Polybasit (P) und dunkelgraue Tröpfchen bis leistenförmige Einschlüsse von Tetraedrit (T) im Galenit (weiß). Windischkopf, Salzburg. BSE-Bild

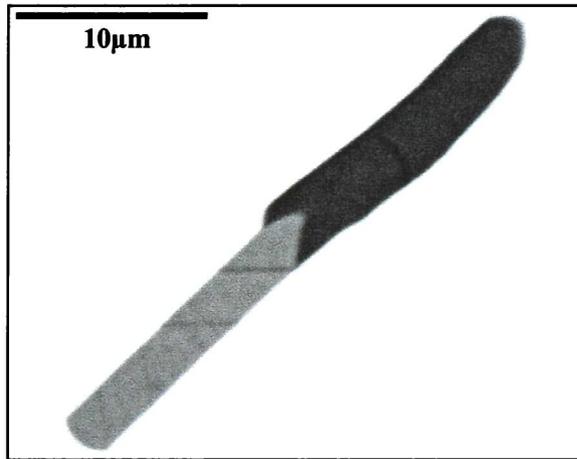


Abb.9: Polybasit (hellgrau) verwachsen mit Tetraedrit (dunkelgrau) im Galenit (weiß), Windischkopf, Salzburg. BSE-Bild

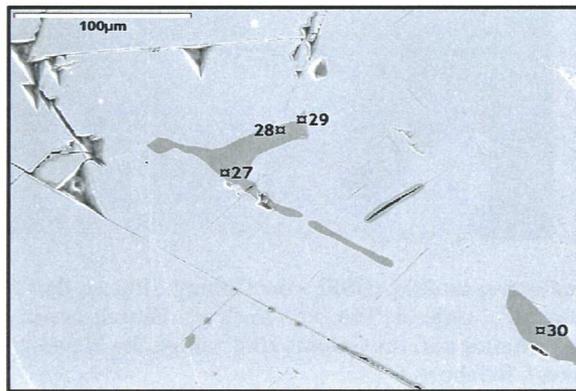


Abb.10: Polybasit (Analysepunkt 29) und Tetraedrit (Analysepunkte 27, 28 und 30) im Galenit (hellgrau), Zirknitzbach, Grosses Zirknitztal, Kärnten. BSE-Bild

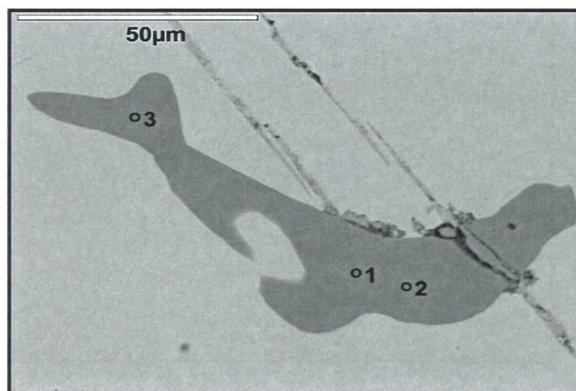


Abb.11: Tetraedrit (Analysepunkte 1-3) im Galenit (hellgrau), Parzissel, Grosses Zirknitztal, Kärnten. BSE-Bild

Tetraedrit, ist ein Mineral der Fahlerzgruppe, in deren Kristallstruktur eine Vielfalt an unterschiedlichen Elementen eingebaut werden kann. Die allgemeine chemische Formel der Fahlerzgruppe wird nach JOHNSON et al. (1986) mit  $(\text{Cu,Ag})_6^{[3]} \text{Cu}_4^{[4]} (\text{Cu,Fe,Zn,Hg,Cd})_2^{[4]} (\text{Sb,As,Bi,Te})_4 (\text{S,Se})_{13}$  angegeben.

Zwischen den beiden häufigsten Mineralen der Fahlerzgruppe, Tetraedrit ( $\text{Cu}_{12}\text{Sb}_4\text{S}_{13}$ ) und Tennantit ( $\text{Cu}_{12}\text{As}_4\text{S}_{13}$ ) besteht vollständige Mischbarkeit. Silberreiches Fahlerz wird als Freibergit bezeichnet mit  $\text{Ag} > \text{Cu}$  in der Dreierkoordination  $((\text{Ag}, \text{Cu})_6^{[3]})$  und maximal 6 Ag-Atomen in der Formeleinheit. Weitere Namen von Mineralen der Fahlerzgruppe sind durch die jeweils vorherrschenden Elementverteilungen definiert.

In allen Erzanschliffen der 4 Probenfundorte wurde Tetraedrit bestimmt mit den Elementgehalten Cu, Ag, Zn, Fe, Cd, S und Sb über der Nachweisgrenze der energie- bzw. wellenlängendispersiven Elektronenstrahlmikroanalyse.

In den meisten Tetraedritkörnern war das Element Cadmium in überraschend hoher Konzentration vorhanden. So enthalten der Tetraedrit vom Zirknitzbach bis 11.1 Element-Gew.-%, Parzissel bis 8.8 %, Brettsee 4.1% und Windischkopf bis 7.1% Cadmium.

Arsen konnte in diesen Proben im Fahlerz nicht nachgewiesen werden.

Die Summe der Formelkoeffizienten von Kupfer und Silber erreichen stets rund 10. Zink, Eisen und Cadmium ergeben rund 2, wobei (Zn+Fe) und Cd eine negative Korrelation aufweisen.

Der Nachweis der bemerkenswert hohen Cadmiumgehalte von Fahlerzen aus dem Grossen Zirknitztal war bereits durch Ploberger (2000) mit sowohl energie- als auch wellenlängendispersiven Elektronenstrahlmikroanalysen gelungen. Energiedispersiv ist beim silberhaltigen Tetraedrit ein vorhandener Cadmiumgehalt durch Überlagerung der  $\text{AgL}\beta_1$ -Linie mit  $\text{CdL}\alpha$  in der Weise ersichtlich, dass die relativ zu  $\text{AgL}\beta$  zu erwartende geringere Intensität für  $\text{AgL}\beta_1$  ( $I = 0.5 I [\text{AgL}\alpha]$ ) stark ansteigt und sogar in einigen Analysen  $\text{AgL}\alpha$  übertrifft (Abb. 12). Die Anwesenheit von Cd neben Ag im Fahlerz ist energiedispersiv durch die geringe spektrale Auflösung nur bei höheren Cadmiumgehalten ( $>2\%$ ) offensichtlich, wurde aber durch die wellenlängendispersive Spektrometrie eindeutig nachgewiesen.

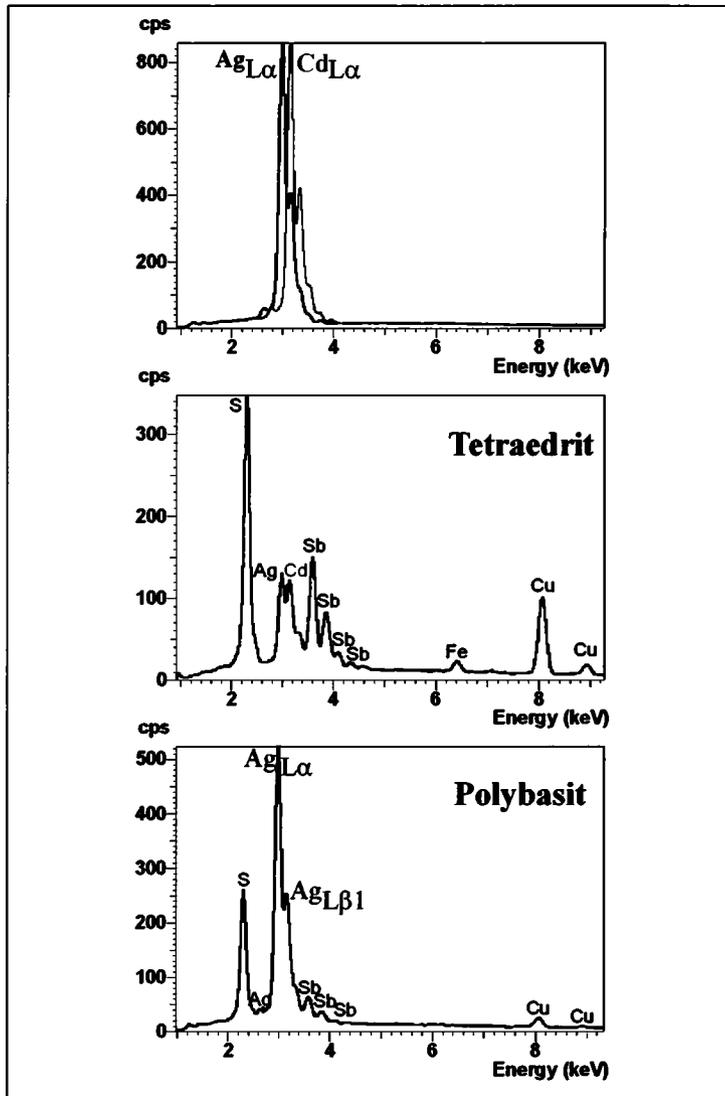


Abb.12: Energiedispersive Spektren für Silber- und Cadmium-Metall (oben); Tetraedrit-Cd-hältig (Mitte) und Polybasit, Cd-frei (unten) Deutlich ist die Intensitätsänderung für  $Ag-L_{\beta 1}$  bei Überlagerung mit  $Cd-L_{\alpha}$  zu erkennen.

Aus den Elektronenstrahlmikroanalysen dieser Tetraedrite wurden folgende Formelkoeffizienten (Basis 13 Schwefelatome in der Formeleinheit) berechnet:

Windischkopf:  $(Cu_{9.8-8.0} Ag_{0.2-2.0})_{10} (Zn_{1.7-0.2} Cd_{1.3-0.3} Fe_{0.5-0.1})_2 Sb_{3.98-4.05} S_{13}$

Brettsee:  $(Cu_{7.3} Ag_{2.7})_{10} (Zn_{1.23} Cd_{0.65} Fe_{0.12})_2 Sb_{4.0} S_{13}$

Parzissel:  $(Cu_{7.3-6.7} Ag_{2.7-3.3})_{10} (Fe_{1.8-0.5} Cd_{1.5-0.1} Zn_{1.3-0.0})_2 Sb_{4.03-4.08} S_{13}$

Zirknitzbach:  $(Cu_{6.9-6.7} Ag_{3.1-3.3})_{10} (Cd_{1.9-1.2} Fe_{0.8-0.1} Zn_{0.1})_2 Sb_{3.97-4.03} S_{13}$

Abb.13 zeigt die Chemismen dieser Fahlerze in Mol.-% der Cu-Ag und (Zn,Fe)-Cd Verteilung.

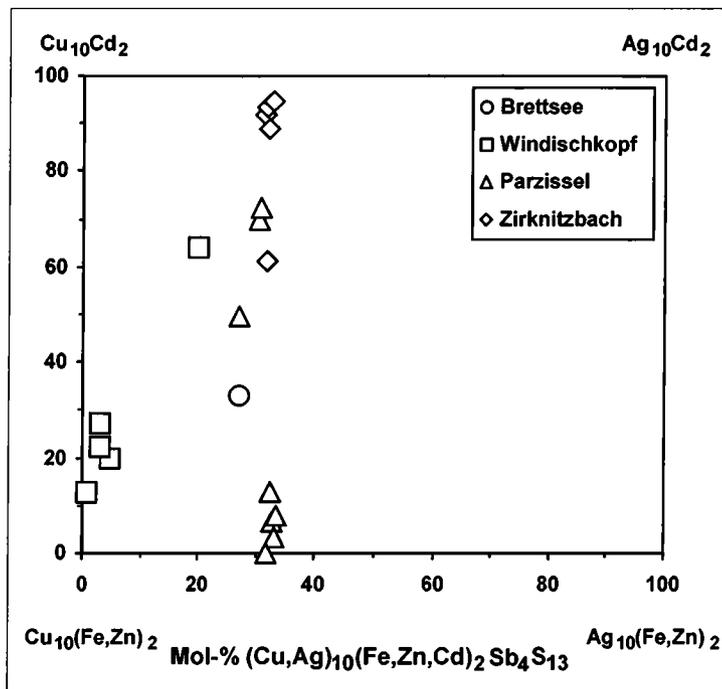


Abb.13: Fahlerzchemismen der untersuchten Proben, dargestellt in Mol.-% der Cu-Ag und (Zn, Fe) – Cd Verteilung

Die sehr häufig auftretenden silberreichen Fahlerzeinschlüsse im Galenit der Tauerngoldgänge sind neben Polybasit,  $(Ag,Cu)_{16}Sb_2S_{11}$  und untergeordnet Pyrargyrit,  $Ag_3SbS_3$  die Verursacher für den Silberreichtum der Galenitvererzung in den Tauerngoldgängen. Als Bildungstemperatur der silberreichen Pb-Zn-Cu-Paragenese geben FEITZINGER & PAAR (1991) unter 365-410°C an.

Die Fahlerzchemismen im Galenit der alpinen Klüfte und in den untersuchten Proben der Tauerngoldgänge sind vom Elementinhalt so ähnlich, dass eine gemeinsame Genese wahrscheinlich ist. Wegen der Nähe der Tauerngoldgänge Brettsee und Trömmern (FEITZINGER & PAAR 1991; GÜNTHER & PAAR 2000) zu den hier untersuchten alpinen Klüften ist anzunehmen, dass die alpine Klüftmineralisation auch durch die hydrothermalen Erzlösungen mitgeprägt wurde. Auch Siderit als Gangart der Pb-Zn-Cu-Paragenese ist in diesen Klüften vermutlich gebildet worden, ist jetzt aber nur mehr in Formrelikten mit limonitischer Füllung zu finden.

Die Anlage der alpinen Klüfte ist wahrscheinlich älter als die Vererzung mit Galenit, da die Galenitparagenese erst nach bzw. am Ende des Quarzwachstums gebildet wird. Eine Mobilisation von bereits vorhandenen Erzmineralen aus den Tauerngoldgängen ist nicht wahrscheinlich, da sich dabei vor allem die Elementverteilung der Einschlussminerale im Galenit verändern sollte. Einen weiteren Hinweis auf die relative Altersfolge der Vererzung in Bezug zu alpinen Klüften geben GÜNTHER & PAAR (2000) mit der Beobachtung, dass ein goldführender Erzgang im Gebiet der Wurten typische alpine Zerrklüfte abschneidet.

Cadmium als Hauptelement im Fahlerzchemismus der Vererzungen vom Typ Tauerngoldgang wird durch einen weiteren Nachweis aus der Reisseckgruppe belegt. So tritt in der Gangvererzung vom Riedbock ebenfalls in Galenit eingeschlossener Cadmiumreicher Tetraedrit mit  $(Cu_{6.9-8.2} Ag_{3.1-1.8} Cd_{2.0-2.1})_{12} Sb_4 S_{13}$  in Paragenese mit Hessit ( $Ag_2Te$ ) auf (RADL 1999).

## Literatur

- EXNER, Ch. (1964): Erläuterungen zur geologischen Karte der Sonnblickgruppe, Karte 1:50000.- Geolog. Bundesanstalt Wien, 170pp.
- FEITZINGER, G. & PAAR, W.H. (1991): Gangförmige Gold-Silber-Vererzungen in der Sonnblickgruppe (Hohe Tauern, Kärnten).- Arch. f. Lagerst.forsch. Geol. B.-A. 13: 17-50.
- GÜNTHER, W. & PAAR, W.H. (2000): Schatzkammer Hohe Tauern-2000 Jahre Goldbergbau.- mit Beiträgen von Gruber, F. und Höck, V., Verlag Anton Pustet, Salzburg,München, 408pp.
- JOHNSON, N.E., CRAIG, J.R. & RIMSTIDT, J.D. (1986): Compositional trends in tetrahedrite. – Can. Mineral. 24: 385-397.
- MEIXNER, H. (1958): Neue Mineralfunde in den österreichischen Ostalpen XVI.- Carinthia II, 148./68.: 91-109.
- NIEDERMAYR, G., BLASS, G., BOJAR, H.-P., BRANDSTÄTTER, F., HOLLERER, Ch.E., MOSER, B., POSTL, W. & TAUCHER, S. (1999): Neue Mineralfunde aus Österreich XLVIII.-Carinthia II, 189./109.: 201-236.
- PLOBERGER, R. (2000): Die Silbermineralisation der Vererzungen im grossen Zirknitztal, Kärnten. Unveröffentlichte Diplomarbeit (Lehramt an Höheren Schulen) Universität Graz, 120pp.
- RADL, H. (1999): Chemische und röntgenographische Untersuchung einer Blei-Zink-Vererzung vom Riedbock (Reisseckgruppe) in Kärnten. - Unveröffentlichte Diplomarbeit (Lehramt an Höheren Schulen) Universität Graz, 101pp.
- WALCHER, S. (2000): Bleiglanzvererzungen in alpinen Klüften und Erzlagerstätten der Goldberggruppe (Kärnten, Salzburg). Unveröffentlichte Diplomarbeit (Lehramt an Höheren Schulen) Universität Graz, 118pp.

### Adressen der Autoren:

Ao. Univ.-Prof. Dr. Franz Walter  
 Ass.-Prof. Dr. Karl Ettinger  
 Institut für Erdwissenschaften  
 Bereich Mineralogie und Petrologie  
 Karl-Franzens-Universität Graz  
 Universitätsplatz 2  
 8010 Graz  
 E-mail: franz.walter@uni-graz.at

Hubert Fink  
 Dultstrasse 22  
 8101 Gratkorn

# GOLD- UND SILBERBERGBAU AM HOHEN SONNBLICK ARBEIT UND BETRIEB, WERKZEUG UND GERÄT

Wilhelm Günther, Puch

## Übersicht

Im Kerngebiet der Hohen Tauern liegt das Bergmassiv der Goldberggruppe. Zu den höchsten Erhebungen zählen der Hocharn (3.254 m), der Hohe Sonnblick (3.106 m), der Goldzechkopf (3.042m) der Herzog Ernst (2.933m) und das Alteck (2.942m). In den von Gletschern überprägten Tälern rund um dieses Massiv liegt der bedeutsame Wallfahrtsort Heiligenblut, die alten mit dem Bergbau untrennbar verbundenen Orte Rauris und Döllach, weiters die heute bekannten Kurorte Bad Gastein und Bad Hofgastein.

Vor über 2.000 Jahren wurde das Tauerngold bekannt und zog die Menschen in seinen Bann. Derzeit gehört der Goldbergbau bzw. die Goldgewinnung der Vergangenheit an. Heute suchen Mineraliensammler und einige Goldwäscher nach dem begehrten gelben Metall in aufgelassenen Bergbaugebieten und in den Tauernbächen.

Der Beginn des Goldbergbaues im Bereich der Hohen Tauern liegt im Dunkeln. Ein Fund einer Serpentinlochaxt am Hang des Gasteiner Kreuzkogels, weiters ein Fund eines prächtigen Dolches von der Scheitelstrecke der Großglockner Hochalpenstraße und mehrere Schwertfunde aus Bad Gastein und Rauris und ein Grabfund aus Bad Hofgastein lassen die berechnete Vermutung zu, dass das Gebiet zumindest einer Gruppe von Menschen bekannt war. Eine frühe Goldgewinnung, lässt sich jedoch daraus nicht ableiten. 1874 wurde ein prunkvoller goldener Halsreif, eine Meisterleistung keltischer Goldschmiedekunst auf der Maschalpe im Rauriser Seidlwinkltal nahe dem Übergang über das Heiligenbluter Hochtor entdeckt.

Sichere Nachricht von einem Edelmetallbergbau in den Ostalpen erhält man um 140 vor Christus von dem griechischen Historiker Polybios, aus dessen verloren gegangenen Angaben, sich bei dem griechischen Historiker und Weltreisenden Strabo (64 vor bis 19 nach Christus) in seinem Werk „Geographikon“ eine hierauf bezügliche Stelle erhalten hat. In einem Bericht über die Kelten, dürften die möglicherweise bereits überschürften Goldvorkommen in den Hohen Tauern wieder entdeckt worden sein. Die Lokalität und die Vorgangsweise einer Goldgewinnung ist bis heute im Wesentlichen unbekannt und unterliegen der Vermutung und Spekulation. Die damalige Goldgewinnung war nach heutigen Verhältnissen entsprechend primitiv und mit mühevollster Arbeit verbunden. Neben der Waschgoldgewinnung, verstanden es die damaligen Bergleute, durch Feuersetzen und händischen Vortrieb, Stollen und Schächte anzulegen bzw. Bergbau auf gold- und silberhaltige Erze oder Freigold zu betreiben. Als in Rom vernommen wurde, dass sich im Bereich der Hohen Tauern „Goldadern“ und „Nuggets“ fänden, entstand um 130 v. Chr. in Italien eine wahre Begehrlichkeit nach dem Edelmetall. Strabo schreibt in Beziehung auf den römischen Chronisten und Schriftsteller Polybius, dass nördlich von Aquilea in den nordischen Alpen, der Boden sehr ergiebig an Gold sei und dass man kaum zwei Fuß tief graben muss, um auf gediegenes Gold zu stoßen. In Gruben, die eine Tiefe von max. 15 Fuß erreichten, fand sich das Gold teils gediegen in Wolfsbohnengröße. Nur etwa der achte Teil ging durch das Schmelzen verloren. Scharen von Goldsuchern wanderten nun nordwärts in den Ostalpenraum, Glückritter des Altertums.

15 v. Chr. wurde das keltische Königreich Norikum in den römischen Machtbereich eingeschlossen und das Gebiet dem Imperium Romanum einverleibt.

Die Goldgewinnung gelangte unter römische Aufsicht. Die Eroberer brachten Kenntnisse und Geräte mit und stellten die Kelten bzw. Taurischer als Arbeiter ein. Die römischen Machthaber schlugen aus dem Tauerngold Münzen, denen „Metallum Norikum“ zur Herkunftsangabe aufgeprägt war.

## Mittelalterliche Hochblüte

Mit dem Abzug der Römer in der Völkerwanderungszeit im 5. Jahrhundert nach Christus kam die Goldgewinnung gänzlich zum Erliegen. Um 790 soll im Gebiet des Hohen Sonnblicks im bescheidenen Ausmaß wieder eine Goldgewinnung stattgefunden haben. Nach jüngeren Forschungen dürfte die Annahme, dass die Slawen, die den Hauptanteil am Bergbau gehabt haben sollen, sich auch nach ihrer Unterjochung durch die Franken und Bajuwaren, um deren königliche Fiskalrechte kaum gekümmert haben, nicht den Tatsachen entsprechen. Es ist viel mehr anzunehmen, dass nach Abbau der Zementationszonen in den höheren Gebirgsregionen die Goldgewinnung vorübergehend aufgegeben worden war.

In den ältesten Salzburger Urkunden aus dem 8. und 9. Jahrhundert finden nur Goldseifen zur Waschgoldgewinnung Erwähnung. Goldwäschereien gab es vor allem an den Tauernbächen und am Oberlauf der Salzach.

Fiskalrechte erhielt Salzburg von Kaiser Otto den Großen, 940 von Kaiser Friedrich Barbarossa 1187 und 1199 von König Philipp. Bedeutung erhielten diese staatseigenen Rechte aber erst nach dem Aussterben der Peilsteiner und Pleien. Gastein fiel 1327 durch Kauf an das Erzbistum Salzburg. Die Erzbischöfe Heinrich von Pirnbrunn, Ortlof von Weißeneck und Pilgrim II. von Puchheim verpachteten im 14. Jahrhundert die Bergbaue bzw. die Erzvorkommen von Gastein und Rauris mittels der von ihnen erlassenen Bergwerksordnungen an Salzburger und Judenburger Bürger. Ende des 11. Jahrhunderts konnte Erzbischof Gebhard den von ihm gegründeten Kloster Admont Zinse schenken, die vor allem aus dem Erlös der von Goldwäschern eingehobenen Abgaben stammten.

Im 12. Jahrhundert wurde das Tauerngold wieder als Münzmetall verwendet. In weiterer Folge wurde das Tauerngold zu einem der wichtigsten Münzmetalle im alpenländischen Zahlungsverkehr. Die Herzöge Albrecht II., Rudolf IV., Albrecht III., die Grafen von Görz und Erzbischof Pilgrim II., prägten Goldmünzen aus dem im Bereich der Hohen Tauern geförderten Metall. Münzstätten waren Salzburg, Lienz und vor allem Judenburg, wo die Babenberger das Tauerngold vermünzten.

Die erste mittelalterliche Hochblüte des Tauerngoldbergbaues zeigte sich von 1300 bis 1385. Für diese Zeit wird eine durchschnittliche Jahresgewinnung von 50 Kilogramm Gold angenommen. Vom Schellgadner Goldbergbau im Lungau wird durch eine Urkunde bekannt, dass bereits Erzbischof Ortlof von Weißeneck um 1534 dem Hansen Pöhm und dem Anderlein Schrott für 2.000 Gulden die Schurfrechte in der Mur auf drei Jahre verliehen hat. In der Folgezeit blieben die Baue in Gastein und Rauris offensichtlich unverpachtet.

In der zweite Blütezeit des Tauerngoldbergbaues vom späten 15. bis zum Beginn des 17. Jahrhunderts sollen allein in Rauris und Gastein nicht weniger als 30 Gewerken mit 2.000 Knappen tätig gewesen sein. Großunternehmer um diese Zeit waren die Fugger, Baumgartner und Wieland. Im 16. Jahrhundert wurden die Gewerken durch die Familien Zott, Weitmoser, Strasser, Rosenberger und Putz von Kirchheim ersetzt. Daneben erwachsen und entschieden zeitweise mittlere und kleinere Unternehmungen.

Salzburg galt damals als das erreichste Land Europas. Der Bergbau soll dem Salzburger Erzbischof allein 1518 einen Gewinn von 80.000 Dukaten erbracht haben. Die Erfindung des Schießpulvers führte zu einer weiteren Intensivierung des Edelmetallbergbaues. Markante Persönlichkeiten unter den Gewerken waren zu dieser Zeit Erasmus Weitmoser und dessen Sohn Christoph in Gastein. Die Gewerken bauten in unzähligen Stollen und errichteten 1547 in Lend eine Schmelzhütte.

Die Angaben zur jährlichen Goldgewinnung in dieser Zeit sind sehr unterschiedlich. Während Reissacher von Maximalausbeuten von bis zu 80.000 Gewichtsmark berichtet, das sind 5.058 kg, führen andere Bearbeiter jährliche Produktionsziffern zwischen 200 und 1.000 kg an. Die Annahmen Becks dürften am ehesten den Tatsachen entsprechen, bei dem in allen Tauerngoldbergbauen vor 1560 jährliche Goldmengen von ca. 2.600 kg gewonnen sein sollen.

Die bedeutendsten Abbauzentren dieser Zeit waren die Goldzecher - Ganggruppe südöstlich des Hocharn, die Parzisselbaue im oberen Zirknitztal, die Hohe Goldberg-

Ganggruppe östlich des Hohen Sonnblicks, der Siglitz-Erzwieser-Gangzug zwischen dem oberen Raurisertal und dem Nassfeld, der Strabeleben-Wieser-Gangzug auf der Strabelebenspitze und der Radhausberg- Gangzug im obersten Gasteinertal.

Im Zuge der bergmännischen Tätigkeit wurden über 100 km Stollen in den Rauriser und Gasteiner Revieren gelegt und mehr als eine Millionen Tonnen taubes Gestein auf Halde geworfen.

## Niedergang des Edelmetallbergbaues in der Neuzeit

1597 wurde von den Gewerken und dem Lender Handel 202 Gebäude und Rechte im Radhausberg betrieben. 1601 fiel diese Zahl schon auf 180 und zwei Jahre später auf 140 herab. Waren unter Christoph Weitmoser I. noch 1.200 Knappen beschäftigt, so sank die Zahl 1591 auf 500 und 1611 auf 208. Unrühmlich und tragisch endete das Schicksal der Gewerken. Mit 15.000 Gulden Schulden starb Hans Weitmoser. Die Familie Zott starb 1666 aus und die Strasserschen Erben verarmten. Die Gewerken Putz von Kirchheim hatten nicht einmal mehr Geld genug, um den Putzenhof bei Döllach fertig zu stellen. Die Bergbaue verloren immer mehr an Bedeutung und standen oft lange Zeit außer Betrieb.

Der Verfall des Edelmetallbergbaues in den Hohen Tauern nach seiner glanzvollen Epoche wird unter anderem auch auf die 1554 begonnene und mehrmals wiederholte Vertreibung der Protestanten zurückgeführt. Die Gegenreformation war aber nur eine von vielen Faktoren, die sich ungünstig auf das Montangeschehen auswirkten.

Der Rückgang des Edelmetallgehaltes der Erze in den tieferen Horizonten und schließlich die neu entdeckten Goldvorkommen in der neuen Welt waren entscheidende Faktoren, die den Niedergang des Edelmetallbergbaues bewirkten. Ein letzter und vermutlich nicht unübersehbarer Faktor für das Erlahmen der Bergbautätigkeit war in den Naturunbilden zu suchen. Starke Schneefälle, wie jene von 1580 und in weiterer Folge das Vorrücken der Gletscher führten zur allmählichen Verkeesung und Stilllegung der meisten hoch gelegenen Bergbaubetriebe.

Gegen Ende des 16. Jahrhunderts waren bereits zahlreiche Bergreviere von den sich immer mehr ausbreitenden Eismassen bedeckt. Trotz größter Anstrengungen, dem vorrückenden Eis entgegen zu treten, mussten nach und nach die Gruben aufgegeben werden. Am Ende des 18. Jahrhunderts erreichte die Dicke des Eises ihr Maximum. Teilweise betrug die Mächtigkeit der Eisdecke mehr als 100 Meter. Erst gegen Ende des 19. Jahrhunderts wurde ein deutlicher Rückgang der Eismassen festgestellt. Heute sind im Bereich der ehemaligen Bergbauegebiete vielfach keine Vereisungen mehr feststellbar.

Nach dem Erzbischof Markus Sittikus 1640 den völlig verarmten Gewerken Kredite gewährt hatte, die kaum zurückgezahlt werden konnten, gelang es dem Regenten, im Laufe der Zeit alle Bergwerksanteile in Gastein und Rauris zu Spottpreisen zu erwerben. Vielfach wurden die Berg- und Hüttenbetriebe vor allem aus Prestigegründen fortgesetzt. Durch den unrentablen Abbau, insbesondere in der Rauris erlitt die Hofkammer merkliche wirtschaftliche Einbußen.

Um 1650 entstand auf der Kärntner Seite im Mölltal durch die Zusammenlegung mehrerer Gruben im Bereich der Goldzeche im Nahbereich des Hohen Sonnblicks eine große Societät. Tiroler Gewerken waren es, die den abgewirtschafteten Edelmetallbergbau auf der Goldzeche wieder ins Leben riefen.

Nachdem unter erzbischöflicher Regierung und nach der Säkularisierung des Erzbistums 1803, die Edelmetallbergbaue im Bereich von Gastein und Rauris erfolglos betrieben wurden, versuchte im ausgehenden 19. Jahrhundert Ignaz Rojacher dem Tauerngoldbergbau alten Glanz zu verschaffen. Trotz der Umsicht, mit der Rojacher die Bergbauaktivitäten führte, war es letztlich nicht möglich, das Unternehmen zu halten und musste den Montanbetrieb 1888 verkaufen. Seitdem wechselte der Gold- und Silberbergbau am Hohen Goldberg in der Rauris mehrmals die Besitzer, ebenso auf der Goldzeche, wo mehrere Gewerken, unter ihnen Matthias Jänner und Gregor Komposch eine Wiederaufnahme versuchten.

1869 übernahm Baron May de Madiis den Versuch insbesondere auf der Südseite der Hohen Tauern im Bereich der Goldzeche den darniederliegenden Edelmetallbergbau wieder zu aktivieren. Ebenso interessierte sich auf der Nordseite der Hohen Tauern zu Beginn des 20. Jahrhunderts Oberbaurat Karl Imhof, im Zuge der Errichtung des Tauerntunnels, besonders für die alten Edelmetallbergbaue. Mit Hilfe von Schweizer Kapital und Gründung der Zweiten Gewerkschaft Radhausberg und großzügig durchgeführten Aufschlussarbeiten wurden die von der ersten Gewerkschaft Radhausberg begonnenen Bergbauaktivitäten im Bereich des Nassfeldes fortgeführt. Noch ehe der Bergbau seine volle Produktion und Förderung aufnehmen konnte, musste das Unternehmen aus finanziellen Gründen 1926 im Zuge der Weltwirtschaftskrise stillgelegt werden.

Knapp vor dem 2. Weltkrieg 1937 übernahm eine englische Gruppe, der Edon Trust den Edelmetallbergbau. Mit dem Anschluss Österreichs an Deutschland führte die preußische Bergwerks- und Hütten AG als nunmehriger Alleineigentümer des Bergbaues mit Hilfe eines großzügig angelegten Arbeitsprogrammes die Bergbautätigkeit im Naßfeld und am Radhausberg fort. In der Zeit von 1941 bis 1944 wurden 34.376 Tonnen Hauwerk verarbeitet und daraus 223,4 kg Gold, 1.107,3 kg Silber, 996,5 Tonnen Arsen und 1.379,2 Tonnen Schwefel gewonnen. Die verarbeiteten Erze enthielten im Durchschnitt 6,94 g Gold und 36,3 g Silber pro Tonne sowie 3,8 Prozent Arsen und 4,96 Prozent Schwefel.

1944 mussten kriegsbedingt die Arbeiten eingestellt und letztlich 1945 aufgegeben werden.

Ingesamt wurden seit Anschlag des Imhofstollens zu Beginn des 20. Jahrhunderts ca. 20 Kilometer Stollen und Aufbrüche angelegt und 73.000 Tonnen Erz gefördert und daraus 460 kg Gold gewonnen. Im Zuge der Unterfahrung des Radhausberges zeigten sich interessante Erscheinungen durch das Auftreten von Hitzeklüften im Gestein und das Austreten von Radon. Nach dem 2. Weltkrieg wurde das heilsame Zusammenwirken von Radon und Hitze medizinisch untersucht. Bis heute konnten im Heilstollen durch viele Jahre zahlreiche Kranke ihre Gesundheit wieder erlangen oder Besserung von ihren Leiden finden.

Zwischenzeitlich vorgenommene Versuche, allenfalls den Edelmetallbergbau wieder in Gang zu setzen, blieben bislang erfolglos.

## Gold- und Silberbergbau am Hohen Sonnblick

Im Rahmen der mineralogischen Bestandsaufnahme des Nationalparks Hohe Tauern wurde vom Naturhistorischen Museum in Wien gemeinsam mit dem Landesmuseum Juaneum in Graz ein Forschungsprojekt durchgeführt. Dabei entdeckten die Mitarbeiter Ludwig Rasser, Klaus Pircher aus Rauris und Hubert Fink aus Gratkorn bei Graz an einer äußerst schwer zugänglichen und Steinschlag gefährdeten Stelle in der Sonnblick Nordwand einen alten Grubenbau. Dabei gelang es, in dem vorliegenden händisch geschränten, ca. 50 bis 60 Meter langen Stollen eine vollständige Kollektion von bergmännischen Gezähe zu bergen, wobei es sich vermutlich um eine äußerst seltene, in vollständiger Form erhaltene Kollektion von Exponaten aus dem 16. Jahrhundert handelt. Die Gegenstände wurden durch Herrn G. Sverhak am Naturhistorischen Museum in Wien konserviert und präpariert.

Nach den bisherigen Untersuchungen und Vergleichen finden sich völlig entsprechende Beschreibungen und Abbildungen in den berühmten Montanmongraphien des Schwazer Bergbuches (1556) und Agricola (1557).

## Historische Leitlinien

Im Zuge der früheren Bergbauaktivitäten wurden im mittelbaren Bereich des Hohen Sonnblicks mehrere Erzvorkommen beschürft und in Abbau genommen. Von den seinerzeitigen Schurfstätten, dazu zählten ca. 20 Tag- und Stollenbauten, sind heute noch die spärlichen Überreste einer kleinen, mit Blockschutt und Geröll überrollten Bergbauhalde des Gold- und Silberbergbaues Leidenfrost an der Ostflanke des Hohen Sonnblicks in 2.300 Meter, der handgeschrämte, an einem Quarzgang angesetzte, ca. 30 bis 40 Meter lange Stollen 100 Meter nördlich der Rojacherhütte in 2.700 Meter und der gegenständliche ebenfalls händisch vorgetriebene Stollen im Bereich der Sonnblick Nordwand in 2.600 Meter bekannt. In extremer Hochgebirgslage, wurden an den zu Tage tretenden Erzgängen zunächst kleine Tagbaue und Schurfstollen angesetzt und der Abbau und die Förderung eingeleitet. Wie kleine Scheidehalden andeuten, wurden die gewonnenen Erze bzw. das erzhältige Hauwerk vor Ort geschieden. Bauliche ruinenartige Reste eines Knappenhauses und einer Schmiede im mittelbaren Bereich des Bergreviers und Rücklässe von Schmiedeschlacken deuten auf eine bemerkenswerte Bergbautätigkeit hin.

Hohe Edelmetallgehalte in den Erzen, wie Erzrücklässe im Bereich des Bergbaues Leidenfrost bezeugen, waren für die Bergbauaktivitäten in vorliegender extremer Hochgebirgslage ausschlaggebend. Die örtliche Situation und die geringe Ausdehnung der Erzvorkommen ließen jedoch nur die Anlage eines Kleinbergbaues bzw. Schurftätigkeiten zu, die vielfach von einzelnen Gewerken und wenigen Knappen durchgeführt wurden.

Um 1490 werden Jörg Wieland und Jörg Primauer als Gewerken genannt. In Belegung standen der Herren- und der Erbstollen, die überwiegend silberhältige Erze lieferte. Zwischen 1558 und 1619 besaßen die Gewerken Augustin Hölzl und Christoph Kirchbichler mehrere ertragreiche Gruben, wie St. Augustin und St. Christoph am Hohen Sonnblick, gefolgt von dem Gewerken Niklas Zott, der 1509 die Grube St. Jakob am Sonnblick freite. In weiterer Folge traten als Gewerken Sigmund Kapeller, Hans Reizenstein, Paul Wampel und Ludwig Zell auf, um nur einige Bergbauunternehmer zu nennen. An Gruben werden St. Augustin, St. Barbara und St. Christoph erwähnt. Aufgefundene Grubenhölzer mit den Jahreszahlen 1562 und 1567 durch Posepny 1880 bezeugen, dass die Baue noch in Betrieb standen oder zumindest noch belegt waren.

