

96. - 97. Jahresbericht
des Sonnblick-Vereines
für die Jahre 1998 - 1999



Eigenverlag des Sonnblick-Vereines
Wien 2000



96. - 97. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1998 - 1999



Eigenverlag des Sonnblick-Vereines, Wien 2000

Redaktion: I. Auer

Graphik, Layout: G. Seifriedsberger

Inhalt

A. Kaiser, R. Nemeth: Luftchemische Messungen am Sonnblick: Der österreichische Beitrag zum Global Atmosphere Watch Programme der WMO, ZAMG Wien.....	3
I. Auer, R. Potzmann, W. Schöner: Welchen Beitrag leisten Totalisatoren für die Klimaforschung im Hochgebirge? - gezeigt mit Hilfe des Totalisatorenmessnetzes im Sonnblickgebiet.....	22
I. Auer: Der Zustand der Gletscher im Sonnblickgebiet in den Gletscherhaushaltsjahren 1997/98 und 1998/99.....	31
W. Schöner, H. Tomberger: Massenhaushalt Wurtenkees für das Haushaltsjahr 1997/98.....	38
Vereinsnachrichten und Tätigkeitsberichte 1998 und 1999	48
I. Auer, R. Böhm: Messergebnisse 1997/98 und 1998/99 im Sonnblickgebiet.....	62

LUFTCHEMISCHE MESSUNGEN AM SONNBLICK: DER ÖSTERREICHISCHE BEITRAG ZUM GLOBAL ATMOSPHERE WATCH PROGRAMM DER WMO

August Kaiser, Rita Nemeth, ZAMG Wien

1. Einleitung

Global Atmosphere Watch (GAW) ist ein Programm der World Meteorological Organization (WMO) mit dem Ziel, langfristig meteorologische und umweltrelevante Parameter an „Hintergrundmeßstellen“ fern ab von anthropogenen Emissionsquellen zu messen. Die Messungen sollen der Überwachung der chemischen Zusammensetzung der Atmosphäre und als „Frühwarnsystem“ (frühe Erkennung von Veränderungen) dienen.

Auch an Hintergrundstationen sind umweltrelevante Messungen jedoch nicht völlig frei von unerwünschten Einflüssen, sie bedürfen daher einer Interpretation: In Mace Head, Irland, als Beispiel für eine Küstenstation, werden Trajektorien benutzt, um die Herkunft der Luftmassen (vom Atlantik oder vom Europäischen Kontinent) zu klassifizieren (Derwent et al., 1998). An Gebirgsstationen werden vielfach Luftmassen, die von der Grundsicht beeinflusst sind, unterschieden von solchen, die repräsentativ für die freie Troposphäre sind; als Kriterien werden Trajektorien, Windrichtung (Hangab- oder Hangaufwind), Luftfeuchte, Lage von Inversionen oder Tracersubstanzen verwendet (Mauna Loa: Ridley et al., 1992, Carroll et al., 1992). Schmitt et al., 1988, benutzen die Streuung der luftchemischen Parameter als Maß für ihre Repräsentanz für die Station Izana, Teneriffa.

Wesentlich komplexer als an den genannten Stationen an Küsten oder auf Inseln sind die Verhältnisse im Alpenraum inmitten eines dicht besiedelten und emissionsreichen Kontinents und beeinflusst von einer Vielzahl meteorologischer Prozesse, die belastete Luft zu den Stationen führen können. Die Wetterdienste und Umweltbundesämter (bzw. die Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt) aus Deutschland, Österreich und der Schweiz haben daher eine Zusammenarbeit initiiert, in der für die Stationen Zugspitze/Hohenpeißenberg (2963 m bzw. 986 m), Sonnblick (3106 m) und Jungfraujoch (3580 m) gemeinsam Methoden für die „Datenfilterung“ erarbeitet werden (GAW-DACH Kooperation). Diese Zusammenarbeit baut direkt auf Ergebnissen von ALPTRAC auf, wo ebenfalls Schadstofftransporte in die Alpen untersucht wurden (z.B. Tschewenka et al., 1998, Seibert et al., 1998, Pichlmayer et al., 1998). Im ersten Projektabschnitt wurden von den jeweiligen Stationsbetreibern zunächst stationsspezifische Filter entwickelt. Anhand von Episodenstudien wird im Folgenden ein Überblick über die Schadstoffbelastung am Sonnblick gegeben, und erste Entwürfe der „Datenfilterung“ werden kurz vorgestellt (genauere Informationen dazu finden sich in Kaiser et al., 1999 und Fricke et al., 2000). Das Hauptinteresse dieser Arbeit gilt den statistischen Trajektorienanalysen.

Am österreichischen GAW Programm sind das Umweltbundesamt (Ozon, Stickoxide, Kohlenmonoxid und Kohlendioxid), das Institut für Analytische Chemie der TU Wien (Niederschlagschemie), das Institut für Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur (Gesamtozon und UV-B) und die Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (meteorologische Messungen und wissenschaftliche Auswertung) beteiligt. Ausgewertet wurde die Periode von 1. Jänner 1993 bis 30. April 1998. Kohlenmonoxid- und -dioxidmessungen liegen ab Mai 1996, Stickstoffmonoxid- und Stickstoffdioxidmessungen nur für den Zeitraum von November 1993 bis April 1996 vor.

Die Stickoxidmessungen am Sonnblick zeigen einen starken Einfluß photochemischer Prozesse: Tagsüber wird bei Einstrahlung Stickstoffdioxid zu Stickstoffmonoxid (und einem Sauerstoffatom) aufgespalten, wodurch die Stickstoffmonoxidkonzentration tagsüber steigt, während die Stickstoffdioxidkonzentration zurückgeht. Die photochemischen Prozesse sind hier aber nicht von Interesse. Im Folgenden wird daher die Stickoxidkonzentration als Ganzes (NO_x), also die Summe von Stickstoffmonoxid und Stickstoffdioxid, betrachtet.

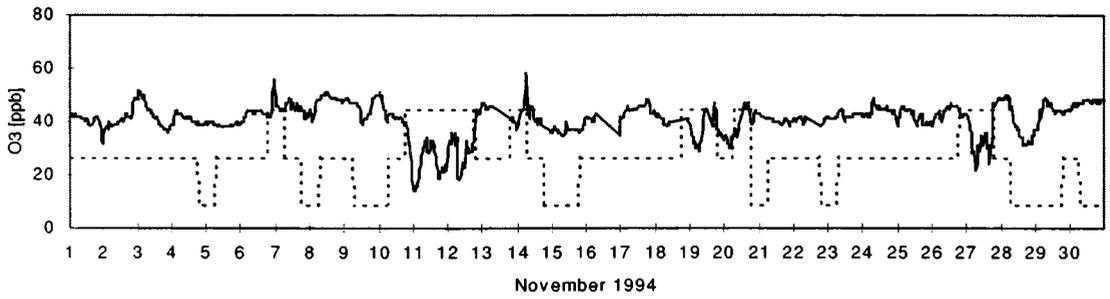
2. Synoptisch bedingte Vertikaltransporte

2.1 Synoptisch bedingte Hebungen - Transporte aus der Grundsicht

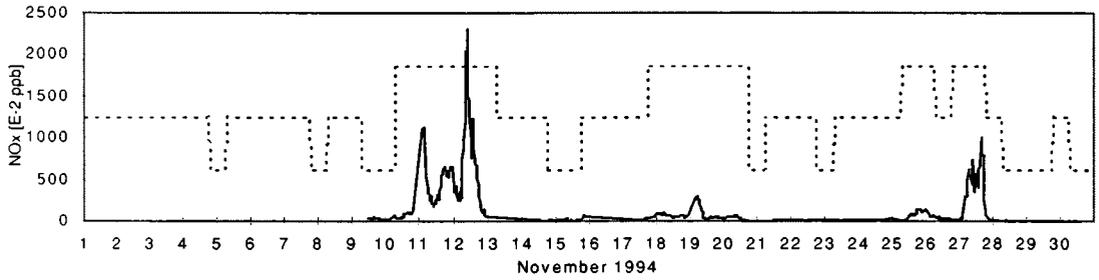
Abbildung 1 enthält einige ausgewählte Meßreihen für November 1994: Dieser Monat zeigt drei Episoden mit stark erhöhten Stickoxidkonzentrationen: 10.-12., 17.-20. und 25.-27. November. Gleichzeitig geht die Ozonkonzentration markant zurück. Zu allen drei Episoden herrscht Schlechtwetter: Niederschlag, Nebel (Luftfeuchte nahe 100%, vgl. dazu Kasper et al., 1998), Nord- und Nordostwind (vgl. dazu Schöner, 1995, Kaiser, 1996, und Pichlmayer, 1998). Es gibt aber umgekehrt auch Fälle mit den typischen Wettererscheinungen, an denen keine Episode beobachtet wird (hier z.B. Niederschlag am 7., 14. und 16. November; auch der Nordostwind hält nach der Episode vom 27. November noch bis Monatsende an, die Stickoxidkonzentration ist dann jedoch sehr klein). Auffallend am Ozon ist zudem, daß nach einer Episode mit sehr niedrigen Konzentrationen häufig abrupt eine Episode mit recht hohen Werten folgt: Das Ende von Schlechtwetterphasen ist häufig mit Absinkvorgängen verbunden.

Eine genaue Analyse der Episode von 10.-12. November ist in Kaiser et al. (1999) enthalten: Ihr ging eine lang andauernde Hochdruckphase mit stabiler Schichtung voraus (seit Anfang November). In der stabil geschichteten Grundsicht konnten sich offensichtlich mehrere Tage hindurch Schadstoffe anreichern, während gleichzeitig Ozon abgebaut wurde. Zum 11. November hin drehte die Strömung auf Nordost, am 12. erreichte eine Kaltfront aus Nordost die Alpen; beides bewirkte, daß Luft aus der sehr schadstoffreichen, aber ozonarmen Grundsicht über den Sonnblick gehoben wurde. Die Ursache dieser Episode ist also die großräumige synoptische Strömung. Dreidimensionale Trajektorien konnten diesen Vorgang recht gut erfassen.

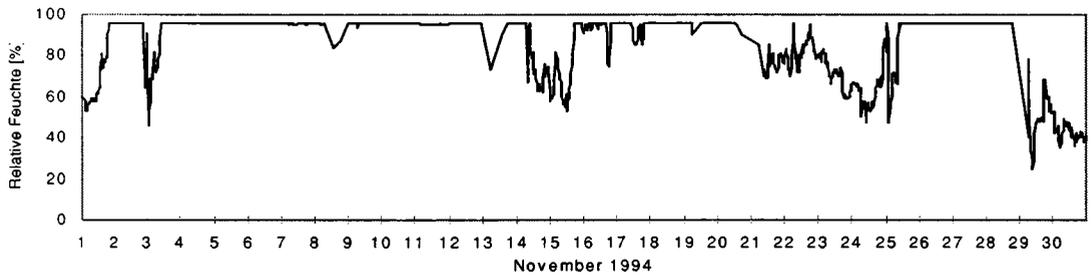
Transporte aus der Grundsicht sind während der kalten Jahreszeit ozonarm, weil dann Ozonabbau überwiegt; im Sommer können derartige Transporte aber auch ozonreich sein: Abbildung 2 enthält monatsweise durchschnittliche Korrelationskoeffizienten für Stickoxide bzw. Kohlenmonoxid mit Ozon. Während der Wintermonate sind die Korrelationen negativ, d.h. stickoxid- oder kohlenmonoxidreiche Luft ist meist ozonarm; im Sommer hingegen sind die durchschnittlichen Korrelationskoeffizienten schwach positiv, stickoxid- und kohlenmonoxidreiche Luft ist dann meist auch ozonreich, offensichtlich eine Wirkung der photochemischen Ozonbildung.



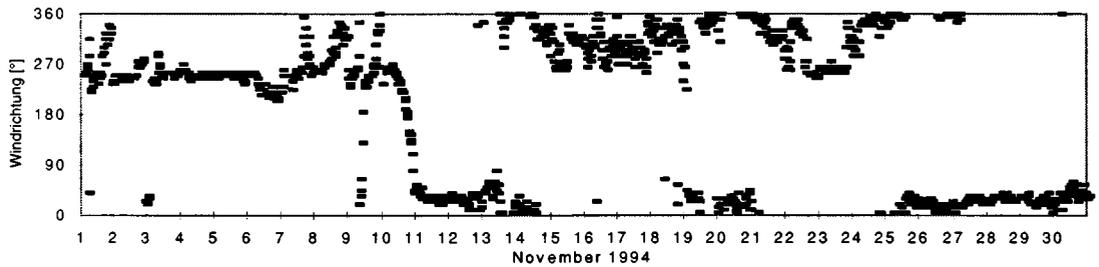
a) Ozon (ausgezogen) [ppb], Filter „ZAMG-Trajektorie“ (punktiert, 3 Stufen: Flags 0, 1 und 2, vgl. Kap. 4.1)



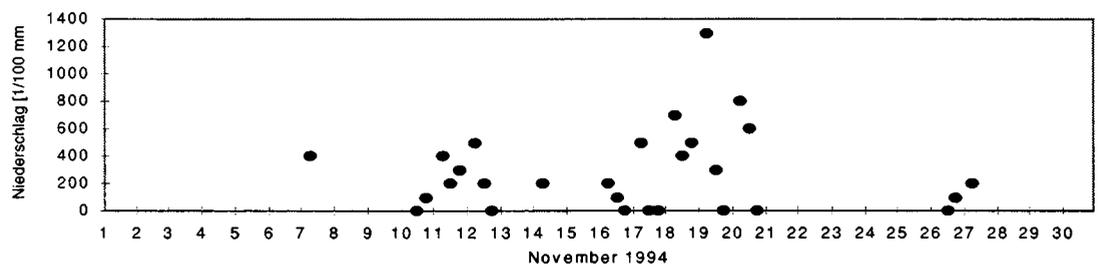
b) Stickoxide (ausgezogen) [10² ppb], Filter „ZAMG-Trajektorie“ (punktiert, 3 Stufen)



c) Rel. Feuchte [%]



d) Windrichtung [°]



e) Niederschlag (6-stündige Summe) [1/100 mm]

Abbildung 1: Meßreihen November 1994

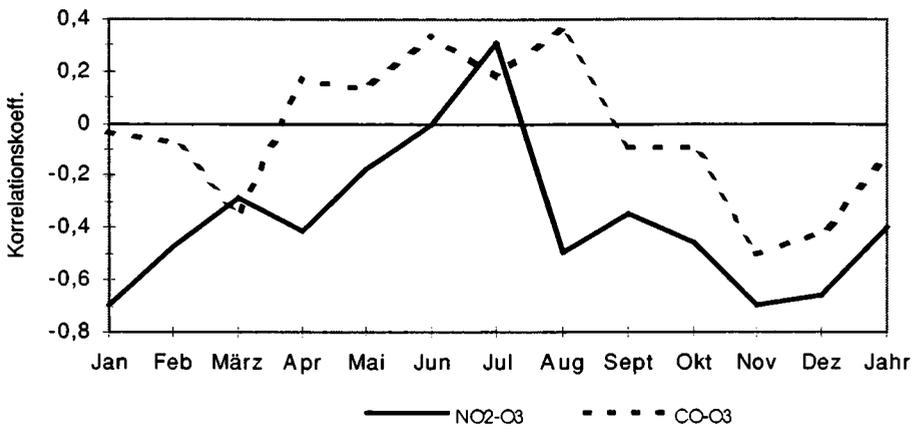


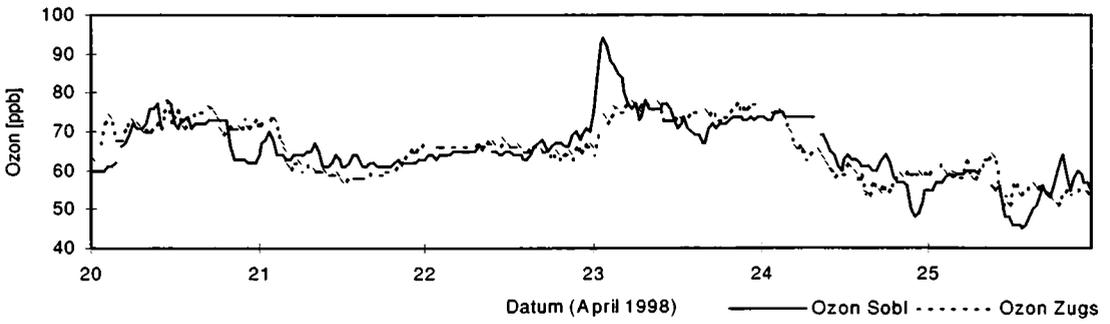
Abbildung 2: Korrelationskoeffizienten NO₂-O₃ und CO-O₃

2.2 Synoptisch bedingtes Absinken - stratosphärische Intrusionen

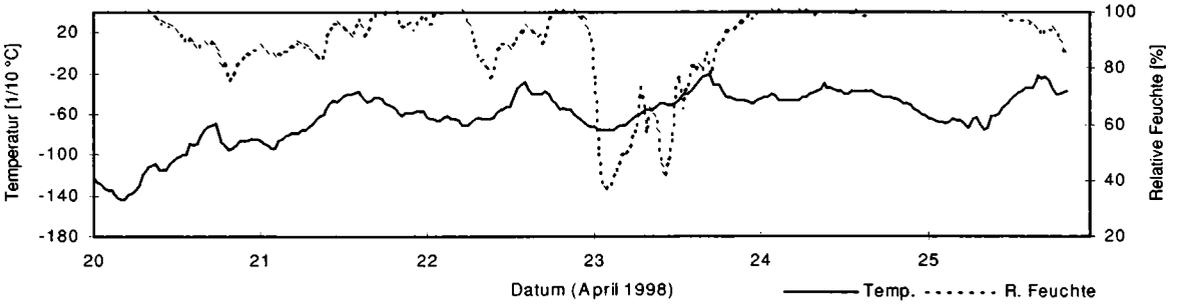
Abbildung 3 zeigt während der Nacht von 22. auf 23. April 1998 am Sonnblick eine Ozonspitze von mehr als 90 ppb; gleichzeitig gehen Relative Feuchte und Temperatur zurück, d.h. es muß eine andere, nämlich kältere und vor allem markant trockenere Luft herangeführt worden sein (in derselben Luftmasse muß die Relative Feuchte zunehmen, wenn die Temperatur sinkt!).

Abbildung 4 zeigt dreidimensionale 96-stündige Rückwärtstrajektorien, wie sie im Rahmen der DACH-Kooperation vom DWD für den Sonnblick berechnet werden (basierend auf dem Europamodell des DWD, Fay et al., 1995). Dargestellt ist die 700 hPa-Trajektorie (einem Luftdruck von 700 hPa entspricht im Mittel eine Höhe von rund 3000 m, also ungefähr die Höhe des Sonnblicks). Im Prognosemodell des DWD hat das Sonnblickgebiet eine Höhe von nur rund 2000 m. Vertikalbewegungen, die durch das Überströmen der Alpen erzwungen werden, werden von Trajektorien für die Höhe der Modellorographie besser erfaßt als von Trajektorien, die der tatsächlichen Orographie entsprechen (Fricke et al., 2000). Die Abbildung enthält daher auch eine Darstellung der „Stationstrajektorie“, die die Höhe des Sonnblicks im Rechenmodell repräsentiert.

Die Stationstrajektorie zeigt, daß erstens ein Transport aus der Grundschiicht auszuschließen ist (praktisch keine Vertikalbewegung, die Trajektorie hat keinen Bodenkontakt). Zweitens zeigt die 700 hPa-Trajektorie (allerdings etwas später, als es den Ozonmessungen entspricht) Absinken aus gut 9000 m Höhe. Ozonreiche Luft, die aus sehr großer Höhe zum Sonnblick absinkt, dürfte somit die Ursache für die Konzentrationsspitze sein. Sehr niedrige Grauwerte des Wasserdampf-Satellitenbilds und relativ hohe Werte der aus dem ECMWF-Modell berechneten Isentropen Potentiellen Vorticity bestätigen, daß die Ozonspitze durch Absinken stratosphärennaher Luft („stratosphärische Intrusion“) verursacht ist.



a) Ozon Sonnblick (ausgezogen) und Zugspitze (punktiert) [ppb]



b) Temperatur (ausgezogen) [1/10°C] und Relative Feuchte (punktiert) [%] Sonnblick

Abbildung 3: Meßreihen 20.-25. April 1998.

An der Zugspitze wird zwar ein Anstieg der Ozonkonzentration, aber keine ähnlich markante Spitze gemessen. Aus Stohl et al., 1999 (a), (b) und (c), und Steinbrecht et al., 1999, ist die kleinräumige, „filament-“, bzw. „laminartartige“ Struktur stratosphärischer Intrusionen bekannt. Tatsächlich zeigt das Wasserdampf-Satellitenbild ein kleinräumiges Feuchteband im Bereich westlich des Sonnblicks; die Zugspitze liegt in diesem Feuchteband und wird von der trockenen, absinkenden Luft nicht erreicht.

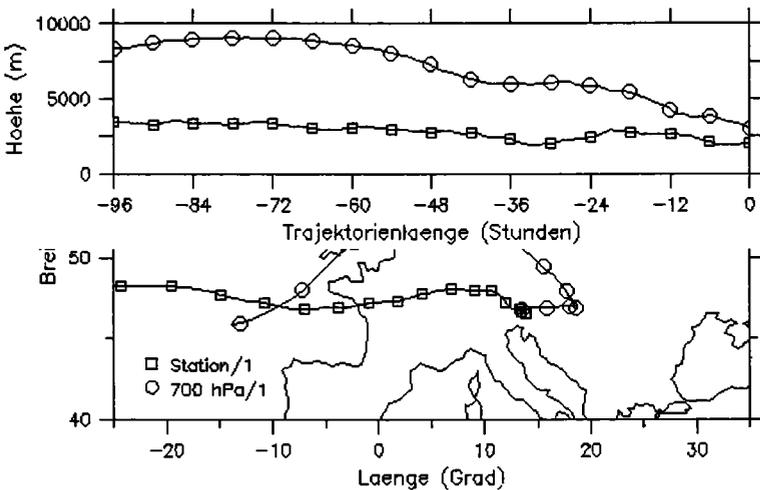


Abbildung 4:
Stations- und 700 hPa-
Trajektorie Sonnblick
(-96 Stunden rückwärts) für
23. April 1998, 12:00 UTC.

2.3 Statistik der synoptischen Transporte

Wie in den Abschnitten 2.1 und 2.2 gezeigt wurde, können synoptisch bedingte Transporte aus der Grundschicht, für Ozon zudem auch stratosphärische Intrusionen zu Episoden mit markant erhöhten Schadstoffkonzentrationen führen. Von besonderem Interesse ist nun die Frage, aus welchen Gebieten die belastete Luft kommt bzw. wo die für den Sonnblick relevanten Emissionsgebiete liegen.

Die folgenden Abbildungen enthalten Clusteranalysen (statistische Auswertungen) der für Sonnblick berechneten Stationstrajektorien (sie sind für eine Diskussion von Transporten aus der Grundschicht besser geeignet, als die 700 hPa-Trajektorien). Für die geografischen Darstellungen wurde ein Gitternetz von 1°gg. Breite und 1,5°gg. Länge gebildet und für jede Trajektorie die Zahl der Stunden ermittelt, mit der sich die Trajektorie in einem Gitterelement aufhält, danach die gesamte Stundensumme (für alle Trajektorien und Gitterelemente) gebildet und die Stunden für jedes Gitterelement relativ zur Gesamtstundensumme berechnet. Man erhält so ein Maß für die Häufigkeit, mit der die Strömung aus einem bestimmten Gebiet den Sonnblick erreicht. Diese Auswertung wurde in Abhängigkeit von der Höhe der am Sonnblick gemessenen Konzentration durchgeführt. Die Trajektorien liegen für jeweils 0:00 und 12:00 UTC Ankunft am Sonnblick vor. Für die folgenden Statistiken wurden daher aus den Immissionskonzentrationen 12-stündige Mittelwerte (6 Stunden vor bis 6 Stunden nach Ankunftsstermin) berechnet und davon Perzentile ermittelt.

2.3.1 Ozon

Abbildung 5 gibt ein Beispiel einer Clusteranalyse für Ozon. Für das Sommerhalbjahr fällt auf, daß niedrige Ozonkonzentrationen (kleiner oder gleich dem 25-Perzentil) recht häufig verbunden sind mit Strömungen aus West oder Nordwest; bei hohen Ozonkonzentrationen (größer oder gleich dem 75-Perzentil) hingegen kann die Strömung aus allen möglichen Richtungen kommen, die relativen Verweilzeiten bilden nahezu konzentrische Kreise um den Sonnblick. Konträr dazu das Bild im Winterhalbjahr: Hohe Konzentrationen vor allem bei Strömungen aus West, niedrige Konzentrationen vergleichsweise häufig auch bei Strömungen aus nördlichen und südlichen Richtungen. Strömungslagen aus West führen also im Sommer häufig zu niedrigen, im Winter eher zu hohen Ozonkonzentrationen; hohe Ozonkonzentrationen dürften daher im Winter im wesentlichen auf dynamische Prozesse zurückzuführen sein. Im Sommer dürften hohe Konzentrationen eher bei schwachen Strömungen, also hauptsächlich bei Hochdrucklagen auftreten, ein Hinweis für die Bedeutung der photochemischen Ozonbildung.

Die Unterschiede der Clusteranalysen für hohe und niedrige Konzentrationen treten besser hervor, wenn man die jeweiligen Verweilzeiten relativ zueinander betrachtet, etwa indem man die Verweilzeiten für niedrige Konzentration gleich 100% setzt und relativ dazu die Verweilzeiten für hohe Konzentration berechnet. Man erhält so die Aussage, um wieviel häufiger/seltener die Luft aus einem bestimmten Gebiet antransportiert wird, wenn die Konzentration hoch ist im Vergleich zu Situationen mit niedriger Konzentration. Eine derartige Auswertung ist für Ozon in Abbildung 6 dargestellt. Auch daraus ist ersichtlich, daß im Sommer Strömungen aus West und Nordwest meist relativ ozonarm sind. Dies ist eine Folge relativ geringer photochemischer Ozonproduktion, weil dann meist bewölktetes Wetter vorherrscht.

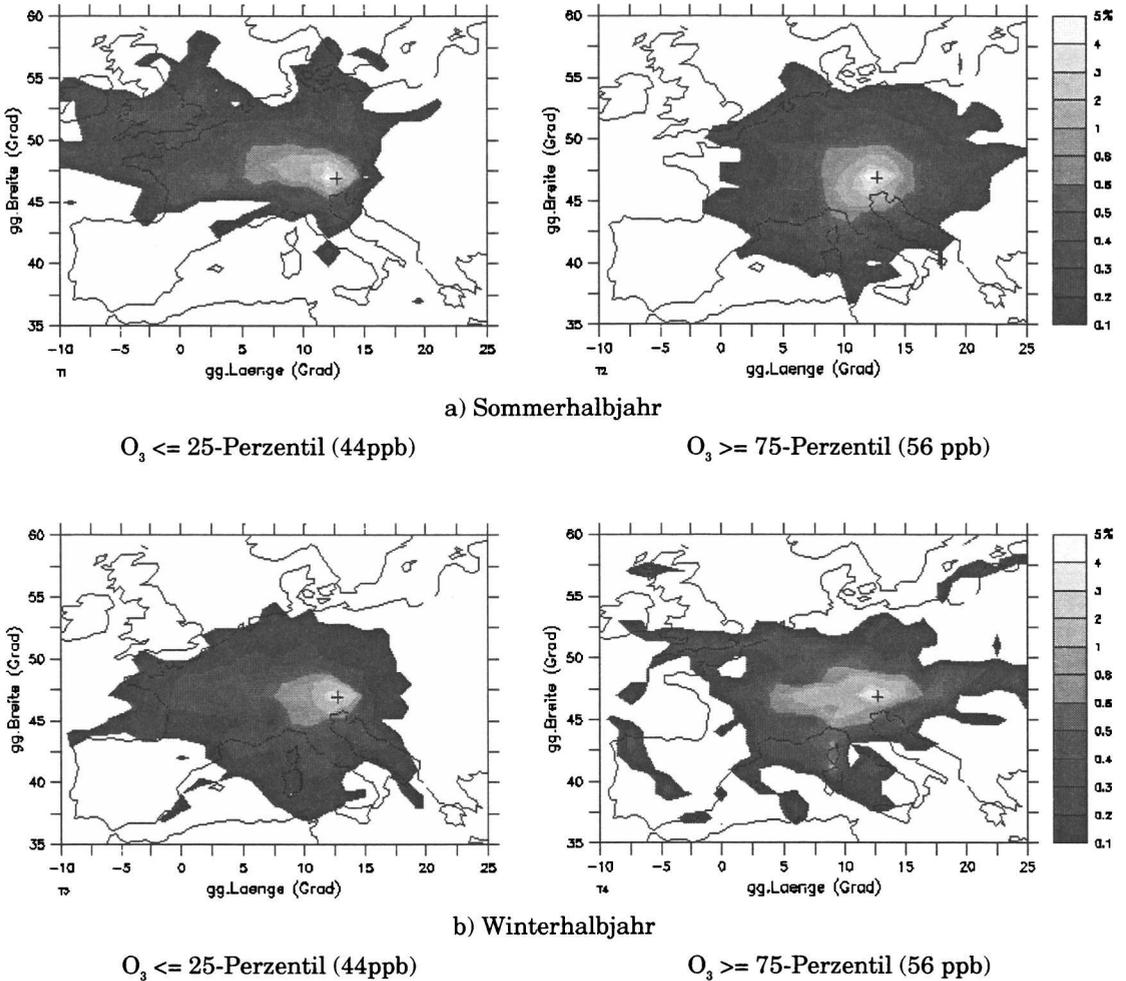


Abbildung 5: Relative Verweildauer (% der Stunden) der Trajektorien in Abhängigkeit von der Ozonkonzentration (Perzentile basierend auf 12-stündigen Mittelwerten) und der Jahreszeit. + bezeichnet die Lage des Sonnblicks.

Kröger et al. (1999) konnten zeigen, daß für den Sommer sehr wohl auch eine Ozonproduktion aus den Industriegebieten nördlich der Alpen nachweisbar ist, wenn man bei Strömungen aus Nordwest nur wolkenarme Situationen betrachtet. Im Durchschnitt überwiegen für alle West- und Nordwestlagen jedoch niedrige Ozonkonzentrationen. Deutlich ist aus Abbildung 6 der Beitrag der Po-Ebene an hohen Ozonkonzentrationen im Sommer ersichtlich: Bei hoher Ozonkonzentration kommt die Luft rund 8 mal häufiger aus der Po-Ebene als bei niedriger Ozonkonzentration.

Die entsprechenden Abbildungen für das Winterhalbjahr sind vergleichsweise schwer interpretierbar; offensichtlich dürfte die horizontale Advektion alleine eine eher untergeordnete Rolle spielen. Bemerkenswert erscheint, daß typische winterliche Episoden mit Transport ozonarmer Luft aus Nord hier nicht zu erkennen sind. Nun sind Strömungen aus Nordwest relativ häufig und nicht immer hat die Trajektorie dann Bodenkontakt. Zudem sind diese Episoden oft nur kurz und werden häufig recht abrupt von hohen Ozonspitzen gefolgt; möglicherweise ist der durch die Trajektorienterminie vorgegebene Zeitraum von 12 Stunden zu lange, sodaß derartige Situationen nicht erfaßt werden können.