Der Stollenvortrieb und der Abbau erfolgte im Wesentlichen mit Schlegel und Eisen, darüber hinaus wurde auch die Feuersetzarbeit angewandt. Die Förderung der Erze erfolgte in Erztrögen, Säcken, Körben über Rollen und Schächte. Saumtiere besorgten den Erz- und Materialtransport. Mit dem allgemeinen Verfall des Edelmetallbergbaues um die Mitte des 16. Jahrhunderts dürfte auch im Bereich des Hohen Sonnblicks die Bergbauaktivitäten eingestellt worden sein. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts waren unter erzbischöflicher Verwaltung die Gruben mit wenigen Herrenhäuern nur mehr schwach belegt und förderten vielfach minderwertige Erze nach dem höherwertige, edelmetallhaltige Glaserze oder Kiese bereits abgebaut waren. Um 1600 waren sämtliche Bergbauaktivitäten eingestellt.

## Stollenvortrieb und Abbau

Je nach den Aufschlussverhältnissen erfolgte die Erschließung von Erzvorkommen und die Gewinnung von erzhältigem Hauwerk, meist in Form des Stollen- und Schachtbaues.

Neben der Arbeit mit der Keilhaue, die meist schon beim Schürfen in Funktion trat, folgte die Schlegel und Eisenarbeit. Nicht einzeln, wie die Keilhaue, sondern nur in unmittelbarem Zusammenhang wurden Werkzeuge wie Schlegel und Eisen mit Erfolg angewandt. Dabei schlug der Häuer den eisernen Schlegel mit seiner Rechten auf das Stufeisen. Schlegel und Stufeisen waren behelmt, das heißt, mit einem Stiel versehen, der durch das schmale Loch inmitten des Gezähes gesteckt wurde. Schräm- und Ritzarbeiten zum Hereingewinnen und Hereintreiben größerer Gesteinsmassen wurde mit Schlegel und Eisen lediglich vorbereitet, dabei wurde an Stelle des Stufeisens das längere und schwerere

Ritzeisen verwendet. Um festere und glattere Seiten zu schaffen und die Wirkung der nun folgenden Arbeit auf eine breite Fläche zu verteilen, auch um das Ausbrechen kleinerer Gesteinsstücke zu verhindern, setzten die Arbeiter in den Schram- oder Ritz eiserne Stücke, immer zu zweien voneinander und dazwischen kleinere und größere Keile. Zunächst verwendete der Häuer den Pocher und heftete die Keile im Ritz fest und trieb sie möglichst tief ein. Dann schlug er mit einem längeren und größeren Fäustel, dem Schlenkerhammer auf die Keile, bis das Gebirge brach und hereinfiel.

Ein weiterer Arbeiter unterstützte die Tätigkeit, in dem er mit einer Brechstange die nunmehr zerrütteten Gesteinsmassen lockerte und am Ende mit dieser die gelösten Partien abhob. Die langen biegsamen Stiele der Schlenkerhämmer, die mit beiden Händen vollends geschwungen wurden, ermöglichten wuchtige Schläge, sodass eine große Wirkung erzielt wurde.

Wenn die harten Gesteinspartien der Hereintreibarbeit zu stark widerstanden, behelfen sich die Knappen mit der uralten Methode des Feuersetzens, welche zur Lockerung besonders schwer anzugehender Gesteinsmassen diente. Ab 1650 wurden die beiden Abbaumethoden des Schrämens und Feuersetzens vielfach durch die Sprengtechnik ersetzt.

Im Folgenden werden die vorgefundenen Exponate vorgestellt:

#### Schlegel und Eisen

Waren aus Eisen geschmiedet und stellten das Grundgezähe der Bergleute dar. Der Schlegel oder Fäustel war ein Hammer verschiedener Größe und Gewicht mit zwei glatten Bahnen, das Eisen ein geschmiedeter vierkantiger, verstellter Keil, der mit einem Öhr zur Aufnahme eines Holzstieles versehen war. Wenn auch das typische Gezähe des Bergmannes nahezu unverändert blieb, so kam es im Lauf der Zeit zur Ausbildung verschiedener Varianten für spezielle Aufgaben, sodass den Knappen ein ganzes Arsenal von Schlag- und Treibwerkzeugen zur Verfügung stand.

#### Keilhau

War aus Eisen geschmiedet und hatte ein Öhr oder Loch, in dem der Holzstiel befestigt war und war etwas flach und krumm nach hinten geschmiedet. Die Keilhau diente zum Loslösen von brüchigem und lockerem Gestein und wurde zum Nachreißen bzw. Erweitern von bereits bestehenden Stollen und Schachtanlagen und bei der Abbautätigkeit verwendet.

#### Stücke und Keile

Waren aus Eisen geschmiedet und flach, viereckig. Der Oberteil, auf dem man schlug war vielfach achteckig. Die Stücke und Keile dienten am festen Ort im Gebirge, das zu bearbeiten war. War ein Ritz gehauen, setzten die Arbeiter in den Schram bzw. in den Ritz oder in Klüfte und Spalten die eisernen Stücke immer zu zweien voneinander. Dazwischen wurden die Keile situiert. Zunächst mit Fäusteln und schließlich mit dem Schlenkerhammer wurden die Stücke hineingetrieben und so lange geschlagen, bis das Gebirge brach und hereinfiel.

#### Brechstange

War aus Eisen geschmiedet und lang, viereckig oder rund, am unteren Ende gekrümmt. Die Brechstange diente zum Loslösen bzw. Losbrechen größerer Gesteinsstücke aus dem natürlichen Gesteinsverband, beispielsweise beim Feuersetzen und fand vor allem im Zusammenhang mit der Hereintreib- oder Keilarbeit Verwendung.

#### Kratze

War aus Eisen geschmiedet und stellte eine Art Haue mit gerader oder rundlicher Schneide dar, die mit einem Holzstiel versehen war. Die Kratze fand bei der Füllarbeit des Hauwerkes Verwendung.

**Berg- oder Erztrog**

Ein meist ovaler aus Holz gefertigter Trog, manchmal mit Eisen beschlagen und verstärkt, in den das Erz vor Ort beim Abbau eingefüllt wurde. Das Hauwerk bzw. erzhältige Material wurde auf der Fördersohle zu einem bereitstehenden Grubenhunt gebracht und geleert.

**Wasserkrug**

Aus Holz gefertigt, diente er als Trink- bzw. Wassergefäß und fand bei der schweißtreibenden Arbeit der Knappen im Stollen Verwendung. Das Gefäß stellt ein Unikat dar und wurde erstmals im alpenländischen Bergbau in vorliegender Form gefunden. Die Zuordnung gestaltet sich vorerst schwierig, da weit und breit Vergleichsobjekte fehlen, dürfte aber möglicherweise bäuerlichen Ursprungs sein.

## Bibliographie

- Ackerbau Ministerium: Die Resultate der Untersuchung des Bergbau-Terrains in den Hohen Tauern. 114p., Wien 1895
- Agricola, G.: De Re Metallica Libri XII. Zwölf Bücher vom Berg- und Hüttenwesen. 564p., Nachdruck von 1556, Düsseldorf 1978
- Ammerer, G.: Beiträge zu den Anfängen der Besiedlung des Rauriser Tales und zur Entwicklung des Goldbergbaues. Unveröff. Hausarbeit aus Geschichte, Universität Salzburg, 105p., Salzburg 1980
- Canaval, R.: Das Bergbau-Terrain in den Hohen Tauern. Jb. d. nat. Landesmuseums v. Kärnten, 1-153, Klagenfurt 1897
- Canaval, R.: Zur Kenntnis der Goldzecher Gänge. Carinthia II, 96, 97; 165-179, 21-42, 71-91; Klagenfurt 1906/1907
- Ertl, R. F.: & Niedermayer, G.: Tauerngold. Veröff. d. Naturhist. Museums Wien, 10, 31p., Wien 1975
- Exner, C.: Geologische Karte und Erläuterungen zur Geologischen Karte der Sonnblickgruppe. 170p., Geol. B. A. Wien, Wien 1964
- Feitzinger, G. & Paar, W. H.: Gangförmige Gold-Silber-Vererzungen in der Sonnblickgruppe. Arch. f. Lagerstättenforsch. Geol. B. A. Wien, Wien 1991
- Feitzinger, G. & Strasser, A.: Au-Ag-Pb-Bi-Te-Vererzung vom Rojacherbau am Sonnblick. Min. Archiv, Salzburg, Folge 5, 100-101, Salzburg 1995
- Feitzinger, G.: Tauerngold Erlebnisweg. 80p., Rauris 2002
- Gruber, F. & Ludwig, K. H.: Salzburger Bergbaugeschichte. 142p., Salzburg-München 1982
- Gruber, F. & Ludwig, K. H.: Gold- und Silberbergbau im Übergang vom Mittelalter zur Neuzeit. Das Salzburger Revier von Gastein und Rauris. 400p., Köln-Wien 1987
- Günther, W., Paar, W. H., Gruber, F., Höck, V.: Schatzkammer Hohe Tauern, 2000 Jahre Goldbergbau, 408p., Salzburg 2000
- Hammerl, Ch.: Der Rauriser Sonnblick. 207p., Graz 1987
- Ludwig, K. H.: Der Salzburger Edelmetallbergbau des 16. Jahrhunderts als Spiegel der Moderne. Salzburg Dokumentationen, 19, Salzburg 1977
- Mrazek, R. & Feitzinger, G.: Bemerkungen zur Gold-Silber-Vererzung vom Bergbau Leidenfrost am Rauriser Sonnblick. Min. Archiv, Salzburg, Folge 3, 54-57, Salzburg 1992
- Pagitz, F.: Unbekannte Quellen zum Niedergang des Goldbergbaues in Gastein und Rauris. Mitt. d. Ges. f. Salzburger Landeskunde., 107, 235-252, Salzburg 1967
- Posepny, F.: Die Goldbergbaue der Hohen Tauern mit besonderer Rücksicht des Rauriser Goldberges. Arch. f. prakt. Geologie, 1, 22-74, Wien 1880

- Posepny, F.: Die Bergbauverhältnisse im Goldberggebiete. Jb. d. Sonnblickvereines, 23, 5-11, Wien 1914
- Reissacher C.: Bruchstücke aus der Geschichte des Salzburger Goldbergbaues in den Tauern. Jb. Des vaterländischen Museums Carolino Augusteum. 1-55, Salzburg 1860
- Rochata, K.: Die alten Bergbaue auf Edelmetalle in Oberkärnten. Jb. d. k. k. geol. R. A. ,28, 213-368, Wien 1878
- Scherer, E.: Auf dem Weg zum Hohen Sonnblick. 216p., Salzburg 2000
- Schwazer Bergbuch: Codex 10.852, Österr. Nat. Bibliothek Wien, Faksimile Ausgabe von 1556, Essen, Graz 1988
- Wiesner, H.: Geschichte des Kärntner Bergbaues. 1. Geschichte des Kärntner Edelmetallbergbaues. Arch. f. vaterl. Geschichte u. Topographie, 32, 301p., Klagenfurt 1950

Adresse des Autors:

Dr. Wilhelm GÜNTHER  
St. Jakob am Thurn  
Golsweg 131  
A 5412 PUCH



Abbildung 1: Rojacherbau 100 Meter nördlich der Rojacherhütte (Foto: G. Feitzinger 1996)

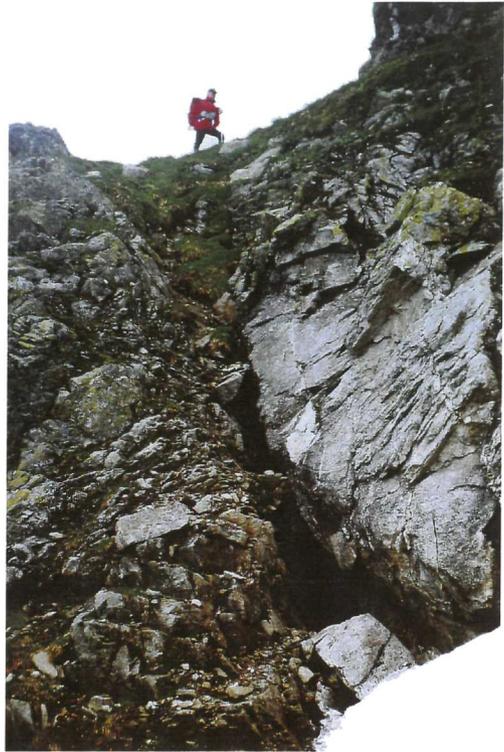


Abbildung 2: Gold- und Silberbergbau an der Ostflanke des Hohen Sonnblicks (Foto: G. Feitzinger 1996)



Abbildung 3: Berghausruine und Mauerreste einer Bergschmiede samt Rücklässen von Schmiedeschlacken (Foto: G. Feitzinger 1996)

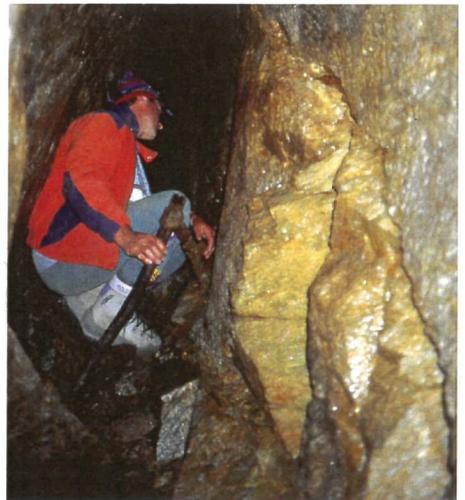


Abbildung 4: Fundbergung des bergmännischen Werkzeuges (Gezähes) im Bereich des Stollens in der Sonnblick Nordwand (H. Fink, L. Rasser)



Abbildung 5: Von links nach rechts: Kratze zum Hereinfüllen des Haufwerks in den Fülltrog; kleiner Eisenkeil; großer Eisenkeil; Schlenkerhammer: schwerer Hammer für die Keilarbeit; Berg- oder Stufeisen; Ritzeisen: Gemeinsam mit dem Schlägel als Gezähe beim Stollenvortrieb und Abbau in Verwendung; Keilhaue: Schurfwerkzeug zum Anlegen eines Schurfes (alle Fotos: Landesmuseum Joanneum, N. Lackner, Graz)



Abbildung 6: Fülltrog, Transportmittel für Haufwerk und Erze; Wasserkrug aus Holz



Abbildung 7: Vorhängeschloss mit Schlüssel zum Versperren der Tür am Stollenmundloch

# GLETSCHERLÄNGENMESSUNGEN IM SONNBLICKGEBIET IN DEN GLETSCHERHAUSHALTSJAHREN 2001/02, 2002/03 UND 2003/04

Ingeborg Auer, Wien

## 1. Einleitung

Die Gletscherlängenmessungen in den drei Berichtsjahren erfolgten bei unterschiedlichen Witterungsbedingungen: vom Prachtwetter im August 2003 mit völlig aperen Gletscherenden bis hin zu wechselhaften Bedingungen und schon schneebedeckten Gletschern im September 2004. Bei der Fortführung der Fotodokumentation war dadurch ein Gesamtausfall für das Haushaltsjahr 2003/2004 zu verzeichnen.

Die Messungen wurden von Inge Auer und Reinhard Böhm durchgeführt. Die Fotos stammen von Reinhard Böhm, der von fixen, im Gelände markierten Fotostandorten mit der Kamera Mamiya RB6 den Zustand der Gletscher alljährlich – so ferne die Witterungsbedingungen die Gletscherränder erkennen lassen – dokumentiert. Dadurch wird das im Rahmen des Projektes „Klimatographie Sonnblick“ angelegte digitale Gletscherfoto-Archiv auf aktuellem Stand gehalten.

Tabelle 1.1: Termine der Vermessung am Ende der einzelnen Gletscherhaushaltsjahre

Haushaltsjahr	Goldbergkees	Kleines Fleißkees	Wurtenkees (Schareck)
2001/2002	19.09.2002	18.09.2002	19.09.2002
2002/2003	28.08.2003	27.08.2003	26.08.2003
2003/2004	19.09.2004	16.09.2004	17.09.2004

Eine Übersicht über den Witterungsverlauf in der Gletscherregion um den Sonnblick für die Haushaltsjahre 2001/2002 bis 2003/2004 kann den Tabellen im Anhang entnommen werden.

## 2. Längenänderungen im Glazialjahr 2001/2002

Von allen drei im Haushaltsjahr 2001/2002 vermessenen Gletschern zeigte das Goldbergkees mit  $-8.5$  m den geringsten mittleren Rückzug. Bei guter Sicht und klar erkennbarem Eisrand konnten alle existierenden Marken vermessen werden und insgesamt vier mit denen des Vorjahres verglichen werden. Während die Marken B99, A 99 und Z99 ähnlich zwischen  $-12.4$  und  $-14.6$  m negativ bilanzierten, fand bei C00 ein Vorstoß von  $6.7$  m statt. Zum Zeitpunkt der Messung befand sich C00 mitten in einem kleinen See vor einem großen Gletschertor. Das digitale Bildarchiv konnte im Berichtsjahr um 1 Foto erweitert werden. Die Messmarke 22/02 wurde als Ersatz für 22/99 neu angelegt.

Auch beim Wurtenkees war zum Zeitpunkt der Messung der Eisrand klar erkennbar. Sein mittlerer Rückzug wurde für das Haushaltsjahr mit  $-15.1$  m errechnet, die Einzelmessungen variierten zwischen  $-11.7$  m bei D94 und  $-21.4$  m bei B2000. Die Messmarke J02 wurde als Ersatz für J94 (in neuer Messrichtung!) neu angelegt. Der Zustand des Wurtenkeeses wurde zusätzlich fotografisch dokumentiert.

Die größte Veränderung im Haushaltsjahr 2001/2002 wurde beim Kleinen Fleisskees vorgefunden. Nachdem am 8. September 2002 während eines Eisbruchs riesige Eisbrocken des Gletschers herabgestürzt waren, war die untere Gletscherzunge vom restlichen Gletscher abgetrennt und das untere Zungenende durch die vielen Eisbrocken verlängert. Das Ende des oberen Gletschers hatte sich noch nicht stabilisiert und konnte noch nicht betreten werden, da die Gefahr bestand, dass noch weitere Eisbrocken herabstürzen könnten. Daher wurde das obere Gletscherende aus Sicherheitsgründen am Messtag nicht aufgesucht. Die Messung gestaltete sich insgesamt unsicher, da einerseits bei mehreren Marken kein Eis mehr oder nur noch Toteis vorhanden war, andererseits wurden Messmarken nicht gefunden, da sie unter dem Eis begraben waren. Bei der einzigen gegenüber dem Vorjahr vergleichbaren Messmarke E 99 betrug die Distanz zum alten Eis 81 m, zu den herabgefallenen Eisbrocken 61 m. Da diese Seitenmarke nicht als repräsentativ für den Gesamtgletscher gelten kann, wurde die sich daraus ergebende Längenänderung von -16.5 m nicht als offizielle Längenänderung publiziert. Mit Hilfe der Marke B87, die im Jahr 1987 noch etwa 24 m vom Gletscherrand entfernt war, konnte für den Zeitraum 1987 bis 2002 ein Gletscherrückzug von 105 m errechnet werden, und daraus weiters ein Gletschervorstoß von +10.3 m für das Haushaltsjahr 2001/2002.

Der obere Teil des Gletschers konnte nicht betreten werden, daher wurden am unteren Gletscherteil neue Messmarken markiert, die dann aber letztendlich weiters nicht verwendet wurden (siehe Bericht Haushaltsjahr 2002/2003). Fotos wurden aufgenommen und für das digitale Gletscherbildarchiv bereitgestellt.

Ein ähnlicher Vorfall am Kleinen Fleisskees ereignete sich zwischen 1850 und 1870. Damals verlor der Gletscher die dünne Eiskaskade über dem Steilabbruch zwischen 2250 und 2500 m Seehöhe. Danach blieb die Zungenfront etwa 60 Jahre lang stabil an der Geländekante bei 2500 m - in dem ausgeprägten, flachen Kar dahinter wurde nur Eisdicke abgebaut. Nun wiederholt sich dieser Vorgang am Steilabfall zwischen 2550 und 2750 m Höhe.

Tabelle 2.1: Abstand der einzelnen Messmarken vom Gletscherrand (in m) im September 2002

<b>Messmarken</b>			
Goldberggletscher	Entf.Okt.2001 (m)	Entf.Sep.2002 (m)	Änderung 2001/2002 (m)
C00 (240°)	34.9	28.2	+6.7
22/99 (240°)	keine Messung	54.9	-----
B99 (225°)	20.2	32.6	-12.4
A99 (190°)	22.8	36.4	-13.6
Z00 (190°)	13.3	27.9	-14.6
			Mittlerer Rückzug
			-8.5
Kleines Fleißkees	Entf.Okt.2001 (m)	Entf.Sep.2002 (m)	Änderung 2001/2002 (m)
B 97 (90°)	-----	nur Toteis	-----
A 97 (80°)	-----	nur Toteis	-----
C99 (90°)	-----	kein Gletscher	-----
D99 (90°)	37.0	nicht gefunden	-----
E99 (90°)	44.5	61.0	-16.5
			Mittlerer Rückzug
			-16.5
B 87 (65°)	Entf. Sep 87: 24.2 m	129.6	Mittlerer Rückzug seit 1987
			-105.4
<b>Vorstoß 2001/2002 (rekonstruiert): + 10.3 m</b>			
Wurtenkees (Schareckgletscher)	Entf.Okt.2001 (m)	Entf.Sep.2002 (m)	Änderung 2001/2002 (m)
B 2000 (40°)	94.1	115.5	-21.4
C94 (30°)	92.2	105.5	-13.3
D94 (60°)	98.5	110.2	-11.7
I94 (70°)	78.6	92.5	-13.9
J94 (105°)	37.1	kein Gletscher	-----
			Mittlerer Rückzug
			-15.1

Tabelle 2.2: Mittlerer Gletscherrückzug im Haushaltsjahr 2001/2002

Gletscher	Mittlere Änderung 2001/2002 (m)
Goldbergkees	-8.5
Kleines Fleißkees	-16.5
Wurtenkees	-15.1

Tabelle 2.3: Neue Messmarken, angelegt im Herbst 2002.

Messmarken		
Goldbergkees	Entf. (m) (19.09.02)	Kommentare
22/02 (240°)	19.8	ersetzt 22/99
Kleines Fleisskees	Entf. (m) (18.09.02)	Kommentare
A97N (60°)	20.3	Änderung der Messrichtung von A97
C99N (70°)	5.5	Änderung der Messrichtung von C99
X2002 (65°)	11.1	genau in Richtung B87
Wurtenkees (Schareckgletscher)	Entf. (m) (19.09.02)	Kommentare
J02 (60°)	10.9	ersetzt J94

### 3. Längenänderungen im Glazialjahr 2002/2003

Erwartungsgemäß zeigte auch im Haushaltsjahr 2002/2003 das Goldbergkees von allen drei vermessenen Gletschern mit  $-10.3$  m den geringsten Rückzug. Der mittlere Gletscherrückgang ist das Ergebnis von vier Gletschermarken, C00 war aufgrund des vielen Schmelzwassers unerreichbar. Der Eisrand war gut erkennbar. Die Fotodokumentation konnte um ein Foto erweitert werden.

Nachdem das Kleine Fleisskees nach dem Eisbruch im September 2002 in zwei Teile zerfallen war, musste der verbleibende Rest der Gletscherzunge im August 2003 zu Toteis erklärt werden, und das Ende des oberen Teiles stellt nun definitionsgemäß den neuen Gletscherrand dar. Es wurden 11 neue Marken (K03 bis U03) oberhalb des Steilabbruches angelegt. Die Längenänderung 2002/2003 konnte mit Hilfe dieser neuen Gletschermarken (vermessen mit GPS) der entsprechenden Gletscherendpositionen, von 11 Gletscherendpositionen aus dem Jahre 1998 (aus der Orthophotokarte) sowie der entsprechenden Zungenrückzugsbewegungen 1998-2002 (aus Markenmessungen) bestimmt werden. Der rekonstruierte Gletscherrückgang 2002/2003 errechnete sich mit  $-160.5$  m entlang der Richtung  $78^\circ$ . 4 Fotos wurden in das digitale Gletscherarchiv aufgenommen.

Der Rückzug des Wurtenkeeses betrug im Mittel  $-22.4$  m. Die Änderungen bei den einzelnen Marken bewegten sich zwischen  $-15.9$  m und  $-45.2$  m. Da die Distanz der einzelnen Marken zur Zunge schon recht beträchtlich (bis zu 160 m) geworden war, wurden 6 neue Messmarken angelegt. Der Zustand des Gletschers wurde fotografisch vom Standorte 8nF dokumentiert.

Tabelle 3.1: Abstand der einzelnen Messmarken vom Gletscherrand (in m)

Messmarken			
Goldbergkees	Entf. Sept.2002 (m)	Entf.Aug.2003 (m)	Änderung 2002/2003 (m)
CØØ (240°)	28.2	keine Messung	-----
22/02 (240°)	19.8	25.9	-6.1
B99 (225°)	32.6	42.9	-10.3
A99 (190°)	36.4	46.6	-10.2
ZØØ (190°)	27.9	42.5	-14.6
			Mittlerer Rückzug
			-10.3
Kleines Fleißkees			
alle bisherigen Marken wurden für ungültig erklärt, da die Marken nur mehr in Richtung Toteis wiesen, <b>Rekonstruierter Rückgang 2002/2003: 160.5 m</b> entlang der Richtung 78°.			
Wurtenkees (Schareckgletscher)	Entf. Sep. 2002 (m)	Entf. Aug 2003 (m)	Änderung 2002/2003 (m)
B 2000 (40°)	115.5	160.7	-45.2
C94 (30°)	105.5	124.5	-19.0
D94 (60°)	110.2	125.5	-15.3
I94 (70°)	92.5	107.6	-15.1
J02 (60°)	10.9	28.4	-17.5
			Mittlerer Rückzug
			-22.4

Tabelle 3.2: Mittlerer Gletscherrückzug im Haushaltsjahr 2002/2003

Gletscher	Mittlere Änderung 2002/2003 (m)
Goldbergkees	-10.3
Kleines Fleißkees	160.5
Wurtenkees	-22.4

Tabelle 3.3: Neue Messmarken, angelegt im August 2003.

Messmarken		
Goldbergkees	Entf. (m) (28.08.03)	Kommentare
B03 (225°)	2.7	ersetzt B99
A03 (190°)	25.6	ersetzt A99
Kleines Fleisskees (oberer Gletscherteil)	Entf. (m) (27.08.03)	Kommentare
K 03	0	alle Marken Richtung Sonnblick
L 03	2.85	
M 03	1.7	
N 03	6.2	
O 03	6.1	
P 03	13.9	
Q 03	7.1	
R 03	9.2	
S 03	7.5	
T 03	11.1	
U 03	8.8	
Wurtenkees (Schareckgletscher)	Entf. (m) (19.09.02)	Kommentare
B03 (Schareck)	6.7	ersetzt B2000
C03 (Schareck)	0	ersetzt C94
D03 (Schareck)	0	ersetzt D94
I03 (Schareck)	20.8	leicht versetzt zu I94
Z03 (Schareck)	1.6	
A03	11.6	

#### 4. Längenänderungen im Glazialjahr 2003/2004

Die Längenänderungen im Glazialjahr 2003/2004 verliefen auf den drei Gletschern ziemlich ausgeglichen, zwei Gletscher zeigten einen leichten Vorstoß, das Wurtenkees einen leichten Rückzug. Zur Zeit der Messung waren die Gletscher bereits schneebedeckt, sodass die Gletscherränder zum Teil (am oberen Kleinen Fleisskees) nur durch Grabungen gefunden werden konnten, einige Messmarken am Kleinen Fleisskees wurden gar nicht aufgefunden. Aus diesem Grunde wurde in diesem Jahr auch auf die Fotodokumentation verzichtet.

Der Goldberggletscher zeigte einen mittleren Vorstoß von 0.9 m, mit Einzelmessungen zwischen -1.1 und +3.2 Metern. Obwohl der Gletscher zur Zeit der Messung bereits mit Schnee bedeckt war, war der Eisrand noch gut erkennbar.

Auch das Kleine Fleisskees zeigte gegenüber dem Vorjahr im Mittel einen Vorstoß von 2 Metern. Gletscher- und Gletschermarken waren mit Schnee bedeckt, für die Messungen mussten Grabungen durchgeführt werden. Durch Schneefall und Eisnadeln war auch die horizontale Sicht sehr beeinträchtigt. Alle auffindbaren Marken zeigten eine Zunahme der Gletscherlänge.

Als einziger drei Gletscher nahm das Wurtenkees an Länge ab, die im Mittel -2.4 m betrug. Bei guter Sicht, und trotz Schneebedeckung gut erkennbarer Gletscherränder konnten alles sieben Marken vermessen werden.

Tabelle 4.1: Abstand der einzelnen Messmarken vom Gletscherrand (in m)

<b>Messmarken</b>			
Goldbergkees	Entf.Aug.2003 (m)	Entf.Sep.2004 (m)	Änderung 2003/2004 (m)
CØØ (240°)	-----	20.5	-----
22/02 (240°)	25.9	24.6	+1.3
B03 (225°)	2.7	2.4	+0.3
A03 (190°)	25.6	22.4	3.2
ZØØ (190°)	42.5	43.6	-1.1
			<b>Mittlerer Vorstoß</b>
			<b>0.9</b>
Kleines Fleißkees (oberer Gletscherteil)	Entf.Aug.2003 (m)	Entf.Sep.2004 (m)	Änderung 2003/2004 (m)
K 03	0	schneebedeckt	-----
L 03	2.85	schneebedeckt	-----
M 03	1.7	schneebedeckt	-----
N 03	6.2	schneebedeckt	-----
O 03	6.1	schneebedeckt	-----
P 03	13.9	11.3	2.6
Q 03	7.1	4.3	2.8
R 03	9.2	zu gefährlich	-----
S 03	7.5	6.5	1.0
T 03	11.1	9.5	1.6
U 03	8.8	6.8	2.0
			<b>Mittlerer Vorstoß</b>
			<b>2.0</b>
Wurtenkees (Schareckgletscher)	Entf. Sep. 2002 (m)	Entf. Aug 2003 (m)	Änderung 2002/2003 (m)
J 02 (60°)	28.4	33.3	-4.9
I 03 (Schareck)	20.8	23.8	-3.0
D 03 (Schareck)	0	0	0.0
C 03 (Schareck)	0	2.6	-2.6
B 03 (Schareck)	6.7	11.3	-4.6
A 03 (Schareck)	11.6	11.5	0.1
Z 03 (Schareck)	1.6	3.3	-1.7
			<b>Mittlerer Rückzug</b>
			<b>-2.4</b>

Tabelle 4.2: Mittlerer Gletscherrückzug im Haushaltsjahr 2003/2004

Gletscher	Mittlere Änderung 2003/2004 (m)
Goldbergkees	0.9
Kleines Fleißkees	2.0
Wurtenkees	-2.4

Neue Messmarken wurden im Haushaltsjahr 2003/2004 nicht angelegt.

## 5. Längenänderungen der Gletscher in der Goldberggruppe seit 1978

Wie schon in den letzten Berichten wird eine Zusammenschau der Messergebnisse seit 1978 in der folgenden Grafik gegeben. Von den derzeit messbaren Gletschern verhält sich das Goldbergkees am stabilsten. Die Grafik lässt sehr gut den Eissturz des Jahres 2002 mit dem kurzfristigen Gletschervorstoß und dem Rückzug im darauffolgenden Haushaltsjahr am Kleinen Fleißkees erkennen.

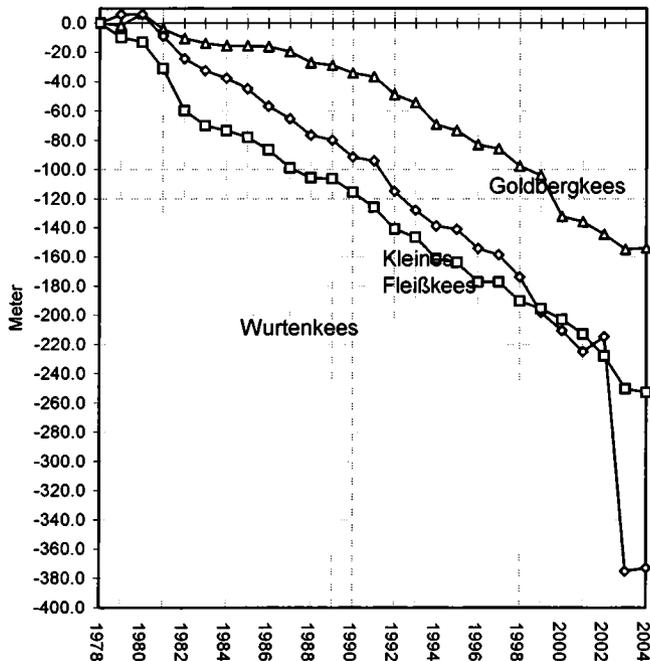


Abbildung 5.1: Längenänderungen der Gletscher in der Goldberggruppe seit 1978

## Literatur

- Auer I, Böhm R, Hammer N, Schöner W, Wiesinger T, Winiwarter W. 1995. Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Österr. Beitr. zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12, Zentralanst. f. Met. u. Geodyn., Wien
- Auer I, Böhm R, Leymüller M, Schöner W. 2002: Das Klima des Sonnblicks – Klimaatlas und Klimatographie der GAW Station Sonnblick einschließlich der umgebenden Gebirgsregion. Österr. Beitr. zu Meteorologie und Geophysik, Heft 28, Zentralanst. f. Met. u. Geodyn., Wien, 350 Seiten plus CD.
- Böhm R. 1984. Monographie der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern, Teil 1: Das Wurtenkees. Entwicklung des Gletschers seit 1850. 79.-81. Jb. d. SV., 3-59, Wien.
- Böhm R, Strobl J. 1987. Monographie der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern, Teil 2: Goldberggletscher und Kleines Fleißkees. Entwicklung der Gletscher seit 1850. 82.-83. Jb. d. SV., 3-44, Wien.

Anschrift der Verfasserin:

Dr. Ingeborg Auer

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

A-1190 Wien, Hohe Warte 38

## Fotodokumentation der Messkampagne im September 2002



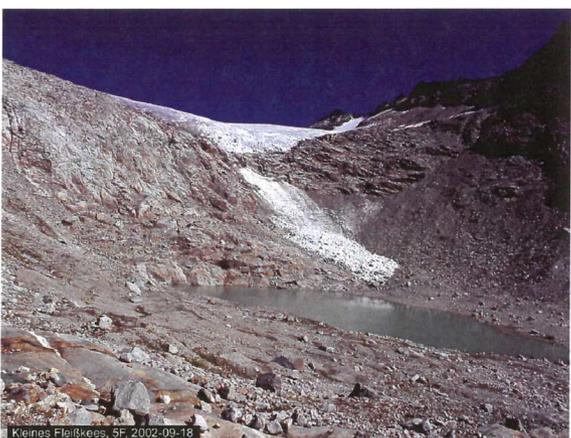
Goldbergkees, 6F, 2002-09-19

Das Goldbergkees am 19. September 2002



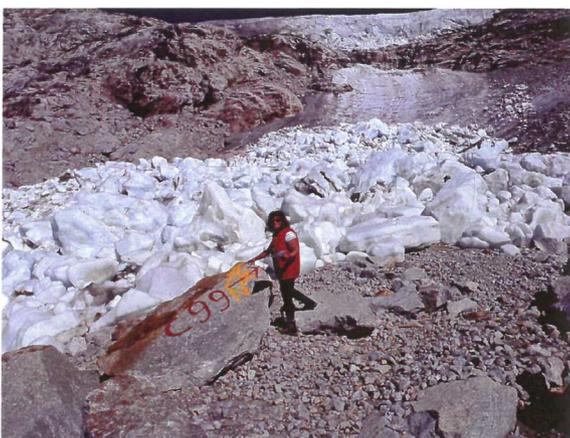
Wurtenkees, 6F, 2002-09-19

Das Wurtenkees am 19. September 2002



Kleines Fleißkees, 5F, 2002-09-18

Das Kleine Fleißkees am 18. September 2002 mit Eissturz vom 8. September 2002. Der Gletscher ist in zwei Teile zerfallen, die Eisbrocken reichen bis unterhalb der Gletscherzunge.



Inge Auer beim Markieren der Gletschermarke C99N. Eine Änderung der Messrichtung ist erforderlich, da in der ursprünglichen Messrichtung kein Gletscher mehr existiert.

## Fotodokumentation der Messkampagne im August 2003



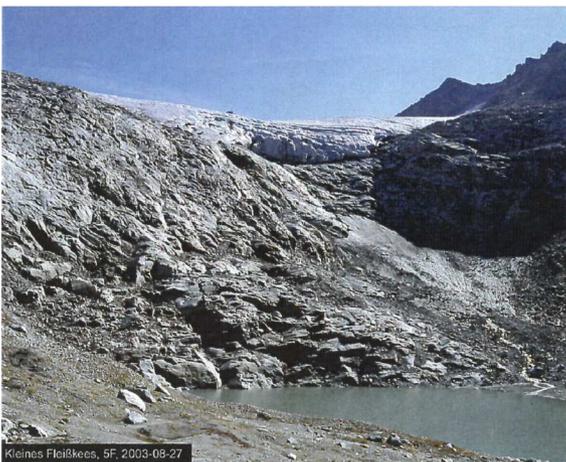
Goldbergkees, 6F, 2003-08-28

Das Goldbergkees zeigt sich bei spätsommerlichem Prachtwetter. Alle Gletscherränder und der starke Gletscherabfluss sind klar erkennbar.



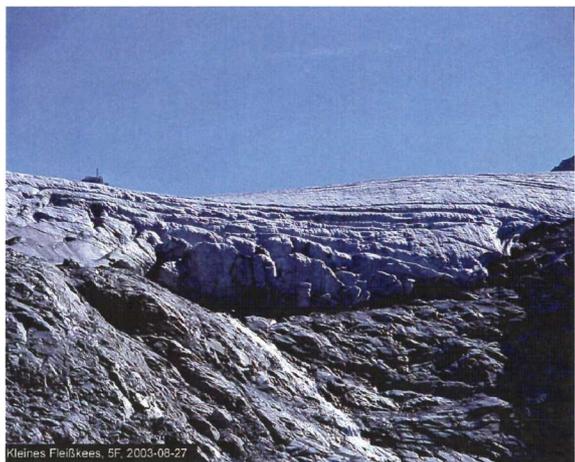
Wurtenkees, 8nF, 2003-08-28

Das Wurtenkees von neuen Fotostandpunkt 8nF am 28. August 2003. Die leichte Verlegung des Fotostandpunktes von 8F zu 8nF wurde notwendig, damit der Gletscher nicht aus dem Blickfeld verschwindet.



Kleines Fleißkees, 5F, 2003-08-27

Das Kleine Fleißkees am 27. August 2003. Der Jahrhundertssommer hat dem Gletscher zugesetzt. Die Eisbrocken des Vorjahres sind restlos weggeschmolzen, vom ursprünglichen unteren Teil des Gletschers sind nur noch Toteisreste wahrzunehmen. Im oberen Teil des Fotos die neue Gletscherfront.