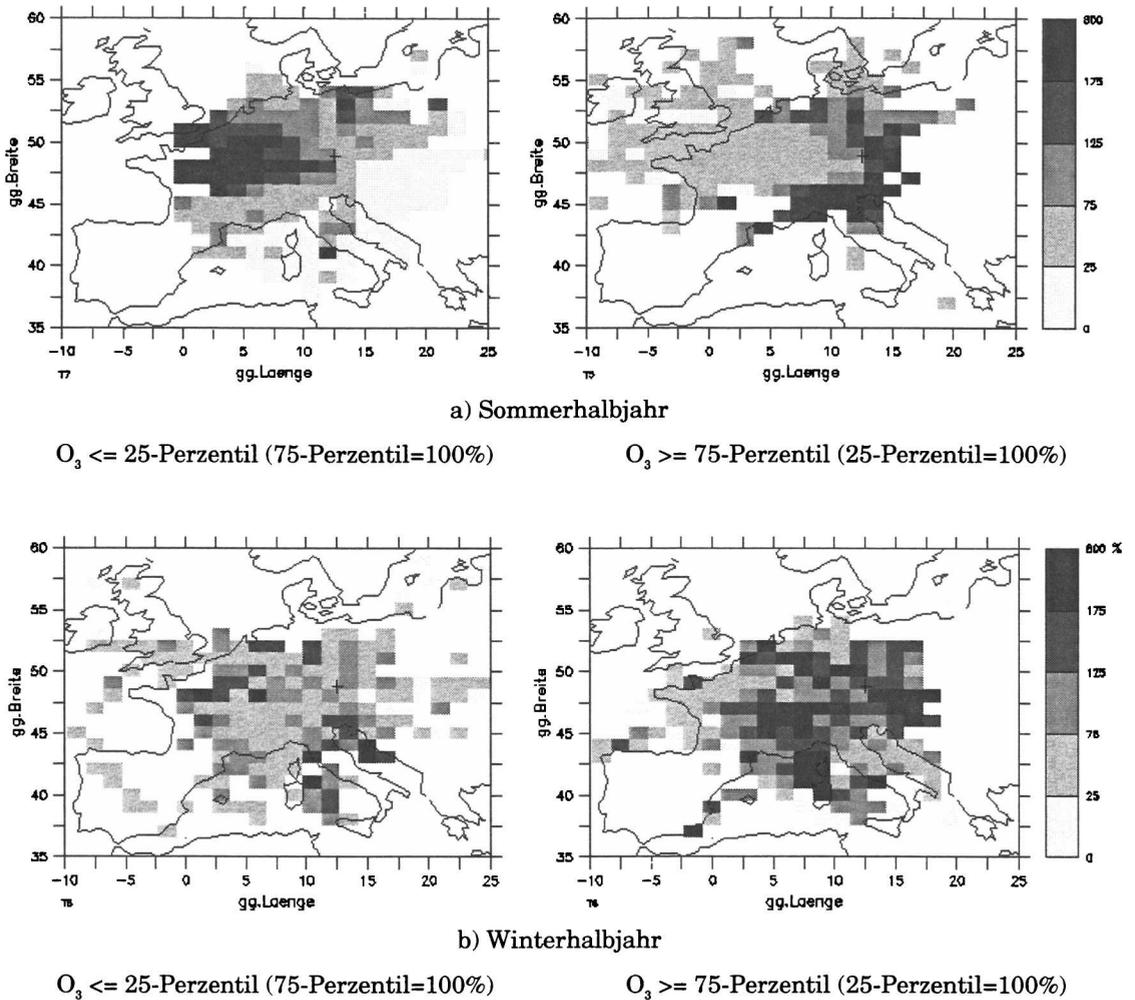


Abbildung 6: Relative Verweildauer (% der Stunden) für Situationen mit hohen Ozonkonzentration ($\geq 75\text{-Perzentil}$) bezogen auf Situationen mit niedrigen Ozonkonzentrationen ($\leq 25\text{-Perzentil}$) und umgekehrt in Abhängigkeit von der der Jahreszeit.

Zum Studium, aus welcher Höhe die Trajektorien (je nach Immissionskonzentration) kommen, wurden die Trajektorien zurückverfolgt und - Stunde für Stunde - die Häufigkeit, mit der sich die Trajektorien in bestimmten Höhenklassen (je 100 m) befinden, ermittelt. Die Ergebnisse für Ozon sind in Abbildung 7 dargestellt. Sie zeigen generell, daß bei niedriger Ozonkonzentration die Trajektorien besonders häufig aus unmittelbar bodennahen Schichten kommen. Die markantesten Unterschiede sind im Winterhalbjahr zu finden: Bei hohen Ozonkonzentrationen kommen die Trajektorien häufig aus relativ großer Höhe (die Stationstrajektorie ist für das Erfassen von Absinkvorgängen weniger gut geeignet - hier gilt das Hauptinteresse aber den Transporten aus der Grundsicht).

Zusammenfassend geben die Ergebnisse der Trajektorienanalysen folgendes Bild für Ozon: Im Sommerhalbjahr zeigt sich die Bedeutung der photochemischen Ozonproduktion, ozonreiche Luft kommt dann häufig aus dem Bereich der Po-Ebene. West- und Nordwestströmungen sind im Sommer eher ozonarm, da sie meist mit bewölktem Wetter verbunden sind. Im Winter sind hohe Ozonkonzentrationen im wesentlichen Folge der Dynamik der Atmosphäre: Strömungen aus West, vor allem Absinken aus größeren Höhen. Transporte aus unmittelbar bodennahen Luftschichten sind im allgemeinen eher ozonarm (vor allem im Winter).

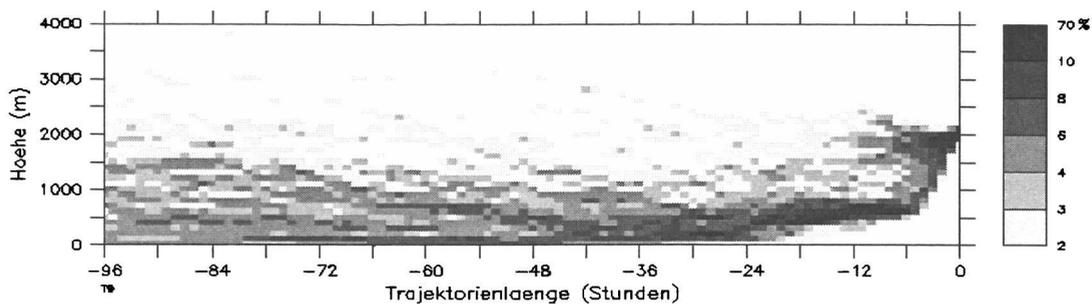
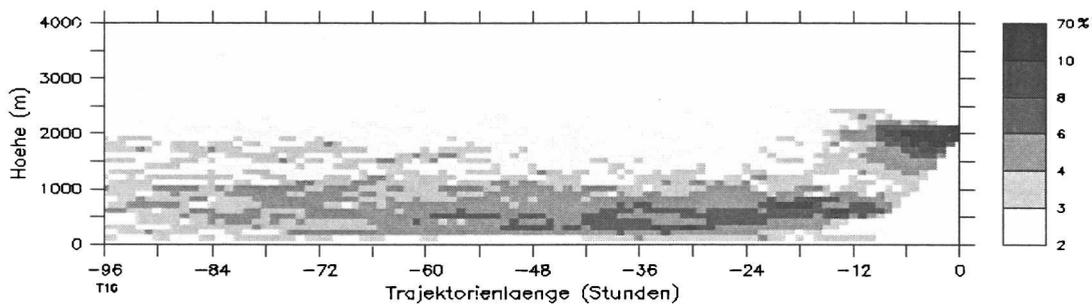
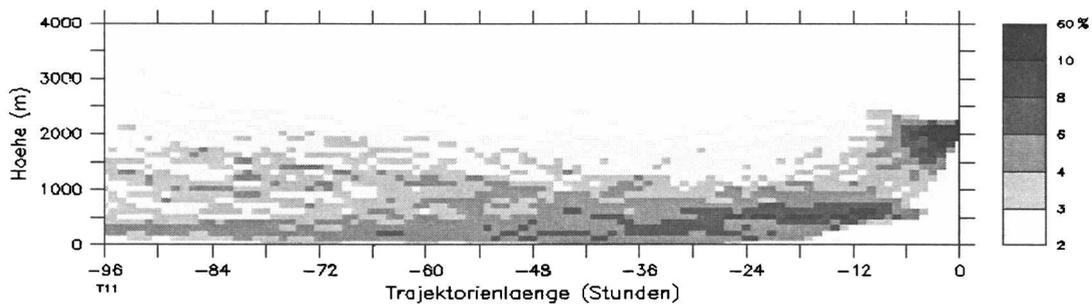
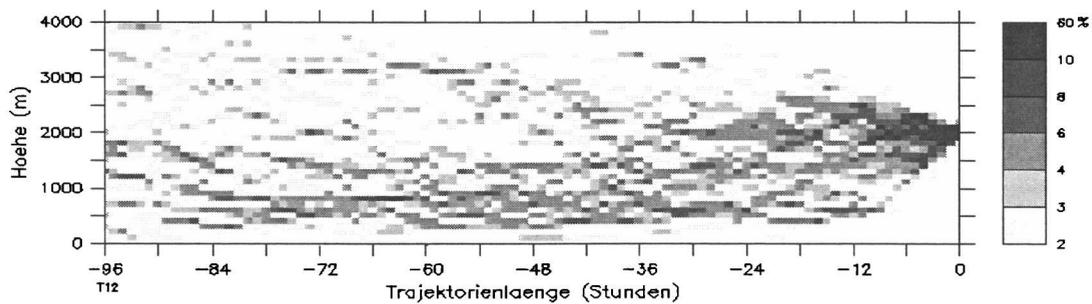
a) Sommerhalbjahr, $O_3 \leq$ 25-Perzentil (44 ppb)b) Sommerhalbjahr, $O_3 \geq$ 75-Perzentil (56 ppb)c) Winterhalbjahr, $O_3 \leq$ 25-Perzentil (44 ppb)d) Winterhalbjahr, $O_3 \geq$ 75-Perzentil (56 ppb)

Abbildung 7: Höhenverteilung der Trajektorien (% der Stunden) in Abhängigkeit von der Ozonkonzentration (Perzentile basierend auf 12-stündigen Mittelwerten) und der Jahreszeit.

2.3.2 Stickoxide

Wie den Abbildungen 8 und 9 entnommen werden kann, treten hohe Stickoxidkonzentrationen vor allem bei Strömungen aus nördlicher Richtung und bei Transport aus bodennahen Schichten auf: Bei hoher Konzentration kommt die Luft etwa 10mal häufiger aus dem Bereich nördlich der Alpen als bei niedriger Konzentration. Bei hoher Konzentration kommen die Trajektorien aus unmittelbar bodennahen Schichten, besonders eindrucksvoll im Sommerhalbjahr: Die Durchmischung ist im Sommer im allgemeinen besser als im Winter; damit stickoxidreiche Luft den Sonnblick dann überhaupt erreichen kann, muß die Luft offensichtlich über längere Zeit unmittelbar Bodenkontakt gehabt haben. Umgekehrt unterschreiten die Trajektorien bei niedriger Stickoxidkonzentration im Winter praktisch nie eine Höhe von 500 m.

Bemerkenswert erscheint, daß für das Observatorium Jungfraujoch auch Südströmungen (Föhn) zu stark erhöhten Stickoxidkonzentrationen führen können (Forrer et al., 1999). Für den Sonnblick konnten solche Situationen nicht gefunden werden. Möglicherweise treten Hebungen schadstoffreicher Luft aus Süd eher bevorzugt im westlichen Bereich der Alpen auf; möglicherweise ist auch die Lebensdauer der Stickoxide zu kurz oder die Durchmischung an den Gebirgen südlich vom Sonnblick zu stark, sodaß Stickoxide mit hoher Konzentration von Süden her den Sonnblick nicht mehr erreichen können (für Kohlenmonoxid, das eine deutlich längere Lebensdauer als Stickoxide hat, gibt es Hinweise für Transporte aus Süd, allerdings waren die Messungen wegen technischer Probleme leider recht unsicher).

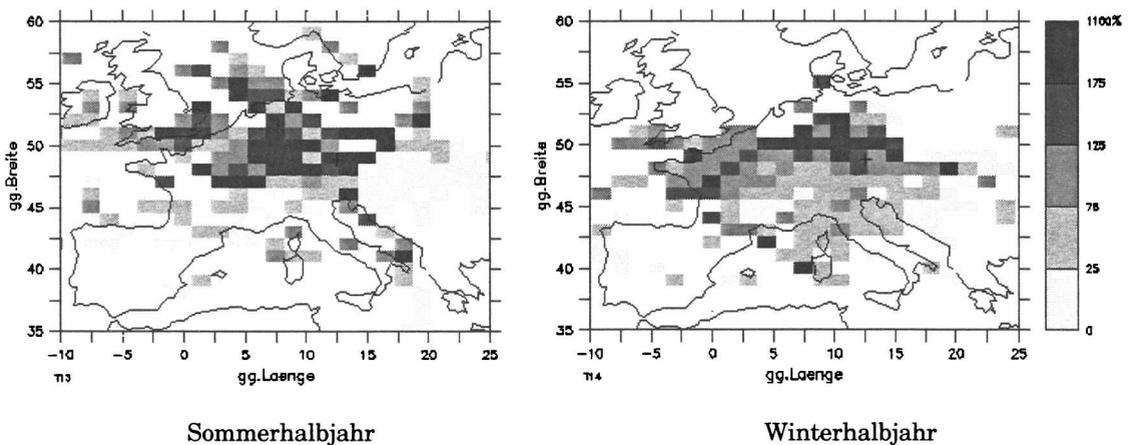


Abbildung 8: Relative Verweildauer (% der Stunden) für Situationen mit hohen Stickoxidkonzentration (≥ 75 -Perzentil, 460 ppt) bezogen auf Situationen mit niedrigen Stickoxidkonzentrationen (≤ 25 -Perzentil, 110 ppt) in Abhängigkeit von der Jahreszeit.