Kleines Fleißkees, 5F, 2003-08-27

Das Kleine Fleißkees am 27. August 2003. Die neue Gletscherfront gewährt einen Blick auf das Sonnblick Observatorium.

# MASSENHAUSHALT 2001/2002 DER GLETSCHER IN DER GOLDBERGGRUPPE

B. Hynek und W. Schöner

## Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt die Ergebnisse der Massenhaushaltsmessungen der drei Gletscher Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees (Goldberggruppe, Hohe Tauern) im Haushaltsjahr 2001/2002.

Das Haushaltsjahr ist gekennzeichnet durch eine durchschnittliche Winterbilanz und eine überdurchschnittlich negative Nettomassenbilanz aller drei Gletscher.

Die spezifische Winterbilanz der beiden südseitig des Alpenhauptkammes gelegenen Gletscher Kleinfleißkees und Wurtenkees ist mit  $1332 \text{ kg/m}^2$  und  $1399 \text{ kg/m}^2$  wesentlich geringer als die des nördlich des Alpenhauptkammes gelegenen Goldbergkeeses mit  $1857 \text{ kg/m}^2$ .

Auch die spezifische Nettomassenbilanz ist beim Wurtenkees mit  $-966 \text{ kg/m}^2$  und beim Kleinfleißkees mit  $-808 \text{ kg/m}^2$  stärker negativ als beim Goldbergkees mit  $-612 \text{ kg/m}^2$ . Der Gesamtmassenverlust im Haushaltsjahr 01/02 ist somit beim Wurtenkees um mehr als 20% und beim Goldbergkees um ca. 70% größer als im Mittel der letzten 13 Jahre, beim Kleinfleißkees der größte seit Beginn der Messungen 98/99.

## 1. Einleitung

An dieser Stelle erschienen bis jetzt nur die Massenhaushaltsberichte des seit 1982/83 gemessenen Wurtenkeeses. Seit dem Haushaltjahr 86/87 wird auch die Winterbilanz und seit 88/89 die Nettomassenbilanz des Goldbergkeeses gemessen und seit 98/99 auch Winter- und Nettomassenbilanz des Kleinfleißkeeses. Nun umfasst dieser Bericht zum ersten Mal alle drei Gletscher.

Alle Massenhaushaltsuntersuchungen vom Wurtenkees von 82/83 bis 87/88 wurden in der Zeitschrift „Wetter und Leben“ und seit 88/89 im „Jahresbericht des Sonnblickvereines“ veröffentlicht. Die bisherigen Ergebnisse von Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees werden demnächst in der Reihe „Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“ veröffentlicht.

Die Messungen des Massenhaushaltes erfolgten mit der direkten glaziologischen Methode (Kaser et al, 2003). Die Nettomassenbilanz und die Winterbilanz wurde mit der Software ArcGis auf der Kartengrundlage eines Orthofotos vom August 1998 (Auer et al., 2002) und dem zugehörigen digitalen Geländemodell berechnet.

Die Änderung der Gletscherfläche durch den Rückzug an der Zunge seit 1998 ist damit noch nicht berücksichtigt und muss bei Vorliegen einer neuen Kartengrundlage interpoliert werden. Darauf aufbauend muss eine Korrektur der Massenbilanz durchgeführt werden.

## 2.1 Winterbilanzmessungen von 30.4. bis 8.5. 2002

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 01/02 wurden vom 30. April bis 8. Mai 2002 durchgeführt. Zur Bestimmung der winterlichen Schneeakkumulation wurden in Summe auf allen drei Gletschern 24 Schneeprofile gegraben. Dabei wurden die Schneedichte und Schneetemperatur in den einzelnen Schichten sowie der Schneedeckenaufbau ermittelt. Die Messwerte aus den Schneeprofilen sind in den Tabellen 2.1.1 bis 2.1.4 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, und in den Tabellen 2.1.5 bis 2.1.7 dargestellt. Die Koordinaten der Schneeprofile und der Sondierungspunkte wurden mit GPS bestimmt und können aus den Winterbilanzkarten am Ende dieses Berichtes ersehen werden. Dort ist auch die Lage der permanenten Schneepegel aus dem Messnetz der ZAMG und der Kelag ersichtlich.

Tabelle 2.1.1: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österr. BMN)		Höhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
Liesstang	6.5.02	421754	212661	3023	473	413	1954	Firn
Steihang	6.5.02	421368	212178	2883	544	435	2364	Firn
OB Bockpalfen	8.5.02	421730	211799	2681	395	426	1684	Eis
OB Mitte	8.5.02	422216	211667	2672	440	441	1940	Firn
OB Bruch	8.5.02	422541	211446	2634	375	429	1608	Eis
Zunge	8.5.02	422890	211750	2426	370	441	1631	Eis

Tabelle 2.1.2: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österr. BMN)		Höhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
SP Oben	7.5.02	421122	212564	2946	600	420	2522	Eis
Pilatus	7.5.02	420985	213005	2916	490	420	2059	Firn
FLK Mitte	7.5.02	420837	212795	2857	480	417	2000	Firn
Zunge	7.5.02	420441	212935	2821	311	400	1245	Eis

Tabelle 2.1.3: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österr. BMN)		Höhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
Chemie	30.4.02	426091	211280	3040	420	381	1599	Firn
Profil 27	1.5.02	426180	211100	3033	450	411	1852	Firn
Profil 25	1.5.02	426175	210750	2950	319	396	1262	Firn
Pistenmitte	1.5.02	426085	210795	2936	348	440	1530	Eis
Schneekanone	1.5.02	425699	210452	2770	261	394	1028	Fels
Weißlakopf	1.5.02	425945	210315	2831	360	404	1456	Eis
Profil 29	1.5.02	425975	210855	2909	410	412	1689	Firn
Profil 19	1.5.02	425815	210794	2851	369	424	1563	Fels
Profil 13	2.5.02	425325	211065	2662	400	434	1738	Firn
Lawi	2.5.02	425460	211180	2692	640	452	2890	Firn
Profil 7	2.5.02	425120	211170	2635	275	439	1206	Eis
Profil 5	2.5.02	424999	211015	2600	226	399	902	Eis
Profil 3	2.5.02	424884	210933	2560	164	403	660	Eis
Minimum	2.5.02	424950	211126	2593	170	413	702	Eis

Tabelle 2.1.4: Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK), Winterbilanzmessungen 2002, Schneetemperaturen (°C)

Profil	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	Mittel 50-250*					
			10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350		375	400	425	450	475
Liesistang (Gok)	6.5.02	3023	-3.4	-3.7	-3.7	-3.6	-3.6	-3.6	-3.7	-3.7	-4.0	-4.2	-4.1	-4.1	-4.1	-4.0	-3.7	-3.7	-3.6	-3.5	-3.2	-3.0	-2.9	-2.8	-3.9
Pilatus (Flk)	7.5.02	2916	-0.2	-1.9	-2.9	-2.6	-2.4	-2.4	-3.0	-3.5	-3.9	1.0	-3.7	-3.6	-3.7	-3.8	-3.8	0.0	-3.8	0.0	-3.6	0.0	-3.1	-2.8	-3.3
Flk Mitte (Flk)	7.5.02	2857	-2.0	-2.2	-1.8	-1.5	-1.2	-1.7	-2.5	-3.1	-3.7	-4.2	-4.5	0.0	-4.5	0.0	-4.5	0.0	-3.8	0.0	-3.6	0.0	-3.1	-2.8	-3.3
Profil 29 (Wuk)	1.5.02	2909	-3.2	-2.5	-2.1	-2.0	-1.9	-2.0	-2.1	-2.2	-2.3	-2.3	-1.9	-2.0	-2.0	-2.1	-2.0	-1.9	-1.7	-1.7	-1.4				-2.0
Profil 5 (Wuk)	2.5.02	2600	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-1.2	0.0	-2.0	-2.7	-2.8										-1.2
Profil 3 (Wuk)	2.5.02	2580	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.2	0.0	-0.2	0.0	-0.2												
Minimum Wuk)	2.5.02	2593	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	-0.1	0.0	-0.4	0.0	-0.5														

\* Mittelwert der Messwerte aus 50, 100, 150, 200 und 250 cm.

Die Schneetemperaturen waren durchwegs unter 0°C, nur am unteren Teil des Wurtenkeeses war die Schneedecke bereits teilweise durchfeuchtet.

Aus Abbildung 2.1.1 ist eine Abnahme der mittleren Schneedichte mit der Seehöhe nur am Goldbergkees und Kleinfleißkees erkennbar, wobei die Streuung der Dichtewerte am Wurtenkees am größten ist, was sicherlich auf die Pistenpräparierungsarbeiten im Schigebiet zurückzuführen ist.

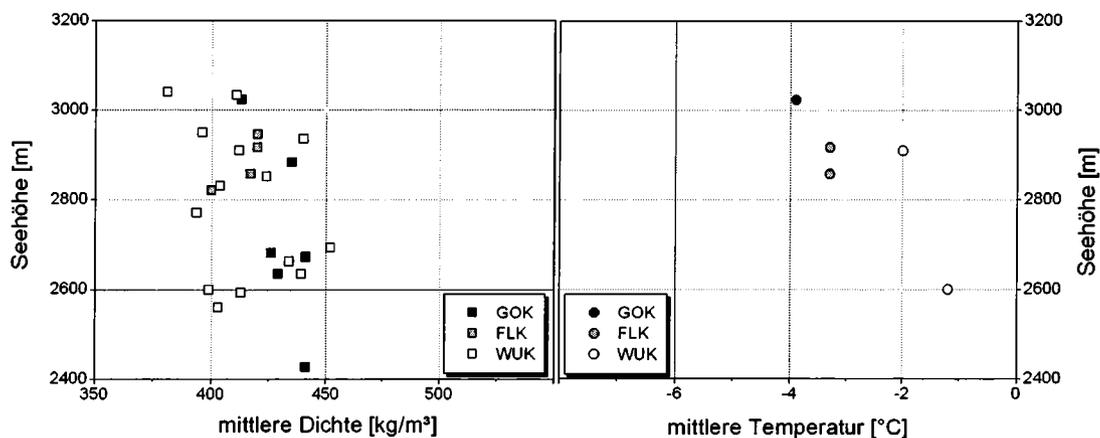


Abbildung 2.1.1: Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK), mittlere Schneedichte und -temperatur in Abhängigkeit der Seehöhe

Als Fortsetzung der ALPTRAC/SNOSP Messreihe (Winiwarter 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 Probennahme erfolgte in den Profilen Liesistang am Goldbergkees und Chemie am Wurtenkees. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle publiziert.

Tabelle 2.1.5: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]														
1	4.50	12	3.65	23	4.50	34	3.75	45	4.70	56	5.10	67	3.15	78	4.80
2	4.75	13	3.65	24	5.30	35	4.70	46	3.55	57	4.55	68	3.05	79	3.65
3	3.90	14	4.40	25	4.40	36	4.50	47	3.60	58	4.70	69	3.40	80	4.05
4	3.75	15	4.65	26	5.50	37	5.55	48	4.15	59	4.50	70	4.00	81	4.30
5	3.75	16	4.30	27	5.10	38	4.70	49	3.85	60	5.25	71	3.25	82	5.00
6	4.75	17	4.60	28	4.75	39	4.20	50	3.55	61	4.00	72	3.80	83	5.30
7	4.50	18	5.15	29	4.00	40	4.25	51	3.35	62	4.05	73	4.10	84	4.20
8	4.50	19	3.60	30	4.65	41	4.45	52	4.15	63	4.45	74	4.20	85	3.50
9	4.90	20	4.00	31	5.15	42	4.30	53	4.35	64	4.15	75	4.80	86	5.65
10	4.75	21	4.00	32	4.65	43	3.45	54	4.30	65	3.70	76	4.85	87	4.00
11	4.55	22	4.05	33	5.00	44	4.00	55	4.50	66	3.60	77	4.50	88	4.90

Tabelle 2.1.6: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]																
1	2.75	9	2.10	17	3.05	25	3.50	33	3.95	41	4.15	49	4.20	57	2.75	65	3.85
2	2.60	10	2.60	18	3.10	26	3.75	34	4.95	42	4.75	50	3.45	58	3.65	66	3.80
3	2.50	11	2.85	19	3.25	27	3.80	35	4.65	43	4.20	51	2.95	59	3.10	67	3.80
4	2.60	12	2.70	20	3.80	28	3.75	36	4.10	44	4.50	52	2.05	60	3.85	68	3.00
5	3.25	13	2.75	21	3.75	29	3.70	37	3.85	45	4.75	53	2.15	61	3.20	69	3.45
6	3.15	14	2.75	22	3.30	30	4.80	38	3.45	46	5.05	54	2.85	62	4.10		
7	2.90	15	2.80	23	4.20	31	4.60	39	3.50	47	4.35	55	3.55	63	3.15		
8	3.40	16	3.05	24	3.75	32	3.80	40	4.70	48	4.75	56	3.15	64	4.00		

Tabelle 2.1.7: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2002, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]																
1	5.50	12	2.85	23	2.65	34	2.25	45	2.10	56	3.70	67	4.15	78	1.65	89	1.35
2	3.80	13	4.00	24	1.65	35	2.25	46	2.50	57	3.15	68	3.05	79	2.10	90	2.00
3	3.50	14	4.40	25	2.45	36	3.40	47	3.70	58	3.60	69	2.65	80	1.75	91	3.60
4	3.80	15	4.30	26	2.50	37	3.30	48	2.10	59	4.50	70	3.10	81	2.30	92	3.05
5	2.75	16	4.05	27	2.00	38	3.80	49	3.10	60	4.35	71	3.15	82	3.65	93	2.50
6	3.05	17	3.00	28	3.60	39	3.20	50	2.80	61	5.75	72	3.45	83	3.05	94	2.65
7	4.00	18	3.30	29	2.80	40	2.70	51	2.00	62	3.80	73	3.30	84	3.90		
8	3.80	19	3.05	30	2.55	41	3.10	52	2.80	63	4.25	74	3.35	85	2.65		
9	2.80	20	2.70	31	3.00	42	2.80	53	1.40	64	3.70	75	3.15	86	1.85		
10	3.00	21	3.35	32	1.65	43	2.75	54	1.50	65	4.55	76	3.15	87	2.25		
11	3.20	22	2.50	33	2.55	44	2.10	55	1.75	66	3.65	77	2.50	88	1.60		

## 2.2 Messungen für die Jahresbilanz 2001/2002

Es sind auf allen drei Gletschern graue Ablationspegel aus Kunststoff mit 150 cm-Segmenten in Verwendung, die mehrere Male während der Ablationsperiode abgelesen wurden. Die Zeitpunkte der Ablesung und die Abschmelzbeträge der einzelnen Pegel sind aus den Tabellen 2.2.1 – 2.2.3 ersichtlich.

Als zusätzliche Information zur Bestimmung der Massenbilanz diene die maximale Ausaperung der Gletscher. Wie in den Karten für die Jahresbilanz ersichtlich ist, waren alle drei Gletscher im September 02 fast völlig aper, nur in den abgeschatteten bzw. kammnahen Lagen hielten sich spärliche Schneereste. Schneefall vor dem 1. Oktober beendete die Abschmelzperiode 2002. Der Massenzuwachs durch den Neuschnee wird aber noch dem Haushaltsjahr 01/02 zugerechnet (fixed date system), weshalb die Nulllinie der Massenbilanz (Rot-Blau-Grenze in den Karten) nicht mit der Linie der maximalen Ausaperung übereinstimmt.

Am 8. September 2002 ereignete sich im unteren Bereich des Kleinfleißkeeses ein Eissturz, bei dem die Verbindung zur bisherigen Gletscherzunge an der steilen Engstelle knapp über 2700m völlig abbriss. Die Fotos vom Eissturz sind im Bericht über die Längenmessungen zu finden. Für die Nettomassenbilanz 01/02 ergaben sich dadurch keine Änderungen, da die Abschmelzraten trotz des Eissturzes auf der Gletscherfläche aus dem Jahr 1998 interpoliert wurden. Die Reste des Eissturzes und das nicht mehr mit dem Nährgebiet verbundene Eis im Zungenbereich schmolzen im Sommer 02/03 fast gänzlich

weg, sodass die Nettomassenbilanz 02/03 auf einer um 5% geringeren Gletscherfläche berechnet wurde, wie aus dem Vergleich der Bilanzkarten 01/02 und 02/03 ersichtlich ist.

Tabelle 2.2.1: Goldbergkees, Ablationspegel 01/02

Pegel	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]				Ablation 2002 [cm Eis]	Ablation 2002 [mm WW]
	x	y		30.7 02	23.8 02	4.9 02	1.10 02		
99/1	421560	212730	3050	340		250	230	-110	-990
96/1	421783	212657	3020			445	420	-70	-630
95/1	421355	212285	2920			230	195	-35	-315
94/2	421360	212275	2910			90	65	-25	-225
95/2	421394	212140	2860					-145	-1305
G00-6	421980	211940	2656	250		120	70	-180	-1620
02-8	421980	211940	2656	645		520	470	-175	-1575
G00-7	422130	211805	2675	175					
02-7	422130	211805	2675	640		500	450	-190	-1710
02-5	422275	211825	2660	641		490	440	-201	-1809
G00-5	422512	211497	2640	270		100	45	-225	-2025
02-6	422512	211497	2640	645		470	415	-230	-2070
98/5	422890	211835	2432						
02-4	422890	211835	2432	640	516		445	-195	-1755
G00-3	423200	211650	2420	305	188		115	-190	-1710
02-3	423200	211650	2420	620	497		425	-195	-1755
G00-4	422899	211720	2415	260	155				
02-2	422899	211720	2415	633	515		435	-198	-1782
G00-1	423015	211838	2395	187	53				
02-1	423015	211838	2395	620	475		390	-230	-2070

Tabelle 2.2.2: Kleinfleißkees, Ablationspegel 01/02

Pegel	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]					Ablation 02 [cm Eis]	Ablation 02 [mm WW]
	x	y		1.10.01 *	6.10.01	30.7.02	5.9.02	1.10.02 *		
S11	421119	212806	2962	633		633		480	-153	-1377
99/8	420860	212475	2875	425				405	-20	-180
F00/3	420505	212420	2815	495	410	475	360	300	-195	-1755
S13	420525	212585	2825	665		645	540	485	-180	-1620
99/6	420525	212585	2825	220		201	100	40	-180	-1620
02/11	420455	212735	2813	665		645	530	460	-205	-1845
F00/1	420305	212850	2780	488	488	460	370	288	-200	-1800
02/10	420570	212985	2852	510		510	410	410	-100	-900
99/4	420360	212835	2815	277	277	155	60			

Tabelle 2.2.3: Wurtenkees, Ablationspegel 01/02

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]						Ablation 2002 [cm Eis]	Ablation 2002 [mm WW]
		x	y		30.9. 01 *	20.10. 01	8.7. 02	14.8. 02	2.9. 02	1.10. 02 *		
S1	2001-08	424885	210906	2569	433	433		220	135	100	-333	-2997
S2	2001-08	424984	210955	2604	435		417	230	150	150	-285	-2565
P3	1999-10	425104	210971	2623	248	248		165	85	25	-223	-2007
P5	1999-10	425203	210980	2647	242	242		120	35	25	-227	-2043
P7	1999-10	425137	211179	2640	300					50	-250	-2250
P11	1999-10	425336	211008	2671	400	400		348	260	220	-180	-1620
R17	2000-06	425958	210463	2864	270				160	150	-120	-1080
R19	2000-06	425869	210315	2834	225				55	25	-200	-1800
O21	1998	425979	210671	2897	300				230	220	-80	-720
R21	2000-06	425979	210671	2897	300				205	200	-100	-900
N23	1997	426177	210746	2962	170				125	110	-60	-540
R25	2000-06	426084	210778	2945	310				260	235	-75	-675
O27	1998	426239	210812	2993	230				110	130	-100	-900
R29	2000-06	426197	210890	2999	360					320	-40	-360

\* die Pegelstände am 1. 10. 2002 sind keine Messwerte, sondern interpolierte Werte.

### 3. Ergebnisse für das Haushaltsjahr 2001/2002

Die Werte aus den Punktmessungen der Schneeprofile, Sondierungspunkte und Ablationspegel sowie Linieninformation der Ausaperungskartierung wurden mit der Software ArcGis auf die Gletscherfläche interpoliert (spline interpolation) und aufsummiert. Die dabei erhaltenen spezifischen Bilanzen und Bilanzvolumina sind in den Tabellen 3.1 – 3.7 sowohl nach Höhenstufen als auch nach Gletscherteilen getrennt aufgelistet.

Anhand der Darstellung der spezifischen Massenbilanzen in Abhängigkeit der Seehöhe in den Abbildungen 3.1 – 3.3 erkennt man wesentliche Unterschiede der drei Gletscher. Wechselnde Exposition und Steilstufen im Gletscherverlauf und die damit bedingte Abschattung und Schneeverfrachtung führen zu unterschiedlicher Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanz. Multipliziert man die spezifische Massenbilanz pro Höhenstufe mit der tatsächlichen Gletscherfläche in dieser Höhenstufe, so erhält man den absoluten Massenverlust pro Höhenstufe, dargestellt in den Abbildungen 3.4 – 3.6.

Die wichtigsten glaziologischen Maßzahlen für das Haushaltsjahr 01/02 sind in der Tabelle 3.8 zusammengefasst.

Tabelle 3.1: Goldbergkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 01/02

Höhenstufe	Fläche	Winterbilanz- volumen	spezifische Winterbilanz	Sommerbilanz- volumen	spez. Sommerbilanz	Jahresbilanz- volumen	spez. Jahresbilanz
[m]	[m <sup>2</sup> ]	[10 <sup>3</sup> kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[10 <sup>3</sup> kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]	[10 <sup>3</sup> kg]	[kg/m <sup>2</sup> ]
2350 - 2400	32762	53993	1648	-114327	-3490	-60334	-1842
2400 - 2450	120205	226344	1883	-363456	-3024	-137112	-1141
2450 - 2500	70984	138301	1948	-154988	-2183	-16687	-235
2500 - 2550	23710	44229	1865	-42562	-1795	1667	70
2550 - 2600	28553	56761	1988	-63308	-2217	-6547	-229
2600 - 2650	176291	317793	1803	-487245	-2764	-169452	-961
2650 - 2700	474909	851681	1793	-1227744	-2585	-376062	-792
2700 - 2750	147725	302964	2051	-320553	-2170	-17589	-119
2750 - 2800	30933	66977	2165	-77597	-2509	-10620	-343
2800 - 2850	43989	85220	1937	-122557	-2786	-37337	-849
2850 - 2900	74161	146056	1969	-189227	-2552	-43171	-582
2900 - 2950	112811	207163	1836	-222512	-1972	-15349	-136
2950 - 3000	93198	165606	1777	-171472	-1840	-5866	-63
3000 - 3050	52749	90214	1710	-104919	-1989	-14705	-279
3050 - 3100	10920	20552	1882	-24934	-2283	-4382	-401
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>2773854</b>	<b>1857</b>	<b>-3687400</b>	<b>-2468</b>	<b>-913546</b>	<b>-612</b>

Tabelle 3.2: Kleinfleißkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 01/02

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Winterbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Sommerbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Jahresbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]
2550 - 2600	9617	13998	1456	-44696	-4648	-30698	-3192
2600 - 2650	19379	24677	1273	-83172	-4292	-58495	-3018
2650 - 2700	15341	10977	716	-51947	-3386	-40970	-2671
2700 - 2750	16531	5771	349	-37912	-2293	-32141	-1944
2750 - 2800	118685	112639	949	-299548	-2524	-186908	-1575
2800 - 2850	243616	318309	1307	-568628	-2334	-250319	-1028
2580 - 2900	251139	419091	1669	-498722	-1986	-79630	-317
2900 - 2950	129770	171577	1322	-210957	-1626	-39379	-303
2950 - 3000	102169	130379	1276	-164264	-1608	-33886	-332
3000 - 3050	37678	50094	1330	-60733	-1612	-10639	-282
3050 - 3100	988	1397	1414	-1497	-1515	-100	-101
<b>gesamt</b>	<b>944913</b>	<b>1258909</b>	<b>1332</b>	<b>-2022075</b>	<b>-2140</b>	<b>-763166</b>	<b>-808</b>

Tabelle 3.3: Wurtenkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 01/02

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Winterbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Sommerbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Jahresbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]
bis 2550	26506	32798	1237	-111537	-4208	-78739	-2971
2550 - 2600	68558	65992	963	-243039	-3545	-177047	-2582
2600 - 2650	126761	155884	1230	-403894	-3186	-248009	-1957
2650 - 2700	162370	274721	1692	-421195	-2594	-146474	-902
2700 - 2750	72001	109929	1527	-157944	-2194	-48015	-667
2750 - 2800	29921	30508	1020	-74333	-2484	-43824	-1465
2800 - 2850	91422	106832	1169	-216426	-2367	-109594	-1199
2850 - 2900	105236	141219	1342	-206823	-1965	-65604	-623
2900 - 2950	80736	115459	1430	-136261	-1688	-20801	-258
2950 - 3000	98594	145088	1472	-150740	-1529	-5652	-57
3000 - 3050	73953	109339	1478	-108594	-1468	745	10
3050 - 3100	32146	64360	2002	-60349	-1877	4010	125
3100 - 3150	3528	7664	2172	-7152	-2027	512	145
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>1359795</b>	<b>1399</b>	<b>-2298287</b>	<b>-2365</b>	<b>-938492</b>	<b>-966</b>

Tabelle 3.4: Goldbergkees, Winterbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	53993		53993	1648		1648
2400 - 2450	120205		120205	226344		226344	1883		1883
2450 - 2500	70984		70984	138301		138301	1948		1948
2500 - 2550	23710		23710	44229		44229	1865		1865
2550 - 2600	28553		28553	56761		56761	1988		1988
2600 - 2650	176291		176291	317793		317793	1803		1803
2650 - 2700	474909		474909	851681		851681	1793		1793
2700 - 2750	147725		147725	302964		302964	2051		2051
2750 - 2800	30933	15398	15535	66977	33365	33612	2165	2167	2164
2800 - 2850	43989	42127	1862	85220	81887	3334	1937	1944	1790
2850 - 2900	74161	73126	1035	146056	144171	1885	1969	1972	1821
2900 - 2950	112811	112811		207163	207163		1836	1836	
2950 - 3000	93198	93198		165606	165606		1777	1777	
3000 - 3050	52749	52749		90214	90214		1710	1710	
3050 - 3100	10920	10920		20552	20552		1882	1882	
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>400329</b>	<b>1093571</b>	<b>2773854</b>	<b>742956</b>	<b>2030898</b>	<b>1857</b>	<b>1856</b>	<b>1857</b>

Tabelle 3.5: Wurtenkees, Winterbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	32798		32798	1237		1237
2550 - 2600	68558		68558	65992		65992	963		963
2600 - 2650	126761		126761	155884		155884	1230		1230
2650 - 2700	162370		162370	274721		274721	1692		1692
2700 - 2750	72001	12425	59576	109929	6968	102961	1527	561	1728
2750 - 2800	29921	27857	2064	30508	27821	2688	1020	999	1302
2800 - 2850	91422	91202	220	106832	106559	273	1169	1168	1243
2850 - 2900	105236	105236		141219	141219		1342	1342	
2900 - 2950	80736	80736		115459	115459		1430	1430	
2950 - 3000	98594	98594		145088	145088		1472	1472	
3000 - 3050	73953	73953		109339	109339		1478	1478	
3050 - 3100	32146	32146		64360	64360		2002	2002	
3100 - 3150	3528	3528		7664	7664		2172	2172	
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>525677</b>	<b>446055</b>	<b>1359795</b>	<b>724478</b>	<b>635317</b>	<b>1399</b>	<b>1378</b>	<b>1424</b>

Tabelle 3.6: Goldbergkees, Jahresbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	-60334		-60334	-1842		-1842
2400 - 2450	120205		120205	-137112		-137112	-1141		-1141
2450 - 2500	70984		70984	-16687		-16687	-235		-235
2500 - 2550	23710		23710	1667		1667	70		70
2550 - 2600	28553		28553	-6547		-6547	-229		-229
2600 - 2650	176291		176291	-169452		-169452	-961		-961
2650 - 2700	474909		474909	-376062		-376062	-792		-792
2700 - 2750	147725		147725	-17589		-17589	-119		-119
2750 - 2800	30933	15398	15535	-10620	-8281	-2339	-343	-538	-151
2800 - 2850	43989	42127	1862	-37337	-36679	-658	-849	-871	-353
2850 - 2900	74161	73126	1035	-43171	-42874	-297	-582	-586	-287
2900 - 2950	112811	112811		-15349	-15349		-136	-136	
2950 - 3000	93198	93198		-5866	-5866		-63	-63	
3000 - 3050	52749	52749		-14705	-14705		-279	-279	
3050 - 3100	10920	10920		-4382	-4382		-401	-401	
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>400329</b>	<b>1093571</b>	<b>-913546</b>	<b>-128135</b>	<b>-785411</b>	<b>-612</b>	<b>-320</b>	<b>-718</b>

Tabelle 3.7: Wurtenkees, Jahresbilanz 01/02 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	-78739		-78739	-2971		-2971
2550 - 2600	68558		68558	-177047		-177047	-2582		-2582
2600 - 2650	126761		126761	-248009		-248009	-1957		-1957
2650 - 2700	162370		162370	-146474		-146474	-902		-902
2700 - 2750	72001	12425	59576	-48015	-21070	-26945	-667	-1696	-452
2750 - 2800	29921	27857	2064	-43824	-42434	-1390	-1465	-1523	-674
2800 - 2850	91422	91202	220	-109594	-109488	-106	-1199	-1200	-481
2850 - 2900	105236	105236		-65604	-65604		-623	-623	
2900 - 2950	80736	80736		-20801	-20801		-258	-258	
2950 - 3000	98594	98594		-5652	-5652		-57	-57	
3000 - 3050	73953	73953		745	745		10	10	
3050 - 3100	32146	32146		4010	4010		125	125	
3100 - 3150	3528	3528		512	512		145	145	
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>525677</b>	<b>446055</b>	<b>-938492</b>	<b>-259781</b>	<b>-678711</b>	<b>-966</b>	<b>-494</b>	<b>-1522</b>

Tabelle 3.8: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 01/02, Vergleich der 3 Gletscher

Glaziologische Maßzahl	[ ]	FLK	GOK	WUK	GOK Oben	GOK Unten	WUK Oben	WUK Unten
S (Fläche)	m <sup>2</sup>	944913	1493900	971732	400329	1093571	525677	446055
Sc (Akkumulationsfläche)	m <sup>2</sup>	121369	296403	191947	74497	221906	173904	18043
Sa (Ablationsfläche)	m <sup>2</sup>	823544	1197497	779785	325832	871665	351773	428012
Sc/S		0,13	0,20	0,20	0,19	0,20	0,33	0,04
Sc/Sa		0,15	0,25	0,25	0,23	0,25	0,49	0,04
B (Bilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	-763,2	-913,5	-938,5	-128,1	-785,4	-259,8	-678,7
Bw (Winterbilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	1259	2773,9	1359,8	743,0	2030,9	724,5	635,3
Bs (Sommerbilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	-2022	-3687,4	-2298,3	-871,1	-2816,3	-984,3	-1314,0
Bc (Nettoakkumulation)	10 <sup>6</sup> kg	21,8	62,3	20,04	13,9	48,5	18,26	1,78
Ba (Nettoablation)	10 <sup>6</sup> kg	-785,0	-975,9	-958,5	-142,0	-833,9	-278,0	-680,5
Bw + Bs  (Totalmassenumsatz)	10 <sup>6</sup> kg	3281,0	6461,3	3658,1	1614,0	4847,2	1708,7	1949,3
b (spez. Bilanzvolumen)	kg/m <sup>2</sup>	-807,7	-611,5	-965,8	-320,1	-718,2	-494,2	-1521,6
bw (spez. Winterbilanz)	kg/m <sup>2</sup>	1332,3	1856,8	1399,4	1855,9	1857,1	1378,2	1424,3
bs (spez. Sommerbilanz)	kg/m <sup>2</sup>	-2140,0	-2468,3	-2365,1	-2175,9	-2575,3	-1872,4	-2945,9
bc (spez. Nettoakkumulation)	kg/m <sup>2</sup>	23,1	41,7	20,6	34,6	44,3	34,7	4,0
ba (spez. Nettoablation)	kg/m <sup>2</sup>	-830,7	-653,2	-986,4	-354,7	-762,5	-528,9	-1525,6
bw +  bs  (spez. Totalmassenumsatz)	kg/m <sup>2</sup>	3472,3	4325,1	3764,5	4031,8	4432,5	3250,5	4370,2
bc +  ba  (spez. Nettomassenumsatz)	kg/m <sup>2</sup>	853,8	695,0	1007,0	389,3	806,9	563,6	1529,6
ELA (Gleichgewichtslinie)	m	>3100	>3100	3020	-	-	-	-

## 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, (im Druck).
- KASER, G., A. FOUNTAIN und P. JANSOON (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

## Danksagung

*Die Messung der Massenbilanz von Goldbergkees und Kleinfleißkees erfolgten im Auftrag des BMLFUW (GZ 54 4768/1-V/4/04). Die Feldmessungen wurden in Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, dem Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur Wien und der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG, denen an dieser Stelle herzlich für die Unterstützung des Projektes gedankt sei. Folgende Mitarbeiter und Studenten führten die Feldmessungen am Gletscher durch: Ingeborg Auer, Michael Bailer, Reinhard Böhm, Dietmar Ertl, Thomas Feix, Bernhard Feldbacher, Barbara Hauer, Alois Holzer, Roman Just, Angelika Kiselka, Christine Kitzler, Clemens Köhler, Gernot Koboltschnig, Helga Kromp-Kolb, Clement Millet, Georg Pistotnik, Hugo Seitz, Wolfgang Schöner, Nicole Schwarz, Michaela Sterl, Bertram Weiss, Gernot Weyss, Christoph Wittmann.*

## Kontaktadressen:

Dr. Wolfgang Schöner, Bernhard Hynek  
 Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Abteilung Klimatologie  
 Hohe Warte 38, A-1190 Wien  
 Tel.: 01-36026-2290  
 wolfgang.schoener@zamg.ac.at, bernhard.hynek@zamg.ac.at

Abbildung 3.1: Goldbergkees, spezifische Massenbilanzen 01/02 in Abhängigkeit der Seehöhe

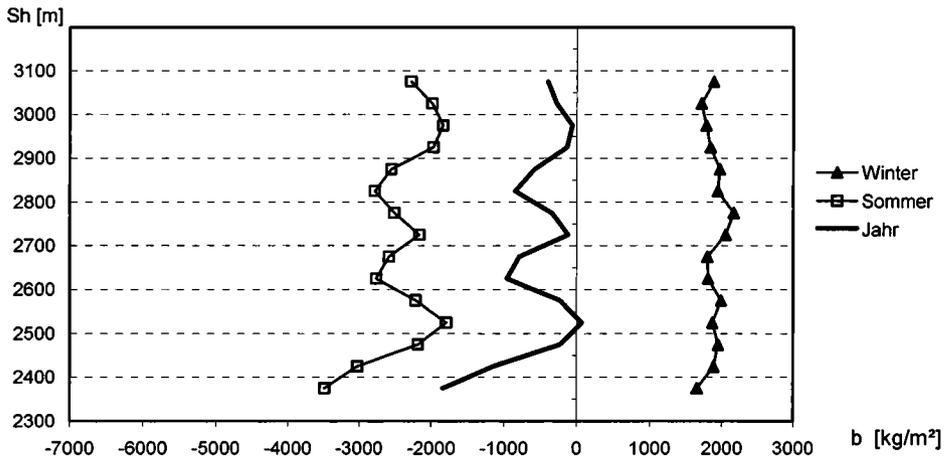


Abbildung 3.2: Kleinfleißkees, spezifische Massenbilanzen 01/02 in Abhängigkeit der Seehöhe