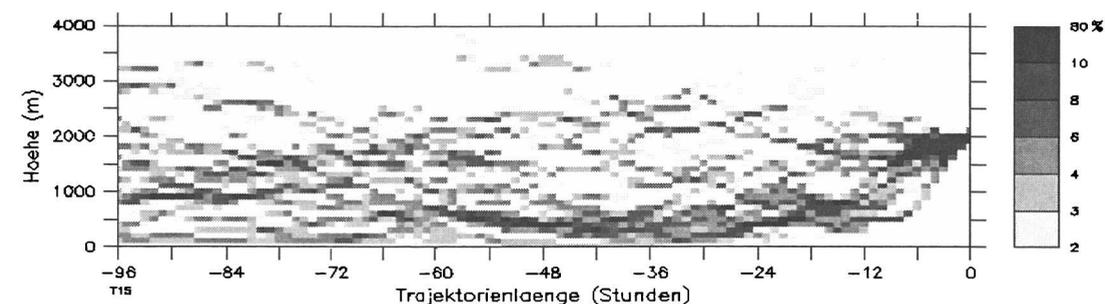
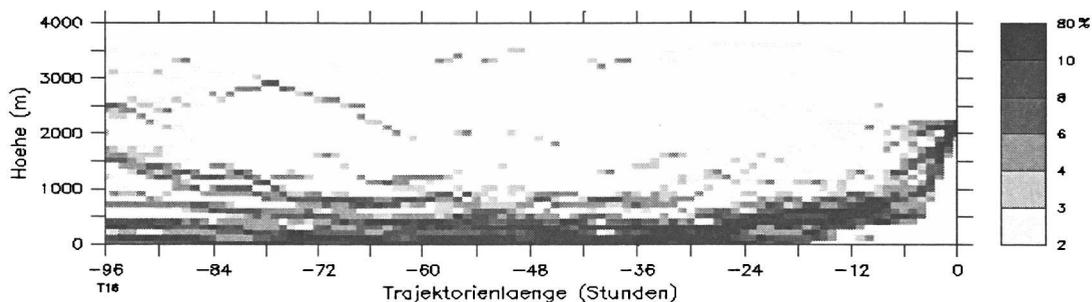
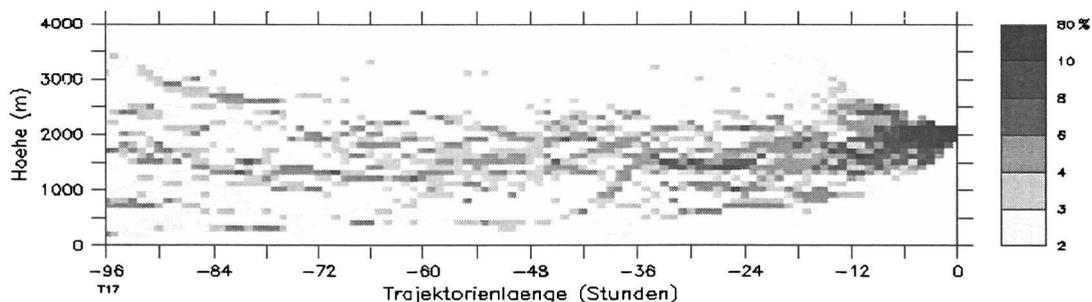
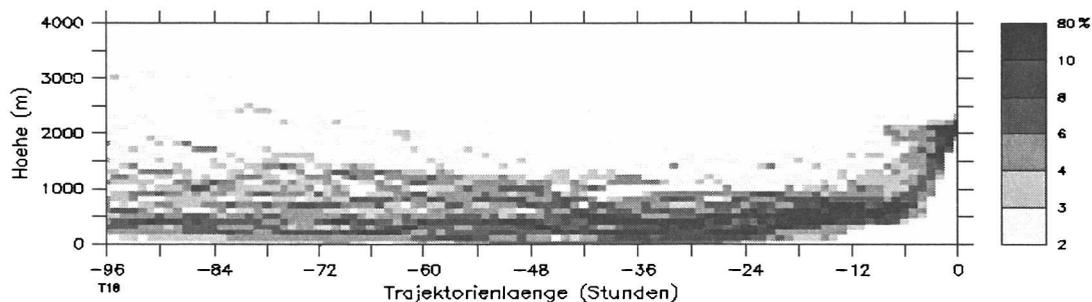
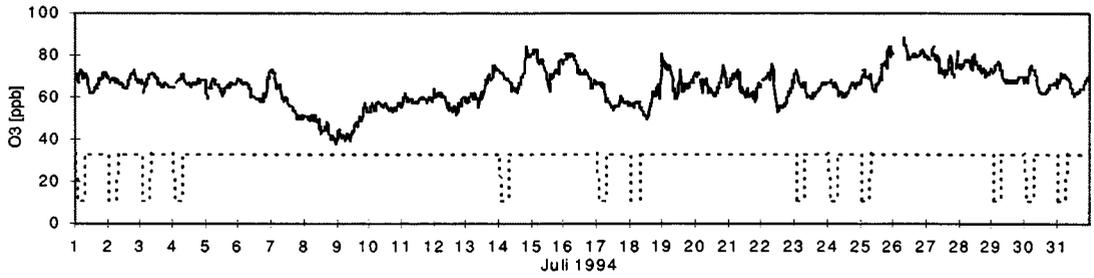
a) Sommerhalbjahr, $\text{NO}_x \leq 25$ -Perzentil (110 ppt)b) Sommerhalbjahr, $\text{NO}_x \geq 75$ -Perzentil (460 ppt)c) Winterhalbjahr, $\text{NO}_x \leq 25$ -Perzentil (110 ppt)d) Winterhalbjahr, $\text{NO}_x \geq 75$ -Perzentil (460 ppt)

Abbildung 9: Höhenverteilung der Trajektorien (% der Stunden) in Abhängigkeit von der Stickoxidkonzentration (Perzentile basierend auf 12-stündigen Mittelwerten) und der Jahreszeit.

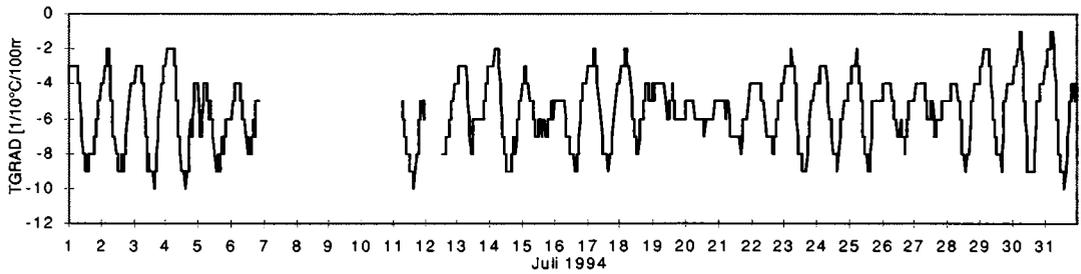
3. Thermisch bedingte Vertikaltransporte

Erwärmung der Luft in Bergtälern und an Berghängen infolge der Einstrahlung tagsüber ist Ursache für lokale Windsysteme (Taleinwind und Hangaufwind) und für thermische Konvektion. Thermisch bedingte Vertikaltransporte sind neben den synoptisch bedingten Hebungen ein weiterer Mechanismus, mit dem Schadstoffe zum Sonnblick

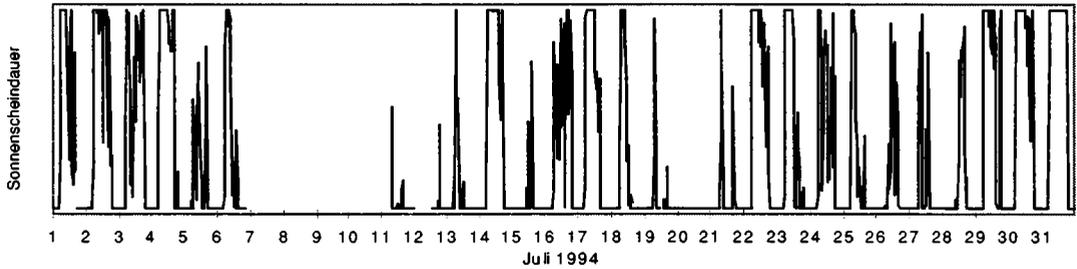
gelangen können. Sie sind an bestimmte Tageszeiten gebunden und verursachen daher tageszeitliche Änderungen der Schadstoffkonzentration (jedenfalls solange sie hauptsächlich im Nahbereich des Gebirges stattfinden).



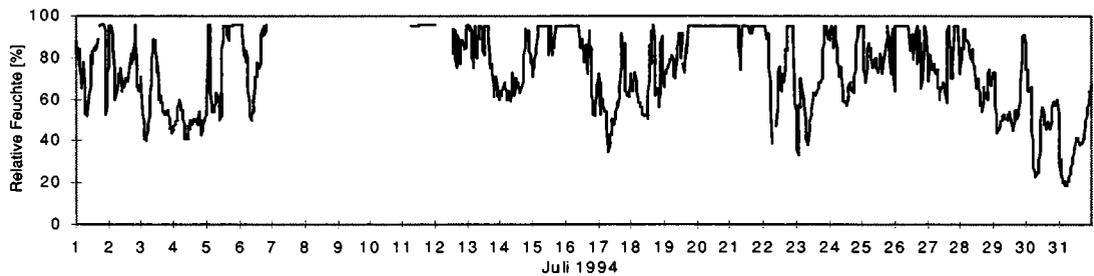
a) Ozon (ausgezogen) [ppb], Filter „ZAMG-Schönwetter“ (punktiert, 2 Stufen: Flags 0 und 1, vgl. Kap. 4.2)



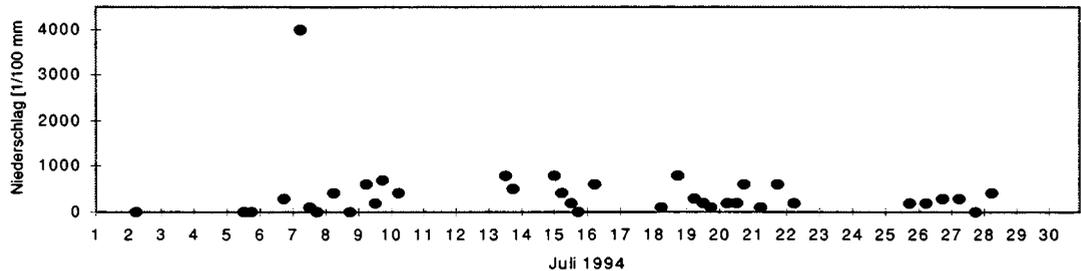
b) Vertikaler Temperaturgradient Sonnblick - Rauris [1/10 °C/100 m]



c) Sonnenscheindauer (Halbstundensumme) [min]



d) Relative Feuchte [%]



e) 6-stündige Niederschlagssumme [1/100 mm]

Abbildung 10: Meßreihen Juli 1994

Abbildung 10 zeigt - beispielhaft für Ozon - einige Perioden mit systematischen Tagesgängen, insbesondere während der ersten und letzten Tage im Juli 1994: Nachts sind die Konzentrationen dann um rund 10 ppb höher als tagsüber, d.h. es wird tagsüber ozonärmere Luft aus tieferen Schichten antransportiert. Teilweise sind den Tagesgängen Trends überlagert: Etwa um Monatsmitte, um den 23. und während der letzten Tage im Monat.

Die Phasen mit systematisch ausgeprägten Tagesgängen sind gekennzeichnet durch einen deutlichen Tagesgang im vertikalen Temperaturgradienten Sonnblick-Rauris: Morgens ist die Schichtung relativ stabil (infolge von geringer Bewölkung ungehinderte Ausstrahlung, daher starke Abkühlung), tagsüber wird eine nahezu trockenadiabatische Schichtung erreicht (als Folge starker Einstrahlung) - eine Temperaturschichtung, wie sie typisch für „thermisch aktive“ bzw. für „Schönwettertage“ ist. Die dann gut ausgebildete Thermik kann nachmittags zu Konvektionsbewölkung führen, vgl. dazu die Registrierung der Sonnenscheindauer, die an solchen Tagen nachmittags oft Abschattungen zeigt. Phasen mit geringen Ozontagesgängen oder mit unregelmäßigen Konzentrationsschwankungen sind hingegen gekennzeichnet durch kleine Tagesgänge im vertikalen Temperaturgradienten (besonders deutlich von 25. bis 28. Juli), meist Schlechtwetter (wenig Sonne, meist Nebel und Niederschläge) - leider liegen für die Schlechtwetterperiode von 7. bis 10. Juli keine Werte für Temperaturgradienten und Sonnenscheindauer vor (man beachte aber die Niederschlagsmessungen).

Tagesgänge der luftchemischen Parameter, verursacht durch thermisch bedingte Vertikaltransporte, werden am Sonnblick nur während der warmen Jahreszeit beobachtet; sie führen tagsüber im allgemeinen relativ ozonarme, aber stickoxid- und kohlenmonoxidreiche Luft zu den Hochgebirgsstationen; während der zweiten Nachthälfte bis in die frühen Morgenstunden werden hingegen Minima der Stickoxid- und Kohlenmonoxid- und Maxima der Ozonkonzentration gemessen (Forrer et al., 1999, Kaiser et al., 1999); während der kalten Jahreszeit werden keine Tagesgänge beobachtet, d.h. eventuelle thermische Hebungen erreichen dann die Höhe des Sonnblicks nicht (Kaiser et al., 1999).

4. Erste Vorschläge zur Datenfilterung

4.1 Filter „ZAMG-Trajektorie“: Identifikation von synoptisch bedingten Hebungen

Ziel der DACH-Kooperation im Rahmen des GAW Programms ist die Kennzeichnung der Repräsentativität der an den DACH-Stationen (Hohenpeißenberg, Zugspitze, Jungfraujoch und Sonnblick) gemessenen luftchemischen Parameter. Die für die Kriterien der Filter relevanten statistischen Analysen sind in Fricke et al. (2000) und auszugsweise in Kaiser et al. (1999) enthalten. An dieser Stelle werden nur kurz die für den Sonnblick entwickelten Filter und ihre Wirkungsweise vorgestellt.

Zur Identifikation von synoptisch bedingten Hebungen wird eine Filterung anhand der dreidimensionalen Trajektorien vorgeschlagen (Filter „ZAMG-Trajektorie“). Die Kriterien dieses Filters sind wie folgt:

Stationstrajektorie (über dem Kontinent) unterschreitet eine Höhe von 1500 m		
länger als 12 Stunden Trajektorie „bodennah“		höchstens 12 Stunden kein „Bodenkontakt“
Streuung des luftchem. Parameters +/- 6h vom Trajektorientermin:		-
> Grenzwert Flag = 2	</= Grenzwert Flag = 1	Flag = 0

Die Höhe der Stationstrajektorie wird solange untersucht, bis die Trajektorie den Kontinent verläßt, d.h. der Weg der Luft über dem Atlantik oder über dem Mittelmeer wird mangels relevanter Emissionsquellen nicht berücksichtigt. Die geografische Herkunft der Trajektorien (also die Ergebnisse aus Abschnitt 2.3) ist in der derzeitigen Fassung des Filters nicht berücksichtigt.

„Bodennahe“ Trajektorien können, müssen aber nicht zu Episoden am Sonnblick führen. Als Zusatzinformation wird daher die Streuung des jeweiligen luftchemischen Parameters im Zeitfenster 6 Stunden vor bis 6 Stunden nach Trajektorientermin untersucht (eine große Streuung ist ein Hinweis, daß Luft aus der Grundsicht den Sonnblick tatsächlich erreicht hat). Die Grenzwerte für die Streuung sind: CO: >30 ppb, O₃: >3 ppb, NO_x: Sommer: >3·10² ppb, sonst: >10·10² ppb. Sie wurden anhand von Korrelationen zwischen den Streuungen und den Konzentrationen festgesetzt.

Der Filter kann *rein meteorologisch* interpretiert werden: Als unbeeinflusst von der Grundsicht werden nur Daten mit Flag = 0, Daten mit Flag = 1 oder 2 werden als möglicherweise beeinflusst von der Grundsicht interpretiert; der Filter kann aber auch *schadstoffspezifisch* ausgewertet werden: Als unbeeinflusst von der Grundsicht werden Daten mit Flag = 0 oder 1 interpretiert, weil bei Flag = 1 der Einfluß der Grundsicht am luftchemischen Parameter nicht zu erkennen ist. Daten mit Flag = 2 sind jedenfalls von der Grundsicht beeinflusst. Entsprechend der vorgegebenen Trajektorienterminen werden die Flags einem Zeitfenster von 6 Stunden vor bis 6 Stunden nach dem Trajektorientermin zugeordnet. Der Filter erfaßt synoptisch bedingte Hebungen; thermisch bedingte Hebungen (Tagesgänge) werden höchstens dann erfaßt, wenn die Trajektorie bodennah und die Streuung der Konzentration groß ist.

Die Häufigkeit von Flag = 0 liegt bei rund 23%, Flag = 1 - schadstoffspezifisch - bei ca. 38% bis 55% und Flag = 2 - ebenfalls schadstoffspezifisch - bei 12% bis 34%. In ca. 7% aller Fälle läßt sich der Filter nicht bestimmen (Ausfall der Trajektorien).

Eine Zeitreihe des Filters „ZAMG-Trajektorie“ ist in Abb. 1 als dreistufige Funktion eingetragen (unterste Stufe: Flag = 0, mittlere Stufe: Flag = 1, höchste Stufe: Flag = 2); daraus ist ersichtlich, daß die NO_x-Episoden recht gut erfaßt werden; Flag = 0 tritt relativ selten auf, die Konzentration ist dann klein. Infolge der starken Fluktuationen ist die Unschärfe des Filters bei Ozon relativ groß.

4.2 Filter „ZAMG-Schönwetter“: Identifikation von Situationen, an denen thermisch (und synoptisch) bedingte Hebungen unwahrscheinlich sind

Als Kriterium für thermisch bedingte Hebungen wird der Tagesgang des vertikalen Temperaturgradienten Sonnblick-Rauris (bzw. bei Ausfall: Mallnitz-Rauris) herangezogen (Filter „ZAMG-Schönwetter“): „Thermisch aktive“ Tage zeichnen sich durch einen relativ starken Tagesgang im vertikalen Temperaturgradienten aus (relativ stabile Schichtung der Talatmosphäre nachts und relativ labile Schichtung tagsüber). Entsprechend den durchschnittlichen Tagesgängen der luftchemischen Parameter an „Schönwettertagen“ (Fricke et al., 1999) wurde für solche Tage ein jahreszeitlich unterschiedlich definiertes Zeitfenster, zu dem thermische Hebungen nicht auftreten können (zweite Nachthälfte, im Winter ganztags), abgeleitet.

Weiters konnte gezeigt werden, daß an „Schönwettertagen“ synoptisch bedingte Vertikaltransporte äußerst unwahrscheinlich sind; vor allem im Herbst und Winter werden an „Schönwettertagen“ nur sehr kleine Stickoxidkonzentrationen gemessen (Fricke et al., 2000). Herbstliche und winterliche Schönwetterperioden zeichnen sich offensichtlich durch

eine gut ausgeprägte Trennung zwischen „verschmutzter“ Grundsicht und freier Troposphäre aus - ein Umstand, der jedem Bergsteiger vertraut ist, weiß er doch die gute Fernsicht herbstlicher und winterlicher Hochdrucklagen zu schätzen!

Die Kriterien für das Filter „ZAMG-Schönwetter“ sind wie folgt:

	Tagesbezogene Schwankungsbreite des vertikalen Temperaturgradienten	
	< 0,6°C/100 m „Schlechtwettertag“	>= 0,6°C/100 m „Schönwettertag“
Frühjahr, Sommer, Herbst	„Schlechtwettertag“: ganzer Tag, „Schönwettertag“: außerhalb Zeitfenster: Flag = 1	„Schönwettertag“: im Zeitfenster (Fr: 5-8 Uhr; So, He: 2-7 Uhr MEZ): Flag = 0
Winter	ganzer Tag: Flag = 1	ganzer Tag: Flag = 0

Die Interpretation der Flags ist analog zum Filter „ZAMG-Trajektorie“, d.h. Flag = 0: unbeeinflusst von der Grundsicht, Flag = 1: Einfluß von der Grundsicht nicht auszuschließen. Der Filter ZAMG-Schönwetter ist rein meteorologisch. Die Häufigkeit von Flag = 0 liegt bei 10,7%, jene von Flag = 1 bei 88,9%. In 0,4% der Fälle läßt sich der Filter nicht bestimmen, weil wegen Ausfall der Temperaturmessung der vertikale Temperaturgradient nicht berechnet werden konnte.

Eine Zeitreihe des Filters ZAMG-Schönwetter ist in Abb. 10 eingetragen; „Schönwettertage“ (erkennbar an Flag = 0 während der Morgen- und Flag = 1 während der Nachmittags- und Abendstunden) zeichnen sich alle durch gut erkennbare Tagesgänge aus, der Zeitraum mit relativ hoher Ozonkonzentration (kein Einfluß aus der Grundsicht) wird meist gut erfaßt. Andere Tage zeigen kaum Tagesgänge, oder die Tagesgänge sind „gestört“.

4.3 Anwendung der Filterung

Die Wirkung beider Filter auf die gesamten Meßreihen wird in Abb. 11 dargestellt. Sie enthält für die untersuchten luftchemischen Parameter monatsweise Median, 25- und 75-Perzentil, jeweils für alle Daten, für jene Daten, für die ein Einfluß aus der Grundsicht nicht ausgeschlossen (Flag = 1) oder sogar wahrscheinlich ist (Flag = 2) und für Daten, die frei von Einflüssen aus der Grundsicht sein sollten (Flag = 0). Im Grunde wäre ein Zusammenführen beider Filteransätze - also ein gleichzeitiges Erkennen synoptisch und thermisch bedingter Vertikaltransporte - sinnvoll. Infolge der doch noch recht kurzen CO- und NO_x-Meßreihen, häufiger Ausfälle und Problemen bei der CO-Messung erscheint ein Zusammenführen derzeit jedoch nicht sinnvoll. Daher wird die Wirkungsweise beider Filteransätze getrennt untersucht. Die unterschiedlichen Ansätze („ZAMG-Trajektorie“ identifiziert (synoptische) Transporte aus der Grundsicht, „ZAMG-Schönwetter“ identifiziert Situationen, an denen solche Transporte unwahrscheinlich sind) ermöglichen zudem eine gewisse gegenseitige Kontrolle.

Die Filterung zeigt für Stickoxide die besten Ergebnisse: Vor allem für die Wintermonate sind für Flag = 0 (unbeeinflusste Daten) die Werte für Median, 25- und 75-Perzentil vergleichsweise klein, auch die Spanne zwischen 25- und 75-Perzentil ist recht klein: die Konzentrationen sind relativ niedrig und streuen wenig. Bei Einfluß aus der Grundsicht (Flag = 2, nur für Filter „ZAMG-Trajektorie“) sind alle statistischen Kenngrößen zu markant höheren Konzentrationen hin verschoben. Die Werte für Flag = 1 (nur für „Filter

ZAMG-Schönwetter“) unterscheiden sich hingegen nur wenig von jenen für alle Daten, weil Filter „ZAMG-Schönwetter“ zwar Situationen, die wahrscheinlich unbeeinflusst sind, identifiziert, alles andere aber „in einen Topf wirft“. Infolge des allgemein niedrigen Konzentrationsniveaus gibt die Filterung für die Sommermonate nur relativ wenig aus.

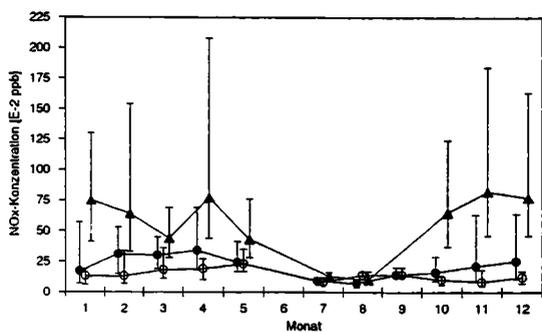
Weniger deutlich sind die Ergebnisse für CO: Dies liegt wahrscheinlich am vergleichsweise geringeren vertikalen Konzentrationsgradienten (als Folge der relativ langen Lebensdauer); auch Unsicherheiten bei den Messungen dürften sich hier auswirken.

Am wenigsten wirksam ist die Filterung erwartungsgemäß bei Ozon: Erstens können sich Transporte aus der Grundschicht unterschiedlich auswirken: Während der kalten Jahreszeit sind sie ozonarm, im Sommer können sie aber auch relativ ozonreich sein; in den Übergangsjahreszeiten, vor allem im Frühjahr, können beide „Typen“ auftreten. Zweitens können Absinkbewegungen z.T. markante Ozonspitzen verursachen (insbesondere stratosphärische Intrusionen). Folge sind ständige Fluktuationen in der Meßreihe (siehe dazu z.B. Stohl et al., 1999 (a), (b) und (c) und Steinbrecht et al., 1999). Ungenauigkeiten bei der Filterung, vor allem auch die Länge der Zeitfenster bewirken, daß solche Ozonspitzen oft noch mitgefiltert werden; übrig bleiben Situationen mit „durchschnittlichem“ Ozongehalt.

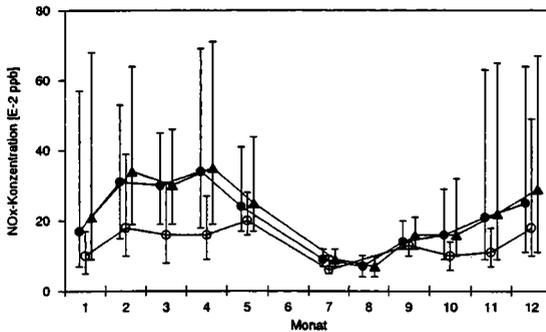
Für das Filter „ZAMG-Schönwetter“ ergibt sich weiters die Möglichkeit, anhand der Trajektorienstatistiken die Wirksamkeit des Filters zu überprüfen. Gemäß Abschnitt 2.3.2 können Stickoxide in hoher Konzentration den Sonnblick nur dann erreichen, wenn die Trajektorie zuvor Bodenkontakt hatte. Tatsächlich zeigen die Trajektorien für „Schönwetterflag“ = 1 (Transport aus der Grundschicht nicht ausgeschlossen) häufigen Bodenkontakt und für „Schönwetterflag“ = 0 (kein Transport aus der Grundschicht) kaum Vertikalbewegungen (wenn, dann höchstens Absinken), siehe Abbildung 12 (helle Grautöne weisen auf eine Verteilung der Trajektorien in allen Höhen hin).

Die meteorologischen Analysen der am Sonnblick gemessenen Immissionskonzentrationen haben gezeigt, daß - zumindest für Ozon und Stickoxide - Episoden mit starkem Einfluß aus der Grundschicht eng an bestimmte meteorologische Verhältnisse geknüpft sind; leider aber gilt die Umkehrung nicht: Die entsprechenden meteorologischen Verhältnisse können auch auftreten, ohne zu Episoden am Sonnblick zu führen. Dies führt zu einem Grundproblem der Filterung: Werden die Kriterien sehr streng gewählt, hat das zur Folge, daß eine große Zahl offensichtlich von der Grundschicht nicht beeinflusster Daten als beeinflusst gekennzeichnet wird; umgekehrt, bei weniger strengen Kriterien, werden eventuelle Transporte nicht erkannt. Dennoch liefert die Filterung der luftchemischen Meßreihen am Sonnblick erstaunlich plausible Ergebnisse. Insbesondere ist bemerkenswert, daß trotz dieser Unsicherheiten beide Filter für Flag = 0 (d.h. kein Einfluß aus der Grundschicht) zu doch recht ähnlichen Ergebnissen führen (Abbildung 11: bitte die für beide Filter unterschiedliche Skalierung bei den Stickoxiden beachten).

Es erscheint daher durchaus sinnvoll, die Datenfilterung weiter zu verfeinern, mit den in Rahmen der DACH Kooperation in der Schweiz und in Deutschland entwickelten Methoden zu vergleichen und zu objektivieren. Dies soll im Rahmen eines weiteren Projekts durchgeführt werden. In dieses Projekt sollen auch Gebirgsstationen aus Italien (Plateau Rosa und Monte Cimone) und aus Slowenien (Mt. Krvavec) mit einbezogen werden. Ziel dieser Arbeiten ist, für den gesamten Alpenraum vergleichbare Methoden der Datenfilterung anzuwenden und mit den gefilterten Meßreihen eventuelle Trends, sowohl in den großräumig repräsentativen Daten („globaler Hintergrund“), als auch in den von der Grundschicht beeinflussten Daten zu ermitteln und mit entsprechenden Emissionskatastern zu vergleichen.

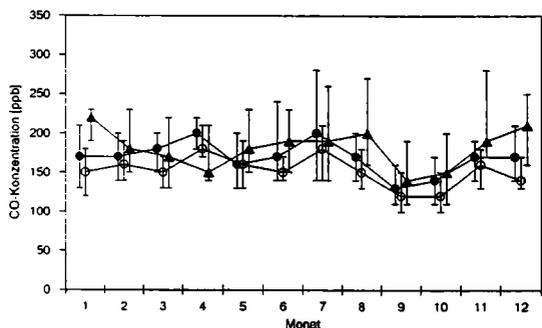


Filter ZAMG-Trajektorie

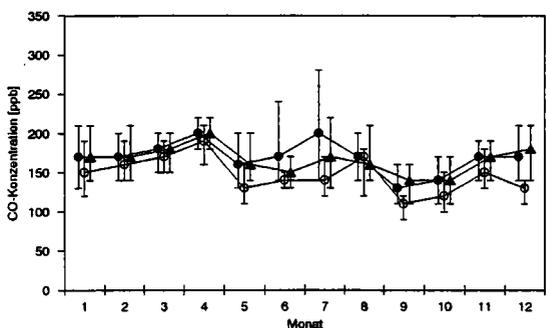


Filter ZAMG-Schönwetter

a) Stickoxide

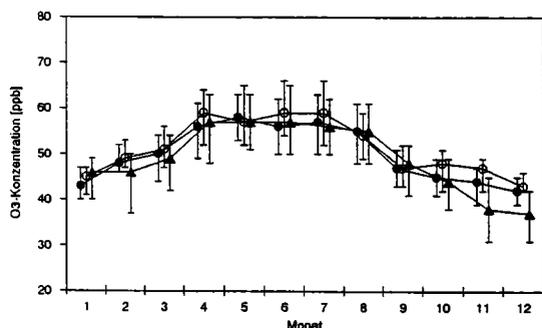


Filter ZAMG-Trajektorie

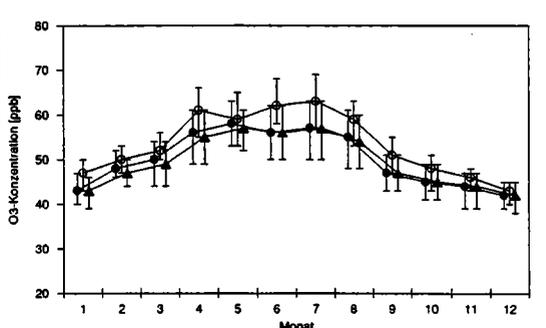


Filter ZAMG-Schönwetter

b) Kohlenmonoxid



Filter ZAMG-Trajektorie

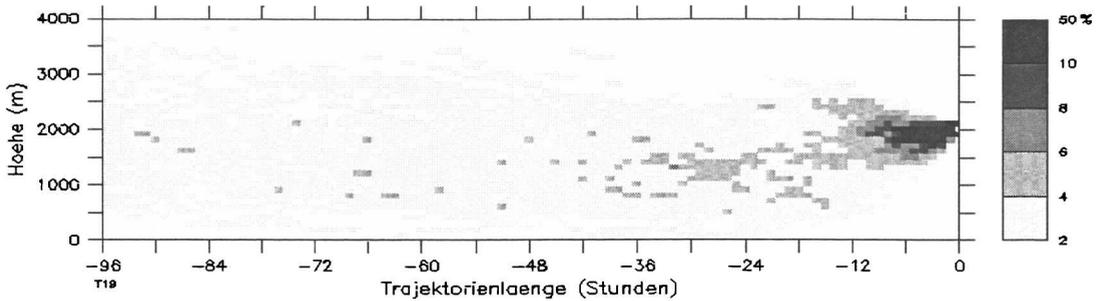


Filter ZAMG-Schönwetter

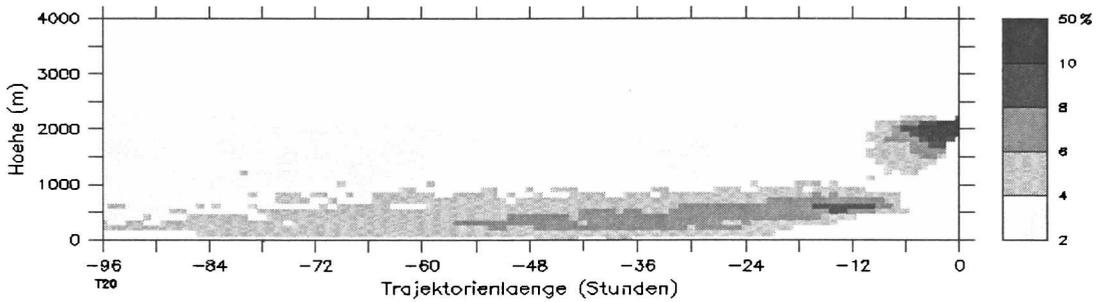
c) Ozon



Abbildung 11: Median, 25- und 75-Perzentil der luftchemischen Parameter am Sonnblick, ungefilterte und gefilterte Meßreihen. Flag = 0: unbeeinflusst von der Grundsicht, Flag = 1 (nur für Filter ZAMG-Schönwetter): Einfluß aus Grundsicht nicht ausgeschlossen, Flag = 2 (nur für Filter ZAMG-Trajektorie): Einfluß aus Grundsicht an Meßwerten erkennbar.



a) „Schönwetterfilter“ = 0 (d.h. kein Einfluß aus der Grundschicht)



b) „Schönwetterfilter“ = 1 (d.h. Einfluß aus der Grundschicht ist möglich)

Abb. 12: Höhenverteilung der Trajektorien in Abhängigkeit vom „Schönwetterfilter“.