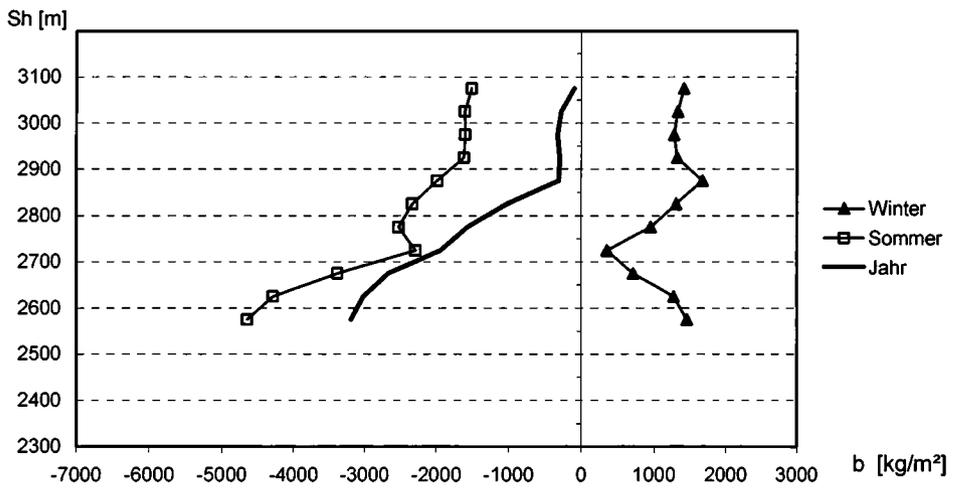
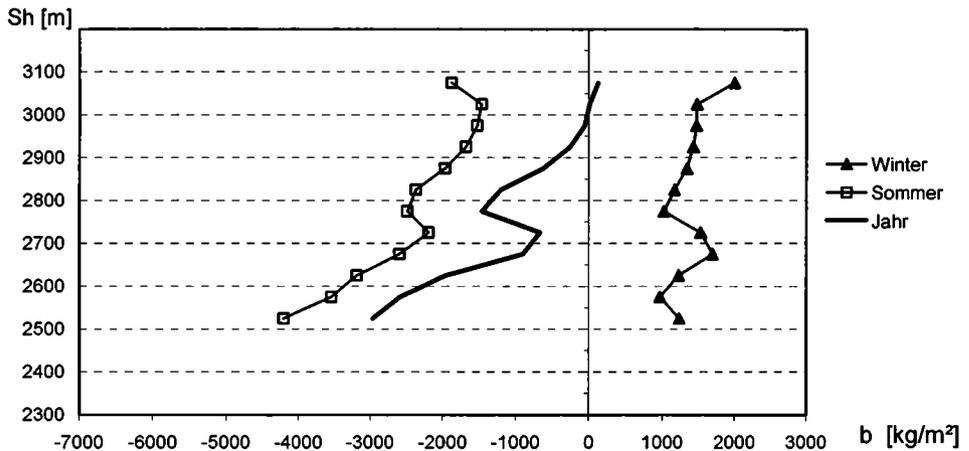
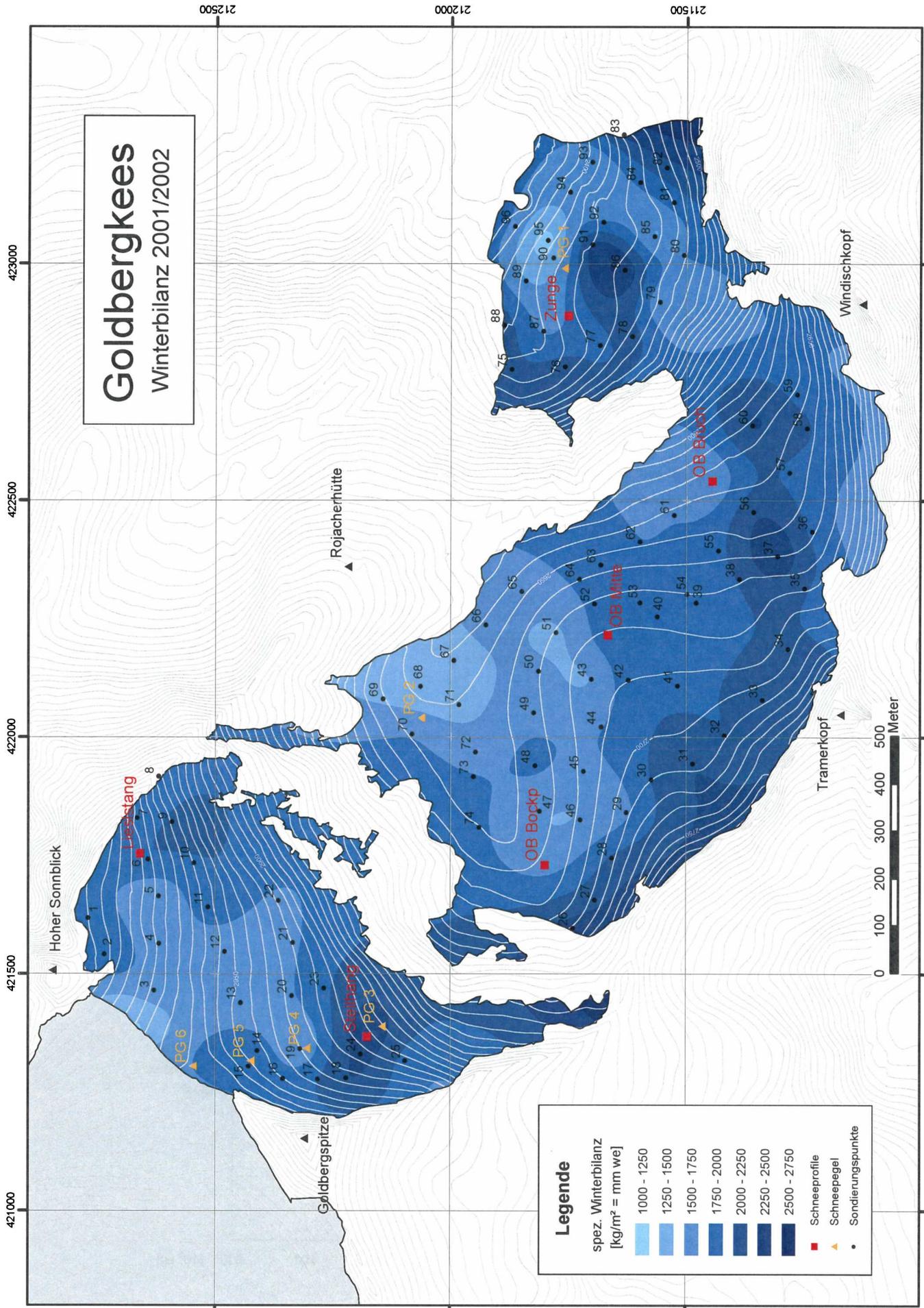


Abbildung 3.3: Wurtenkees, spezifische Massenbilanzen 01/02 in Abhängigkeit der Seehöhe



# Goldbergkees

## Winterbilanz 2001/2002

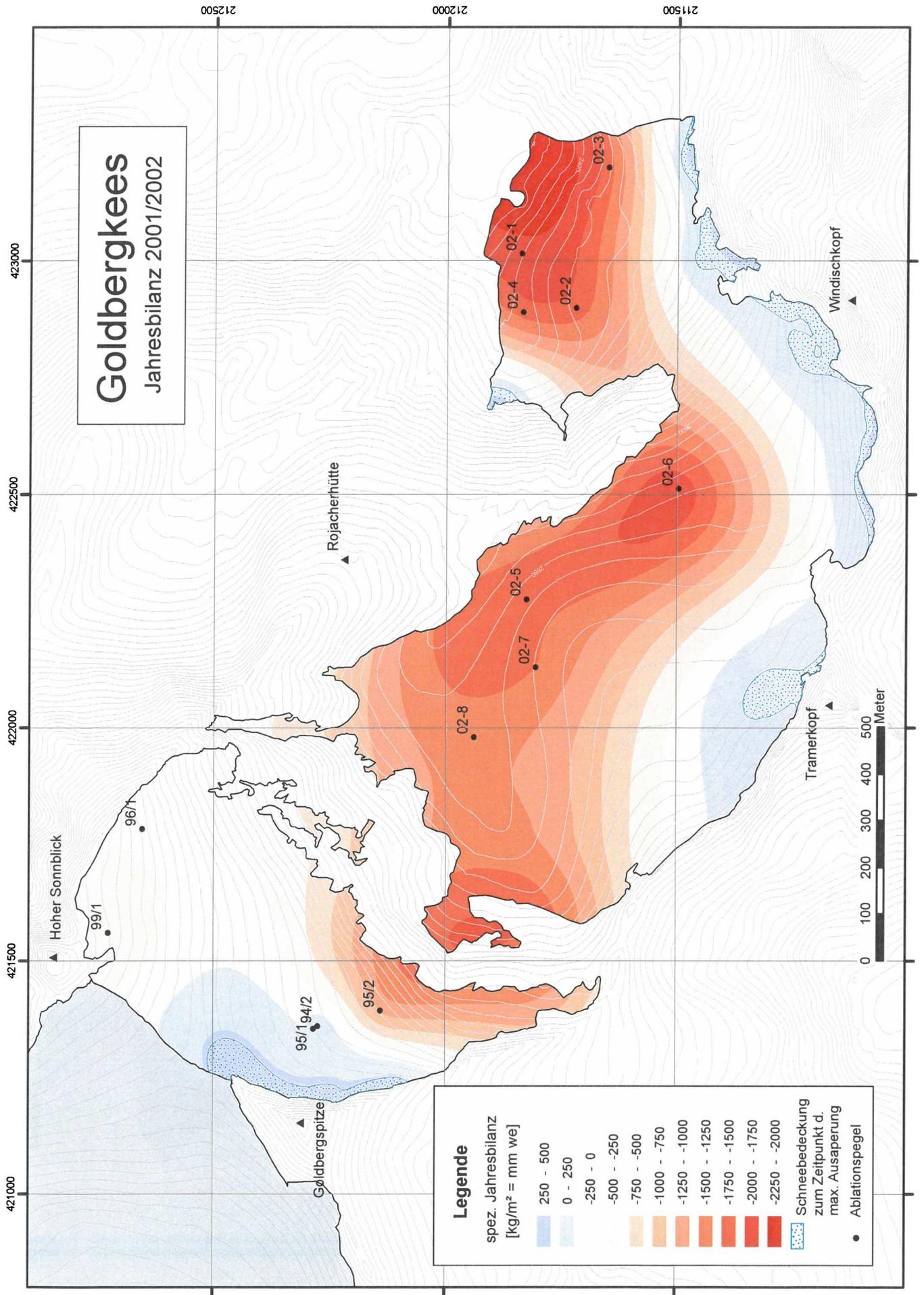


### Legende

- spez. Winterbilanz  
[kg/m² = mm we]
- 1000 - 1250
  - 1250 - 1500
  - 1500 - 1750
  - 1750 - 2000
  - 2000 - 2250
  - 2250 - 2500
  - 2500 - 2750
  - Schneeprofile
  - Schneepegel
  - Sondrierungspunkte

# Goldbergkees

## Jahresbilanz 2001/2002



# Kleinfleißkees

## Winterbilanz 2001/2002

### Legende

spez. Winterbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

< 1000

1000 - 1250

1250 - 1500

1500 - 1750

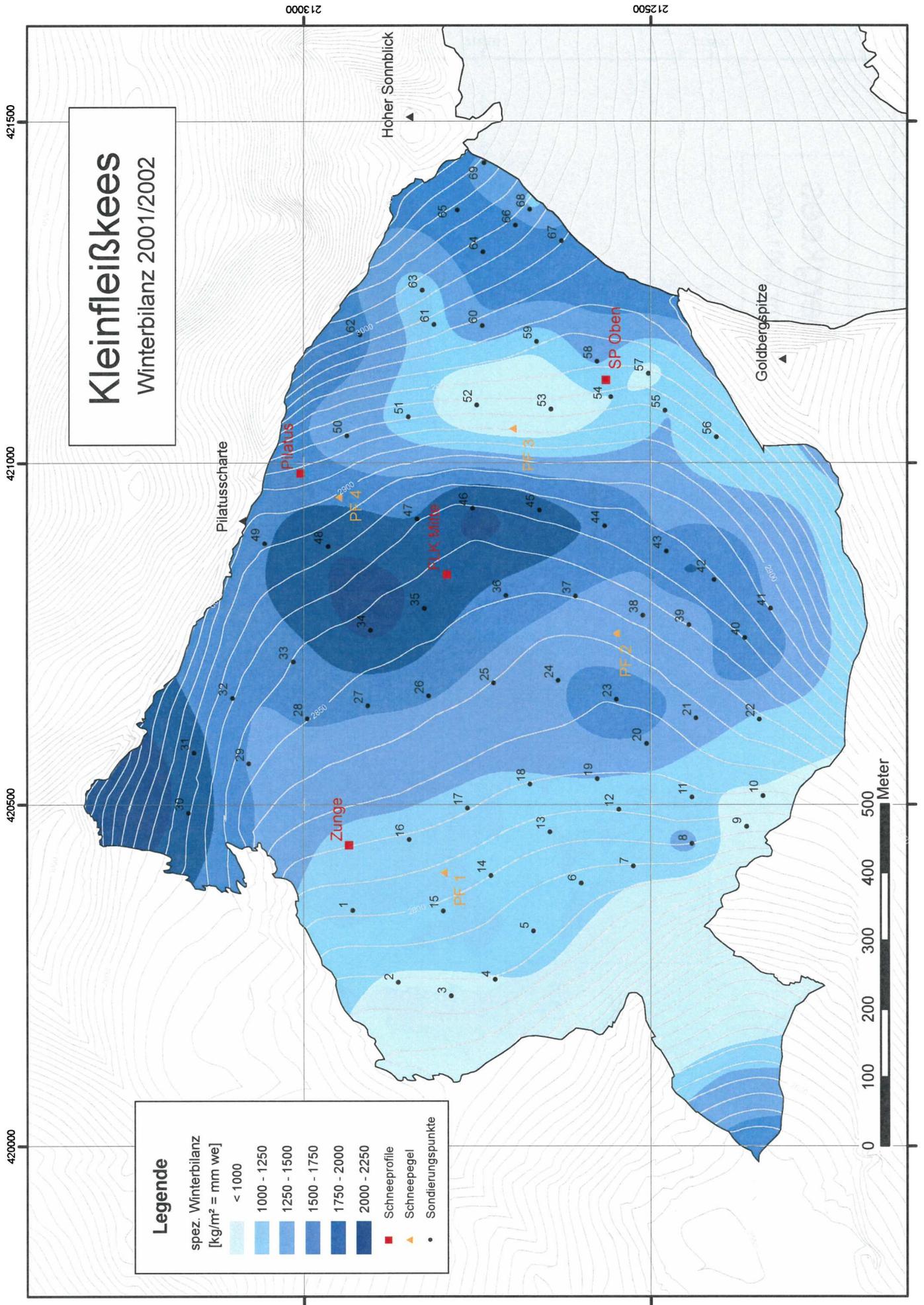
1750 - 2000

2000 - 2250

Schneeprofile

Schneepegel

Sondierungspunkte

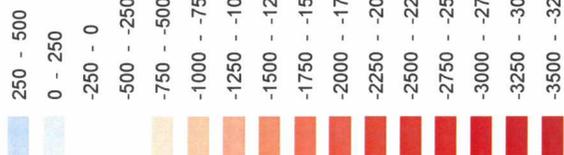


# Kleinfleißkees

## Jahresbilanz 2001/2002

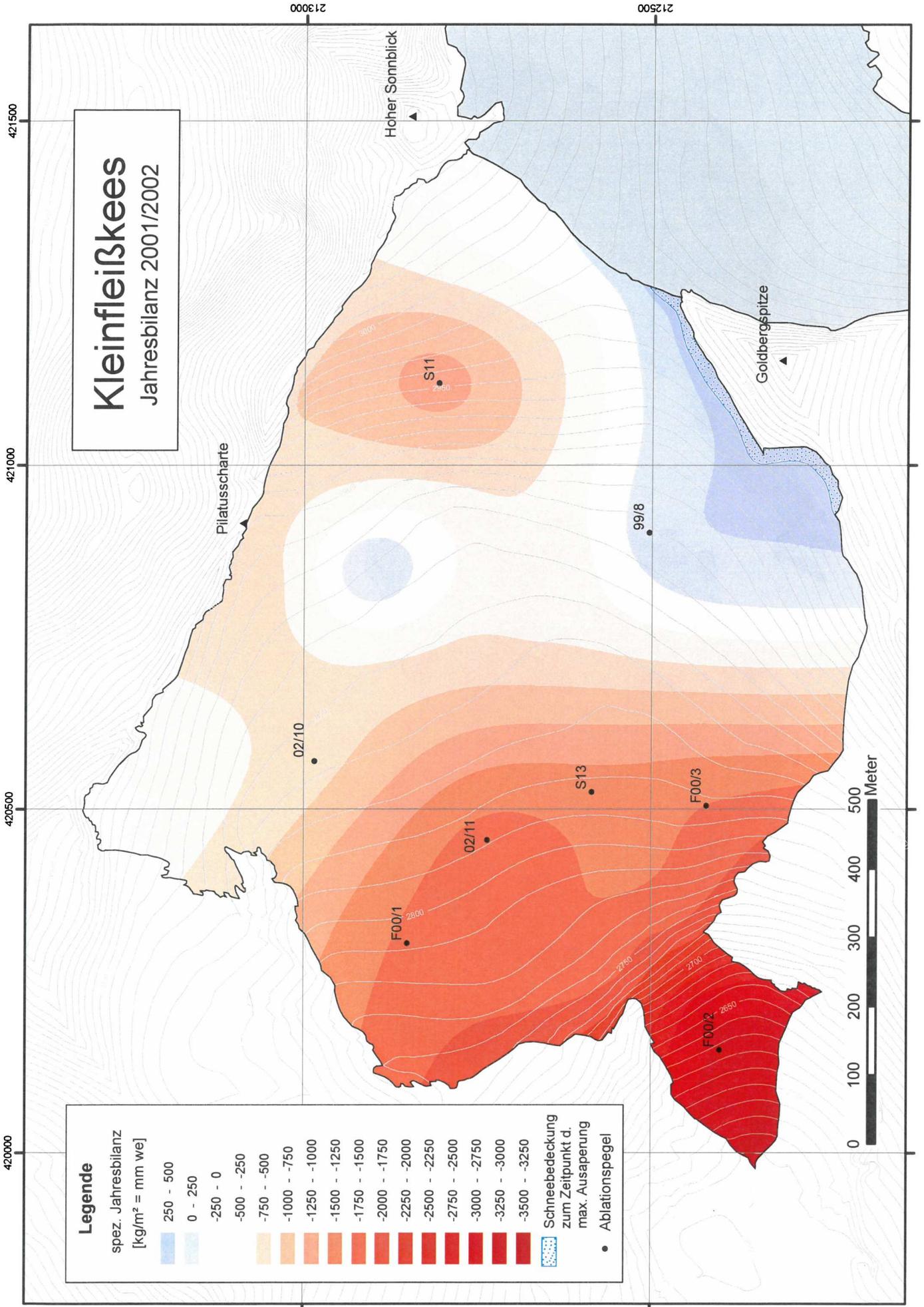
### Legende

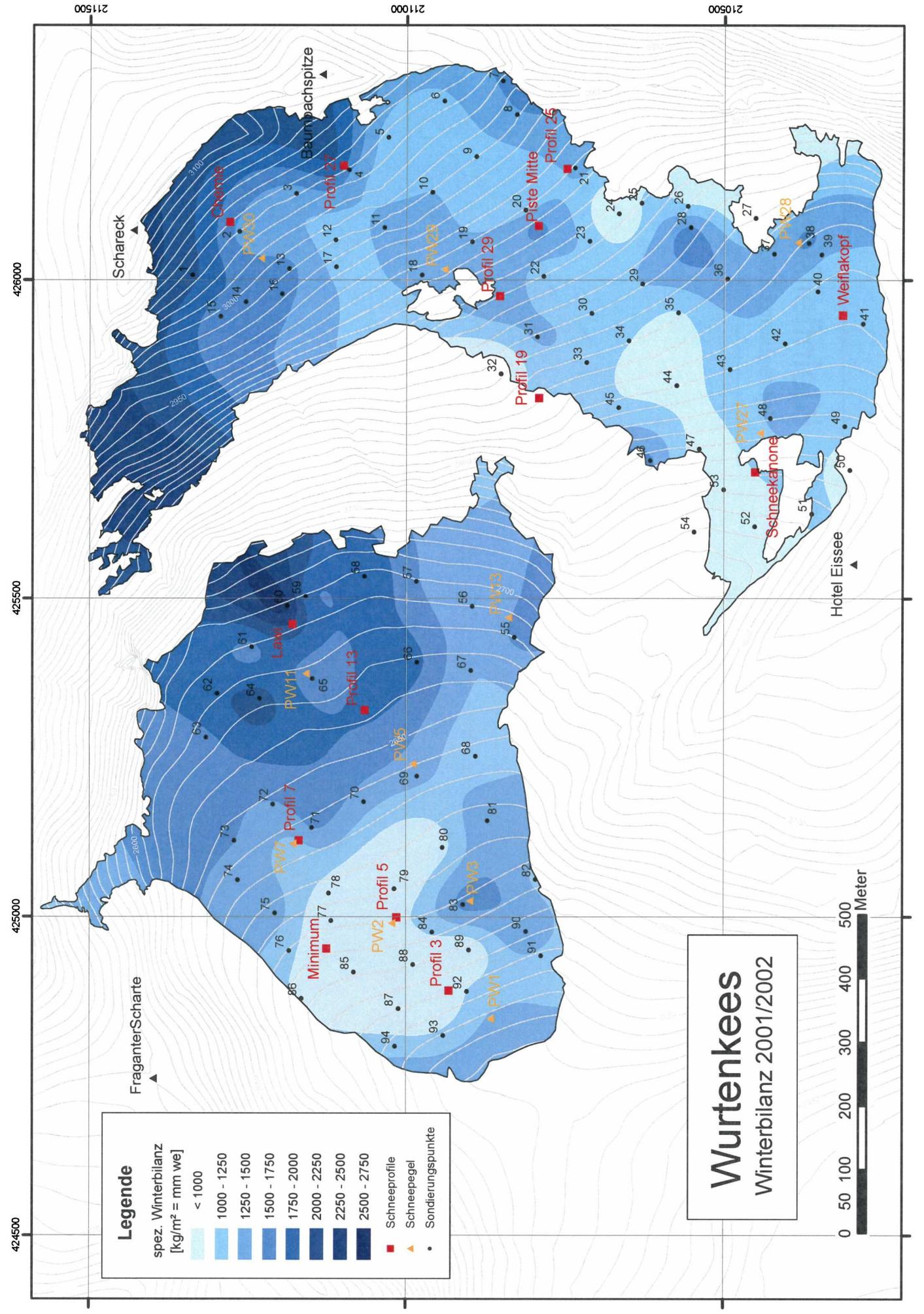
spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]



Schneebedeckung  
zum Zeitpunkt d.  
max. Ausaperung

• Ablationspegel





**Legende**

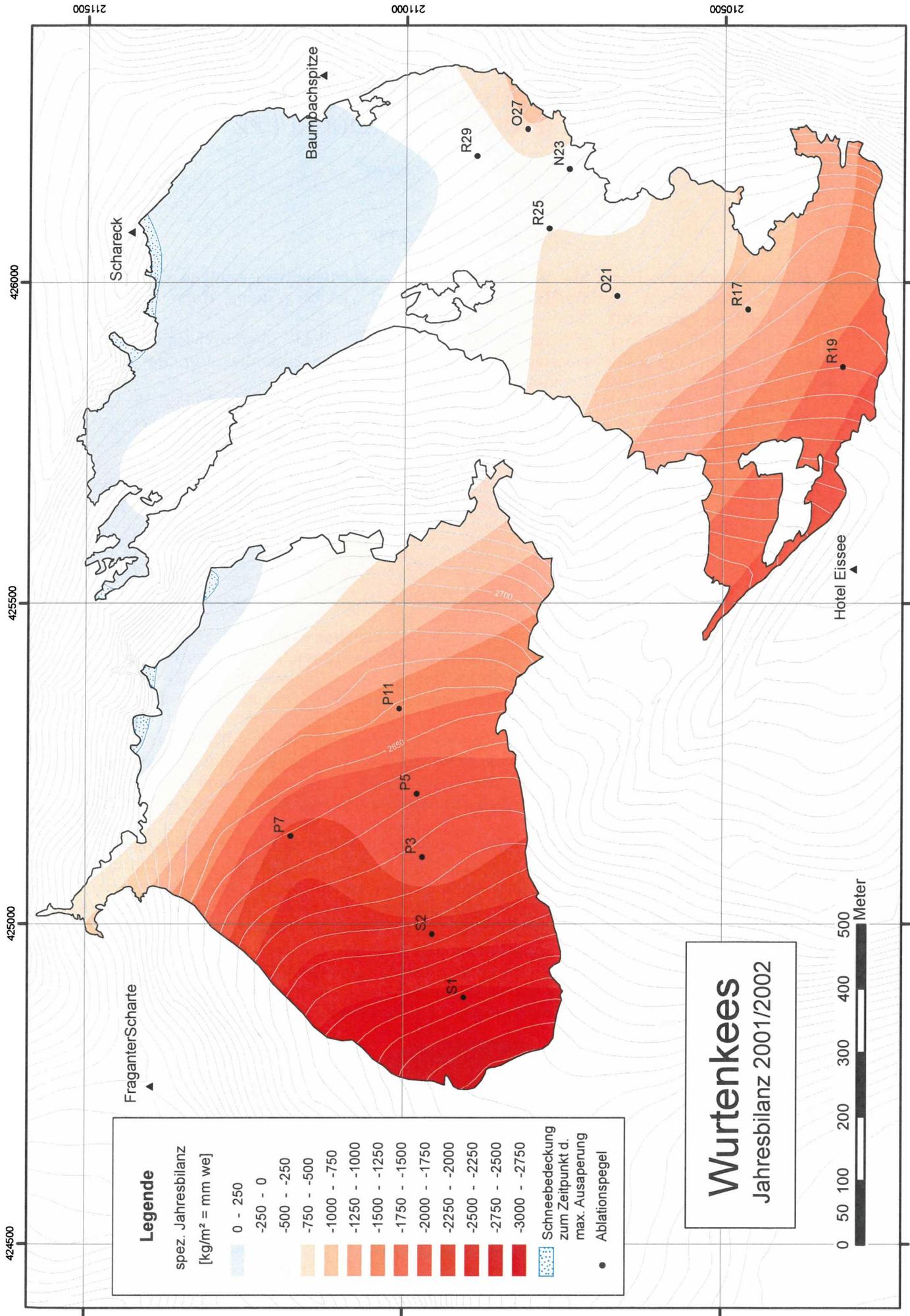
spez. Winterbilanz  
[kg/m² = mm we]

- < 1000
- 1000 - 1250
- 1250 - 1500
- 1500 - 1750
- 1750 - 2000
- 2000 - 2250
- 2250 - 2500
- 2500 - 2750

- Schneeprofile
- ▲ Schneepegel
- Sondierungspunkte

**Wurtenkees**  
Winterbilanz 2001/2002





**Legende**

spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

0 - 250
-250 - 0
-500 - -250
-750 - -500
-1000 - -750
-1250 - -1000
-1500 - -1250
-1750 - -1500
-2000 - -1750
-2250 - -2000
-2500 - -2250
-2750 - -2500
-3000 - -2750

Schneebedeckung zum Zeitpunkt d. max. Ausaperung  
 Ablationspegel

**Wurtenkees**  
Jahresbilanz 2001/2002



# MASSENHAUSHALT 2002/2003 DER GLETSCHER IN DER GOLDBERGGRUPPE

B. Hynek und W. Schöner

## Zusammenfassung

Dieser Bericht beschreibt die Ergebnisse der Massenhaushaltsmessungen der drei Gletscher Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees (Goldberggruppe, Hohe Tauern) im Haushaltsjahr 2002/2003.

Das Haushaltsjahr ist gekennzeichnet durch eine leicht überdurchschnittliche Winterbilanz und der bisher weitaus negativsten Nettomassenbilanz aller drei Gletscher seit Beginn der Massenhaushaltsmessungen.

Die spezifische Winterbilanz beträgt beim Goldbergkees  $1734 \text{ kg/m}^2$ , beim Kleinfleißkees  $1614 \text{ kg/m}^2$  und beim Wurtenkees  $1732 \text{ kg/m}^2$ . Die spezifische Nettomassenbilanz beträgt beim Goldbergkees  $-1806 \text{ kg/m}^2$ , beim Kleinfleißkees  $-1442 \text{ kg/m}^2$  und beim Wurtenkees  $-2177 \text{ kg/m}^2$ .

Der Gesamtmassenverlust ist somit beim Goldbergkees fast 5 Mal und beim Wurtenkees fast 3 Mal so groß wie im Mittel der letzten 14 Jahre, beim Kleinfleißkees der größte seit Beginn der Messungen 98/99.

## 1. Einleitung

An dieser Stelle erschienen früher nur die Massenhaushaltsberichte des seit 1982/83 gemessenen Wurtenkeeses. Seit dem Haushaltjahr 86/87 wird auch die Winterbilanz und seit 88/89 die Nettomassenbilanz des Goldbergkeeses gemessen und seit 98/99 auch Winter- und Nettomassenbilanz des Kleinfleißkeeses. Nun umfasst dieser Bericht zum zweiten Mal alle drei Gletscher.

Alle Massenhaushaltsuntersuchungen vom Wurtenkees von 82/83 bis 87/88 wurden in der Zeitschrift „Wetter und Leben“ und seit 88/89 im „Jahresbericht des Sonnblickvereines“ veröffentlicht. Die bisherigen Ergebnisse von Goldbergkees, Kleinfleißkees und Wurtenkees werden demnächst in der Reihe „Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“ veröffentlicht.

Die Messungen des Massenhaushaltes erfolgten mit der direkten glaziologischen Methode (Kaser et al, 2003). Die Nettomassenbilanz und die Winterbilanz wurde mit der Software ArcGis auf der Kartengrundlage eines Orthofotos vom August 1998 (Auer et al., 2002) und dem zugehörigen digitalen Geländemodell berechnet. Am Kleinfleißkees verringerte sich die Gletscherfläche nach dem Eissturz vom 8.9.2002 (siehe Massenhaushaltsbericht 2001/2002 und Längenmessungen) um ca. 5%.

Die Änderung der Gletscherfläche durch den Rückzug an der Zunge seit 1998 ist damit noch nicht berücksichtigt und muss bei Vorliegen einer neuen Kartengrundlage interpoliert werden. Darauf aufbauend muss eine Korrektur der Massenbilanz durchgeführt werden.

## 2.1 Winterbilanzmessungen von 23. bis 30.4. 2003

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 02/03 wurden vom 23. bis 30. April 2003 durchgeführt. Zur Bestimmung der winterlichen Schneeakkumulation wurden in Summe auf allen drei Gletschern 26 Schneeprofile gegraben. Dabei wurden die Schneedichte und Schneetemperatur in den einzelnen Schichten sowie der Schneedeckenaufbau ermittelt. Die Messwerte aus den Schneeprofilen sind in den Tabellen 2.1.1 bis 2.1.3, die Schneetemperaturen in den Tabellen 2.1.4 bis 2.1.6 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, und in den Tabellen 2.1.7 bis 2.1.9 dargestellt. Die Koordinaten der Schneeprofile und der Sondierungspunkte wurden mit GPS bestimmt und können aus den Winterbilanzkarten am Ende dieses Berichtes ersehen werden. Dort ist auch die Lage der permanenten Schneepegel aus dem Messnetz der ZAMG und der Kelag ersichtlich.

Tabelle 2.1.1: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österreich. BMN)		Seehöhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
Liesstang	24.4.03	421709	212670	3024	420	400	1681	Firn
Gipfel Mitte	25.4.03	421581	212541	2979	413	391	1616	Eis
Steilhang	24.4.03	421383	212180	2878	441	398	1756	Eis
OB Bockp	25.4.03	421773	211806	2668	337	383	1291	Eis
OB SP	25.4.03	422078	212067	2650	347	408	1417	Eis
OB Mitte	25.4.03	422178	211673	2684	455	410	1864	Eis
OB Bruch	25.4.03	422492	211483	2641	440	412	1814	Eis
Zunge Mitte	25.4.03	423002	211693	2434	485	431	2090	Eis

Tabelle 2.1.2: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österreich. BMN)		Seehöhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
SP Oben	23.4.03	421124	212559	2946	375	405	1521	Eis
SP Unten	23.4.03	420902	212504	2879	440	405	1782	Eis
Pilatus	23.4.03	420984	212909	2901	395	386	1525	Eis
FLK Mitte	23.4.03	420610	212653	2830	414	428	1772	Eis
Zunge	23.4.03	420427	212932	2817	373	405	1511	Eis

Tabelle 2.1.3: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneeprofile

Profil	Datum	Koordinaten (österreich. BMN)		Seehöhe [m]	Schneehöhe [cm]	mittl. Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [kg/m <sup>2</sup> ]	Vorjahres- horizont
		x	y					
Chemie	29.4.03	426129	211337	3076	375	372	1396	Firn
Pegel 29	29.4.03	426024	210929	2942	387	412 *	1595	Eis
Profil 23	29.4.03	426261	210815	2987	355	403 *	1431	Eis
Weinflaschenkopf	29.4.03	425959	210330	2833	316	458	1447	Eis
Profil 15	29.4.03	425809	210477	2811	338	447	1510	Eis
Profil 17	29.4.03	426045	210714	2909	340	480	1633	Eis
Eissee	29.4.03	425771	210286	2797	412	483	1991	Eis
Lawi	30.4.03	425487	211180	2696	470	520	2446	Eis
Profil 7	30.4.03	425121	211263	2645	365	469	1712	Eis
Pegel 5	30.4.03	425246	210980	2640	328	460	1509	Eis
Pegel 3	30.4.03	425044	210954	2607	330	447	1474	Eis
orogre unten	30.4.03	424828	211081	2563	273	489	1336	Fels
Pegel 1	30.4.03	424842	210967	2551	327	455	1487	Eis

\* Dichtewerte systematisch zu gering, Messwerte wurden für die Berechnung der Massenbilanz nicht berücksichtigt

Tabelle 2.1.4: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetemperaturen (°C)

Profil	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	Mittel 50-250*		
			10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350		375	400
Liesstang	24.4.03	3024	-3,9	-3,6	-3,6	-3,8	-4,1	-4,8	-5,3	-5,5	-5,4	-5,2	-4,6	-4,4	-4,2	-4,0	-3,7	-3,5	-3,1	-2,9	-2,6	-4,7
Gipfel Mitt	25.4.03	2979	-6,3	-5,2	-4,7	-4,3	-4,4	-4,6	-5,0		-5,4		-5,2		-4,5		-4,2		-3,7		-3,1	-4,9
OB SP	25.4.03	2650	-1,4	-1,5	-1,2	-1,0	-1,1	-1,4	-2,0	-2,5	-2,9	-3,2	-3,3	-3,1	-2,9	-2,7	-2,5	-2,3				-2,4
OB Mitte	25.4.03	2684	-1,0	-2,7	-3,2	-3,8	-4,3	-5,1	-5,5	-5,7	-5,7	-5,5	-5,3	-4,8	-4,6	-4,2	-3,9	-3,7				-5,1
OB Bruch	25.4.03	2641	-2,4	-2,7	-3,1	-3,4	-3,6	-4,3	-5,0	-5,2	-5,2	-5,1	-4,8	-4,8	-4,5	-3,6	-3,4	-3,0				-4,4
Zunge Mitt	25.4.03	2434	-1,3	-2,2	-2,4	-2,7	-2,9	-3,5	-3,8	-3,7	-4,3	-4,2	-4,1		-3,2		-2,8					-3,7

Tabelle 2.1.5: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetemperaturen (°C)

Profil	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	Mittel 50-250*		
			10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350		375	400
SP Ob	23.4.03	2946	-4,0	-4,3	-4,5	-4,7	-5,1	-5,5	-5,7		-5,3		-4,6		-3,9		-3,9		-3,4		-2,7	-4,9
SP Unt	23.4.03	2879	-0,5	-2,6	-4,0	-5,3	-5,9	-6,5	-6,9		-7,1		-6,3		-5,8		-5,2		-4,8		-3,6	-6,4
Pilatus	23.4.03	2901	-2,7	-2,9	-3,7	-3,9	-4,2	-4,7	-5,1	-5,2	-5,2	-5,0		-4,8	-4,4	-4,2	-3,9	-3,5	-3,3		-2,7	-4,7
Flk Mitt	23.4.03	2830	-1,7	-2,7	-4,4	-4,9	-5,2	-6,1	-6,4	-6,2	-3,5		-2,9		-2,6		-2,1		-1,7		-0,4	-4,1
Zunge	23.4.03	2817	-0,3	-1,4	-2,5	-3,3	-4,0	-4,8	-5,0	-5,3	-5,3	-5,2	-4,8	-4,6	-4,3	-4,0	-3,8	-3,4	-3,0		-2,8	-4,7

Tabelle 2.1.6: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetemperaturen (°C)

Profil	Datum	Höhe	Schneetiefe in cm																	Mittel 50-250*		
			10	20	30	40	50	75	100	125	150	175	200	225	250	275	300	325	350		375	400
Chemie	29.4.03	3076	-0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	-0,1	-0,3	-0,4	0,0	-0,7	-0,9	-1,1	-1,3	-1,5	-1,4		-0,2
Profil 15	29.4.03	2811	0,0	0,0	0,0	-0,6	-2,2		-3,2		-5,2											
Profil 17	29.4.03	2909	0,0	0,0	0,0	-0,6	-2,2		-3,2		-5,2											
Eissee	29.4.03	2797	0,0	0,0	-0,2	-0,2	-0,6		-3,0		-3,8											
Profil 7	30.4.03	2645	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0		-0,4		-0,1		-0,9		-1,0			-0,1
Pegel 5	30.4.03	2640	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-0,5		-2,3		-1,8		-0,6		-0,7					-1,0
Pegel 3	30.4.03	2607	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-0,3													
Oro re unt	30.4.03	2563	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		-0,1		-0,1				-0,9							-0,2
Pegel 1	30.4.03	2551													-0,3							-0,3

\* Mittelwert der Messwerte aus 50, 100, 150, 200 und 250 cm.

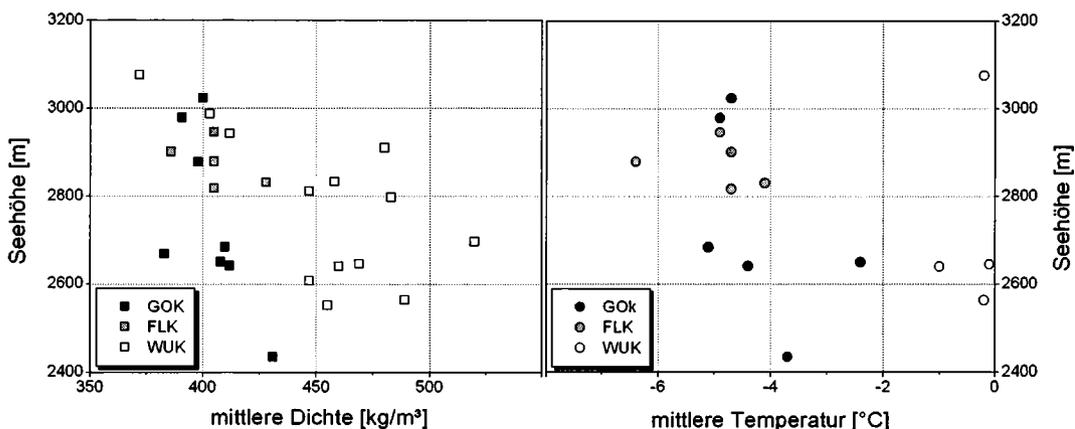


Abbildung 2.1.1: Goldbergkees (GOK), Kleinfleißkees (FLK) und Wurtenkees (WUK), mittlere Schneedichte und -temperatur in Abhängigkeit der Seehöhe

Die Schneetemperaturen waren durchwegs unter 0°C, nur am Wurtenkeeses war die Schneedecke bereits teilweise durchgefuehrt.

Aus Abbildung 2.1.1 ist eine Abnahme der mittleren Schneedichte mit der Seehöhe erkennbar. 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.

Als Fortsetzung der ALPTRAC/SNOSP Messreihe (Winiwarter 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. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle publiziert.

Tabelle 2.1.7: Goldbergkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]														
1	4,40	13	2,40	25	3,95	37	4,40	49	4,50	61	2,80	73	4,95	85	4,10
2	5,85	14	2,45	26	3,40	38	2,55	50	4,50	62	3,05	74	5,60	86	4,40
3	3,65	15	2,35	27	3,10	39	3,00	51	4,50	63	3,30	75	4,70	87	5,40
4	3,50	16	4,20	28	3,20	40	4,60	52	4,80	64	4,00	76	5,00	88	5,40
5	4,60	17	4,65	29	4,15	41	4,20	53	4,80	65	4,40	77	4,50	89	4,75
6	5,40	18	5,30	30	4,55	42	5,60	54	5,25	66	4,20	78	4,35	90	4,60
7	4,60	19	5,65	31	3,85	43	5,60	55	4,65	67	4,50	79	4,85	91	4,65
8	4,65	20	5,30	32	4,30	44	5,40	56	3,55	68	4,70	80	4,90	92	4,05
9	4,15	21	5,80	33	3,75	45	3,90	57	3,50	69	4,80	81	4,70	93	5,25
10	4,35	22	5,00	34	4,30	46	4,90	58	3,65	70	5,20	82	3,35	94	5,15
11	4,05	23	5,15	35	3,55	47	4,80	59	3,40	71	4,65	83	3,85	95	4,75
12	3,15	24	4,60	36	4,50	48	4,45	60	3,40	72	4,45	84	2,40	96	4,40

Tabelle 2.1.8: Kleinfleißkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]														
1	3,60	9	4,15	17	3,50	25	4,65	33	3,70	41	6,15	49	4,75	57	3,40
2	2,95	10	3,50	18	3,80	26	4,90	34	3,95	42	5,40	50	5,75	58	3,85
3	4,20	11	4,80	19	3,65	27	4,30	35	4,50	43	5,45	51	6,30	59	3,80
4	3,90	12	3,75	20	3,10	28	4,40	36	3,90	44	5,00	52	4,35	60	3,70
5	2,95	13	3,65	21	3,55	29	3,90	37	3,90	45	5,15	53	4,15	61	4,70
6	2,50	14	3,65	22	3,60	30	3,55	38	4,65	46	5,40	54	2,50	62	4,15
7	3,45	15	3,50	23	4,00	31	4,00	39	4,90	47	5,60	55	3,00	63	3,30
8	3,25	16	3,60	24	4,50	32	4,30	40	5,75	48	5,10	56	3,00	64	2,80

Tabelle 2.1.9: Wurtenkees, Winterbilanzmessungen 2003, Schneetiefensondierung

Punkt	Tiefe [m]														
1	3,65	13	3,85	25	1,00	37	2,10	49	1,65	61	4,00	73	4,10	85	4,50
2	4,75	14	3,65	26	2,90	38	3,00	50	3,60	62	3,85	74	6,15	86	4,10
3	4,50	15	3,45	27	3,60	39	2,70	51	1,70	63	3,85	75	3,60	87	3,95
4	5,10	16	4,10	28	4,10	40	3,00	52	3,55	64	3,50	76	3,55	88	3,00
5	3,20	17	5,05	29	4,20	41	3,80	53	3,55	65	3,65	77	3,50	89	3,00
6	4,10	18	5,20	30	3,50	42	3,85	54	3,55	66	3,80	78	3,50	90	3,45
7	3,50	19	3,50	31	3,30	43	3,25	55	5,20	67	3,45	79	3,40	91	3,00
8	3,25	20	3,25	32	3,25	44	3,00	56	4,70	68	3,45	80	3,05	92	3,10
9	3,20	21	4,00	33	3,40	45	3,00	57	7,00	69	3,65	81	3,85	93	3,85
10	3,00	22	3,50	34	2,10	46	3,30	58	4,90	70	3,40	82	3,40	94	3,05
11	3,15	23	3,10	35	3,75	47	3,40	59	7,00	71	3,95	83	3,00	95	2,30
12	3,10	24	3,85	36	3,70	48	4,50	60	4,20	72	3,70	84	3,15	96	2,75

## 2.2 Messungen für die Jahresbilanz 2002/2003

Es sind auf allen drei Gletschern graue Ablationspegel aus Kunststoff mit 150 cm-Segmenten in Verwendung, die mehrere Male während der Ablationsperiode abgelesen wurden. Die Zeitpunkte der Ablesung und die Abschmelzbeträge der einzelnen Pegel sind aus den Tabellen 2.2.1 – 2.2.3 ersichtlich.

Wie in den Karten für die Jahresbilanz ersichtlich ist, waren das Kleinfleißkees, das obere Goldbergkees und das untere Wurtenkees völlig schneefrei, nur am unteren Goldbergkees und im Gipfelbereich des Scharecks am Wurtenkees hielten sich spärliche Schneereste. Im Sommer 2003 konnten durch die starke Ausaperung an allen drei

Gletschern insgesamt 28 Ablationspegel von ca. 6m Tiefe gebohrt werden, auch an Stellen, die in einem durchschnittlichen Haushaltsjahr nicht schneefrei werden. Schneefall am 29. und 30. September beendete im Wesentlichen die Abschmelzperiode 2003. Der Massenzuwachs durch diesen Neuschnee wird dem Haushaltsjahr 02/03 zugerechnet (fixed date system), weshalb die Nulllinie der Massenbilanz (Rot-Blau-Grenze in den Karten) nicht mit der Linie der maximalen Ausaperung übereinstimmt.

Tabelle 2.2.1: Goldbergkees, Ablationspegel 02/03

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Höhe	Pegelablesungen [cm im Eis]										Ablation 2003 [cm Eis]	Ablation 2003 [mm WW]		
		x	y		23.8 02	4.9 02	1.10 02 *	9.7 03	17.7 03	21.7 03	26.7 03	6.8 03	12.8 03	27.8 03			2.10 03	
99/1	1999	421560	212730	3050		250	230					220	197		68	45	-185	-1665
G03/12	2003	421560	212730	3050											600			
92/1	1992	421740	212605	3030											69	52		
96/1	1996	421783	212657	3020		445	420								385	242		
noname	?	421809	212505	2950											59	27		
G03/3	2003	421580	212431	2940											609	475	461	
G03/1	2003	421380	212365	2930											615	497	482	
G03/2	2003	421385	212174	2880											610	477	458	
95/1	1995	421355	212285	2920		230	195			195					80			
94/2	1994	421360	212275	2910		90	65			65								
02-5	2002	422275	211825	2660		490	440			375		270	230	150	130		-310	-2790
02-7	2002	422130	211805	2675		500	450			370			235	150				
G00-6	2000	421980	211940	2656		120	70											
02-8	2002	421980	211940	2656		520	470			380			246	183				
G00-5	2000	422512	211497	2640		100	45											
02-6	2002	422512	211497	2640		470	415			370			200	107	91		-324	-2916
G03/11	2003	422512	211497	2640											600			
G03/8	2003	422097	211418	2705											609	519	506	
G03/7	2003	421701	211883	2676											552	468		
G03/4	2003	422079	211970	2655											620	577	513	485
Strahist	2003	422132	211638	2690											240	163	145	
02/1	2002	423015	211838	2395	475		390	390	340	300		170	125	42				
G00/1	2000	423015	211838	2395	53													
G03/5	2003	423015	211838	2395											554	510	416	272
02/4	2002	422890	211835	2432	516		445			375					233	163	130	-315
02/2	2002	422899	211720	2415	515		435	400		320					165	77	44	-391
G00/4	2000	422899	211720	2415	155			95										
G03/9	2003	422899	211720	2415													610	585
EBS P1	2003	422930	211666	2430											386	318	271	186
EBS P2	2003	422930	211666	2430											398	323	275	190
EBS P3	2003	422930	211666	2430											389	321	274	191
02/3	2002	423200	211650	2420	497		425			357					270	210	135	110
G03/10	2003	423200	211650	2420													609	593
G00/3	2000	423200	211650	2420	188		115			150	60							

Tabelle 2.2.2: Kleinfleißkees, Ablationspegel 02/03

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Seehöhe	Pegelablesungen [cm im Eis]					Ablation 03 [cm Eis]	Ablation 03 [mm WW]
		x	y		5.9.02	1.10.02 *	21.7.03	28.8.03	3.10.03		
S11	2002	421119	212806	2962		480	480	279	270	-210	-1890
99/8	1999	420860	212475	2875		405		367	364	-41	-369
F03/4	2003	420750	213013	2874				617			
02/10	2002	420570	212985	2852	410	410		262	250	-160	-1440
F03/3	2003	420468	212940	2830				614			
99/7	1999	420647	212691	2845				215			
F03/2	2003	420305	212850	2780				610			
F00/1	2000	420305	212850	2780	370	300	250	23		-300	-2700
99/4	1999	420305	212850	2780	60						
02/11	2002	420455	212735	2813	530	460	410	224	197	-263	-2367
S13	2002	420525	212585	2825	540	485	445	233	194	-291	-2619
99/6	1999	420525	212585	2825	100	40					
F00/3	2000	420505	212420	2815	360	300	260	30		-300	-2700
F03/1	2003	420505	212420	2815				648			

Tabelle 2.2.3: Wurtenkees, Ablationspegel 02/03

Pegel	Bohr jahr	Koordinaten		Höhe	Pegelablesungen [cm im Eis]								Ablation 2003 [cm Eis]	Ablation 2003 [mm WW]	
		x	y		2.9 02	1.10 02 *	10/11.6 03	1.7 03	4.8 03	8.9 03	19.9 03	3.10 03			
S1	2001-08	424885	210906	2569	135	100									
T1	2003-06	424838	210960	2548		500	500	440	250	40	29				
S2	2001-08	424984	210955	2604	150	150		65							
T2	2003-06	424955	211003	2598		555	555	460	270	80	59	45	-510	-4590	
O3	1998-09	425104	210971	2623							614	585			
P3	1999-10	425104	210971	2623	85	25		5							
T3	2003-06	425048	210959	2613		470	470	450	280	90	81	70	-400	-3600	
O5	1998-09	425203	210980	2647							622				
P5	1999-10	425203	210980	2647	35	25		0							
T5	2003-06	425218	210976	2638		450	450	430	260	80	60	50	-400	-3600	
O7	1998-09	425137	211179	2640							616	598			
P7	1999-10	425137	211179	2640	60	50		30							
T7	2003-06	425118	211237	2652		410	410	400	230	50	28	20	-390	-3510	
N11	1996	423358	211010	2675							640				
P11	1999-10	425336	211008	2671	260	220		211	100						
T11	2003-06	425352	211007	2668		415	415	350	290	110	103	110	-305	-2745	
O13	1998-09	425450	210825	2686							600	595			
R17	2000-06	425958	210463	2864	160	150									
T17	2003-06	425910	210374	2836		420	420		310	150		145	-275	-2475	
R19	2000-06	425869	210315	2834	55	55									
O21	1996	425979	210671	2897	230	220			130						
R21	2000-06	425979	210671	2897	205	200			110						
T21	2003-06	426029	210696	2915		410	410		320						
N23	1996	426177	210746	2962	125	110			40						
R23	2000-06	426177	210746	2962	285	255			195	30		30	-225	-2025	
R25	2000-06	426084	210778	2945	260	235			165						
T25	2003-06	426108	210783	2953		380	380		320	160		160	-220	-1980	
O27	1998	426239	210812	2993	110	130			90						
R27	2000-06	426239	210812	2993					130						
T27	2003-06	426208	210783	3024		400	400		360	175		175	-225	-2025	
R29	2000-06	426197	210890	2999		320			280	115		115	-205	-1845	
T29	2003-06	426215	211056	3051		330	330								

\* die Pegelstände am 1. 10. 2002 sind keine Messwerte, sondern interpolierte Werte.

### 3. Ergebnisse für das Haushaltsjahr 2002/2003

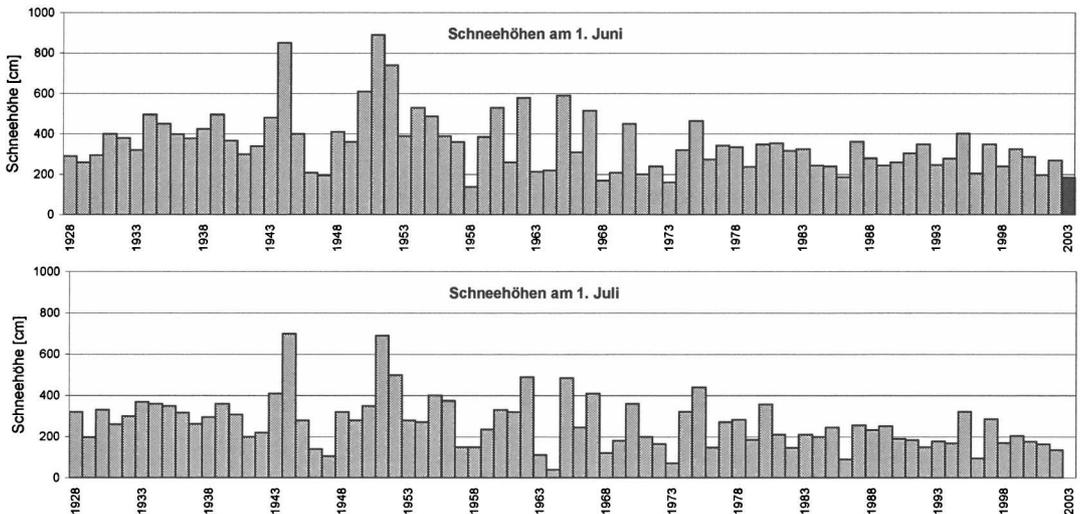


Abbildung 3.1: Zeitreihen der Schneehöhe vom Schneepegel PG2 am oberen Goldbergkees.

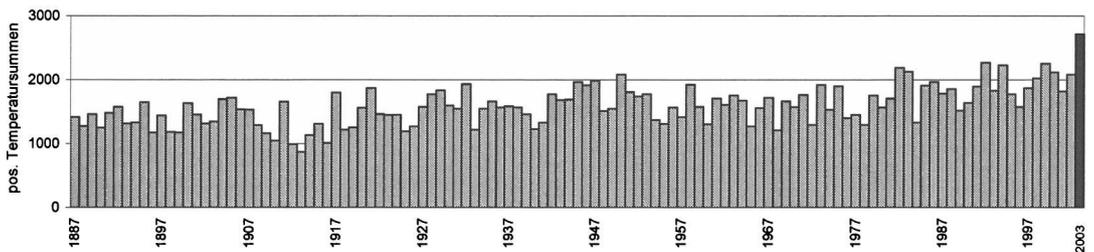


Abbildung 3.2: Zeitreihe der positiven Temperatursummen der Ablationsperiode auf der Höhe von 2500 m.

Die Werte aus den Punktmessungen der Schneeprofile, Sondierungspunkte und Ablationspegel sowie der Linieninformation der Ausaperungskartierung wurden mit der Software ArcGis auf die Gletscherfläche interpoliert (spline interpolation) und aufsummiert. Die dabei erhaltenen spezifischen Bilanzen und Bilanzvolumina sind in den Tabellen 3.1 – 3.7 sowohl nach Höhenstufen als auch nach Gletscherteilen getrennt aufgelistet.

Anhand der Darstellung der spezifischen Massenbilanzen in Abhängigkeit der Seehöhe in den Abbildungen 3.3 – 3.8 erkennt man wesentliche Unterschiede der drei Gletscher. Wechselnde Exposition und Steilstufen im Gletscherverlauf und die damit bedingte Abschattung und Schneeverfrachtung führen zu unterschiedlicher Höhenabhängigkeit der spezifischen Massenbilanz. Multipliziert man die spezifische Massenbilanz pro Höhenstufe mit der tatsächlichen Gletscherfläche in dieser Höhenstufe, so erhält man den absoluten Massenverlust pro Höhenstufe, dargestellt in den Abbildungen 3.4 – 3.6.

Die wichtigsten glaziologischen Maßzahlen für das Haushaltsjahr 02/03 sind in der Tabelle 3.8 zusammengefasst.

Tabelle 3.1: Goldbergkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 02/03

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Winterbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Sommerbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Jahresbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]
2350 - 2400	32762	58958	1800	-174197	-5317	-115238	-3517
2400 - 2450	120205	243482	2026	-546208	-4544	-302727	-2518
2450 - 2500	70984	144380	2034	-213121	-3002	-68740	-968
2500 - 2550	23710	43070	1817	-56957	-2402	-13886	-586
2550 - 2600	28553	40785	1428	-69586	-2437	-28801	-1009
2600 - 2650	176291	303604	1722	-656134	-3722	-352530	-2000
2650 - 2700	474909	774855	1632	-1706998	-3594	-932143	-1963
2700 - 2750	147725	273026	1848	-388927	-2633	-115901	-785
2750 - 2800	30933	50660	1638	-95144	-3076	-44484	-1438
2800 - 2850	43989	76951	1749	-198620	-4515	-121669	-2766
2850 - 2900	74161	122870	1657	-311735	-4203	-188864	-2547
2900 - 2950	112811	184308	1634	-391574	-3471	-207265	-1837
2950 - 3000	93198	162304	1742	-289396	-3105	-127092	-1364
3000 - 3050	52749	91096	1727	-155865	-2955	-64769	-1228
3050 - 3100	10920	20305	1859	-33519	-3070	-13214	-1210
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>2590657</b>	<b>1734</b>	<b>-5287980</b>	<b>-3540</b>	<b>-2697323</b>	<b>-1806</b>

Tabelle 3.2: Kleinfleißkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 02/03

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Winterbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Sommerbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Jahresbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]
2700 - 2750	14193	8546	602	-54285	-3825	-45739	-3223
2750 - 2800	118685	146390	1233	-474551	-3998	-328162	-2765
2800 - 2850	243617	392417	1611	-826102	-3391	-433685	-1780
2850 - 2900	251126	467312	1861	-649866	-2588	-182554	-727
2900 - 2950	129785	215971	1664	-342166	-2636	-126196	-972
2950 - 3000	102168	161007	1576	-290172	-2840	-129165	-1264
3000 - 3050	37667	56169	1491	-104879	-2784	-48711	-1293
3050 - 3100	986	1495	1516	-2664	-2702	-1169	-1186
<b>gesamt</b>	<b>898227</b>	<b>1449305</b>	<b>1614</b>	<b>-2744685</b>	<b>-3056</b>	<b>-1295380</b>	<b>-1442</b>

Tabelle 3.3: Wurtenkees, Ergebnisse für das Haushaltsjahr 02/03

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]	Winterbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spezifische Winterbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Sommerbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Sommerbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]	Jahresbilanz- volumen [10 <sup>3</sup> kg]	spez. Jahresbilanz [kg/m <sup>2</sup> ]
bis 2550	26506	54119	2042	-168155	-6344	-114036	-4302
2550 - 2600	68558	96714	1411	-393585	-5741	-296871	-4330
2600 - 2650	126761	199791	1576	-663674	-5236	-463883	-3660
2650 - 2700	162370	338794	2087	-638625	-3933	-299832	-1847
2700 - 2750	72001	157898	2193	-238452	-3312	-80554	-1119
2750 - 2800	29921	46086	1540	-123571	-4130	-77485	-2590
2800 - 2850	91422	137366	1503	-353369	-3865	-216003	-2363
2850 - 2900	105236	171118	1626	-391566	-3721	-220448	-2095
2900 - 2950	80736	144317	1788	-291731	-3613	-147414	-1826
2950 - 3000	98594	172224	1747	-317586	-3221	-145362	-1474
3000 - 3050	73953	114792	1552	-172274	-2329	-57481	-777
3050 - 3100	32146	44964	1399	-42591	-1325	2373	74
3100 - 3150	3528	4526	1283	-3229	-915	1298	368
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>1682708</b>	<b>1732</b>	<b>-3798407</b>	<b>-3909</b>	<b>-2115699</b>	<b>-2177</b>

Tabelle 3.4: Goldbergkees, Winterbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	58958		58958	1800		1800
2400 - 2450	120205		120205	243482		243482	2026		2026
2450 - 2500	70984		70984	144380		144380	2034		2034
2500 - 2550	23710		23710	43070		43070	1817		1817
2550 - 2600	28553		28553	40785		40785	1428		1428
2600 - 2650	176291		176291	303604		303604	1722		1722
2650 - 2700	474909		474909	774855		774855	1632		1632
2700 - 2750	147725		147725	273026		273026	1848		1848
2750 - 2800	30933	15398	15535	50660	20615	30045	1638	1339	1934
2800 - 2850	43989	42127	1862	76951	73026	3926	1749	1733	2108
2850 - 2900	74161	73126	1035	122870	120598	2272	1657	1649	2195
2900 - 2950	112811	112811		184308	184308		1634	1634	
2950 - 3000	93198	93198		162304	162304		1742	1742	
3000 - 3050	52749	52749		91096	91096		1727	1727	
3050 - 3100	10920	10920		20305	20305		1859	1859	
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>400329</b>	<b>1093571</b>	<b>2590657</b>	<b>672253</b>	<b>1918404</b>	<b>1734</b>	<b>1679</b>	<b>1754</b>

Tabelle 3.5: Wurtenkees, Winterbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	54119		54119	2042		2042
2550 - 2600	68558		68558	96714		96714	1411		1411
2600 - 2650	126761		126761	199791		199791	1576		1576
2650 - 2700	162370		162370	338794		338794	2087		2087
2700 - 2750	72001	12425	59576	157898	13093	144805	2193	1054	2431
2750 - 2800	29921	27857	2064	46086	42654	3432	1540	1531	1663
2800 - 2850	91422	91202	220	137366	137055	311	1503	1503	1414
2850 - 2900	105236	105236		171118	171118		1626	1626	
2900 - 2950	80736	80736		144317	144317		1788	1788	
2950 - 3000	98594	98594		172224	172224		1747	1747	
3000 - 3050	73953	73953		114792	114792		1552	1552	
3050 - 3100	32146	32146		44964	44964		1399	1399	
3100 - 3150	3528	3528		4526	4526		1283	1283	
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>525677</b>	<b>446055</b>	<b>1682708</b>	<b>844742</b>	<b>837966</b>	<b>1732</b>	<b>1607</b>	<b>1879</b>

Tabelle 3.6: Goldbergkees, Jahresbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
2350 - 2400	32762		32762	-115238		-115238	-3517		-3517
2400 - 2450	120205		120205	-302727		-302727	-2518		-2518
2450 - 2500	70984		70984	-68740		-68740	-968		-968
2500 - 2550	23710		23710	-13886		-13886	-586		-586
2550 - 2600	28553		28553	-28801		-28801	-1009		-1009
2600 - 2650	176291		176291	-352530		-352530	-2000		-2000
2650 - 2700	474909		474909	-932143		-932143	-1963		-1963
2700 - 2750	147725		147725	-115901		-115901	-785		-785
2750 - 2800	30933	15398	15535	-44484	-32369	-12115	-1438	-2102	-780
2800 - 2850	43989	42127	1862	-121669	-118179	-3490	-2766	-2805	-1874
2850 - 2900	74161	73126	1035	-188864	-187062	-1803	-2547	-2558	-1742
2900 - 2950	112811	112811		-207265	-207265		-1837	-1837	
2950 - 3000	93198	93198		-127092	-127092		-1364	-1364	
3000 - 3050	52749	52749		-64769	-64769		-1228	-1228	
3050 - 3100	10920	10920		-13214	-13214		-1210	-1210	
<b>gesamt</b>	<b>1493900</b>	<b>400329</b>	<b>1093571</b>	<b>-2697323</b>	<b>-749949</b>	<b>-1947374</b>	<b>-1806</b>	<b>-1873</b>	<b>-1781</b>

Tabelle 3.7: Wurtenkees, Jahresbilanz 02/03 mit Aufteilung in oberen und unteren Gletscherteil

Höhenstufe [m]	Fläche [m <sup>2</sup> ]			Bilanzvolumen [10 <sup>3</sup> kg]			spezifische Bilanz [kg/m <sup>2</sup> ]		
	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten	gesamt	oben	unten
bis 2550	26506		26506	-114036		-114036	-4302		-4302
2550 - 2600	68558		68558	-296871		-296871	-4330		-4330
2600 - 2650	126761		126761	-463883		-463883	-3660		-3660
2650 - 2700	162370		162370	-299832		-299832	-1847		-1847
2700 - 2750	72001	12425	59576	-80554	-33769	-46785	-1119	-2718	-785
2750 - 2800	29921	27857	2064	-77485	-71761	-5724	-2590	-2576	-2773
2800 - 2850	91422	91202	220	-216003	-215450	-552	-2363	-2362	-2510
2850 - 2900	105236	105236		-220448	-220448		-2095	-2095	
2900 - 2950	80736	80736		-147414	-147414		-1826	-1826	
2950 - 3000	98594	98594		-145362	-145362		-1474	-1474	
3000 - 3050	73953	73953		-57481	-57481		-777	-777	
3050 - 3100	32146	32146		2373	2373		74	74	
3100 - 3150	3528	3528		1298	1298		368	368	
<b>gesamt</b>	<b>971732</b>	<b>525677</b>	<b>446055</b>	<b>-2115699</b>	<b>-888016</b>	<b>-1227682</b>	<b>-2177</b>	<b>-1689</b>	<b>-2752</b>

Tabelle 3.8: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 02/03, Vergleich der 3 Gletscher

Glaziologische Maßzahl	[ ]	FLK	GOK	WUK	GOK Oben	GOK bten	WUK Oben	WUK bten
S (öhe)	m <sup>2</sup>	898227	1493900	971732	400329	1093571	525677	446055
Sc (kumulationsfläche)	m <sup>2</sup>	0	8994	29256	0	8994	29256	0
Sa (ationsfläche)	m <sup>2</sup>	898227	1484906	942476	400329	1084577	496421	446055
Sc/S	0	0	6,0 x10 <sup>-3</sup>	003	0	8,2 x10 <sup>-3</sup>	006	0
Sc/Sa	0	0	6,0 x10 <sup>-3</sup>	003	0	8,3 x10 <sup>-3</sup>	006	0
B (ilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	-12954	-26973	-21157	-7499	-19474	-8880	-12277
Bw (Winterbilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	14493	25907	16827	6723	19184	8447	8380
Bs (ommerbilanzvolumen)	10 <sup>6</sup> kg	-27447	-52880	-37984	-14222	-38658	-17328	20656
Bc (ttoakkumulation)	10 <sup>6</sup> kg	00	04	66	00	04	66	00
Ba (ttoablation)	10 <sup>6</sup> kg	-12954	-26977	-21223	-7499	-19478	-8947	-12277
Bw +  Bs  (otalmassenumsatz)	10 <sup>6</sup> kg	41940	78786	54811	20945	57842	25775	29036
b (pez. Bilanzvolumen)	kg/m <sup>2</sup>	-14422	-18056	-21772	-18733	-17807	-16893	27523
bw (pez. Winterbilanz)	kg/m <sup>2</sup>	16135	17342	17317	16793	17543	16070	18786
bs (pez. Sommerbilanz)	kg/m <sup>2</sup>	-30557	-35397	-39089	-35526	-35350	-32962	46309
bc (pez. ttoakkumulation)	kg/m <sup>2</sup>	0000000	0254463	6842981	0000022	0347608	12649629	-0000189
ba (pez. ttoablation)	kg/m <sup>2</sup>	-14422	-18056	-21841	-18733	-17811	-17019	27523
bw +  bs  (pez. Totalmassenumsatz)	kg/m <sup>2</sup>	-14422	-18056	-21772	-18733	-17807	-16893	27523
bc +  ba  (pez. tto massenumsatz)	kg/m <sup>2</sup>	14422	18061	21909	18733	17814	17146	27523
ELA (Gleichgewichtslinie)	m	3100	3100	3070	-	-	-	-

## Literatur

- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER und W. WINIWARTEK (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, (im Druck).
- 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
- WINIWARTEK, 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

## Danksagung

*Die Messung der Massenbilanz von Goldbergkees und Kleinfleißkees erfolgten im Auftrag des BMLFUW (GZ 54 4768/1-V/4/04). Die Feldmessungen wurden wieder in Zusammenarbeit zwischen der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, dem Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur Wien und der Kärntner Elektrizitätswirtschafts-AG, denen an dieser Stelle herzlich für die Unterstützung des Projektes gedankt sei. Folgende Mitarbeiter und Studenten führten die Feldmessungen am Gletscher durch: Verena Aschinger, Ingeborg Auer, Hannes Badura, Reinhard Böhm, Stefan Eisenbach, Thomas Feix, Berthold Fliedl, Stefan Fuchs, Christine Gruber, Bernhard Hynek, Gernot Ibounig, Michael Jobst, Roman Just, Thomas Kitzler, Helga Kremser, Gernot Koboltschnig, Georg Konrad, Helga Kromp-Kolb, Markus Leitner, Stefan Mühlbauer, Alexander Orlik, Stefan Pichler, Claus Putz, Bernhard Pospichal, Wolfgang Schöner, Christina Stöger, Franziska Strauß, Gerold Stein, Thomas Zimmermann.*

### Kontaktadressen:

Dr. Wolfgang Schöner, Bernhard Hynek  
 Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Abteilung Klimatologie  
 Hohe Warte 38, A-1190 Wien  
 Tel.: 01-36026-2290  
 wolfgang.schoener@zamg.ac.at, bernhard.hynek@zamg.ac.at

Abbildung 3.3: Goldbergkees, spezifische Massenbilanzen 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

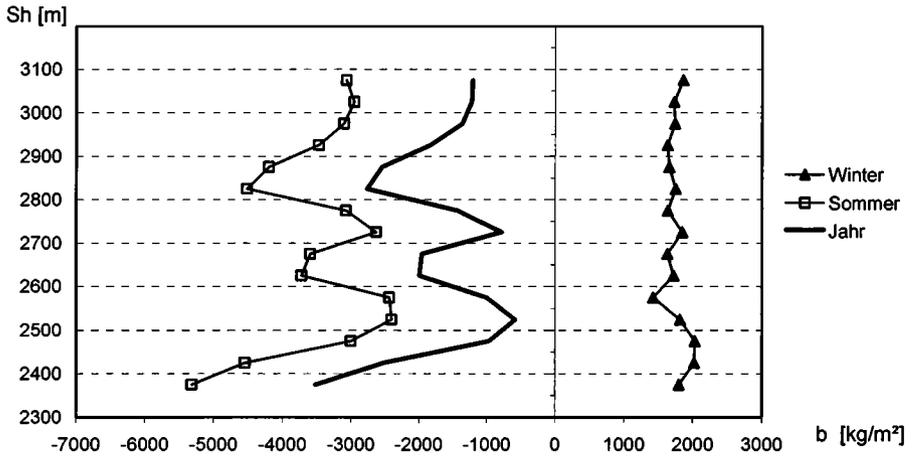


Abbildung 3.4: Kleinfleißkees, spezifische Massenbilanzen 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

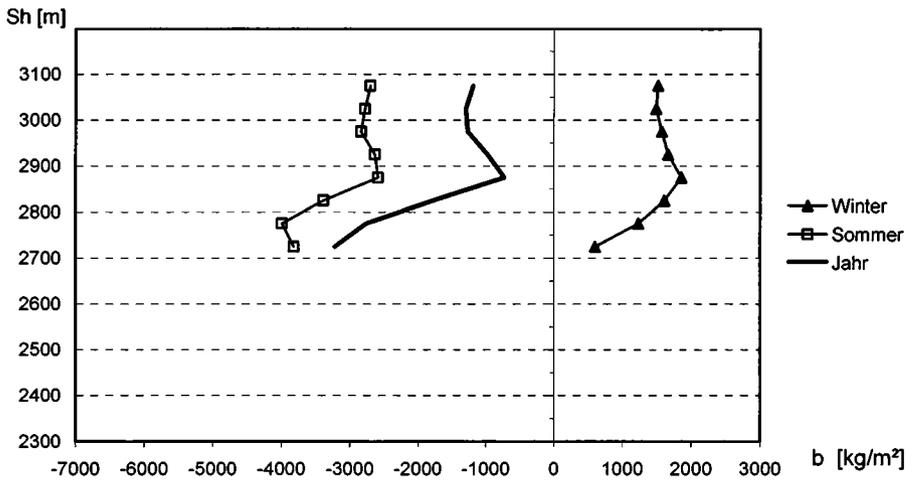


Abbildung 3.5: Wurtenkees, spezifische Massenbilanzen 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

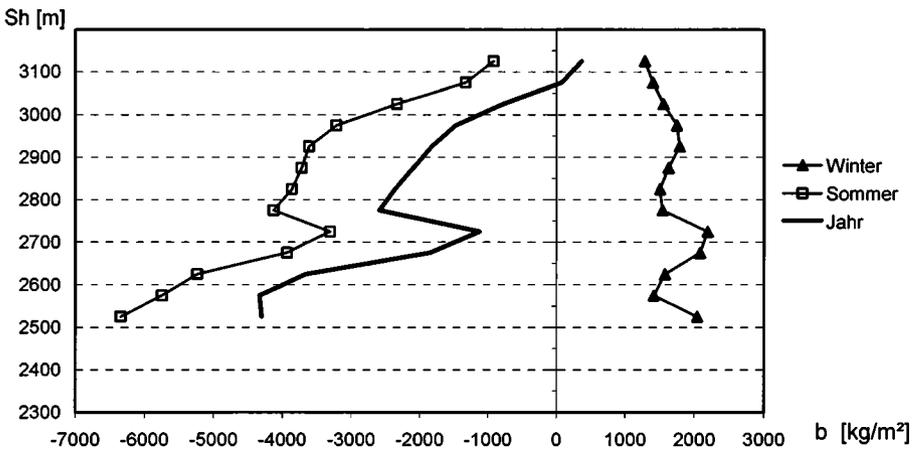


Abbildung 3.6: Goldbergkees, Bilanzvolumina 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

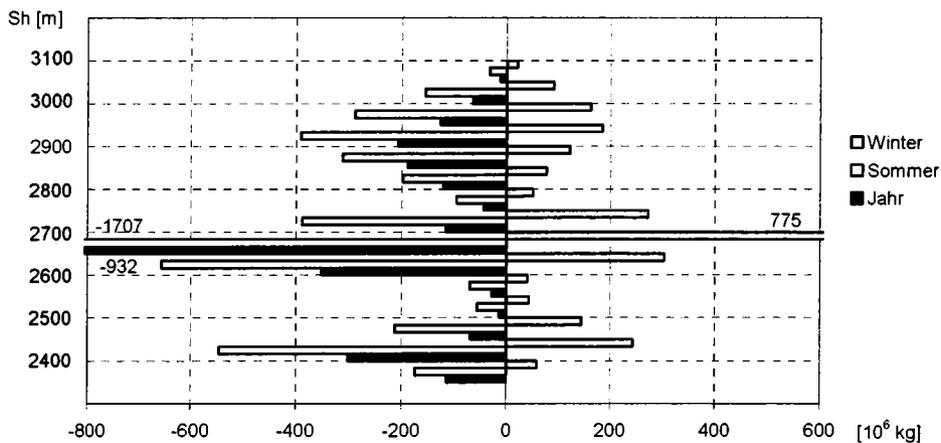


Abbildung 3.7: Kleinfleißkees, Bilanzvolumina 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe

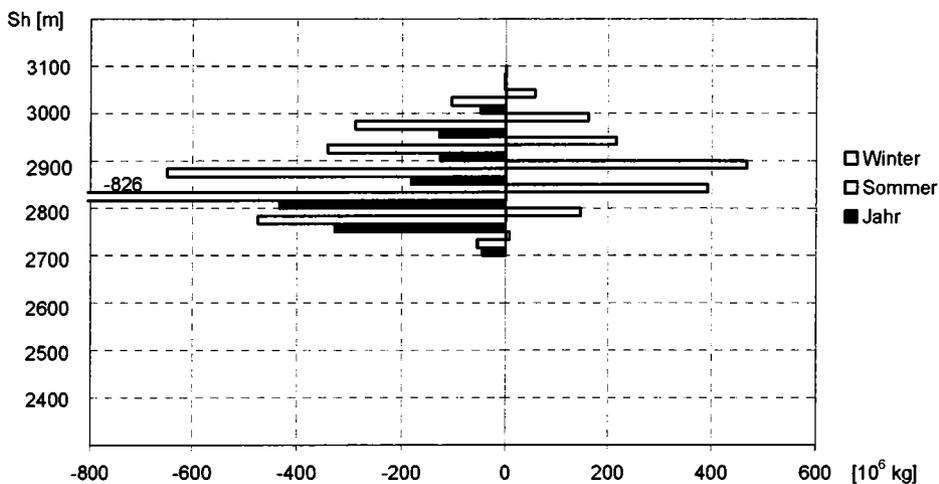
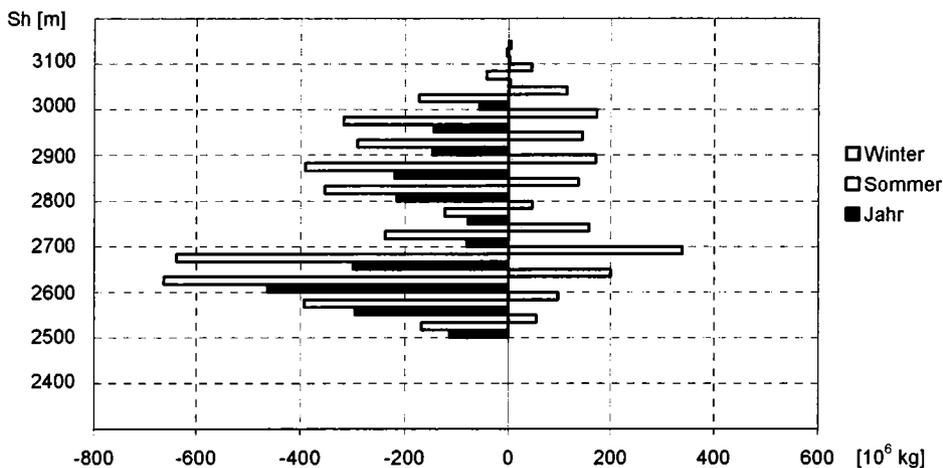
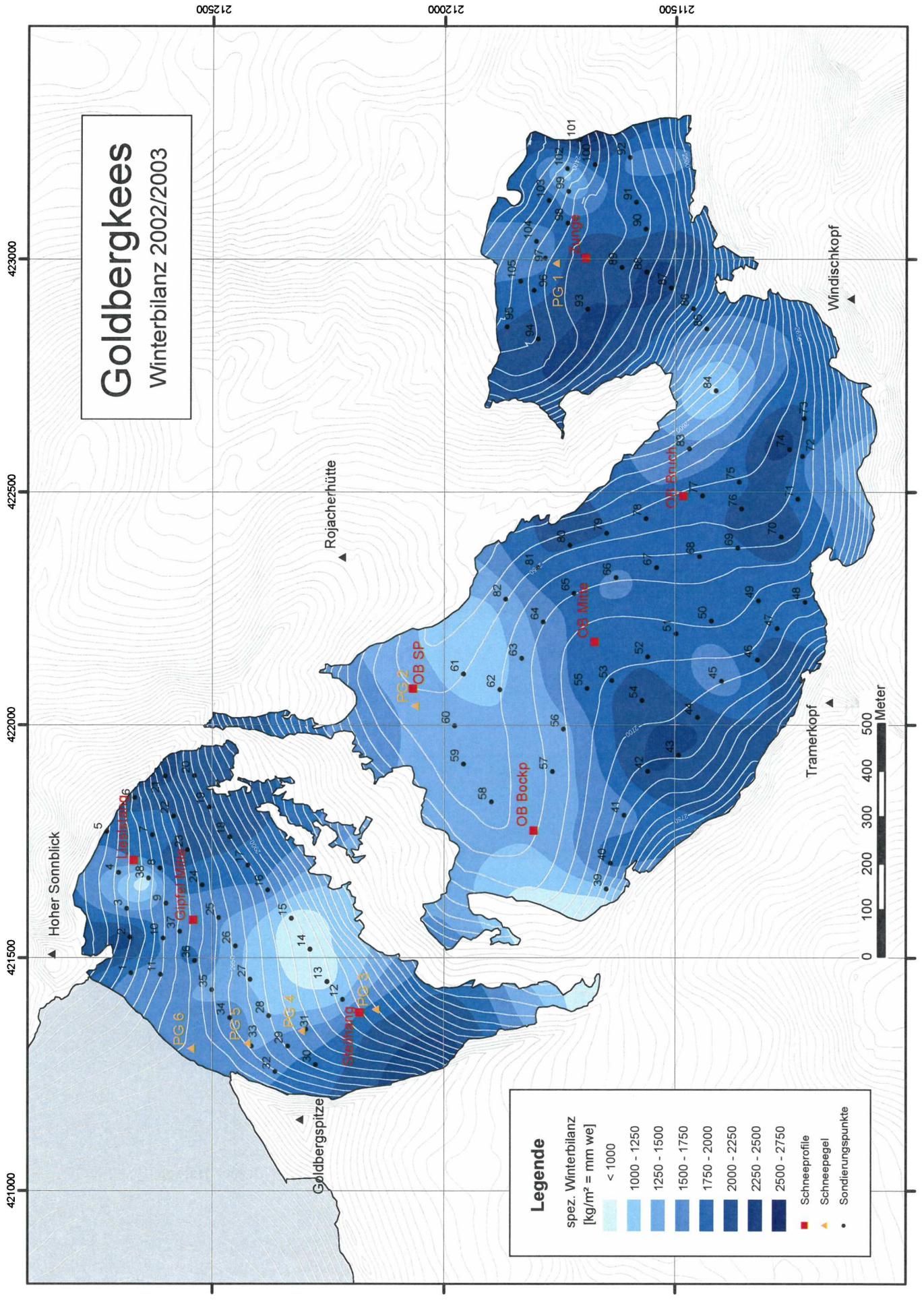