5. Literatur

- CARROLL, M. A., B. A. RIDLEY, D. D. MONTZKA, G. HUBLER, J. G. WALEGA, R. B. NORTON, B. J. HUEBERT, F. E. GRAHEK (1992): Measurements of Nitric Oxide and Nitrogen Dioxide During the Mauna Loa Observatory Photochemistry Experiment. *J. Geoph. Res.*, Vol. 97, 10,361-10,374.
- DERWENT, R. G., P. G. SIMMONDS, S. SEURING, C. DIMMER (1998): Observation and interpretation of the seasonal cycles in the surface concentrations of ozone and carbon monoxide at Mace Head, Ireland, from 1990 to 1994. *Atm. Env.*, Vol. 32, No.2, 145-157.
- FAY, B., H. GLAAB, I. JACOBSEN, R. SCHRODIN (1995): Evaluation of Eulerian and Lagrangian atmospheric transport models at the Deutscher Wetterdienst using ANATEX surface tracer data. *Atm. Env.*, Vol. 18, 2485-2497.
- FORRER, J., P. HOFER, D. SCHNEITER (1999): Variabilität von Spurengasen an der hochalpinen Station Jungfraujoch. Bericht über den Sonnblick Workshop „Umweltforschung im Hochgebirge - Ergebnisse von GAW-DACH und verwandten Projekten“. *Österr. Beiträge zu Met. u. Geoph.*, Heft 21, 125-134.
- FRICKE, W., A. FISCHER, J. FORRER, S. GILGE, P. HOFER, P. JEANNET, A. KAISER, K. KENNDORFF, R. NEMETH, L. RIES, P. WINKLER (2000): GAW-DACH-Projekt. Abschlußbericht im Auftrag der Lenkungsgruppe und Materialienband. DWD, in Druck.
- KAISER, A. (1996): Die meteorologischen Verhältnisse im Achtental und ihre Auswirkungen auf die gemessenen Immissionskonzentrationen. *Ökosystemare Studien im Kalkalpin*. FBVA-Berichte, Heft 94, 23-46.
- KAISER, A., R. NEMETH (1999): Die GAW-DACH Kooperation: Bisherige Ergebnisse für den Sonnblick. Bericht über den Sonnblick Workshop „Umweltforschung im Hochgebirge - Ergebnisse von GAW-DACH und verwandten Projekten“. *Österr. Beiträge zu Met. u. Geoph.*, Heft 21, 113-123.

- KASPER, A., H. PUXBAUM (1998): Seasonal variations of SO₂, HNO₃, NH₃ and selected aerosol components at Sonnblick (3106 m a.s.l.). *Atm. Env.*, Vol. 32, 3925-3939.
- KRÖGER, H., G. WOTAWA, H. KROMP-KOLB (1999): Ozontransport zu den Alpen - Ergebnisse von Trajektorienanalysen und Modellstudien. Bericht über den Sonnblick Workshop „Umweltforschung im Hochgebirge - Ergebnisse von GAW-DACH und verwandten Projekten“. *Österr. Beiträge zu Met. u. Geoph.*, Heft 21, 100-105.
- PICHLMAYER, F., W. SCHÖNER, P. SEIBERT, D. WAGENBACH (1998): Stable isotope analysis for characterization of pollutants at high elevated alpine sites. *Atm. Env.*, Vol. 32, 4075-4087.
- RIDLEY, B. A., E. ROBINSON (1992): The Mauna Loa Observatory Photochemistry Experiment. *J. Geoph. Res.*, Vol. 97, 10,285-10,290.
- SCHMITT, R., B. SCHREIBER, B. LEVIN (1988): Effects of long-range transport on atmospheric trace constituents at the baseline station Tenerife (Canary Islands). *J. Atm. Chem.* 7, 335-351.
- SCHÖNER, W. (1995): Schadstoffdeposition in einer hochalpinen winterlichen Schneedecke am Beispiel von Wurtenkees und Goldbergkees (Hohe Tauern). *Diss. Uni Salzburg*.
- SEIBERT, P., H. KROMP-KOLB, A. KASPER, M. KALINA, H. PUXBAUM, D. T. JOST, M. SCHWIKOWSKI, U. BALTENSPERGER (1998): Transport of polluted boundary layer air from the Po valley to high alpine sites. *Atm. Env.*, Vol. 32, 3953-3967.
- STEINBRECHT, W., U. KÖHLER, H. CLAUDE, H. DIER, W. ADAM, A. HAUCHECORNE, B. HEESE (1999): Extreme Schichtung im Ozonprofil. *Ozonbulletin des DWD*, Nr. 61.
- STOHL, A., N. SPICHTINGER-RAKOWSKY, P. BONASONI, H. FELDMANN, M. MEMMESHEIMER, H. E. SCHEEL, T. TRICKL, S. HÜBNER (1999a): The influence of stratospheric intrusions on alpine ozone concentrations: 1. Case studies and model validation. In prep. for *Atm. Env.*
- STOHL, A., N. SPICHTINGER-RAKOWSKY, P. BONASONI, H. FELDMANN, M. MEMMESHEIMER, H. E. SCHEEL, T. TRICKL, S. HÜBNER (1999b): The influence of stratospheric intrusions on alpine ozone concentrations: 2. Climatology from observations and from model calculations. In prep. for *Atm. Env.*
- STOHL, A., T. TRICKL (1999c): A textbook example of ozone transports related to a stratospheric intrusion. In prep. for *Weather*.
- TSCHERWENKA, W., A. KASPER, P. SEIBERT, H. PUXBAUM (1998): On-line measurements of sulfur dioxide at the 3 km level over Central Europe (Sonnblick Observatory, Austria) and statistical trajectory source analysis. *Atm. Env.*, Vol. 32, 3941-3952.

Kontaktadresse:

Dr. August Kaiser

Mag. Rita Nemeth

Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik

Hohe Warte 38

A-1190 Wien

WELCHEN BEITRAG LEISTEN TOTALISATOREN FÜR DIE KLIMAFORSCHUNG IM HOCHGEBIRGE? - gezeigt mit Hilfe des Totalisatorenmessnetzes im Sonnblickgebiet

Ingeborg Auer, Roland Potzmann und Wolfgang Schöner, Wien

1. Einleitung

Über Vor- und Nachteile von Totalisatorenmessungen und deren Ergebnisse wurde in der Reihe der Jahresberichte des Sonnblickvereines schon des öfteren berichtet. Auch ist die letzte umfangreiche Bearbeitung der Totalisatoren im Sonnblickgebiet in dieser Reihe publiziert worden (Auer und Böhm, 1998). Als gravierender Nachteil wird allgemein die geringe zeitliche Auflösung, die mit Totalisatoren erreicht wird, angesehen, und zeitweise vorhandene Rauhreifansätze am Gerät selbst stellen die Genauigkeit der Messungen wirklich in Frage. Andererseits gilt es aber auch zu bedenken, dass Totalisatoren zumeist in Regionen aufgestellt sind, wo eine tägliche Niederschlagsmessung aufgrund der örtlichen Lage oder wegen des Fehlens eines geeigneten Beobachters nicht möglich ist. Eine Alternative wäre also nur eine automatische Niederschlagsmessung. Deshalb ist es auch angezeigt, die Güte der automatischen Messgeräte im Hochgebirge zu untersuchen. Für den Sonnblick wurde (Auer, 1992) bereits ein dreimonatiger Zeitraum (September bis November 1991) in Hinblick auf automatische Niederschlagsmessung mit Wippe bzw. Waage ausgewertet. Die Ergebnisse stellten sich damals als eher entmutigend heraus. Es soll nun untersucht werden, ob diese "Anfangsschwierigkeiten" nun bereits überwunden sind und auch im 3100 m Seehöhe akzeptable Resultate mit Hilfe einer Niederschlagswaage zu erhalten sind - die Wippe wurde in der Zwischenzeit vom Sonnblick Observatorium entfernt.

2. Der Beitrag der Totalisatoren am österreichischen Niederschlagsmessnetz

Das Totalisatorenmessnetz Österreichs wird nicht von einer zentralen Stelle aus, wie beispielsweise das meteorologische Messnetz von der Zentralanstalt für Meteorologie oder das Niederschlagsmessnetz von den hydrographischen Abteilungen der einzelnen Länder (koordiniert durch das HZB) betrieben, sondern auch die Universitäten, Kraftwerksgesellschaften aber auch Private betreiben regionale Totalisatorenmessnetze (z.B. Vorarlberger Illwerke AG, Tiroler Wasserkraftwerke AG, Elektrizitätswerke St.Anton/Arlberg, Institut für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck, Tauernkraftwerke, Institut für Geographie der Universität Salzburg, Draukraftwerke, Kärntner Elektrizitäts AG oder andere Forschungsorganisationen) und stellen dann diese Daten der Öffentlichkeit zur Verfügung. So sind im Hydrographischen Jahrbuch 1996 (HZB, 1999) die Messergebnisse von insgesamt 138 Totalisatoren aufgelistet, was bei insgesamt 1256 Stationen einen Anteil von rund 11 Prozent ausmacht. Für mehr als 60% dieser Totalisatoren beträgt die zeitliche Auflösung zumindest 1 Monat, die restlichen liefern Jahreswerte meist von September (Oktober) bis September (Oktober).

Abbildung 2.1 zeigt die relative Verteilung von Niederschlagsmessstellen im Vergleich zur relativen Verteilung des Flächenanteils bestimmter Seehöhenstufen in Österreich. Man erkennt sehr leicht, dass Seehöhenbereiche unter 1200 durch das Messnetz überrepräsentiert werden, hingegen in Seehöhen über 1200 m vergleichbar weniger Niederschlagsmessgeräte installiert sind. In den Seehöhenbereichen über 1500 m Seehöhe tragen jedoch die Totalisatoren zu einer Verbesserung der Situation bei.

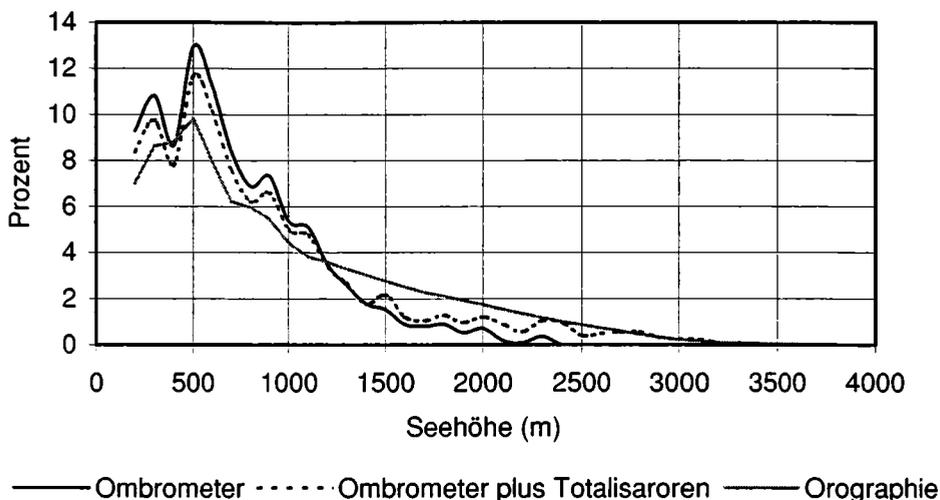


Abbildung 2.1: Relative Verteilung von Flächenanteilen bestimmter Seehöhen, Ombrometermessstellen und Ombrometer plus Totalisatoren in Österreich im Jahre 1994.

Die meisten Stationen liegen im Höhenbereich zwischen 400 und 600 m Seehöhe. Vergleicht man die Anzahl der Stationen von 1920 und 1980 (Skoda, 1993), so erkennt man, dass auch die langfristige Entwicklung nicht zu Gunsten der Höhenstationen beigetragen hat. Gab es im Seehöhenbereich 400 bis 600 m im Jahr 1920 5.5 Stationen pro 1000 km² und im Jahre 1980 14.8 (etwa 2 1/2 mal so viele Stationen), so betragen die entsprechenden Zahlen für den Seehöhenbereich über 3000 m 1.1 1920 und 2.0 1980, zwischen 2500 und 3000 m Seehöhe ist die Zahl von 0 auf 1.0 angestiegen.

Schon allein aus diesem Zahlenmaterial geht hervor, dass die Totalisatoren einen unverzichtbaren Bestandteil des österreichischen Niederschlagsmessnetzes ausmachen.

3. Die automatische Niederschlagsmessung am Sonnblick

Beim dreimonatigen Vergleich September bis November 1991 empfing die Niederschlagswaage einen Niederschlagsmehrbetrag von 33 mm gegenüber dem Ombrometer Süd. Dieser Überschuss ließ sich aber nicht auf eine qualitativ bessere Niederschlagsmessung zurückführen, da in diesen drei Monaten insgesamt 33 Fälle auftraten, wo die Waage Niederschlag registrierte, obwohl die Sonnblick Beobachter niederschlagsfreies Wetter meldeten (Auer, 1992). Derzeit werden am Sonnblick sogar zwei Niederschlagswaagen betrieben. Die Effektivität dieser beiden Geräte (Daten auf der ZAMG Datenbank gespeichert unter 15411: Waage auf der Südseite des Sonnblick Observatoriums, 15412 Waage auf der Nordostseite des Observatoriums) wird im folgenden untersucht werden.

Gleich zu Beginn der Auswertung zeigte sich, dass die im Herbst 1997 auf der Nordostterrasse neu installierte Niederschlagswaage (Auffangfläche 2 m über Grund) bislang keine brauchbaren Ergebnisse lieferte. Von den letzten 24 Monaten (Oktober 1997 bis September 1999) waren in der Datenbank der ZAMG von 18 Monaten überhaupt keine Daten vorhanden (Ausfall oder total unbrauchbar), die verbleibenden 6 Monate lieferten auch keinen Grund zu weiterem Optimismus. Es fand sich nämlich kein einziger Monat mit durchgehend brauchbaren Ergebnissen.

Wesentlicher besser steht es mit der Waage Süd. Von den letzten 20 Monaten lieferten immerhin 17 brauchbare Ergebnisse, sowohl was die Gesamtmenge als auch die zeitliche Auflösung betrifft. Die Korrelationen mit dem Ombrometer Süd für den Zeitraum Jänner 1998 bis September 1999 sind in Abbildung 3.1 dargestellt, wobei die Korrelationskoeffizienten zumeist über 0.7 liegen, in Einzelfällen jedoch sehr gering sind, vor allem wenn man die geringe Entfernung zwischen den beiden Messgeräten berücksichtigt

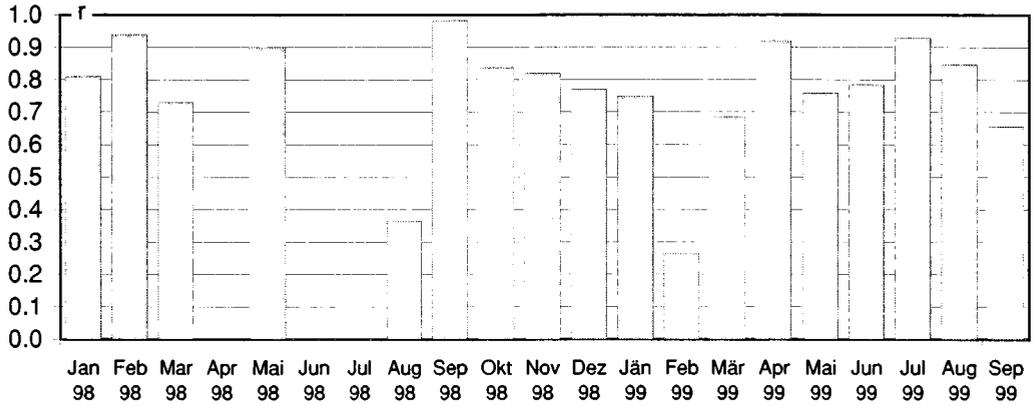


Abbildung 3.1: Korrelationskoeffizienten der Tagesniederschlagssummen am Sonnblick zwischen Waage Süd und Ombrometer Süd (Jänner 1998 bis September 1999)

Vergleicht man die Monatssummen von Waage Süd und Sonnblick Totalisator horizontal, der sich ebenfalls südlich des Observatoriums befindet, so findet man eine relativ gute Übereinstimmung mit einer Korrelation von 0.79 zwischen den beiden Geräten, hingegen zwischen Ombrometer Süd und Waage nur 0.45, bzw. 0.40 zwischen Ombrometer Süd und Totalisator horizontal. Ein Vergleich der Messungen von Waage, Ombrometer und Totalisator ist in Abbildung 3.2 gegeben.

Durch die Waagenmessung finden die durch die Totalisatormessungen gefunden Jahresniederschlagssummen um 2500 mm eine Bestätigung und es wäre langsam wirklich an der Zeit, den für den Sonnblick noch immer gebräuchlichern Rechenalgorithmus abzustellen, nämlich die Niederschlagssumme als Mittel (Ombrometer Nord plus Ombrometer Süd)/ 2 zu berechnen und weiter zu verbreiten, was immer wieder zu klimatologischen Missinterpretationen, wie Abnahme des Niederschlages mit steigender Seehöhe, Trockenzonen über den Hohen Tauern auf Kartendarstellungen etc. führt.

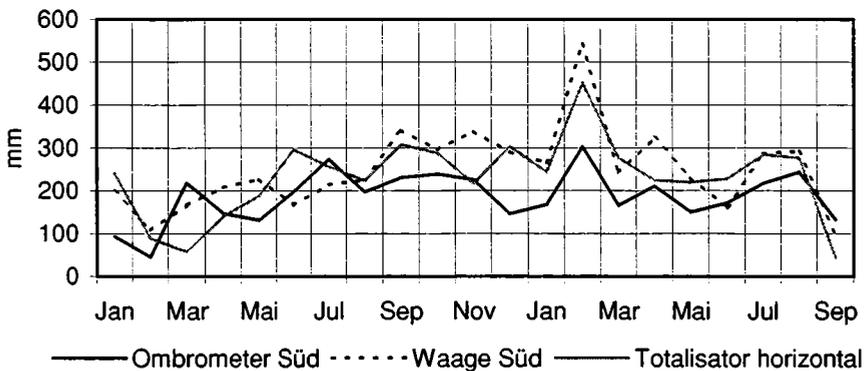


Abbildung 3.2: Monatsniederschlagssummen am Sonnblick zwischen Jänner 1998 und September 1999 gemessen mit drei verschiedenen Niederschlagsmessern

4. Niederschlagszeitreihen am Sonnblick

In Auer, 1992 wurde bereits gezeigt, dass die Totalisatormessungen besser geeignet sind, die langfristigen Niederschlagsschwankungen für die Region Hohe Tauern zu beschreiben, als beispielsweise das traditionelle Ombrometer Nord, dessen Messreihe in der Zwischenzeit schon mehr als 100 Jahre überstreicht. In Auer, 1993 wurde ein für die Region Hohe Tauern aus mehreren homogenisierten Einzelreihen berechneter repräsentativer Niederschlagsgitterpunkt (Gitterpunkt 13 Grad ö.L. und 47 Grad n.B.) berechnet.

Die Abweichungen (ausgedrückt in Promille) verschiedener Stationen zu diesem Gitterpunkt wird in der folgenden Abbildung gezeigt. Wie man leicht erkennen kann, zeigt die Talstation Bad Gastein die geringsten Abweichungen zu diesem Gitterpunkt, hingegen ist die Abweichung des Ombrometers Nord teilweise so groß, dass die Reihe für Niederschlagsänderungsuntersuchungen praktisch unbrauchbar ist. Schon wesentlich besser schneidet das Ombrometer Süd ab, von den am Gipfel installierten Messgeräten erweist sich aber der Totalisator TG4 (horizontale Auffangfläche) noch am ehesten geeignet, Niederschlagsschwankungen zu beschreiben.

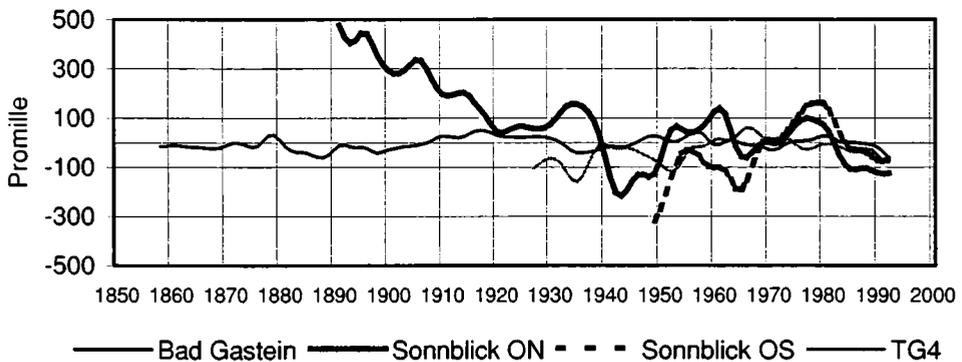


Abbildung 4.1: Abweichung der Zeitreihen Bad Gastein, Sonnblick Ombrometer Nord (ON), Sonnblick Ombrometer Süd (OS) und Sonnblick Totalisator horizontal (TG4) vom berechneten Niederschlagsgitterpunkt 47 Grad N und 13 Grad E

5. Korrelationskoeffizienten

Tabelle 5.1 beinhaltet Korrelationskoeffizienten zwischen den Niederschlagsreihen im Sonnblickgebiet über die Normalperiode 1961-1990 für die Messgeräte entlang des Goldbergkeeses und entlang des Fleißkeeses. Für beide Profile wurden sowohl je die nächstgelegene Talstation sowie alle am Gipfel befindlichen Ombrometer und Totalisatoren miteinbezogen. Die Messergebnisse der Talstationen gelten ja im allgemeinen als verlässlicher als die Gipfelmessungen. Die Lage der einzelnen Stationen ist in Auer und Böhm, 1998 in den Tabellen 2.2 und 2.3 beschrieben, ebenso sind in dieser Arbeit Fotos der Totalisatoren TW3, TW4, TG4 und TG5 zu finden.

Tabelle 5.1: Korrelationsmatrix für die einzelnen Niederschlagsmessgeräte um den Sonnblick, Jahres- (Jänner bis Dezember), Winter- (Oktober bis April) und Sommerwerte (Mai bis September) für die Periode 1961-1990

Messprofil Goldbergkees, 1961-1990

	ON			O. Rauris			TG4			TG3			TG2			TG1			OS			TG5		
	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S
ON	1,00	1,00	1,00	0,26	0,64	0,29	0,47	0,55	0,46	0,53	0,75	0,48	0,24	0,45	0,29	0,49	0,74	0,47	0,65	0,64	0,75	0,52	0,58	0,30
O. Rauris				1,00	1,00	1,00	0,78	0,68	0,61	0,66	0,80	0,65	0,54	0,67	0,40	0,79	0,84	0,74	0,40	0,61	0,46	0,67	0,73	0,55
TG4							1,00	1,00	1,00	0,73	0,87	0,74	0,41	0,73	0,41	0,71	0,80	0,66	0,41	0,38	0,49	0,87	0,91	0,77
TG3										1,00	1,00	1,00	0,63	0,76	0,55	0,71	0,86	0,66	0,43	0,28	0,42	0,70	0,83	0,67
TG2													1,00	1,00	1,00	0,69	0,76	0,63	0,47	0,51	0,48	0,35	0,68	0,62
TG1																1,00	1,00	1,00	0,19	0,17	0,32	0,64	0,84	0,57
OS																			1,00	1,00	1,00	0,44	0,29	0,37
TG5																						1,00	1,00	1,00

Messprofil Fleißkees, 1961-1990

	TF1			TF3			OS			O.Heiligenblut			TG4			TG5			ON		
	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S	J-D	O-A	M-S
TF1	1,00	1,00	1,00	0,86	0,86	0,90	0,36	0,37	0,34	0,42	0,65	0,55	0,78	0,57	0,73	0,75	0,67	0,71	0,45	0,65	0,40
TF3				1,00	1,00	1,00	0,39	0,38	0,45	0,51	0,63	0,54	0,77	0,74	0,77	0,75	0,79	0,72	0,67	0,68	0,56
OS							1,00	1,00	1,00	0,18	0,25	0,32	0,43	0,28	0,42	0,44	0,29	0,37	0,65	0,64	0,75
O.Heiligenblut										1,00	1,00	1,00	0,40	0,46	0,48	0,35	0,55	0,34	0,48	0,69	0,47
TG4													1,00	1,00	1,00	0,87	0,91	0,77	0,47	0,55	0,46
TG5																1,00	1,00	1,00	0,52	0,58	0,30
ON																			1,00	1,00	1,00

ON, OS, O.Rauris, O.Heiligenblut: Ombrometer Sonnblick Nord, Sonnblick Süd, Rauris, Heiligenblut

TG1, TG2, TG3, TG4, TG5: Totalisatoren im Bereich Goldbergkees: Kolm-Saigurn, Radhaus, Rojacherhütte, Sonnblick horizontal, Sonnblick hangparallel.

TF1, TF3: Totalisatoren im Bereich Kleines Fleißkees.

Betrachtet man alle Stationen so finden sich die höchsten Korrelationen nämlich ≥ 0.9 zwischen den beiden Totalisatoren am Fleißkees TF1 und TF3 für den Zeitraum Mai bis September und zwischen den beiden Gipfeltotalisatoren TG4 und TG5 im Winter.

Im Zeitraum Oktober bis April bestehen für die Talstation Rauris die höchsten Korrelationen zu den Totalisatoren TG1 und TG3, von den Messgeräten am Gipfel ist der hangparallele Totalisator mit 0.73 am höchsten korreliert, die Ombrometer weisen nur Werte von 0.64 bzw. 0.61 auf. Im Sommer, von Mai bis September, sind aufgrund der häufigeren konvektiven Niederschlagsereignisse geringere Korrelationen zu erwarten. TG1 ist nur mehr zu 0.74 und TG3 zu 0.65 korreliert, für die beiden Gipfeltotalisatoren sind die Zusammenhänge mit 0.61 (TG4) und 0.55 für TG5 noch etwas schlechter. Trotzdem sind die Werte noch höher als die entsprechenden Zahlen für ON (0.29) und OS (0.46).

Für die Nordseite des Sonnblicks also sind sowohl im Sommer als auch im Winter die Korrelationen zwischen Rauris und den beiden Totalisatoren höher als zu den beiden Ombrometern.

Zu Heiligenblut hingegen ist für den Winter die höchste Korrelation durch die Messwerte des Ombrometer Nord gegeben - höher als jene zu den beiden näher gelegenen Totalisatoren TF1 und TF3. Die schlechteren Zusammenhänge finden sich wieder im Sommer. Heiligenblut ist mit Werten von 0.55 bzw. 0.44 am besten mit TF1 bzw. TF3 korreliert, von den Gipfelmessungen besteht der noch beste Zusammenhang wieder zum Ombrometer Nord, mit einem allerdings geringem Wert von 0.47. Bei der Interpretation dieser Ergebnisse muss man sich allerdings bedenken, dass die Reihe von Heiligenblut leider größere Inhomogenitäten aufweist.

6. Vergleiche mit der Wintermassenbilanz von Gletschern im Sonnblickgebiet

Seit dem Jahr 1986/87 werden auch auf dem Goldbergkees Winterbilanzmessungen durchgeführt (Schöner, 1995), die als „unabhängiges, externes Niederschlagsmessgerät“ interpretiert werden können. Zwei der Messprofile, nämlich Lieslstange und Bockpalfen, werden für diese Arbeit mit den am Sonnblick durchgeführten Niederschlagsmessungen verglichen. Das Messprofil Lieslstange liegt knapp unterhalb des Observatoriums auf ungefähr 3000m, das Messprofil Bockpalfen im mittleren Gletscherbereich auf ungefähr 2680m Seehöhe. Das Messprofil Bockpalfen weist im Vergleich zum Messprofil Lieslstange einen geringeren Einfluss durch Windverfrachtung auf. Da diese beiden Profile gute Korrelationen zu den zu 2 Messprofilen am Wurtenkees (Chemieprofil am Gipfelhang auf etwa 3000 m Seehöhe und Pegel 5 auf etwa 2650 m Seehöhe) zeigen (0.63 bis 0.82), werden diese beiden auch noch in die Untersuchung miteinbezogen. Die Abbildung 6.1 zeigt diese Vergleiche und Tabelle 6.1 gibt eine Aufstellung über die Korrelationskoeffizienten.

Bei den Korrelationen zu den Profilen am Goldbergkees ist der beste Zusammenhang zu den Winterbilanzmessungen durch das Ombrometer Süd und den Totalisator in Kolm Saigurn gegeben, gefolgt vom Totalisator horizontal und Totalisator Rojacherhütte. Besonders schlecht hingegen wird der am Gletscher liegende Schnee durch den Rathaustotalisator und das Ombrometer Nord repräsentiert. Auch das Chemieprofil zeigt die höchste Korrelation zum Ombrometer Süd, P5 am Wurtenkees hingegen korreliert am besten mit dem Totalisator Kolm Saigurn.

Zieht man nun zusätzlich die Grafiken der Abbildung 6 ins Kalkül zeigt sich jedoch wiederum, dass trotz bester Korrelationen die gefallene Menge durch die Messungen am Ombrometer Süd unterschätzt wird und die Totalisatoren den gefallenen Mengen näher kommen.