Abbildung 3.8: Wurtenkees, Bilanzvolumina 02/03 in Abhängigkeit der Seehöhe



# Goldbergkees

## Winterbilanz 2002/2003

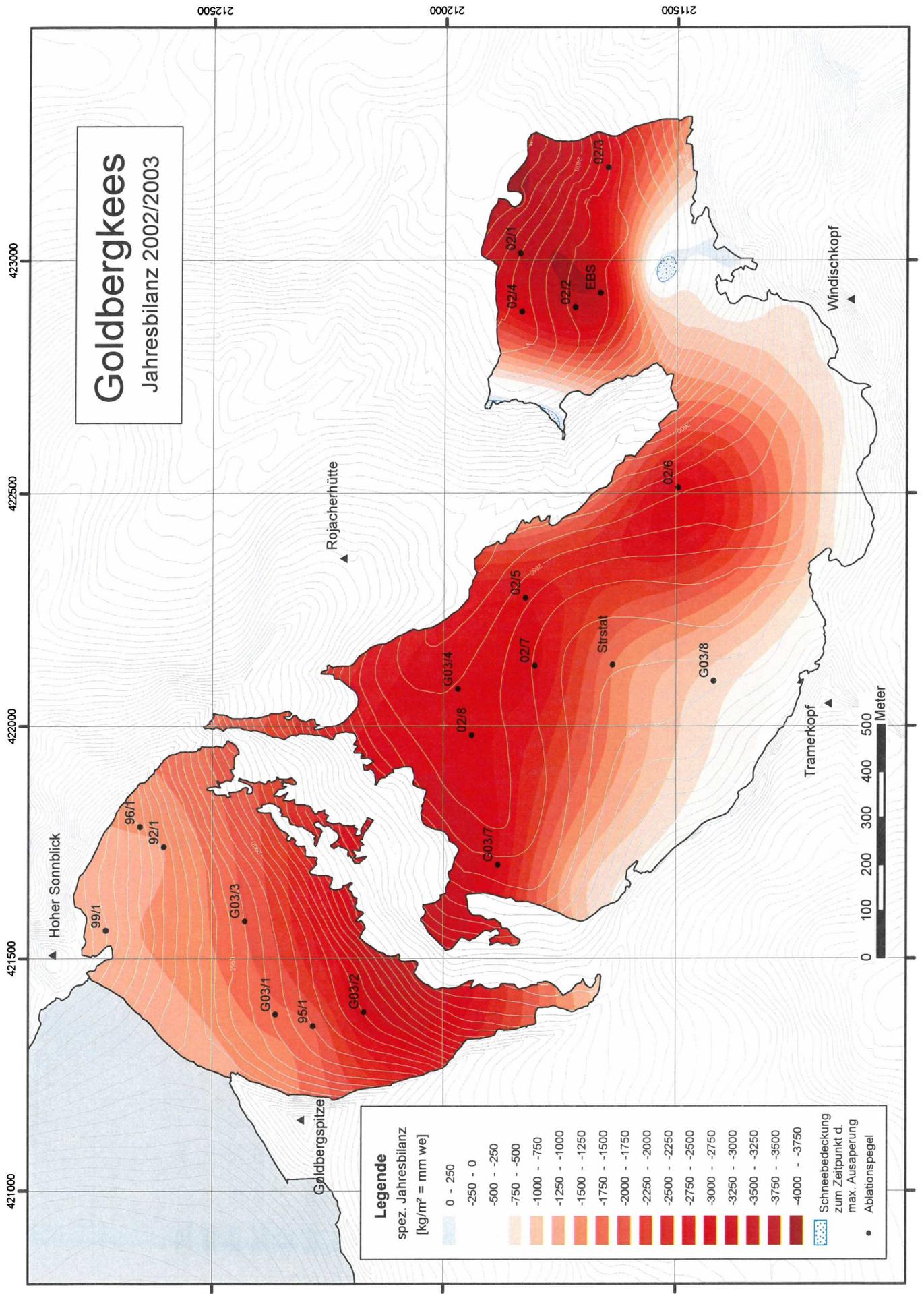


### Legende

- spez. Winterbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]
- < 1000
  - 1000 - 1250
  - 1250 - 1500
  - 1500 - 1750
  - 1750 - 2000
  - 2000 - 2250
  - 2250 - 2500
  - 2500 - 2750
- Schneeprofile
  - ▲ Schneepagel
  - Sondierungspunkte

# Goldbergkees

## Jahresbilanz 2002/2003



**Legende**

spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

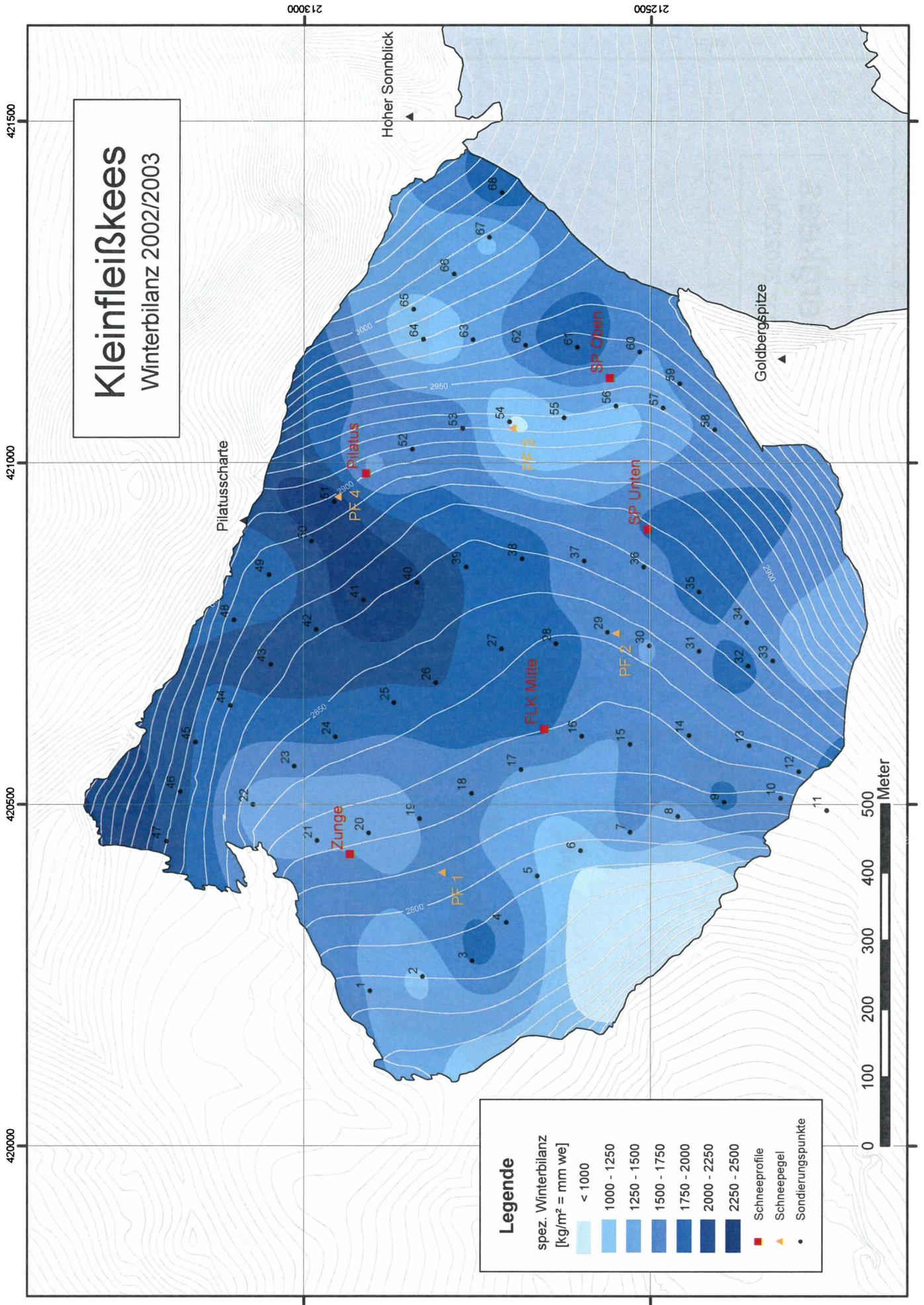
0 - 250
-250 - 0
-500 - -250
-750 - -500
-1000 - -750
-1250 - -1000
-1500 - -1250
-1750 - -1500
-2000 - -1750
-2250 - -2000
-2500 - -2250
-2750 - -2500
-3000 - -2750
-3250 - -3000
-3500 - -3250
-3750 - -3500
-4000 - -3750

Schneebedeckung zum Zeitpunkt d. max. Ausparung

• Ablationspegel

# Kleinfleißkees

## Winterbilanz 2002/2003



**Legende**

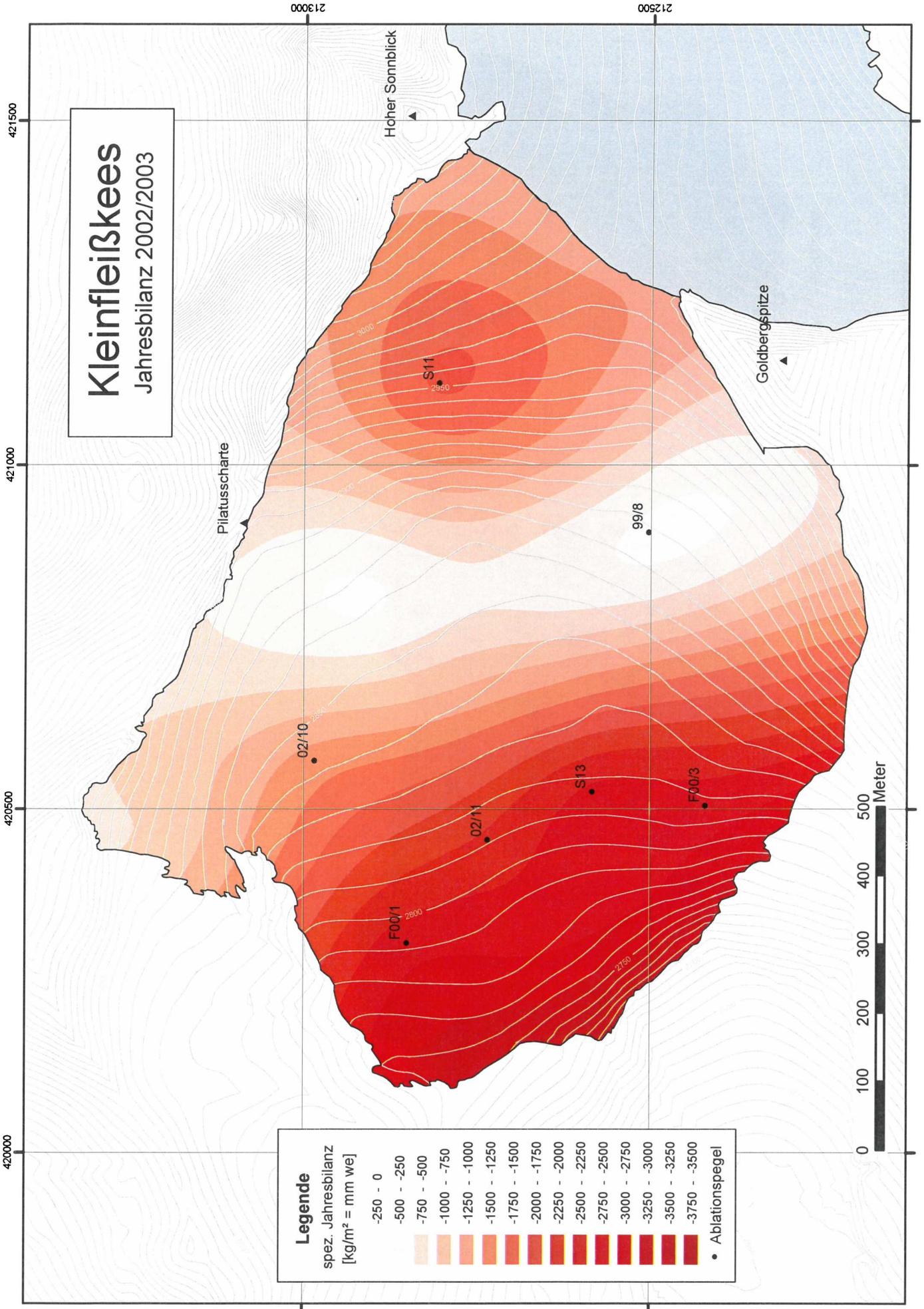
spez. Winterbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

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

- Schneeprofile
- Schneepegel
- Sondierungspunkte

# Kleinfleißkees

## Jahresbilanz 2002/2003



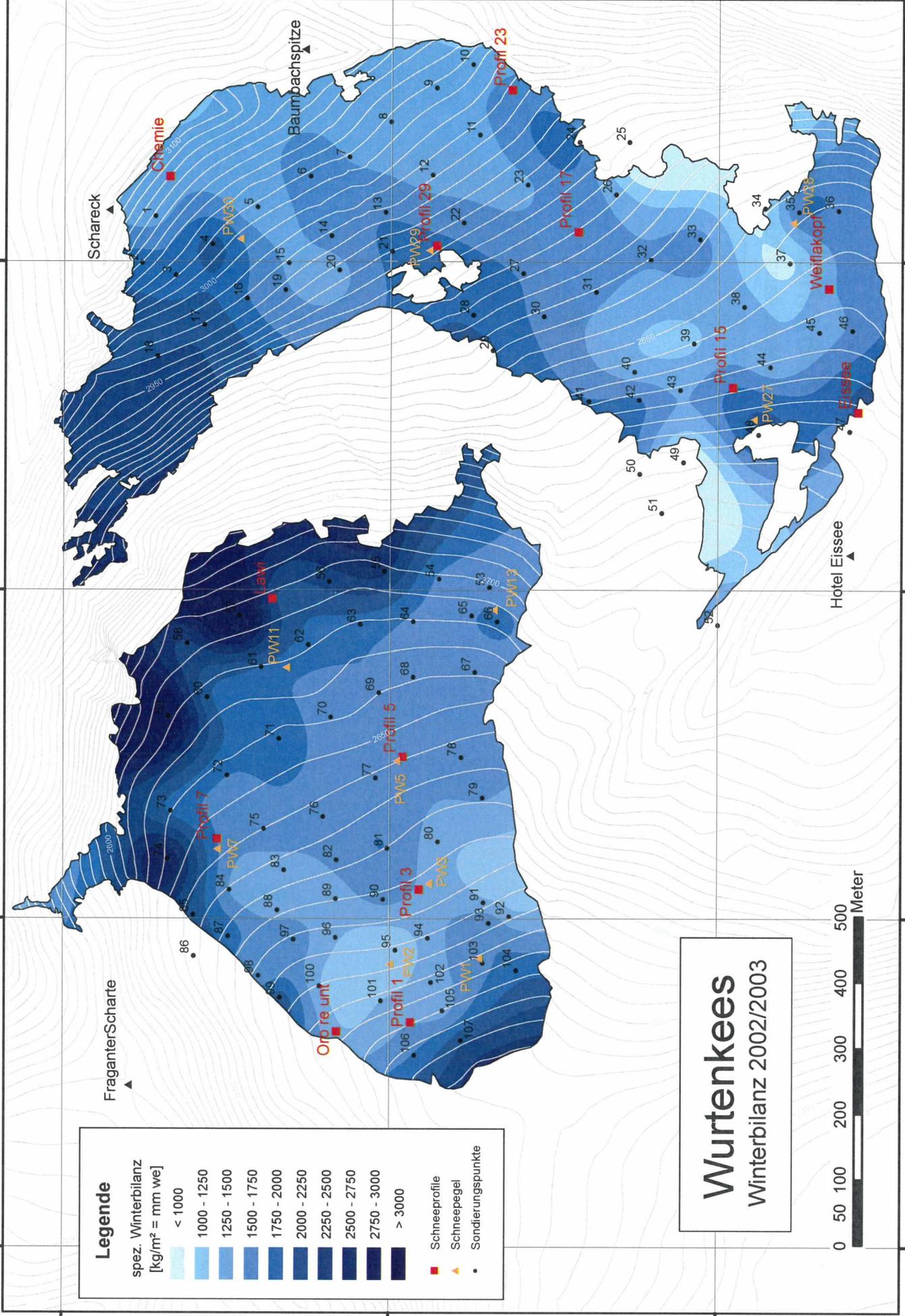
### Legende

spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

- 250 - 0
- 500 - -250
- 750 - -500
- 1000 - -750
- 1250 - -1000
- 1500 - -1250
- 1750 - -1500
- 2000 - -1750
- 2250 - -2000
- 2500 - -2250
- 2750 - -2500
- 3000 - -2750
- 3250 - -3000
- 3500 - -3250
- 3750 - -3500

• Ablationspegel

424500 425000 425500 426000 211500 211000 210500



**Legende**

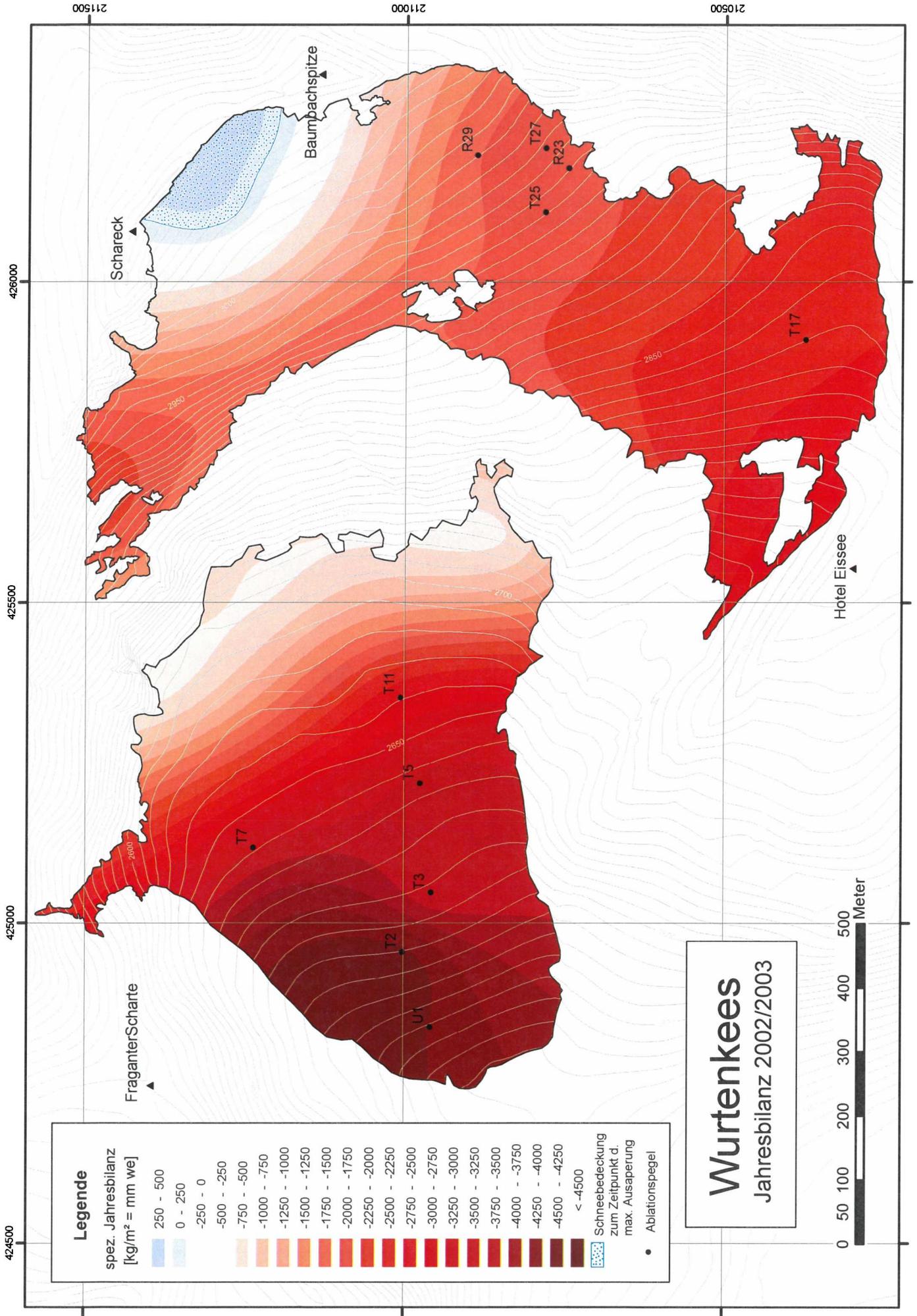
spez. Winterbilanz  
[kg/m² = mm we]

- < 1000
- 1000 - 1250
- 1250 - 1500
- 1500 - 1750
- 1750 - 2000
- 2000 - 2250
- 2250 - 2500
- 2500 - 2750
- 2750 - 3000
- > 3000

- Schneeprofile
- ▲ Schneepagel
- Sondierungspunkte

**Wurtenkees**  
Winterbilanz 2002/2003





**Legende**

spez. Jahresbilanz  
[kg/m<sup>2</sup> = mm we]

- 250 - 500
- 0 - 250
- 250 - 0
- 500 - -250
- 750 - -500
- 1000 - -750
- 1250 - -1000
- 1500 - -1250
- 1750 - -1500
- 2000 - -1750
- 2250 - -2000
- 2500 - -2250
- 2750 - -2500
- 3000 - -2750
- 3250 - -3000
- 3500 - -3250
- 3750 - -3500
- 4000 - -3750
- 4250 - -4000
- 4500 - -4250
- < -4500

- Schneebedeckung zum Zeitpunkt d. max. Ausaperung
- Ablationspegel

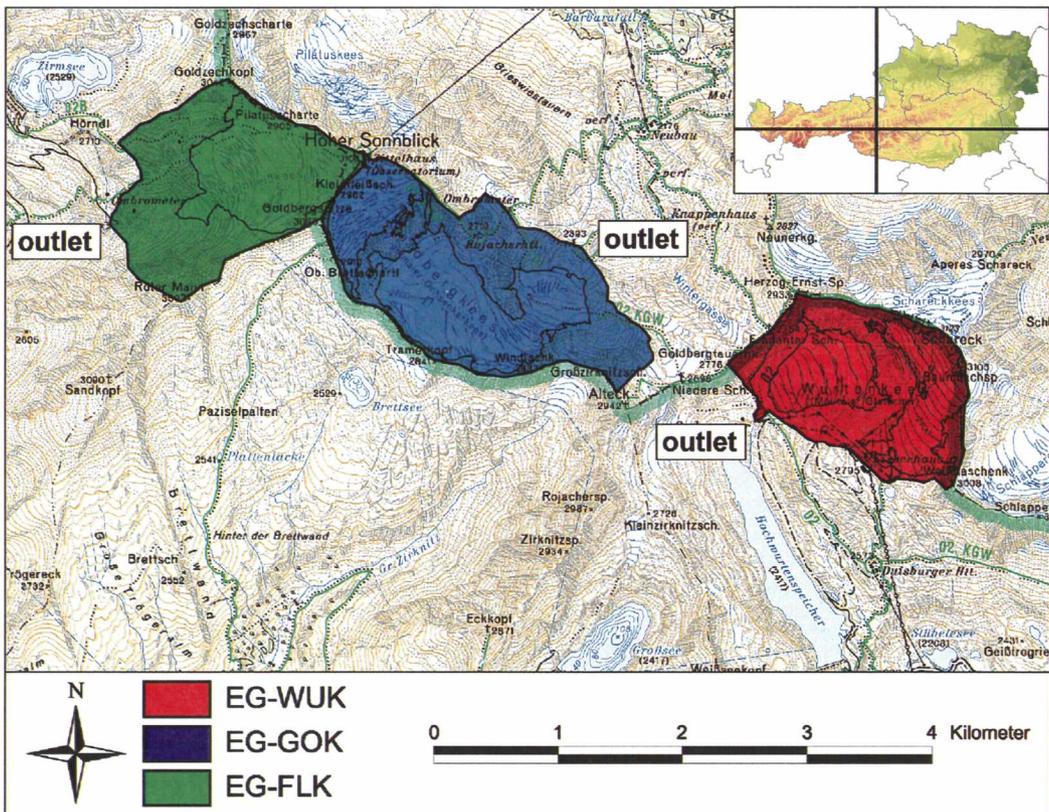
**Wurtenkees**  
Jahresbilanz 2002/2003



# PROJEKT: MONITORING VON SCHMELZABFLÜSSEN DER GLETSCHER GOLDBERGKEES, KLEINES FLEISSKEES UND WURTENKEES

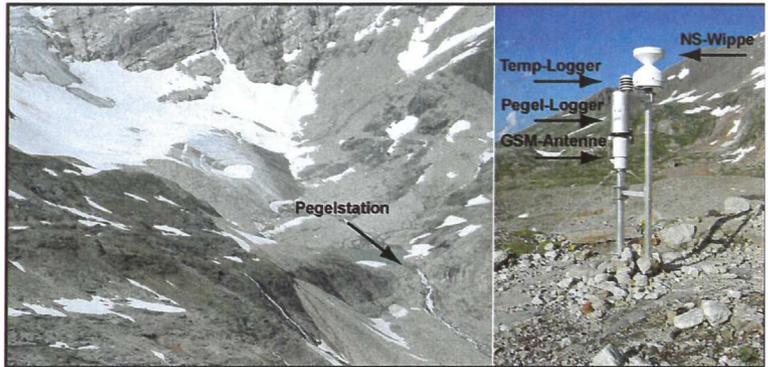
Hubert Holzmann, Gernot Kobltschnig, Fritz Neuschitzer,  
Erwin Kostner, Wolfgang Schöner

Durch die Nähe zum Observatorium am Hohen Sonnblick und durch die große Anzahl an gemessenen meteorologischen Parametern eignen sich die vergletscherten Gebiete der Goldberggruppe besonders für hydrologische Untersuchungen. Die untenstehende Abbildung zeigt die Einzugsgebiete in der Goldberggruppe, die durch hydrologische Untersuchungen abgedeckt werden: Goldbergkees (EG-GOK), Kleines Fleißkees (EG-FLK) und Wurtenkees (EG-WUK). Mit „outlet“ sind jeweils die Abflusspegelstationen unter den Gletschern bezeichnet.



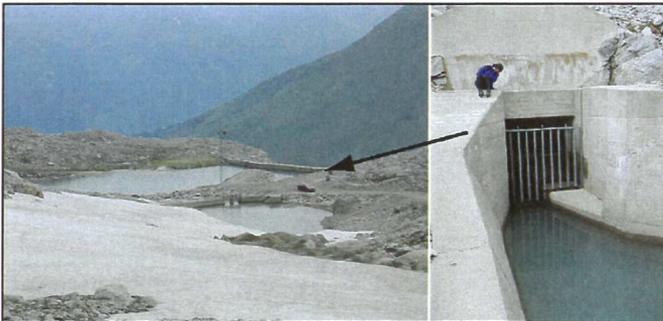
## Goldbergkees

Das Einzugsgebiet des Goldbergbaches wird durch die Abflussmessstation in 2350 m ü.d.A. abgegrenzt, den höchsten Punkt bildet der Gipfel des Hohen Sonnblicks in 3106 m ü.d.A.. Der größte Teil des Gebietes ist Ost und Nord, der Bereich unter dem Gipfel Süd exponiert. Die Einzugsgebietsfläche



beträgt 2,72 km<sup>2</sup>, davon sind 1,5 km<sup>2</sup> vergletschert. Der Goldbergbach entwässert nach Norden und mündet in Kolm Saigurn in die Hüttwinkelache. Im Herbst 2002 wurde zum ersten Mal eine Pegelstation zur Messung der Schmelzabflüsse des Goldbergkees an dem Gletschensee beim Gebietsauslass installiert. Seither wird die Station jedes Jahr während der Schmelzperiode wieder aufgebaut, um Abflüsse in einem viertelstündlichen Intervall aufzuzeichnen. Während des Winters muss die Pegelstation abgebaut werden, um die Zerstörung durch hohe Schneedrücke bzw. Lawinen zu vermeiden. Die Messstation arbeitet mit dem Einperlsystem, wobei Luft durch einen Kunststoffschlauch in den Einperltopf an der Gewässersohle gepumpt wird. Die Daten werden auf einem Datenlogger abgespeichert und können mit Hilfe des eingebauten GSM-Modems fernabgefragt werden. Dadurch wird die Planung der Feldeinsätze erleichtert, bzw. sind weniger Fahrten in das Arbeitsgebiet notwendig.

## Kleines Fleißkees



Seit August 2004 werden die Abflüsse des Kleinen Fleißkees kontinuierlich gemessen. Die Pegelstation wurde am Einlaufbauwerk einer Bachwasserfassung der KELAG errichtet. Die Messstation arbeitet auf dem Prinzip eines Schwimmpiegels mit Winkeldekodierer, der die Daten in einem Logger abspeichert. Die Station wird nicht fernübertragen

und muss gelegentlich ausgelesen werden. Im Herbst 2004 wurde diese Station in den an die Bachfassung anschließenden Stollen verlegt. Dadurch ergibt sich der entscheidende Vorteil, dass die Messungen das ganze Jahr hindurch ohne Unterbrechung durchgeführt werden können. Gerade für die Modellierung der Schneeschmelze am Beginn der Schmelzperiode sind diese Daten interessant.

Das Einzugsgebiet des Klein Fleißkees Baches hat eine Fläche von 2,1 km<sup>2</sup> mit einer vergletscherten Fläche von etwa 0,9 km<sup>2</sup>. Der Gebietsauslass befindet sich auf einer Höhe von 2504 m ü.d.A. und den höchsten Punkt im Gebiet bildet der Gipfel des Sonnblicks auf 3106 m ü.d.A.. Das Einzugsgebiet ist hauptsächlich Nordwest und West exponiert. Der Klein Fleißkees Bach wird, wie bereits angesprochen gefasst und für die energetische Nutzung ausgeleitet. Der angesprochene Stollen führt zum Großsee, welcher mit dem Hochwurtenspeicher eingespiegelt ist. Von dort aus wird das Wasser im Krafthaus Innerfragant und weiters im Krafthaus Ausserfragant in die Möll abgearbeitet.

## Wurtenkees

Die jüngste unter den Pegelstationen ist jene unter der Zunge des Wurtenkees'. Diese wurde im Sommer 2005 zum ersten Mal errichtet. Es handelt sich hierbei auch um einen automatisierten Pegel mit Schwimmer und Winkeldekodierer, bei dem die Daten auf einem Datenlogger aufgezeichnet werden. Das Einzugsgebiet des Hochwurtenbaches hat eine Fläche von etwa 1,9 km<sup>2</sup> und ist mit einer Fläche von 0,9 km<sup>2</sup> vom Gletscher bedeckt. Das Gebiet ist primär Südwest und Süd exponiert und hat seinen tiefsten Punkt beim Gebietsauslass in 2500 m ü.d.A. und den höchsten am Schareck in 3123 m ü.d.A.. Gerade der obere Teil des Wurtenkees' wird sehr stark durch den Schibetrieb der Mölltalergletscherbahnen genutzt. Dadurch kann es zu zusätzlichem (Kunstschnee-) Masseneintrag durch die Beschneigungsanlagen kommen.



Der Abfluss des Schmelzwassers wird im darunter liegenden Hochwurtenspeicher (Teil der Kraftwerksgruppe Fragant der KELAG) gefasst und energetisch genutzt, die Abarbeitung erfolgt in die Möll bei Ausserfragant.

### **Ansprechpartner:**

Hubert Holzmann, Gernot Koboltschnig

BOKU Wien, Inst. f. Wasserwirtschaft, Hydrologie und konstruktiven Wasserbau

hubert.holzmann@boku.ac.at, gernot.koboltschnig@boku.ac.at

Fritz Neuschitzer, Erwin Kostner

KELAG Kärnten

fritz.neuschitzer@kelag.at, erwin.kostner@kelag.at

Wolfgang Schöner

ZAMG Wien, Klimaabteilung

wolfgang.schoener@zamg.ac.at

## VEREINSNACHRICHTEN UND TÄTIGKEITSBERICHT 2003-2004

(Auszug aus dem Protokoll der Jahreshauptversammlung des Sonnblick-Vereines am 23.4.2004 in Wien, von Wolfgang Schöner)

**NEUE MITGLIEDER:** Berthold Fliedl, Andreas Kaufmann, Dr. Hubert Holzmann, DI. Gernot Koboltschnig, Herfried Eisler, Stephan Zeilinger, Hubert Ploderer, Dr. Rainer Aichner, Hans Brand, Joachim Groß, Johann Grüneisl, Dagmar Henner, Bernhard Hynek, Josef Kasper, Hannes Laner, Stefano Micheletti, Norbert Moser, Herbert Recnik, Christian Scheibner, Rupert Schwab, Karin Smolla, Dr. Friedrich Verzetnitsch, DI Arnulf Zopp, Dr. Stana Simic

**VERSTORBENE MITGLIEDER:** Dr. Otto Motschka, Ehrenvorsitzender Prof. Dr. Wilhelm Schwabl

### 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, verschiedenen öffentlichen Stellen des Landes Salzburg, der Gemeinde Rauris für die Räumung der Kolm-Straße, den Vertretern der Eisenbahnbehörde des Landes für ihr Verständnis für den Betrieb unserer doch sehr aus dem Rahmen fallenden Seilbahn.

### ERHALTUNG OBSERVATORIUMSGEBÄUDE UND SEILBAHN

Das Jahr 2003 stand ganz im Zeichen der Fortsetzung der Sanierungsarbeiten für die geologische Standfestigkeit des Sonnblickgipfels. Die Arbeiten auf der Nordseite konnten abgeschlossen werden, die weiteren Arbeiten auf der Nordwest-Westseite bleiben für den Sommer 2004. Durch die Baumaßnahmen kam es leider auch zu einer Beeinflussung mancher Messungen.

Auch das zentrale Entlüftungssystem des Observatoriums (Absaugung von Abwärme und Gasen diverser Geräte) konnte im Jahr 2003 weiter ausgebaut und verbessert werden. Sowohl der alte Windturm als auch der Verbund-Batterieraum konnten in das Abluftsystem integriert werden.

Eine wesentliche Neuerung war auch die Neuverkabelung bzw. die Neugestaltung des Sonnblick Netzwerkes. Damit im Zusammenhang steht auch die Gestaltung einer eigenen Observatoriums-Webpage mit der Möglichkeit der Datenübertragung, aber ganz allgemein der Präsentation des Observatoriums und der laufenden Projekte. Auch die Sonnblick-Verein Homepage soll Teil dieser Observatoriums Webpage werden.

Daneben gab es eine Reihe kleinerer Verbesserungsmaßnahmen am Observatoriumsgebäude (Türen, Heizungsanlage).

Auf Grund der großen Anzahl laufender Projekte am Sonnblick besteht nicht nur Platzmangel im Gebäude sondern auch auf der Messplattform. Als eine Verbesserungsmaßnahme könnte der nicht mehr verwendete Freibewitterungsstand für eine Erweiterung der Messplattform Verwendung finden.

Die Seilbahn läuft nach dem großen Umbau im Jahr 2002 sehr zufriedenstellend. 2003 erfolgten eine routinemäßige Versetzung des Trageils und Arbeiten an den Seilbahnstützen, insbesondere ein Generalservice der Köpfelstütze. Laut Ergebnis der magnetinduktiven Prüfung des Trageils ist eine Weiterverwendung bis 25.8.2007 möglich.

## WISSENSCHAFTLICHE FORSCHUNG UND ÖFFENTLICHKEITSARBEIT

Aus Anlass des Todes von Dr. Otto Motschka fand am 16. November 2003 in Rauris eine Gedenkfeier statt, bei der auch eine Gedenktafel in Kolm Saigurn enthüllt wurde.

Am 22. Oktober fand in der Österreichischen Akademie der Wissenschaften eine vielbeachtete Veranstaltung zur Präsentation der wissenschaftlichen Tätigkeiten auf dem Observatorium statt, die von der ZAMG, der ÖAW und dem Sonnblick Verein gemeinsam veranstaltet wurde.

Durch die KELAG erfolgte eine Installation einer GPS-Basisstation auf dem Sonnblickgipfel, deren Daten für wissenschaftliche Zwecke dem Sonnblickverein zur Verfügung stehen. Gleichzeitig wurde auch eine Webcam errichtet, die auf der Webpage der KELAG zu sehen ist.

Im Juni 2003 fand im Borovec (Bulgarien) ein Internationales Workshop über Hochgebirgsobservatorien statt, bei dem nicht nur laufende Projekte vorgestellt wurden, sondern bei dem es auch zu einer besseren Vernetzung kam. Auch das Sonnblick-observatorium war bei diesem Workshop vertreten.

## VORSCHAU 2004

Für 2004 ist der Abschluss der geologischen Sanierungsmaßnahmen geplant. Weiters sind Reparaturmaßnahmen am Gebäude notwendig (so etwa die bisher aufgeschobene Sanierung des alten Windturmes). Auch für die Seilbahn sind diverse Wartungs- und Erhaltungsarbeiten vorgesehen (vorwiegend die Stützen betreffend). Eine Lösung muss auch für die Wasserversorgung der Talstation der Materialeilbahn angestrebt werden.

## NEUWAHL DES VEREINSAUSSCHUSSES UND DER RECHNUNGSPRÜFER

Univ. Prof. Dr. Peter Steinhauser hat dem Vereinsvorstand mitgeteilt, dass er gleichzeitig mit seiner Beendigung der Funktion als Direktor der Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik auch die Funktion des 2ten Vorsitzenden des Sonnblick Vereins zurücklegen möchte. Generalsekretär Dr. Wolfgang Schöner dankt namens des Vereins Prof. Steinhauser für seine langjährige verdienstvolle Tätigkeit. Seitens des Vereinsvorstandes wird Dr. Fritz Neuwirth als neuer 2ter Vorsitzender zur Wahl vorgeschlagen. Gleichzeitig beendet auch Dr. Gunter Wihl seine Tätigkeit als Rechnungsprüfer. Auch ihm ist für seine langjährige Arbeit zu danken. Als neue Rechnungsprüferin wird Frau Karin Navratil vorgeschlagen. Alle anderen Mitglieder des Vereinsvorstandes stellen sich für eine Wiederwahl zur Verfügung.

## ZUSAMMENSETZUNG DES KURATORIUMS 2004

### Vertreter der Bundesregierung:

1. Sektionschef Dr. Wolf Frühauf, BM f. Bildung, Wissenschaft und Kultur
2. Ministerialrat Mag. Martin Kriech, BM f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft
3. Ministerialrat Dr. Eberhard Henrich, BM f. Land- und Forstwirtschaft, Umwelt- und Wasserwirtschaft

### Vertreter der Österreichischen Akademie der Wissenschaften:

1. em. Univ.Prof. Dr. Siegfried Bauer
2. em. Univ. Prof. Dr. Helmut Pichler
3. em. Univ. Prof. Dr. Othmar Preining
4. Univ. Prof. Dr. Peter Steinhauser

### Vertreter des Amtes der Salzburger Landesregierung:

DI. Erich Willau

### Vertreter des Amtes der Kärntner Landesregierung:

Dipl. Ing. Gerhard Heimbürger

### Vertreter des Österreichischen Alpenvereines:

Ing. Eckart Ehm

### Vertreter des Touristenvereines Naturfreunde:

Herbert Kerbler

### Vertreter Verbund:

Dr. Otto Pirker

### Vertreter aus dem Kreis der Mitglieder:

HR. Dr. Josef Willfarth  
Dr. Ingeborg Auer  
Dr. Wolfgang Schöner  
Dr. Reinhard Böhm  
HR. Dr. Michael Staudinger

### Leiter und stellvertretender Leiter des Sonnblickobservatoriums: (gewählt für 2002 bis 2005)

HR. Dr. Michael Staudinger	Leiter
Dr. Wolfgang Schöner	Stv. Leiter

## ZUSAMMENSETZUNG DES VEREINSVORSTANDES 2004

**Erster Vorsitzender:**

LH a.D. Dr. Franz Schausberger

**Stellvertretender Vorsitzender:**

Univ. Doz. Dr. Fritz Neuwirth

**Generalsekretär:**

Dr. Wolfgang Schöner

**Schriftführer:**

Dr. Ingeborg Auer

**Schatzmeister:**

Dr. Michael Staudinger

**Stellvertretender Schatzmeister:**

Univ. Prof. Dr. Georg Skoda

**Rechnungsprüfer:**

Karin Navratil

Hermine Fürst

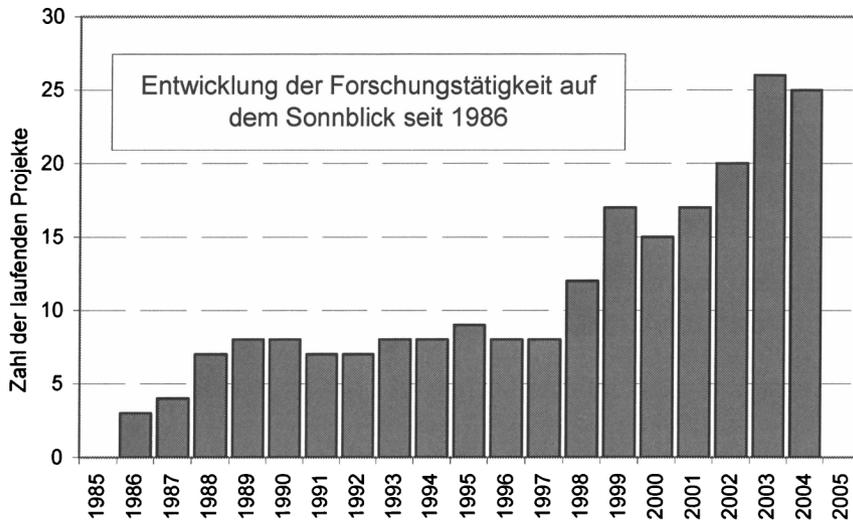
**Redaktion Jahresbericht:**

Dr. Ingeborg Auer

## WISSENSCHAFTSBERICHT 2003/2004

(Kurzfassung des Wissenschaftsberichts für die Jahreshauptversammlung des Sonnblickvereines am 23.4.2004 von Reinhard Böhm)

Im Berichtsjahr 2003/2004 hielten sich die Forschungsaktivitäten von nationalen und internationalen Forschungsgruppen auf dem Sonnblick auf dem hohen Niveau der letzten Jahre. Einige neue Projekte traten an die Stelle von ausgelaufenen, derzeit gibt es 25 aktive Projekte. Die Graphik zeigt die Entwicklung seit der offiziellen Eröffnung des neuen Observatoriums im Jahr 1986. Vor allem in den Jahren seit 1998 fand eine rasante Steigerung statt – eine nachträgliche Bestätigung für die Investitionen, die für den großzügigen Neubau des Observatoriums in den 1980er Jahren getätigt worden sind.



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 25 Einzelprojekte dar. 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.

## 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*

*Projektdauer: 2003/2004*

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

Im extrem warmen Sommer 2003 wurden direkt auf dem Goldbergkees zwei Messstationen installiert, die 3 Monate hindurch Temperatur, Feuchte, Wind und Strahlung aufzeichneten. Zusätzlich wurde alle 2 Wochen die oberflächliche Eisabschmelzung gemessen und in einer Intensivmesskampagne Fesselballonaufstiege und Turbulenzmessungen durchgeführt.

Ziel dieser Messungen war es, die Energieflüsse, die zur Eisabschmelzung wesentlich beitragen (Strahlungsbilanz, fühlbarer und latenter Wärmestrom), zu quantifizieren und auch den Einfluss meteorologischer Phänomene wie z.B. des katabatischen Windes auf die Gletscherschmelze qualitativ zu erfassen.



Messkampagne mit Fesselballon und Ultraschallanemometer direkt neben der kontinuierlichen Wetterstation (Mast)

## GLETSCHER-LÄNGENMESSUNGEN

*Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (ZAMG), Österreichischer Alpenverein*

*Projektdauer: seit 1896*

*Kontaktpersonen: I. Auer, R. Böhm (ZAMG); ingeborg.auer@zamg.ac.at, reinhard.boehm@zamg.ac.at*

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. Das abgelagerte Material des künstliche Vorstoßes des Fleißkeeses durch das Abreißen der Zunge im Sept.2002 war 1 Jahr später völlig abgeschmolzen. Der Gletscher endet nun 177m weiter hinten, an der Abbruchkante oberhalb des Steilhanges, wo neue Gletschermarken angelegt wurden.

**EISVOLUMSBESTIMMUNG SONNBLICKGLETSCHER***ZAMG-Sonnblickverein, Inst. f. Geodäsie und Geophysik der TU-Wien, KELAG**Projektdauer: 2002-2004**Kontaktpersonen: E. Brückl (Inst. f. Geodäsie und Geophysik, TU-Wien), W. Schöner (ZAMG); ebrueckl@luna.tuwien.ac.at, wolfgang.schoener@zamg.ac.at*

Mittels geophysikalischer Methoden wird die Eisdicke der 3 Hauptgletscher im Bereich des Sonnblickobservatoriums bestimmt werden. 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. Für das Wurtenkees gibt es bereits eine neue Untergrundkarte (mit Eismächtigkeiten bis 80m). Die Feldmessungen sollten im April 2004 abgeschlossen werden, was aber wetterbedingt nicht möglich völlig war. Die letzten noch verbleibenden Tiefenlotungen sind nun für Anfang Mai 2004 geplant. Die Messungen sind sowohl eine Ergänzung zum Gletschermonitoring im Bereich des Sonnblicks, aber auch eine wichtige Datengrundlage für die Abschätzung von klimabedingten Änderungen auf die Gletscher der Alpen.

**GLAZIOLOGISCHE MASSENBILANZ WURTENKEES***Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, KELAG**Projektdauer: seit 1982**Kontaktpersonen: R. Böhm, W. Schöner (ZAMG); reinhard.boehm@zamg.ac.at, wolfgang.schoener@zamg.ac.at*

Alle Massenbilanzmessungen (Winter und Sommer) werden im bisherigen Umfang weitergeführt. Eine Gesamtbearbeitung der Projektergebnisse ist in der Reihe „Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“, Bd.12 erschienen. Eine aktualisierte Bearbeitung ist im Kapitel 7 der neuen Sonnblick-Klimatographie enthalten (siehe Projekt „Sonnblick-Klimatographie“ im Forschungsbericht 2003). Die laufenden Bilanzen werden jeweils im Jahresbericht des Sonnblickvereines veröffentlicht. Das 21. Bilanzjahr (2002/2003) brachte – nach dem dritthöchsten Winterzuwachs – durch einen Rekordverlust von fast 4000mm Wasseräquivalent im heißen Sommer 2003 einen neuen Negativrekord bei der Jahresbilanz von –2177mm.

**GLAZIOLOGISCHE MASSENBILANZ GOLDBERGKEES UND KLEINES FLEISSKEES***Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik**Finanziert vom Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft**Projektdauer: 1999-2004 (davor seit 1986 durch ZAMG finanziert)**Kontaktperson: W. Schöner (ZAMG); wolfgang.schoener@zamg.ac.at*

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 werden 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 (siehe Abbildung). Eine Zusammenfassung der bisherigen Bilanzen ist im Kapitel 7 der neuen Sonnblick-Klimatographie enthalten (siehe Projekt „Sonnblick-Klimatographie“ im Forschungsbericht 2003).

## MESSUNG UND MODELLIERUNG DES SCHMELZABFLUSSES VOM GOLDBERGKEES

*Projektdauer: Dauerregistrierung, in Betrieb seit Sommer 2002*

*Kontaktpersonen: H. Holzmann (BOKU Wien, Inst. f. Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiver Wasserbau), W. Schöner (ZAMG); hubert.holzmann@boku.ac.at, wolfgang.schoener@zamg.ac.at*

In den Sommerperioden 2002 und 2003 wurden vom Institut für Wasserwirtschaft, Hydrologie und Konstruktiven Wasserbau (IWHW) der Universität für Bodenkultur Wien Messungen des Gletscherabflusses des Goldbergkees durchgeführt. Dabei gelangte ein vollautomatisiertes Messgerät mit integrierter Datenerfassung und Datenfernübertragung zum Einsatz. Damit konnte eine zeitliche hochauflösende, kontinuierliche Erfassung der Abflüsse erzielt werden. Daraus lassen sich neue Erkenntnisse der Abflussentstehung am Gletscher sowie Schmelzprozesse innerhalb des Tageszyklus und deren Abhängigkeit von hydro-meteorologischen Gegebenheiten ableiten.

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.

## SCHNEECHEMIE

*Institut für Analytische Chemie, TU-Wien*

*Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik*

*Finanziert von den Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*

*Projektdauer: seit 1983*

*Kontaktpersonen: W. Schöner (ZAMG), H. Puxbaum, A. Kasper-Giebl (Inst. f. Chem. Technologien und Analytik, TU-Wien); wolfgang.schoener@zamg.ac.at, hpuxbaum@mail.zserv.tuwien.ac.at, akasper@fbch.tuwien.ac.at*

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.

## 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, H. Scheifinger, G. Schauer (ZAMG); august.kaiser@zamg.ac.at, helfried.scheifinger@zamg.ac.at, gerhard.schauer@zamg.ac.at*

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 im Rahmen der GAW-DACH Zusammenarbeit.

### b.) GAW-DACH

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

Die so klassifizierten Daten sind Grundlage zum Studium von Veränderungen der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre über den Alpen. Erste Ergebnisse aus dem Zeitraum 1997 bis 2001 zeigen für alle DACH-Stationen einen schwachen Rückgang der Stickoxidkonzentration; die Kohlenmonoxidkonzentration hat einen „buckelförmigen“ Verlauf mit einem Maximum im Jahr 1998. Die Ozonkonzentration hat am Sonnblick

zugenommen, an der relativ niedrig gelegenen Station Hohenpeißenberg (Seehöhe 985 m) hingegen wurde eine geringfügige Abnahme gefunden. Kohlendioxid zeigt eine weitere Zunahme. Die Ergebnisse der Trendanalysen werden voraussichtlich im Sommer publiziert (Berichte des DWD)

#### DURCHFÜHRUNG VON MONITORINGAKTIVITÄTEN BEZÜGLICH DER PARAMETER GESAMTOZON UND DER SPEKTRALEN UV-STRAHLUNG AUF DEM HOHEN SONNBLICK.

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

*Projektdauer: 1998-2008*

*Kontaktpersonen: H. Kromp-Kolb, S. Simic (Inst. f. Meteorologie und Physik, BOKU); helga.kromp-kolb@boku.ac.at, stana.simic@boku.ac.at*

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 (ORF-Txt. 644, Internet: [http://www.bmu.gv.at/s\\_uv\\_index/tmp\\_inhalt.htm](http://www.bmu.gv.at/s_uv_index/tmp_inhalt.htm))

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

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

*Projektdauer: bis 2008*

*Kontaktpersonen: H. Kromp-Kolb, S. Simic (Inst. f. Meteorologie und Physik, BOKU); helga.kromp-kolb@boku.ac.at, stana.simic@boku.ac.at*

Im Rahmen des österreichischen UVB Messnetzes wird mit UV-Biometern die erythemwirksame solare Strahlung erfasst. Das Messnetz besteht aus insgesamt 9 über Österreich verteilten UV-Biometern der Firma Solar Light & Co. Die spektrale Empfindlichkeit des Detektors ist dem Wirkungsspektrum des Erythems angepasst und liefert ein Maß für die schädigende Wirkung der UV-Strahlung auf die menschliche Haut. Das Hauptziel des Messnetzes ist die tägliche Information der Bevölkerung über die Intensität der erythemwirksamen UV-Strahlung in Österreich. Das Messnetz selbst wird vom Institut für medizinische Physik der Universität Innsbruck betreut. Das UV-Biometer am Sonnblick wird vom Institut für Meteorologie und Physik der BOKU betreut und ist seit 1997 in das UV-B Messnetz Österreich eingebunden.

Nähere Informationen auf der Internetseite [http://www.uibk.ac.at/projects/uv-index/aktuell/tab\\_uv.html](http://www.uibk.ac.at/projects/uv-index/aktuell/tab_uv.html) und online Messwerte auf der Internetseite <http://www.uibk.ac.at/projects/uv-index/index.html>.

## PHOTOSYNTHESE VON FLECHTEN

*Projektdauer: Seit 2000*

*Institut für Pflanzenphysiologie der Universität Salzburg*

*Finanziert vom FWF (Projekt P 14437-BOT)*

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

Gegenstand der Forschung dieses Projektes ist die photosynthetische Produktivität von Flechten in der nivalen Stufe der Alpen, die dort etwa 60% der Bodenvegetation bilden. Von speziellem Interesse ist das Vorhandensein von photosynthetischer Aktivität im lange dauernden alpinen Winter, die bis zu  $-24$  Grad C, was durch CO<sub>2</sub> Produktion nachweisbar ist.

## TRITIUM MESSUNGEN AUF DEM SONNBLICK

*Austrian Research Centre Seibersdorf*

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

Seit August 1999 befindet sich ein 3H Probe- und Analysegerät der Österreichischen Forschungs- und Prüfanstalt Arsenal auf dem Sonnblick. Die seit 1991 in Wien durchgeführte Registrierung der Tritiumaktivität in der Atmosphäre erfährt damit einen ersten Ausbau im Hinblick auf die Rückverfolgung von Episoden erhöhter Aktivität. Das Projekt auf dem Sonnblick ist der erste Versuch einer derartigen Messstelle auf einem Höhenobservatorium.

## ORTSDOSISLEISTUNGS-MESSSTELLE SONNBLICK

*Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft*

*Kontaktperson: W. Haider (BMLFWU, Abt. V/7 - Strahlenschutz); wolfgang.haider@lebensministerium.at*

Bereits langjährige Messungen auf dem Sonnblick im Rahmen des österreichischen Strahlenfrühwarnsystems:

## RADIOAKTIVE AEROSOLE IN DER LUFT

*Kontaktpersonen: W. Ringer (AGES, CC Strahlenschutz Linz), W. Haider (BMLFUW, Abt. V/7 - Strahlenschutz); wolfgang.ringer@ages.at, wolfgang.haider@lebensministerium.at*

Der am Sonnblick eingesetzte High-Volume-Sampler sammelt in 24stundenintervallen 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 Beryllium 7 – Werte für Untersuchungen über den vertikalen Luftaustausch.

## ALP-IMP (MULTI-CENTENNIAL CLIMATE VARIABILITY IN THE ALPS BASED ON INSTRUMENTAL DATA, MODEL SIMULATIONS AND PROXY DATA)

*EU-FP-5 Projekt, ZAMG (Projektleitung) plus 9 Partnerinstitute aus England, Deutschland, Frankreich, Schweiz, Italien und Österreich: Climatic Research Unit – Univ. of East Anglia, Geesthacht Forschungszentrum, Inst. f. Umweltphysik – Univ. Heidelberg, SAO-CNR – Bologna -Univ. di Milano, Inst. f. Geographie - Uni. Zürich, LSCE-CEA-CNRS Saclay, WSL – Birmesdorf, Inst. f. Hochalpine Forschung – Uni. Innsbruck, Treering Research Group – BOKU Wien*

*Projektdauer: März 2003 bis Mai 2006*

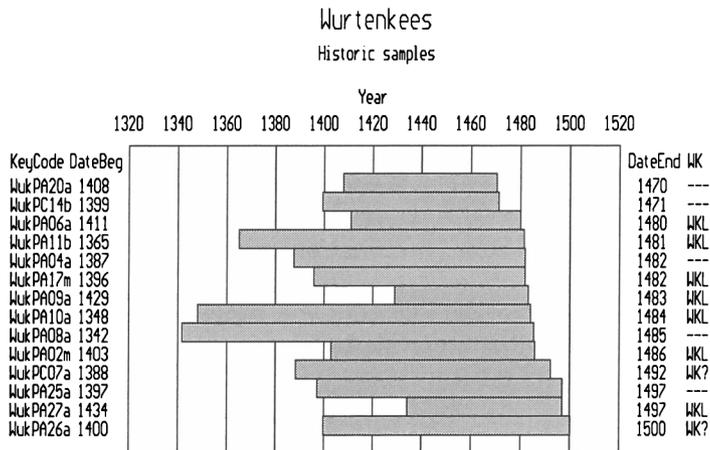
*Kontaktpersonen: R. Böhm, I. Auer (ZAMG); reinhard.boehm@zamg.ac.at, ingeborg.auer@zamg.ac.at*

*Projektshomepage: <http://www.zamg.ac.at/ALP-IMP>*

Projektziel ist 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

werden soll das durch die Zusammenführung von instrumentellen Klimamessreihen und Proxidaten (Baumringe, Gletscher und Isotopendaten aus Eisbohrkernen) mittels statistischer Analyse und mit Hilfe hochauflösender regionaler Modellierung.

Das erste Projektjahr war der Datengewinnung, -prüfung und -organisation gewidmet. Aus dem Sonnblickgebiet werden drei Datenarten verwendet: Die instrumentellen Klimareihen des Observatoriums, Baumringdaten (Fragant, Hochwurten Hüttwinkel) und die Gletscherdaten aus dem Gebiet.



Datierung von Holzproben des Goldbergbaues bei der Niederen Scharte, die im Sommer 2002 aus dem Gletschereis ausgeapert sind

## CLIVALP (CLIMATE VARIABILITY STUDIES IN THE ALPINE REGION)

*FWF-Projekt*

*Projektdauer März 2002 – August 2005*

*Kontaktperson: I. Auer (ZAMG); ingeborg.auer@zamg.ac.at*

**Projektziele:**

- eine multi-elementare Betrachtung der Klimavariabilität unter Verwendung homogenisierter Langzeitreihen mit monatlicher Auflösung.
- 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.
- die Analyse räumlicher (horizontaler und vertikaler) Unterschiede sowie der räumlichen Repräsentativität der homogenisierten Klimareihen von Luftdruck, Sonnenscheindauer und Bewölkung.
- das Erkennen von Zirkulationsmustern, die für die langfristige Klimaentwicklung in den Alpen bestimmend sind, auf der Basis der homogenisierten Luftdruckzeitreihen über den Alpen und aus vier Gebieten im Norden und Süden, sowie Westen und Osten Europas.
- ein Vergleich der alpinen Gitterpunkte (berechnet aus räumlich feinauflösenden Datensätzen) mit existierenden globalen Datensätzen, die für die Alpen in den meisten Fällen nicht hochauflösend genug sind.
- Studien zur Reaktion einzelner Klimaparameter wie Niederschlag, Schnee etc. bei veränderten Temperaturgegebenheiten.

## CARBOSOL (PRESENT AND RETROSPECTIVE STATE OF ORGANIC VERSUS INORGANIC AEROSOL OVER EUROPE: IMPLICATIONS FOR CLIMATE)

Projektkoordination: CNRS-Grenoble

Sonnblick-Teilnahme als eine von 6 Europäischen Background-Stationen mit kontinuierlichem Aerosol-Sampling (Institut für Analytische Chemie, TU-Wien)

Projektdauer: 2001-2004, EU-FP-5 Projekt (Environment and Climate Programme)

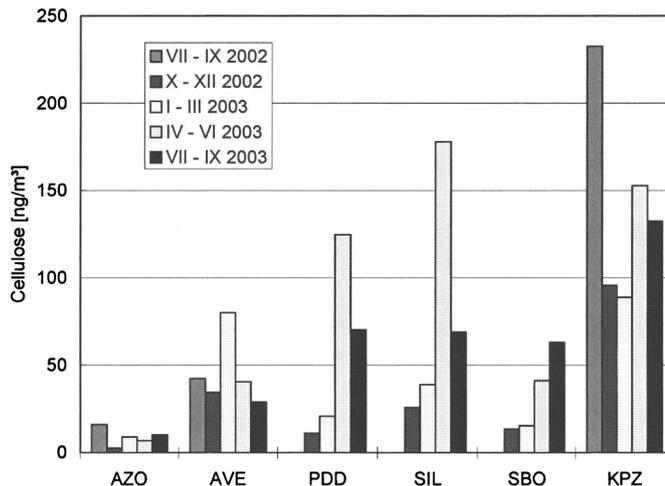
Kontaktpersonen: M. Legrand (Grenoble), H. Puxbaum (TU-Wien); legrand@glaciog.ujf-grenoble.fr, hpuxbaum@mail.zserv.tuwien.ac.at

### Projektziele:

- Bestimmung der aktuellen Zusammensetzung der Luft über Europa bezüglich organischem und anorganischem Aerosol
- Erforschung der Beiträge von anthropogenem und biogenem Aerosol an der Gesamtmasse von klimarelevanten und gesundheitsrelevanten PM<sub>2.5</sub> Konzentrationen
- Gewinnung von verbesserten Informationen über Beitrag von Aerosolen am Klimawandel
- Verbesserte Daten über die Entwicklung von Emissionen, Aerosol-Konzentrationen und ihrer Auswirkungen über mehr als 100 Jahre.

Seit Oktober 2002 laufen kontinuierliche Aerosolmessungen auf dem Sonnblick. Zusätzlich werden Niederschlagsproben als Tagesproben (Neuschnee) sowie als Schneeprofil genommen. Derzeit liegen die ersten Jahrgänge der Aerosolkomponenten an den 6 Messstationen (AZO: Azoren, AVE: Aveiro, Portugal, PDD: Puy de Dome, Frankreich, SIL: Schauinsland, Deutschland, SBO: Sonnblick, Österreich, KPZ: K-Puszta, Ungarn) vor. Die Abbildung zeigt exemplarisch den Jahrgang für Zellulose, wobei die Stationen in West – Ost Richtung angeordnet sind.

Zellulose kann als Tracerkomponente für das Bioaerosol verwendet werden. Allgemein wurden in der warmen Jahreszeit höhere Konzentrationswerte bestimmt als im Winter. Obwohl die Jahresmittelwerte der Zellulosekonzentration an den 6 Messpunkten deutliche Unterschiede zeigen, liegt der Beitrag von Zellulose zur Konzentration von Organischem Kohlenstoff im Aerosol im Jahresmittel an allen Messpunkten um 1 %.



**CPC-MESSUNGEN SONNBLICK**

*Kooperation: TU-Wien, ÖAW, Salzburger Landesregierung*

*Projektdauer: ab Sommer 2004*

*Kontaktpersonen: A. Kasper-Giebl (TU-Wien); akasper@mail.zserv.tuwien.ac.at*

**Projektziele:**

Kontinuierliche Bestimmung der Teilchenzahl (CPC) an der Messstelle Sonnblick. Die Messungen stellen eine Ergänzung zu den Projekten Backgroundmessungen Sonnblick und CARBOSOL dar.

Das Messgerät (TSI CPC-3022A) wird von der Österreichischen Akademie der Wissenschaften, KRL, zur Verfügung gestellt.

**ALPENÜBERGREIFENDE SCHWEBFLIEGENWANDERUNGEN IN GIPFELBEREICHEN**

*Kontaktperson: J. Gepp (Institut für Naturschutz und Landschaftsökologie, Graz); gepp.inl@magnet.at*

In den Sommermonaten überqueren an warmen Sommertagen hunderte Millionen Schwebfliegen den Alpenkamm in Richtung Süden. Dieses Phänomen wurde bisher nur an Alpenpässen untersucht, da sich dort die Schwebfliegen zu dichten Zugreihen formieren. Die Umweltrelevanz dieses Phänomens liegt vor allem in der biologischen Wirksamkeit der Schwebfliegenlarven, die als effiziente Blattlausvertilger eine bedeutende Rolle in vielen Wald- und Agrarökosystemen spielen. Ein erwarteter Klimawandel und schon die Zunahme sommerlicher Sonnentage verstärkt dieses Phänomen, da bei wechselwarmen Tieren bereits geringste Temperaturunterschiede darüber entscheiden, ob sie flugaktiv sind oder nicht. Aus dem Bereich der Hohen Tauern wurden neben Pässen als Wanderwegen auch dicht beflogene Zugrouten im Bereich von Berggipfeln beobachtet. Dazu liegen aber keine quantitativen Probenahmen mit parallelen Wetterdaten vor.

**BESTIMMUNG DES ATMOSPHERISCHEN WASSERDAMPFES MIT GPS**

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

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. Bei genauen Vermessungsarbeiten im cm Bereich werden Relativmessungen zu permanenten Referenzstationen zur Reduktion der atmosphärischen Verzögerungen und andere Fehlereinflüsse herangezogen. Geeignete Modellansätze erlauben aber auch umgekehrt 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. Dieser troposphärische Feuchtegehalt ist einerseits kurzfristig für die Wettervorhersage und andererseits langfristig für Klimastudien von Bedeutung. Durch den gleichzeitigen Betrieb von GPS-Stationen am Sonnblick in Kolm Saigurn kann der Feuchtegehalt der dazwischenliegenden Luftsäule untersucht werden.

## UNTERE GOLDZECH

*Universität Salzburg, Institut für Mineralogie, Univ. Prof. Dr. DI W. Paar*

*Zusammenarbeit mit: ZAMG, DI Schauer, Dr. Staudinger; VERA, Universität Wien, Univ. Prof. Dr. Kutschera; GEOCENTRICOM, Mag. Hitzenberger; Kärntner Landesmuseum, Dr. Ucik, Dr. Leitner; Universität Innsbruck, Institut für Limnologie, Dr. Sattler; IAC Wien, Univ. Prof. Dr. Puxbaum*

*Projektdauer: 2002 / 2003*

*Kontaktperson: G. Zagler (Univ. Salzburg); gzagler@yahoo.de*

Die Untere Goldzeche ist ein ca. 400 Jahre alter Gold- und Silber-Bergbau, der sich zwischen dem Sonnblick und dem Hocharn, auf der Kärntner Seite, in ca. 2700 Metern Seehöhe befindet. Sie war bis 1930 vom Eis des Gletschers bedeckt und wurde vermutlich auch später kaum befahren. Die Vererzung gehört dem Typus „Tauerngoldgang“ an, der z.B. in Gastein und Rauris weit verbreitet ist.

Was die Untere Goldzeche von allen anderen, uns bekannten Bergbauen unterscheidet, ist dass sie vermutlich unfreiwillig durch einen Gletschervorstoß verlassen wurde. Da der Bergbau mitten im Betrieb wortwörtlich „eingefroren“ wurde, sind alle interessanten Vererzungen, sowie historisch wertvolle Gegenstände, allen voran ein Pumpwerk, erhalten geblieben. Mineralogisch stellt die Untere Goldzeche ebenfalls eine Besonderheit dar, da sie nicht, wie sonst häufig im Zentralgneis, von Quarz, Arsenkies, Silber-Sulfosalzen und Gold dominiert ist, sondern hauptsächlich eine silber- und goldreiche Karbonat-Bleiglanz-Zinkblende-Mineralisation darstellt. Der Hauptteil der Arbeit wird sich mit dieser ungewöhnlichen Paragenese beschäftigen.

In diesem Zusammenhang wird versucht, mit geoelektrischen Methoden die Geometrie des Erzkörpers zu erfassen. Es zeichnet sich ab, dass diese Messmethoden äußerst interessante Ergebnisse liefern. Geoelektrik ist untertage eine sehr selten benutzte Methode. Dadurch, dass die Untere Goldzeche durch die oben erwähnten besonderen Umstände nach wie vor reich vererzt ist, bot sie eine wunderbare Gelegenheit, geoelektrische Methoden untertage zu verwenden und zu testen.

In Zusammenarbeit mit dem Kärntner Landesmuseum werden einige Holzproben analysiert, um Näheres über das Alter und die Geschichte des Bergbaues zu erfahren. Die Untersuchung der Grubenwässer wird vom Institut für Limnologie in Innsbruck durchgeführt.

## FREILANDTESTS VON MESSGERÄTEN DER CTBTO

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

*Projektdauer: seit 2002*

*Kontaktperson: H. Gohla; herbert.gohla@ctbto.org*

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.

**BACKGROUNDMESSUNGEN SONNBLICK (ERFASSUNG VON GASEN, AEROSOL UND NASSER DEPOSITION AN DER HINTERGRUNDMESSSTELLE SONNBLICK)**

*bm:bwk, Institut für Chemische Technologien und Analytik, TU-Wien*

*Projektdauer: 2002-2004*

*Kontaktperson: A. Kasper-Giebl (TU-Wien); akasper@mail.zserv.tuwien.ac.at*

Es werden atmosphärische Spurengase (Schwefeldioxid, Salpetersäure und Ammoniak) und ionische Aerosolkomponenten (Nitrat, Sulfat, Oxalat und Ammonium, sowie Chlorid, Natrium, Kalium und Calcium und Magnesium) erfasst. Die Probenahme wird mit Filterpacks durchgeführt, um eine simultane Bestimmung teilchenförmiger und gasförmiger Luftinhaltsstoffe zu erhalten. Die Messungen stellen eine Weiterführung des Projektes ‚Saisonalität anorganischer Aerosolkomponenten und Spurengase‘, das in den Jahren 1991 bis 1993 am Sonnblick Observatorium durchgeführt wurde. Die Backgroundmessungen wurden im Herbst 2002 begonnen und werden bis Herbst 2004 durchgeführt. Es werden Tagesproben erfasst.

Die Bestimmung der Hintergrundbelastung durch teilchenförmige und gasförmige Luftinhaltsstoffe stellt eine wesentliche Grundlage für die Erstellung und Überprüfung von Klimamodellen oder Depositionsmodellen dar. Während es über die Luftqualität in Städten, Siedlungsgebieten oder in der Umgebung von Industriegebieten noch verhältnismäßig viele Informationen gibt liegen, für höhere Luftschichten kaum Messdaten vor. Dies gilt ganz besonders für die ‚nicht-konventionellen‘ Luftschadstoffe. Der Sonnblick stellt so einen Messpunkt in 3 km Höhe dar. Während Flugmessungen nur Momentaufnahmen bieten können, ist der Sonnblick das ganze Jahr über verfügbar.

**JAHRESBERICHTE DES SBV**

*Kontaktperson: I. Auer (ZAMG); ingeborg.auer@zamg.ac.at*

Im Berichtsjahr wurde am 100. Jahresbericht des Sonnblickvereines gearbeitet, der als Jubiläumsheft, gewidmet den weltweiten Höhenobservatorien, gestaltet wird. Er enthält die Beschreibung der Geschichte, des Betriebes und der damit verbundenen Probleme sowie Highlights der wissenschaftlichen Tätigkeiten von über 20 solcher Observatorien. Daneben werden auch Dokumentationen über diese Höhenobservatorien aus alten Jahresberichten des Sonnblickvereines in Auszügen wiedergegeben. Im Mittelpunkt des Heftes steht der Sonnblick mit einer Bildgeschichte. Nach Erscheinen dieses Berichts wird der Jahresbericht des Sonnblick Vereins wieder in gewohntem zweijährigen Abstand erfolgen.

## BUDGET SONNBLICK-VEREIN 2003

### Einnahmen

(Saldovortrag aus 2002)	EUR	192.848,35
Mitgliedsbeiträge	EUR	7.737,40
Führungen am Observatorium	EUR	206,40
Spenden	EUR	408,00
Spende - DI Leopold Miedl	EUR	40,00
Spende - Dr. Richard Reißer	EUR	46,00
Spende - Schwingenschlögl	EUR	50,00
Spende - Gerhard Woerle GmbH	EUR	52,00
Spende - DI Werner Kroneis	EUR	76,00
Spende - Klaus und Irmgard Hager	EUR	76,00
Spende - Hofrat Julius Drimmel	EUR	76,00
Spende - Dr. Friedrich Verzetnitsch	EUR	100,00
Spende - Dr. Andreas Bach	EUR	100,00
Spende - TV Naturfreunde-Wienstrom	EUR	100,00
Spende - Mag. Christian Büttner	EUR	100,00
Spende - RegR. Walter Zeman	EUR	100,00
Spende - E.H. Krejca	EUR	150,00
Spende - Maria Sabeditsch	EUR	218,00
Spende - Josef Sabeditsch	EUR	370,00
Stiftendes Mitglied: BM f. Land- und Forstwirtschaft	EUR	250,00
Infrastrukturbeiträge Seilbahn	EUR	3.986,00
Sponsoring		
- Großglockner	EUR	10.900,93
- Fa. Feratel GmbH	EUR	2.180,00
- Lions Club Salzburg Hellbrunn	EUR	1.000,00
Öffentlichkeitsarbeiten (Bücher)	EUR	292,70
Gutschrift, Länder	EUR	67.813,03
Gutschrift, aus Doppelzahlung Winkler(Haus)	EUR	3.980,40
Subventionen (Rate ZAMG)	EUR	47.500,00
Zinserträge	EUR	217,06
<b>Summe</b>	<b>EUR</b>	<b>148.125,92</b>

### Ausgaben

Porto	EUR	604,95
Versicherung	EUR	6.306,63
Bankspesen	EUR	979,74
Haus (Strom, Telefon, Abfall, Funk, Akku, Installation Heizung)	EUR	164.721,09
Arbeiten an Seilbahn (Kontrolle, Wartung, Service)	EUR	34.609,55
Schneeräumung der Kolmstraße (Winter 2000/2001)	EUR	2.813,34
Ausrüstung (Ski und Ski-Doo Service)	EUR	1.920,00
Öffentlichkeitsarbeit (Hauptversammlung)	EUR	166,80
Förderung wissenschaftlicher Arbeiten	EUR	281,00
<b>Summe</b>	<b>EUR</b>	<b>212.403,10</b>

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

Saldovortrag aus 2002	EUR	7.358,12
Einnahmen 2003	EUR	9,16
Ausgaben 2003	EUR	103,42
<b>Saldovortrag für 2004</b>	<b>EUR</b>	<b>7.263,86</b>

**CA - BV 0044-14033/00**

Saldovortrag aus 2002	EUR	165.678,54
Einnahmen 2003	EUR	131.765,66
Ausgaben 2003	EUR	210.800,96
<b>Saldovortrag für 2004</b>	<b>EUR</b>	<b>86.643,24</b>

**PSK 7.280.971**

Saldovortrag aus 2002	EUR	17.528,29
Einnahmen 2003	EUR	15.861,65
Ausgaben 2003	EUR	1.238,42
<b>Saldovortrag für 2004</b>	<b>EUR</b>	<b>32.151,52</b>

**Barkasse**

Saldovortrag aus 2002	EUR	257,21
Einnahmen 2003	EUR	1.180,40
Ausgaben 2003	EUR	1.367,30
<b>Saldovortrag für 2004</b>	<b>EUR</b>	<b>70,31</b>

**Postbank München Nr. 01201116808**

Saldovortrag aus 2002	EUR	2.026,19
Einnahmen 2003	EUR	486,85
Ausgaben 2003	EUR	70,80
<b>Saldovortrag für 2004</b>	<b>EUR</b>	<b>2.442,24</b>

**Zusammenstellung:**

Saldovortrag aus 2002 + Vermögensvortrag	EUR	192.848,35
Einnahmen 2003	EUR	148.125,92
Zwischensumme (Einnahmen gesamt)	EUR	340.974,27
abzüglich Ausgaben 2003	EUR	212.403,10
<b>verbleibt als Übertrag für 2004</b>	<b>EUR</b>	<b>128.571,17</b>

**Barkasse WIEN**

Saldovortrag aus 2002	EUR	-354,98
Einnahmen 2003	EUR	30,00
Ausgaben 2003	EUR	0,00
<b>Saldovortrag für 2004</b>	<b>EUR</b>	<b>-324,98</b>

## BUDGET SONNBLICK-VEREIN 2004

### Einnahmen

(Saldovortrag aus 2003)	EUR	128.571,17
Mitgliedsbeiträge	EUR	6.984,00
Führungen am Observatorium	EUR	230,00
Spenden (Beträge unter € 50)	EUR	308,55
Spende - Feratel media technologie	EUR	2.180,00
Spende - Wolfgang Porsche	EUR	600,00
Spende - Josef Sabeditsch	EUR	370,00
Spende - Maria Sabetditsch	EUR	218,00
Spende - Edith Krejca	EUR	350,00
Spende - Rotary Haag	EUR	150,00
Spende - Richard Reisser	EUR	101,00
Spende - Julius Drimmel	EUR	76,00
Spende - Klaus und Irmgard Hager	EUR	76,00
Spende - Fritz Straub	EUR	76,00
Spende - Dr. Hilde Treytl	EUR	76,00
Spende - Gerhard Wörle	EUR	52,00
Spende - Schwaiger Günter	EUR	50,00
Stiftendes Mitglied: BM f.Land- und Forstwirtschaft	EUR	250,00
Infrastrukturbeiträge Seilbahn	EUR	11.527,00
Sponsoring		
- Landesförderung	EUR	4.000,00
- Nationalbank	EUR	1.450,00
- Österr. Akademie	EUR	29.070,00
Öffentlichkeitsarbeiten (Bücher)	EUR	497,30
Subventionen (Rate ZAMG)	EUR	25.000,00
Zinserträge	EUR	192,34
<b>Summe</b>	<b>EUR</b>	<b>212.455,36</b>

### Ausgaben

Porto	EUR	238,71
Versicherung	EUR	5.409,81
Bankspesen	EUR	718,90
Haus (Strom, Telefon, Abfall, Funk, Akku, Installation Heizung)	EUR	14.786,05
Arbeiten an Seilbahn (Kontrolle, Wartung, Service)	EUR	44.396,52
Geologische Sanierung Sonnblick	EUR	55.545,09
Schneeräumung der Kolmstraße	EUR	2.813,34
Ausrüstung (Ski und Ski-Doo Service)	EUR	1.926,60
Öffentlichkeitsarbeit	EUR	8.502,49
<b>Summe</b>	<b>EUR</b>	<b>134.337,51</b>

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

Saldovortrag aus 2003	EUR	7.263,86
Einnahmen 2004	EUR	29.101,53
Ausgaben 2004	EUR	14.241,08
<b>Saldovortrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>22.124,31</b>

**CA - BV 0044-14033/00**

Saldovortrag aus 2003	EUR	86.643,24
Einnahmen 2004	EUR	52.925,66
Ausgaben 2004	EUR	124.948,10
<b>Saldovortrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>14.620,80</b>

**CA - BV 0044-14033FG688**

Saldovortrag aus 2003	EUR	0,00
Einnahmen 2004	EUR	25.184,61
Ausgaben 2004	EUR	0,00
<b>Saldovortrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>25.184,61</b>

**PSK 7.280.971**

Saldovortrag aus 2003	EUR	32.151,52
Einnahmen 2004	EUR	27.145,61
Ausgaben 2004	EUR	20.318,08
<b>Saldovortrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>38.979,05</b>

**Barkasse**

Saldovortrag aus 2003	EUR	70,31
Einnahmen 2004	EUR	880,00
Ausgaben 2004	EUR	509,45
<b>Saldovortrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>440,86</b>

**Postbank München Nr. 01201116808**

Saldovortrag aus 2003	EUR	2.442,24
Einnahmen 2004	EUR	393,40
Ausgaben 2004	EUR	70,80
<b>Saldovortrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>2.764,84</b>

**Zusammenstellung:**

Saldovortrag aus 2003 + Vermögensvortrag	EUR	128.571,17
Einnahmen 2004	EUR	135.630,81
Zwischensumme (Einnahmen gesamt)	EUR	264.201,98
abzüglich Ausgaben 2004	EUR	160.087,51
<b>verbleibt als Übertrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>104.114,47</b>

**Barkasse WIEN**

Saldovortrag aus 2003	EUR	-324,98
Einnahmen 2004	EUR	93,15
Ausgaben 2004	EUR	0,00
<b>Saldovortrag für 2005</b>	<b>EUR</b>	<b>-231,83</b>

## MESSERGEBNISSE 2001/2002, 2002/2003 UND 2003/2004 IM SONNBLICKGEBIET

Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Bernhard Hynek, Wien

Tabelle 1: Monatliche Schneehöhen im Haushaltsjahr 2001/2002 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.
<b>Goldbergkees</b>															
PG1*	Unterer Keesboden	2400	0	13	98	198	173	268	348	390	250	67	0	0	90
PG2*	Oberer Keesboden	2670	0	23	145	183	185	250	323	380	270	135	0	0	70
PG3	Steilhang	2878	0	30	130	170	180	280	400	420	370	195	0	0	60
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	20	110	190	180	280	360	360	330	205	60	0	70
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	15	120	180	190	290	360	380	300	215	70	0	60
PG6*	Fleißscharte	2980	0	18	65	188	153	230	340	363	400	313	125	84	123
<b>Kleines Fleißkees</b>															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	15	120	180	140	180	270	300	240	150	0	0	60
PF2	Fleißkees unten	2860	0	25	140	200	180	240	320	350	310	220	80	10	60
PF3	Fleißkees oben	2940	0	20	90	100	100	130	220	270	230	150	0	0	50
PF4	Pilatusscharte	2905	0	20	40	80	50	150	260	300	290	180	0	0	60
<b>Wurtenkees unten</b>															
PW1		2580	0	Daten nicht vorhanden							148	33	0	0	40
PW2		2600	0	23	85	82	95	134	200	268	196	47	0	0	40
PW3		2615	0	41	135	202	215	265	350	424	321	185	0	0	40
PW5		2622	0	41	118	177	190	235	302	335	229	105	0	0	40
PW7		2643	0	36	113	117	120	182	260	295	215	79	0	0	40
PW11		2666	0	32	129	222	230	252	361	440	311	173	0	0	40
PW13		2669	0	68	126	197	200	262	330	387	297	183	0	0	40
<b>Wurtenkees oben</b>															
PW27		3009	0	64	109	97	120	182	210	260	204	61	0	5	45
PW28		2545	0	41	118	197	215	243	380	448	350	229	0	5	45
PW29		3025	0	50	68	112	120	165	250	306	251	136	0	5	45
PW30		3010	0	73	140	167	175	192	340	438	397	256	135	120	160

\*) Mittelwert aus vier benachbarten Schneepegel

Fortsetzung Tabelle 1 im Haushaltsjahr 2001/2002

### 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.
<b>Goldbergkees</b>															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	-42	-30	9	-69	-18	16	26	-76	-173	-100	-32	68
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	-31	24	14	-31	-6	17	37	-39	-106	-111	-42	35
PG3	Steilhang	2878	0	-24	9	2	-35	19	79	53	24	-85	-152	-79	2
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	-38	-14	14	-37	15	31	-16	-28	-101	-127	-108	-22
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	-45	0	3	-29	33	36	-3	-57	-103	-142	-125	-41
PG6	Fleißscharte	2980	0	-54	-73	-1	-77	-19	33	-13	35	-16	-100	-70	-19
<b>Kleines Fleißkees</b>															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	-44	1	27	-45	-34	23	-6	-41	-92	-126	-54	20
PF2	Fleißkees unten	2860	0	-40	9	16	-67	-42	-21	-50	-87	-134	-154	-161	-83
PF3	Fleißkees oben	2940	0	-25	1	-7	-25	-12	22	24	-17	-57	-91	-63	-8
PF4	Pilatusscharte	2905	0	-47	-95	-96	-173	-104	-44	-63	-66	-135	-194	-129	-48
<b>Wurtenkees unten</b>															
PW1		2580	0	Daten nicht vorhanden							-65	-109	-65	-27	28
PW2**		2600	0												
PW3		2615	0	-1	17	55	38	48	104	146	78	11	-78	-29	24
PW5		2622	0	-14	-30	-22	-42	-38	-10	-3	-91	-148	-142	-39	23
PW7		2643	0	-22	-39	-83	-120	-104	-55	-42	-100	-165	-129	-31	18
PW11		2666	0	-34	-22	15	-16	-40	36	85	-32	-96	-168	-47	18
PW13		2669	0	18	5	34	0	27	61	91	5	-45	-117	-32	18
<b>Wurtenkees oben</b>															
PW27		3009	0	5	15	-47	-48	-30	-35	-23	-81	-183	-146	-72	-17
PW28**		2545	0												
PW29		3025	0	-12	-42	-51	-74	-76	-32	-21	-84	-162	-183	-93	-27
PW30**		3010	0												

\*\*) Pegelreihe noch zu kurz für Ableitung eines 1961-90 Vergleichsmittels

Tabelle 2: Monatliche Schneehöhen im Haushaltsjahr 2002/2003 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.
<b>Goldbergkees</b>															
PG1*	Unterer Keesboden	2400	0	39	168	240	296	300	308	343	253	15	0	10	2
PG2*	Oberer Keesboden	2670	0	51	123	160	209	210	225	268	185	0	0	15	5
PG3	Steilhang	2878	0	40	160	220	335	250	250	320	260	0	0	20	5
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	40	190	250	265	270	270	330	270	60	0	20	10
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	45	220	280	250	220	240	310	260	100	0	25	10
PG6*	Fleißscharte	2980	0	81	345	380	343	330	311	400	328	113	21	25	25
<b>Kleines Fleißkees</b>															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	50	200	210	260	260	260	320	260	60	0	10	5
PF2	Fleißkees unten	2860	0	60	300	320	340	350	350	430	360	190	40	20	5
PF3	Fleißkees oben	2940	0	25	200	220	270	260	270	340	270	60	0	20	10
PF4	Pilatusscharte	2905	0	70	250	270	290	265	270	360	300	120	0	20	10
<b>Wurtenkees unten</b>															
PW1		2580	0	80	199	254	315	296	285	297	182	0	0	2	12
PW2		2600	0	70	182	234	240	226	220	227	112	0	0	2	12
PW3		2615	0	85	193	241	280	286	285	307	210	30	0	2	12
PW5		2622	0	75	213	264	295	306	295	307	192	15	0	0	10
PW7		2643	0	75	213	289	287	306	280	307	210	15	0	2	12
PW11		2666	0	85	208	250	300	316	310	337	243	60	0	2	12
PW13		2669	0	90	224	277	290	301	300	327	244	70	0	2	12
<b>Wurtenkees oben</b>															
PW27		3009	0	40	189	312	340	356	360	377	294	120	0	20	30
PW28		2545	0	40	189	262	330	346	370	387	297	140	0	15	25
PW29		3025	0	40	159	200	260	236	250	277	158	95	0	20	30
PW30		3010	0	40	166	235	295	326	325	387	304	225	0	20	30

\*) Mittelwert aus vier benachbarten Schneepegel

Fortsetzung Tabelle 2 im Haushaltsjahr 2002/2003

## 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.
<b>Goldbergkees</b>															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	-16	40	51	54	14	-24	-21	-73	-225	-100	-22	-20
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	-3	2	-9	-7	-46	-81	-75	-124	-241	-111	-27	-30
PG3	Steilhang	2878	0	-14	39	52	120	-11	-71	-47	-86	-280	-152	-59	-53
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	-18	66	74	48	5	-59	-46	-88	-246	-187	-88	-82
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	-15	100	103	31	-37	-84	-73	-97	-218	-212	-100	-91
PG6	Fleißscharte	2980	0	9	207	191	113	81	4	24	-37	-216	-204	-129	-117
<b>Kleines Fleißkees</b>															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	-9	81	57	75	46	13	14	-21	-182	-126	-44	-35
PF2	Fleißkees unten	2860	0	-5	169	136	93	68	9	30	-37	-164	-194	-151	-138
PF3	Fleißkees oben	2940	0	-20	111	113	145	118	72	94	23	-147	-91	-43	-48
PF4	Pilatusscharte	2905	0	3	115	94	67	11	-34	-3	-56	-195	-194	-109	-98
<b>Wurtenkees unten</b>															
PW1		2580	0	42	102	116	142	98	63	60	-31	-141	-65	-25	0
PW2**		2600	0												
PW3		2615	0	43	74	94	103	69	39	29	-33	-144	-78	-27	-4
PW5		2622	0	20	65	65	63	33	-17	-31	-128	-238	-142	-39	-7
PW7		2643	0	17	61	89	47	21	-35	-29	-105	-229	-129	-29	-10
PW11		2666	0	19	57	43	54	24	-15	-18	-100	-209	-168	-45	-10
PW13		2669	0	39	103	115	90	66	31	31	-49	-158	-117	-30	-10
<b>Wurtenkees oben</b>															
PW27		3009	0	-19	95	169	172	144	115	94	9	-124	-146	-57	-32
PW28**		2545													
PW29		3025	0	-22	49	37	66	-5	-32	-50	-178	-204	-183	-78	-42
PW30**		3010													

\*\*\*) Pegelreihe noch zu kurz für Ableitung eines 1961-90 Vergleichsmittels

Tabelle 3: Monatliche Schneehöhen im Haushaltsjahr 2003/2004 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.
<b>Goldbergkees</b>															
PG1*	Unterer Keesboden	2400	0	157	187	213	350	350	450	455	470	330	118	0	20
PG2*	Oberer Keesboden	2670	0	123	143	160	280	313	355	368	408	290	165	0	30
PG3	Steilhang	2878	0	120	120	180	210	210	270	300	380	290	170	0	30
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	110	140	180	230	250	290	300	360	290	180	5	35
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	115	130	180	300	335	430	450	520	460	380	230	230
PG6*	Fleißscharte	2980	0	183	198	263	265	234	278	355	428	370	250	111	123
<b>Kleines Fleißkees</b>															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	95	110	160	230	190	260	280	320	260	120	4	45
PF2	Fleißkees unten	2860	0	180	205	250	300	380	415	420	500	440	340	160	170
PF3	Fleißkees oben	2940	0	90	130	200	220	180	210	260	300	230	130	5	55
PF4	Pilatusscharte	2905	0	115	170	230	265	285	330	350	430	400	260	130	150
<b>Wurtenkees unten</b>															
PW1		2580	0	52	120	130	165	195	210	200	240	160	0	0	0
PW2		2600	0	70	135	133	155	185	220	220	250	165	0	0	0
PW3		2615	0	81	150	164	210	240	260	265	305	200	30	0	15
PW5		2622	0	85	170	200	230	290	310	315	350	250	100	5	10
PW7		2643	0	99	175	204	250	250	285	280	320	235	100	5	20
PW11		2666	0	88	150	186	230	270	300	300	340	250	120	5	20
PW13		2580	0	52	120	130	165	195	210	200	240	160	0	0	0
<b>Wurtenkees oben</b>															
PW27		3009	0	88	125	185	280	290	290	295	305	230	60	0	25
PW28		2560	0	88	175	208	260	290	340	345	360	270	160	50	20
PW29		3025	0	59	190	216	265	310	295	365	315	312	185	20	40
PW30		3010	0	96	140	216	260	320	350	375	355	351	245	100	50

\*) Mittelwert aus vier benachbarten Schneepegel

Fortsetzung Tabelle 3 im Haushaltsjahr 2003/2004

## 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.
<b>Goldbergkees</b>															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	102	59	24	108	64	118	91	144	90	18	-32	-2
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	69	22	-9	64	57	49	25	99	49	54	-42	-5
PG3	Steilhang	2878	0	66	-1	12	-5	-51	-51	-67	34	10	19	-79	-28
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	52	16	4	13	-15	-39	-76	2	-16	-7	-103	-57
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	55	10	3	81	78	106	67	163	142	168	105	129
PG6	Fleißscharte	2980	0	111	60	74	35	-15	-29	-21	63	41	25	-43	-19
<b>Kleines Fleißkees</b>															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	36	-9	7	45	-24	13	-26	39	18	-6	-50	5
PF2	Fleißkees unten	2860	0	115	74	66	53	98	74	20	103	86	106	-11	27
PF3	Fleißkees oben	2940	0	45	41	93	95	38	12	14	53	23	39	-58	-3
PF4	Pilatusscharte	2905	0	48	35	54	42	31	27	-13	74	85	66	1	42
<b>Wurtenkees unten</b>															
PW1		2580	0	13	23	-8	-8	-3	-12	-37	27	19	-65	-27	-12
PW2**		2600	0												
PW3		2615	0	39	32	17	33	23	14	-13	62	26	-48	-29	-1
PW5		2622	0	30	22	1	-2	17	-2	-23	30	-3	-42	-34	-7
PW7		2643	0	41	24	4	10	-35	-30	-56	5	-9	-29	-26	-2
PW11		2666	0	22	-1	-21	-16	-22	-25	-55	-3	-19	-48	-42	-2
PW13		2580	0	13	23	-8	-8	-3	-12	-37	27	19	-65	-27	-12
<b>Wurtenkees oben</b>															
PW27		3009	0	29	31	41	112	78	45	12	20	-14	-86	-77	-37
PW28**		2545													
PW29		3025	0	-3	80	53	71	69	13	38	-21	13	2	-78	-32
PW30**		3010													

\*\*\*) Pegelreihe noch zu kurz für Ableitung eines 1961-90 Vergleichsmittels

Tabelle 4: Monatliche Niederschlagssummen im Hauhaltsjahr 2001/2002

Niederschlagsmessungen im Sonnblickgebiet Oktober 2001 bis September 2002  
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	
<b>Sonnblick Gipfel</b>																		
TG4	Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	124	288	196	140	172	80	120	88	84	172	168	132	1120	644	1764
TG5	Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	72	232	160	144	168	184	204	216	172	336	168	216	1164	1108	2272
	Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3080	40	82	97	31	151	197	189	119	160	128	151	79	787	638	1425
	Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	62	163	222	62	139	215	192	92	116	157	248	195	1055	808	1863
<b>Goldbergkees</b>																		
	Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	19	56	58	27	43	138	65	46	154	147	153	96	406	596	1002
	Bucheoben	HD-Salzburg	1140	26	87	55	22	51	120	85	61	150	131	154	118	447	614	1060
	TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	64	183	107	18	150	165	168	197	197	175	247	150	855	966	1821
	TG2 Radhaus	ZAMG	2117	20	248	40	12	188	104	172	324	232	172	172	164	784	1064	1848
	TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	52	264	100	76	232	232	184	232	236	244	292	256	1140	1260	2400
<b>Kleines Fleißkees</b>																		
	Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	7	15	13	2	31	73	55	86	123	99	121	65	196	493	689
	TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	44	216	148	12	112	164	136	172	168	208	344	96	832	988	1820
	TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	20	180	80	8	116	136	92	120	156	164	224	128	632	792	1424
	TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	0	132	60	16	36	124	68	192	140	124	252	88	436	796	1232
<b>Wurtenkees</b>																		
	Kleindorf	HD-Kärnten	735	14	19	9	0	18	53	61	94	165	74	130	69	174	532	705
	Innerfragant	HD-Kärnten	1195	16	19	17	1	49	73	68	109	143	101	156	91	242	599	841
	TW1 Stausee	KELAG	2420	16	59	66	0	69	127	184	266	115	259	273	113	520	1027	1547
	TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	33	152	152	21	163	245	190	274	111	306	310	198	957	1198	2155
	TW4 Steilabbruch	KELAG	2791	58	181	132	29	110	171	207	271	112	253	282	173	887	1091	1978

TA= teilautomatische Klimastation

Abweichung der Niederschlagssummen im Sonnblickgebiet Okt. 2001 bis Sept. 2002 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	
<b>Sonnblick Gipfel</b>																		
TG4	Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	95	146	75	54	80	34	47	41	34	69	73	72	72	57	66
TG5	Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	42	109	68	58	82	76	68	76	51	95	49	86	72	71	71
	Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	47	73	91	31	165	174	153	88	142	108	124	91	107	111	109
	Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	56	109	134	39	108	127	102	52	66	79	126	143	99	91	95
<b>Goldbergkees</b>																		
	Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	29	80	85	44	91	260	105	44	113	92	98	93	95	90	92
	Bucheoben	HD-Salzburg	1140	37	110	71	31	97	190	115	57	104	83	94	110	91	90	91
	TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	44	133	82	14	143	123	91	118	94	88	124	102	89	105	97
	TG2 Radhaus	ZAMG	2117	15	182	37	14	184	95	126	183	115	96	88	111	96	118	108
	TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	33	128	52	37	153	112	82	106	89	95	118	133	85	107	95
<b>Kleines Fleißkees</b>																		
	Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	11	20	25	4,5	75	159	101	108	132	96	106	83	52	106	81
	TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	42	169	123	12	120	141	89	138	106	125	205	73	103	132	117
	TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	"keine Mittelwerte vorhanden wegen Kürze der Reihe"														
	TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	0	98	44	13	32	95	40	114	73	62	122	59	47	87	67
<b>Wurtenkees</b>																		
	Kleindorf	HD-Kärnten	735	20	25	23	1,2	61	126	110	120	194	78	130	92	51	122	91
	Innerfragant	HD-Kärnten	1195	22	21	34	1,9	103	143	93	117	135	87	129	109	56	115	89
	TW1 Stausee	KELAG	2420	17	48	73	0	111	161	161	196	77	155	187	83	80	139	112
	TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	21	78	79	12	135	148	78	118	40	106	125	89	77	94	86
	TW4 Steilabbruch	KELAG	2791	50	120	104	20	120	143	123	162	49	105	140	99	97	108	102

TA= teilautomatische Klimastation

Tabelle 5: Monatliche Niederschlagssummen im Hauhaltsjahr 2002/2003

Niederschlagsmessungen im Sonnblickgebiet Oktober 2002 bis September 2003  
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
<b>Sonnblick Gipfel</b>																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	184	240	100	368	109*118*	316	252	172	232	144	212	1208	1012	2220	
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	208	396	72	276	148	160	300	304	268	340	188	268	1560	1368	2928
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3080	89	335	125	80	30	40	188	99	131	160	75	84	888	549	1437
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	144	307	132	140	57	85	225	173	180	231	108	165	1089	857	1946
<b>Goldbergkees</b>																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	80	114	58	34	14	12	52	131	158	159	69	82	364	599	963
Bucheiben	HD-Salzburg	1140	84	149	53	50	26	11	69	230	119	169	86	84	442	688	1129
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	158	319	57	132	24	36	154	200	158	215	193	72	880	838	1718
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	120	360	68	68	4	52	100	128	168	204	164	124	772	788	1560
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	220	340	144	184	68	80	248	208	152	264	180	240	1284	1044	2328
<b>Kleines Fleißkees</b>																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	37	233	31	8	3	1	19	90	80	150	60	23	331	402	733
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	112	280	56	244	60	76	200	228	180	144	202	134	1028	888	1916
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	56	268	8	228	52	48	120	160	140	148	187	125	780	760	1540
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	52	228	12	156	40	20	84	92	112	100	149	99	592	552	1144
<b>Wurtenkees</b>																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	52	301	31	11	2	0	22	118	51	105	98	14	419	386	804
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	51	294	35	12	11	2	35	104	68	114	107	34	440	426	866
TW1 Stausee	KELAG	2420	55	481	19	55	66	9	74	150	140	192	106	141	760	727	1487
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	185	317	58	227	144	12	63	353	248	321	198	190	1007	1309	2317
WT4 Steilabbruch	KELAG	2791	157	383	83	146	99	33	185	209	61	255	132	115	1086	772	1858

TA= teilautomatische Klimastation

\* Werte interpoliert, da Kübel kaputt

Abweichung der Niederschlagssummen im Sonnblickgebiet Okt. 2002 bis Sept. 2003 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
<b>Sonnblick Gipfel</b>																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	140	122	38	143	0	0	124	116	69	93	63	116	78	90	83
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	122	186	30	111	72	66	100	107	80	96	55	107	96	88	92
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	104	300	117	80	33	35	151	73	117	135	61	97	121	95	110
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	128	204	80	89	44	50	120	97	103	117	55	121	102	97	100
<b>Goldbergkees</b>																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	121	163	85	55	30	23	84	126	116	99	44	80	85	91	89
Bucheiben	HD-Salzburg	1140	117	188	69	71	48	17	93	217	82	107	53	78	90	101	97
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	108	231	44	103	23	27	84	120	76	108	97	49	91	91	91
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	88	265	64	77	3,9	47	73	72	83	113	84	84	95	87	91
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	138	164	75	90	45	39	110	95	57	103	73	124	95	88	92
<b>Kleines Fleißkees</b>																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	58	315	62	16	7,1	1,1	35	114	86	146	52	29	87	86	87
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	108	219	47	249	65	66	132	182	113	86	120	102	127	118	123
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	"keine Mittelwerte vorhanden wegen Kürze der Reihe"														
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	45	169	8,8	128	36	15	49	54	59	50	72	66	64	60	62
<b>Wurtenkees</b>																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	77	400	81	32	6,7	0,5	39	150	60	110	98	18	122	89	104
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	72	330	69	26	23	3,1	48	111	64	98	88	41	102	82	91
TW1 Stausee	KELAG	2420	59	397	21	64	107	12	65	110	93	114	72	102	118	99	108
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	121	162	30	132	120	7,5	26	152	90	111	80	85	81	103	92
WT4 Steilabbruch	KELAG	2791	135	254	66	100	108	28	110	125	27	106	65	66	118	76	96

TA= teilautomatische Klimastation

Tabelle 6: Monatliche Niederschlagssummen im Hauhaltsjahr 2003/2004

Niederschlagsmessungen im Sonnblickgebiet Oktober 2003 bis September 2004  
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
<b>Sonnblick Gipfel</b>																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	352	64	380	360	448	248	168	304	312	212	172	172	2020	1172	3192
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	336	88	212	344	316	244	192	312	396	332	396	224	1732	1660	3392
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3080	220	190	140	208	103	67	140	267	164	166	123	69	1068	788	1856
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	282	106	192	279	176	144	133	265	184	226	220	147	1312	1042	2354
<b>Goldbergkees</b>																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	134	49	38	65	34	33	38	117	165	128	147	117	391	674	1065
Bucheoben	HD-Salzburg	1140	149	71	52	86	68	58	48	100	168	146	143	93	531	649	1180
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	218	193	90	161	152	72	93	129	261	211	175	125	979	901	1880
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	180	364	92	92	140	92	64	120	244	212	164	108	1024	848	1872
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	316	244	124	220	216	144	172	200	352	276	188	180	1436	1196	2632
<b>Kleines Fleißkees</b>																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	99	132	44	25	19	22	34	40	64	107	46	25	375	282	656
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	216	140	140	148	184	200	112	208	152	240	172	168	1140	940	2080
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	200	120	144	80	100	104	96	144	140	176	64	200	844	724	1568
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	112	176	108	60	72	52	68	148	120	172	92	112	648	644	1292
<b>Wurtenkees</b>																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	148	176	43	7	22	32	21	77	107	129	82	53	449	447	896
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	155	147	53	20	36	32	44	74	92	117	100	53	486	435	921
TW1 Stausee	KELAG	2420	215	157	128	75	23	47	90	111	153	109	140	81	734	594	1329
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	215	139	148	82	54	95	177	263	326	239	261	206	911	1294	2204
WT4 Steilabbruch	KELAG	2791	208	114	148	124	91	107	136	198	245	180	173	173	927	968	1895

TA= teilautomatische Klimastation

Abweichung der Niederschlagssummen im Sonnblickgebiet Okt. 2003 bis Sept. 2004 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
<b>Sonnblick Gipfel</b>																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	269	33	145	140	208	106	66	140	125	85	75	94	130	104	119
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	196	41	89	138	154	100	64	109	118	94	116	90	107	106	107
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	256	170	131	206	112	59	113	196	145	140	101	79	146	137	142
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	252	70	116	177	137	85	71	148	105	114	111	108	123	118	120
<b>Goldbergkees</b>																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	203	70	56	105	72	62	61	113	121	80	94	114	91	102	98
Bucheoben	HD-Salzburg	1140	208	89	68	122	128	91	64	94	116	93	87	86	109	95	101
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	149	140	69	126	145	54	51	77	125	106	88	85	101	98	100
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	132	268	86	105	137	84	47	68	121	118	84	73	125	94	109
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	199	118	64	108	142	70	76	91	132	107	76	93	107	101	104
<b>Kleines Fleißkees</b>																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	155	179	89	51	44	48	62	51	69	104	40	32	99	60	78
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	208	109	117	151	198	172	74	166	96	144	102	127	141	125	133
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	"keine Mittelwerte vorhanden wegen Kürze der Reihe"														
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	97	130	79	49	64	40	40	88	63	86	45	75	70	70	70
<b>Wurtenkees</b>																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	221	235	112	20	75	77	37	97	125	136	82	70	131	103	115
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	218	165	104	41	76	62	61	79	87	100	82	63	113	84	97
TW1 Stausee	KELAG	2420	231	129	139	87	38	60	79	82	102	65	96	59	114	81	96
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	140	71	77	48	44	57	72	113	118	83	105	92	73	102	88
WT4 Steilabbruch	KELAG	2791	179	75	117	85	99	90	81	118	108	74	86	99	101	96	98

TA= teilautomatische Klimastation

## Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel (H=3105 m) aus dem Jahr 2002

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewöl- kung in Zehntel	Niederschlag			Zahl der Tage mit				Tage				Sonnen- schein dauer (h)	Windstär- ke Mittel* (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel**	Max	Min		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Sturm gr.gl.8Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)	Sonnen- schein dauer (h)	Windstär- ke Mittel* (m/s)			
																		gr.gl.0.1mm		
Jan	695,7	706,2	684,6	-10,3	-1,1	-24,8	4,8	47	15	13	13	22	5	31	31	160	10,9			
Feb	690,7	706,7	674,7	-9,0	-1,4	-21,0	7,4	145	22	21	22	26	1	28	28	107	12,0			
Mar	692,3	699,4	680,4	-8,3	-1,7	-20,1	5,7	214	40	15	21	22	5	31	31	198	10,5			
Apr	690,6	704,0	679,3	-7,6	-1,5	-16,2	8,2	189	25	23	28	16	0	30	30	95	8,1			
Mai	696,2	706,2	688,8	-1,7	5,2	-8,2	7,8	106	18	17	14	8	1	18	13	134	9,8			
Jun	701,8	711,2	683,6	3,0	14,1	-7,1	6,6	139	41	16	6	11	0	15	2	229	6,7			
Jul	700,7	706,0	694,5	3,4	11,3	-3,8	7,5	141	29	21	3	17	0	9	1	177	7,4			
Aug	699,9	706,2	688,0	2,3	9,9	-1,9	8,2	200	42	20	1	10	0	8	0	107	6,3			
Sep	697,5	705,8	684,3	-2,3	4,8	-11,3	7,4	138	24	17	10	9	2	13	13	125	7,5			
Okt	694,2	704,6	684,9	-4,1	8,0	-12,5	7,2	117	19	19	18	23	1	12	22	138	11,9			
Nov	689,2	699,6	680,4	-6,9	-1,2	-16,0	8,1	319	35	23	23	25	3	30	30	62	12,5			
Dez	690,2	697,4	679,7	-8,8	-2,4	-16,7	6,5	129	16	19	19	11	5	14	31	91	7,1			
Jahr	694,9	711,2	674,7	-4,2	14,1	-24,8	7,1	1884	42	224	166	200	23	171	300	1623	9,2			

## Statistische Jahres-Vergleichswerte der Normalperiode 1961 bis 1990

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewöl- kung in Zehntel	Niederschlag			Zahl der Tage mit				Tage				Sonnen- schein dauer (h)	Wind- stärke (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Sturm gr.gl.8Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)	Sonnen- schein dauer (h)	Wind- stärke (m/s)			
																		gr.gl.0.1mm		
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	-27,6	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	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 2003

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)		Bewöl- kung in Zehntel	Niederschlag		Zahl der Tage mit			Tage				Sonnen- schein dauer (h)	Windstär- ke Mittel* (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel**	Max		Min	(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Sturm gr.gl.8 Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)		
Jan	685,7	703,0	670,7	-13,1	-1,8	-24,4	109	13	21	22	12	5	10	31	113	9,8	
Feb	687,8	700,2	665,9	-14,9	-6,4	-23,5	44	15	8	12	7	13	5	28	209	8,0	
Mar	695,3	702,8	686,8	-9,6	-0,2	-20,5	63	12	12	15	5	4	6	31	191	7,5	
Apr	691,1	700,7	676,7	-8,9	3,4	-25,0	204	29	21	20	10	1	13	30	135	9,3	
Mai	699,7	707,0	692,3	-0,7	7,7	-12,7	153	25	18	12	6	1	10	22	8	197	6,7
Jun	703,6	709,9	697,8	4,8	13,4	-1,2	159	19	23	0	2	0	5	4	0	245	4,8
Jul	702,3	708,3	691,6	3,5	12,4	-3,2	199	41	17	2	3	1	8	12	1	190	4,7
Aug	705,3	713,0	693,3	5,7	11,5	-5,2	103	28	15	1	8	1	7	2	0	244	5,3
Sep	701,3	710,6	691,2	-0,6	8,8	-8,4	124	26	14	12	4	7	12	24	9	195	6,7
Okt	690,6	702,3	674,8	-6,4	4,4	-19,5	255	46	16	15	17	6	14	29	25	174	9,5
Nov	694,9	706,6	680,0	-5,5	2,0	-13,1	149	54	13	13	16	7	9	30	26	143	10,4
Dez	691,4	702,5	679,5	-10,0	-0,5	-26,2	167	25	18	18	21	5	12	31	31	109	11,6
Jahr	695,8	713,0	665,9	-4,6	13,4	-26,2	1729	54	196	134	234	51	111	274	217	2145	7,9

## Statistische Jahres-Vergleichswerte der Normalperiode 1961 bis 1990

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)		Bewöl- kung in Zehntel	Niederschlag		Zahl der Tage mit			Tage				Sonnen- schein dauer (h)	Wind- stärke (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max		Min	(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Sturm gr.gl.8 Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)		
Max	696,3	717,1		-4,5	15,0		2045	102	253	219	318	146	76	184	271	1982	9,2
Mittel	693,6	710,5	666,8	-5,8	11,4	-27,6	1621	42	203,5	164,6	270,6	37,2	38,6	159,3	244,8	1711,3	6,7
Min	690,9		654,4	-7,0		-34,3	1250		173	134	234	11	15	124	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 2004

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewöl- kung in Zehntel	Niederschlag			Zahl der Tage mit				Tage				Sonnen- schein dauer (h)	Windstär- ke Mittel* (m/s)		
	Mittel	Max	Min	Mittel**	Max	Min		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Sturm gr.gl.8 Bft (<2/10)	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)	Sturm gr.gl.8 Bft (<2/10)	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)			Frost (Min<0)	Eis (Max<0)
Jan	682,2	693,1	670,7	-14,6	-4,0	-23,7	7,1	245	32	25	23	25	4	15	31	25	4	15	31	31	99	10,6
Feb	689,0	708,6	668,1	-11,8	-0,3	-22,7	7,4	151	26	21	22	20	2	14	29	20	2	14	29	29	92	11,1
Mar	691,4	709,0	676,4	-10,8	1,9	-22,5	6,2	106	15	18	19	6	4	12	31	6	4	12	31	29	182	9,0
Apr	690,2	700,6	678,2	-6,8	-0,1	-15,6	8,2	137	24	22	26	3	0	18	30	3	0	18	30	30	107	7,0
Mai	692,9	703,6	673,8	-5,0	2,9	-14,6	7,8	273	27	21	27	6	3	21	31	6	3	21	31	24	132	6,8
Jun	699,9	709,4	688,8	0,1	8,5	-6,2	7,4	174	22	20	15	2	1	16	23	2	1	16	23	7	190	5,6
Jul	701,5	708,7	691,8	2,2	10,1	-5,6	7,4	196	31	20	7	6	0	14	12	6	0	14	12	4	162	6,5
Aug	700,7	707,4	693,5	3,2	9,7	-4,8	7,7	213	25	20	2	8	0	13	11	8	0	13	11	0	159	6,1
Sep	701,6	709,5	688,3	0,1	6,6	-8,6	6,2	107	16	13	7	6	5	11	19	6	5	11	19	8	201	6,8
Okt	696,0	705,8	681,2	-1,5	5,4	-11,5	7,2	151	21	18	13	11	1	15	24	11	1	15	24	12	135	8,7
Nov	692,6	704,7	678,7	-8,5	2,5	-20,7	8,0	140	18	18	17	14	1	17	28	14	1	17	28	25	66	11,7
Dez	692,0	703,6	675,8	-8,8	-0,9	-22,2	4,4	63	15	10	10	6	11	7	31	6	11	7	31	31	159	8,8
Jahr	694,2	709,5	668,1	-5,2	10,1	-23,7	7,1	1956	32	226	178	113	32	173	300	113	32	173	300	230	1684	8,2

## Statistische Jahres-Vergleichswerte der Normalperiode 1961 bis 1990

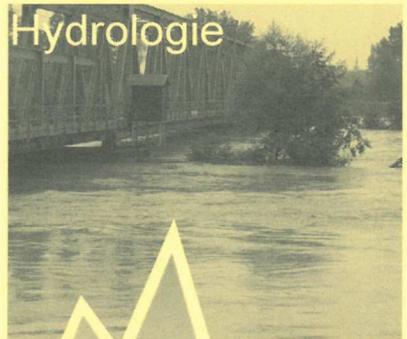
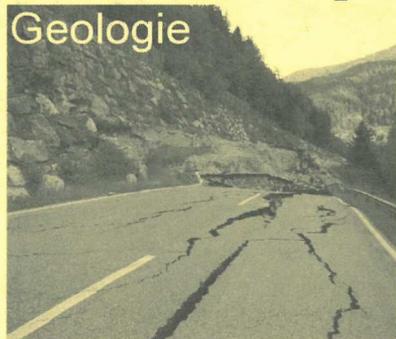
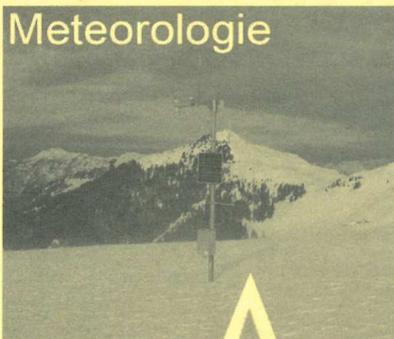
	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewöl- kung in Zehntel	Niederschlag			Zahl der Tage mit				Tage				Sonnen- schein dauer (h)	Wind- stärke (m/s)		
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min		(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Sturm gr.gl.8 Bft (<2/10)	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)	Sturm gr.gl.8 Bft (<2/10)	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	146	76	184	336	271	1982	9,2
Mittel	693,6	710,5	666,8	-5,8	11,4	-27,6	6,8	1621	42	203,5	164,6	37,2	38,6	159,3	315,6	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	134	11	15	124	290	11	15	124	290	221	1511	4,9

\* (7+14+19)/3

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

\*\*\* nur Schnee, kein gemischter Niederschlag

# **LEBENSRAUM SICHERN** **mit Sommer Mess-Systemtechnik**



**Ihr Partner für  
Beratung, Konzeption und Realisierung  
von Mess-, Informations- und Warnsystemen.**

**sommer**  
MESS-SYSTEMTECHNIK  
[www.sommer.at](http://www.sommer.at)

**Sensorik · Datenerfassung · Auswertung · Anlagenbau**