Tabelle 6.1: Korrelationskoeffizienten zwischen den Niederschlagssummen gemessen mit Ombrometern bzw. Totalisatoren und bestimmt aus Winterbilanzmessungen im glaziologischen Winterhalbjahr

	Lieslstange Goldbergkees	Bockpalfen Goldbergkees	Chemieprofil Wurtenkees	P5 Wurtenkees
Tot hori	0.61	0.57	0.54	0.48
Tot par	0.37	0.57	0.33	0.26
Tot Rojacher	0.52	0.54	0.58	0.58
Ombro S	0.63	0.72	0.64	0.61
Ombro N	0.47	0.20	0.60	0.47
Tot Radhaus	0.17	0.15	0.26	0.28
Tot Kolm-Saigurn	0.66	0.64	0.54	0.80

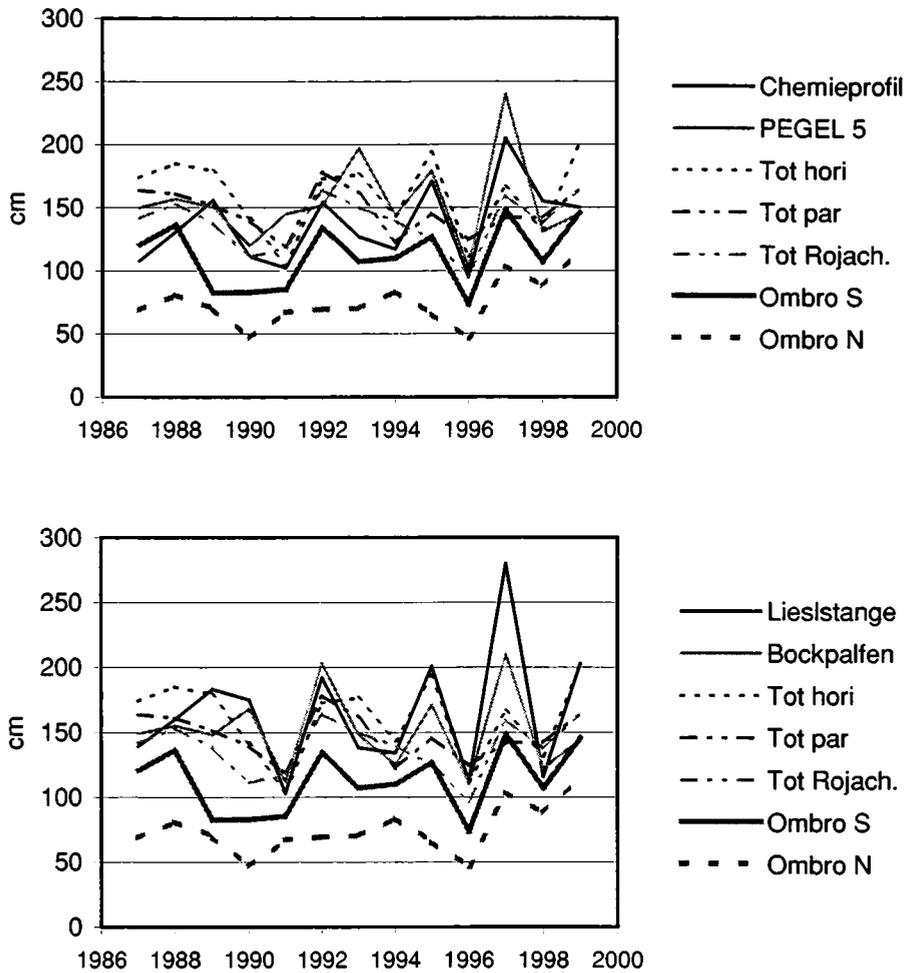


Abbildung 6.1: Zeitreihe der Niederschlagseinträge im Glazialwinter (Oktober bis April) in der Goldberggruppe ermittelt durch Totalisatoren, Ombrometer und Winterbilanzmessungen

7. Niederschlagskarten im Sonnblickgebiet.

Bei der Auswertung der Niederschlagsdaten in Blickrichtung Niederschlagskarten spielt es auf Grund der großen Differenzen natürlich eine große Rolle, ob man nun für die Kartenkonstruktionen die Totalisatorenwerte miteinbezieht oder nicht. Dazu wurden aus Auer und Böhm (1998) aus Tabelle 3.2.1 die 30jährigen Normalwerte herangezogen und für die Regionen nördlich und südlich des Alpenhauptkammes logarithmische Höhenprofile des Niederschlages berechnet, einmal nur Ombrometermessungen und einmal mit Ombrometern plus Totalisatoren.

Erstellt wurden die Karten der Niederschlagsdifferenz in Arcview. An der Grenze der beiden Regionen wurde eine Mittelung mit einem Wedge-Filter (kreissegmentförmig) durchgeführt, wodurch die höheren Niederschlagsmengen nördlich des Alpenhauptkammes noch leicht in den südlichen Bereich übergreifen.

Kaum Unterschiede ergeben sich bei beiden Karten im Seehöhenbereich unter 1500 m Seehöhe, sehr große Differenzen hingegen am Alpenhauptkamm selbst.

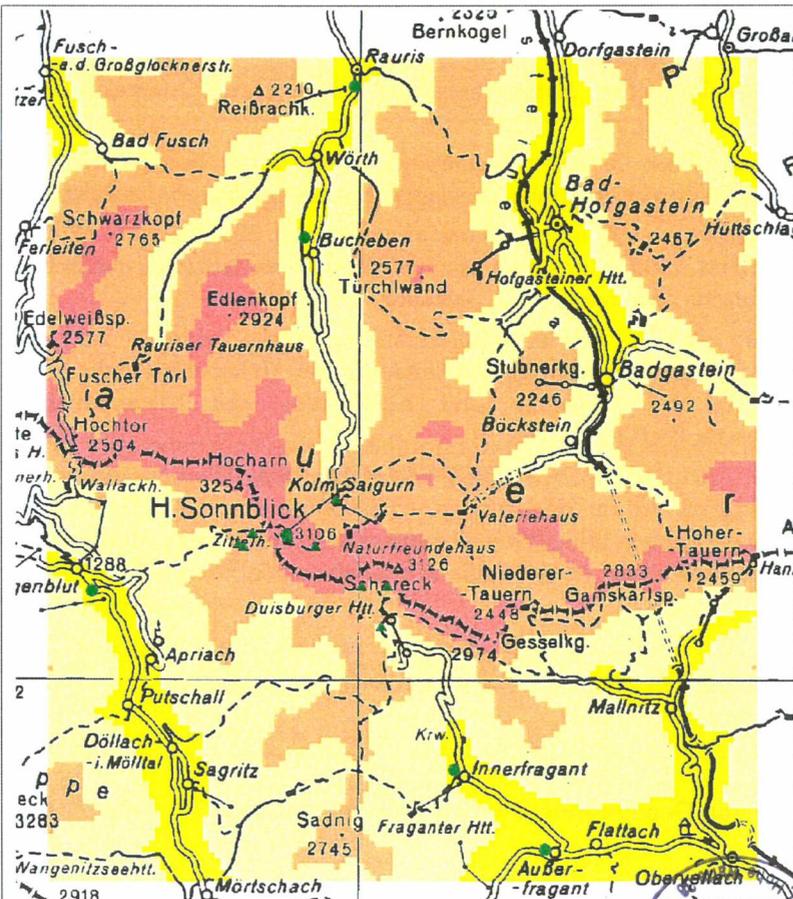
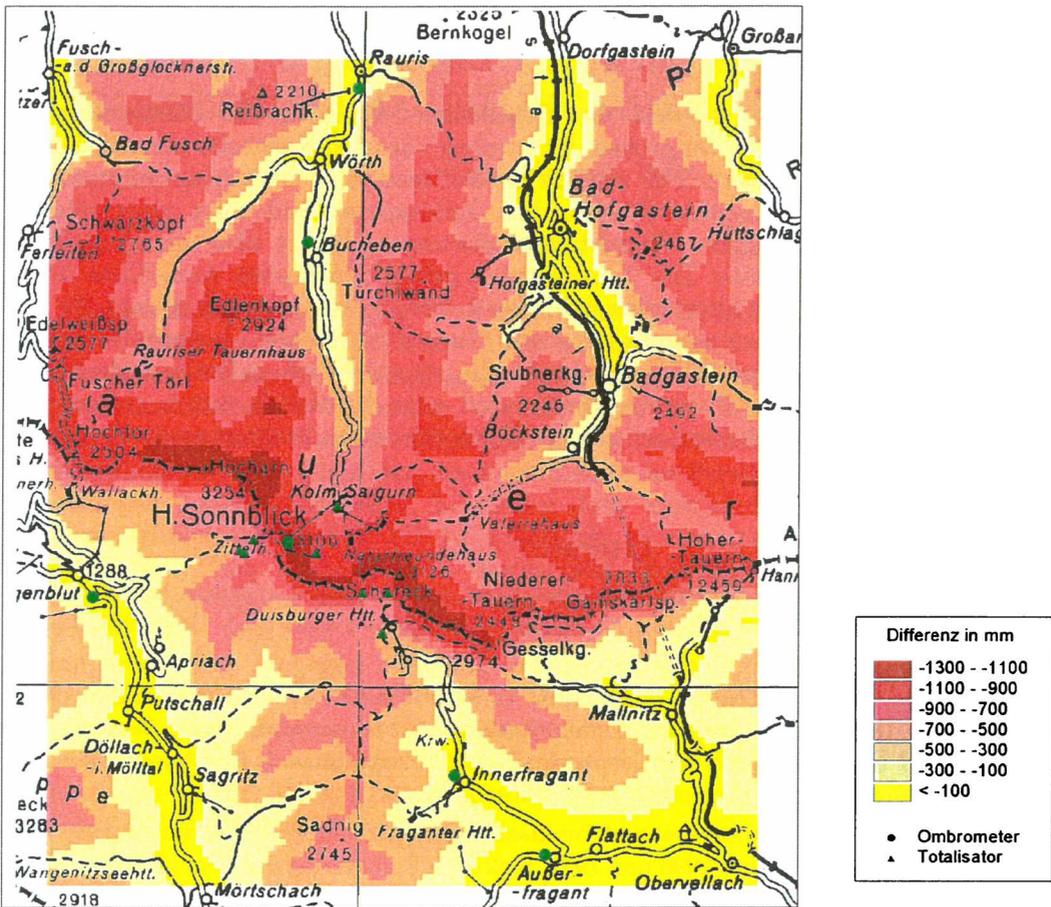


Abbildung 7.1:
Niederschlagsdefizit durch
Nichteinbeziehung von
Totalisatoren: Differenz der
Niederschlagsmenge
berechnet aus
Ombrometermessungen und
der Niederschlagsmenge
berechnet unter
Einbeziehung der
Totalisatormessungen, oben
für das gesamte Jahr, unten
für das Sommerhalbjahr
(Landkarte: © BEV)



8. Zusammenfassung:

In der vorliegenden Arbeit wurden die Ergebnisse verschiedener Niederschlagsmessmethoden im Sonnblickgebiet verglichen. Es wurden Vor- und Nachteile verschiedener Niederschlagsmessgeräte aufgezeigt. Für zeitlich feinauflösende Niederschlagsinformation eignet sich am besten die südseitige Waage, das Ombrometer Süd zeigt zwar relativ Korrelationen zu den unabhängigen Winterbilanzmessungen, liefert aber mengenmäßig beträchtliche Niederschlagsdefizite. Die Totalisatoren geben den besten Aufschluss über Niederschlagssummen, erlauben aber keine zeitliche Auflösung unter einem Monat. Es ist daher aus allen Niederschlagserfassungssystemen Nutzen zu ziehen. Innerhalb dieser Systeme bestehen jedoch auch große Unterschiede, die offensichtlich aufstellungsbedingt, wie beim Ombrometer auf der Nordostterrasse, sind oder zusätzlich durch technische Probleme, wie bei der Niederschlagswaage auf der Nordostterrasse, bedingt sind.

Literatur

- AUER, I., 1992: Ergebnisse der Niederschlagsmessungen am Sonnblick- Observatorium - Ein Vergleich verschiedener Messmethoden. 88.-89. Jb.d.Sonnblickvereines f.d.J. 1990-1991, 49-53, Wien
- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER, W. WINIWARTER, 1995: Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Österr. Beiträge zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- AUER, I. und BÖHM, R., 1998: Schneepegel und Totalisatoren im Sonnblickgebiet. Jahresbericht des Sonnblickvereines für die Jahre 1996 und 1997, S 42 - 87, Eigenverlag des Sonnblick-Vereines, Wien.
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1997: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1994. 102. Band, Wien.
- HYDROGRAPHISCHES ZENTRALBÜRO, 1999: Hydrographisches Jahrbuch von Österreich 1996. 104. Band, Wien.
- SCHÖNER, W., 1995: Schadstoffdeposition in einer hochalpinen winterlichen Schneedecke am Beispiel von Wurtenkees und Goldbergkees (Hohe Tauern). Dissertation Universität Salzburg, Salzburg.
- SCHÖNER, W., I. AUER, und R. BÖHM, 2000: Klimaänderung und Gletscherverhalten in den Hohen Tauern. Salzburger Geographische Arbeiten, Bd. 36, Salzburg.
- SKODA, G., 1993: Pilotstudie zu I. Korrekturmöglichkeiten von Fehlern bei der Niederschlagsmessung und II. Möglichkeiten der Bestimmung der Höhenabhängigkeit des Niederschlages, Anhang, Teil E: Erfassung und Auswertung des Niederschlages. Hydrographisches Zentralbüro im Bmfluf-, Wien.
- ZENTRALANSTALT FÜR METEOROLOGIE UND GEODYNAMIK, 1999: Bericht über den Sonnblick-Workshop Umweltforschung im Hochgebirge – Ergebnisse von GAW-DACH und verwandten Projekten, 5. bis 6. Oktober 1999, Wien. Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik Heft 21. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.

Kontaktadresse:

Dr. Ingeborg Auer
 Mag. Roland Potzmann
 Dr. Wolfgang Schöner
 Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
 Hohe Warte 38
 A-1190 Wien

DER ZUSTAND DER GLETSCHER IM SONNBLICKGEBIET IN DEN GLETSCHERHAUSHALTSJAHREN 1997/98 UND 1998/99

Ingeborg Auer, Wien

1. Einleitung

Die Gletscherlängenmessungen in den beiden Berichtsjahren erfolgten unter extrem konträren Bedingungen. Im Herbst 1998 zeigten sich die Gletscherränder bereits tief verschneit und bei zusätzlich schlechten Witterungsbedingungen konnten nur zwei der vier vorgesehenen Gletscher vermessen werden. Ganz im Gegensatz dazu ermöglichten im Herbst 1999 optimale Wetterbedingungen und gut erkennbare, apere Gletscherenden die Vermessung aller vier Gletscher, die Fortführung der Fotodokumentation und wenn nötig, das Anlegen neuer Meßmarken. In diesem Jahr kam auch erstmals ein automatisches Entfernungsmessgerät HILTI PD 10 zusätzlich zu den traditionellen Maßbändern zum Einsatz. Wie aus Tabelle 1.1 hervorgeht konnten die Längenmessungen im Gletscherhaushaltsjahr 1997/98 nur am Wurtenkees und am Kleinem Fleißkees erst zwischen 13. und 14. Oktober 1998 durchgeführt werden, Goldberg- und Schlapperebenkees hingegen aufgrund der den ganzen September hindurch bestehenden extremen Schneesituation und trotz des versuchten Einsatzes von Besen und Schaufeln und der weiteren Schneefälle überhaupt nicht vermessen werden. Im Haushaltsjahr 1998/99 hingegen war es wieder möglich von allen vier Gletschern die Längenänderungen zu bestimmen. Die Messungen in beiden Berichtsjahren wurden von Inge Auer und Reinhard Böhm durchgeführt.

Tabelle 1.1: Termine der Vermessung am Ende der einzelnen Gletscherhaushaltsjahre

Glazialjahr	Goldbergkees	Kleines Fleißkees	Wurtenkees	Schlapperebenkees
1997/97	-	13.10.1998	14.10.1998	---
1998/99	14.9.1999	16.9.1999	14.9.1999	15.9.1999

Der Witterungsverlauf für die Gletscherregion des Sonnblickgebietes für die Glazialjahre 1997/98 und 1998/99 kann den entsprechenden Massenbilanzartikeln sowie den Tabellen im Anhang entnommen werden.

2. Meßergebnisse

In der folgenden Zusammenstellung sind die Abstände der Meßmarken vom Gletscherrand zu den einzelnen Beobachtungsterminen angeführt.

Tabelle 2.1: Abstand der Meßmarken vom Gletscherrand (in m)

a) Goldbergletscher

Marken	C95	22/97	B97	A97	Z97
Okt. 1998	-	-	-	-	-
Sep. 1999	65.2	40.4	32.0	32.2	18.9

Im September 1999 neu angelegte Marken, weiß lackiert:

Marke	Richtung (Grad)	Entfernung zum Gletscherrand (m)	ersetzte Meßmarke	Entfernung zur alten Meßmarke (m)
C99	240°	34.0	C95	31.2
A99	190°	8.7	A97	23.5
B99	225°	0.0	B97	32.0
22/99	240°	18.0	22/97	22.4

Die Erneuerung von Z97 war nicht notwendig.

b) Kleines Fleißkees

Marken	C94	D94	A97	B97	E97
Okt.1998	unauffindbar	32.5	19.5	unauffindbar	unauffindbar
Sep.1999	78.0	73.6*	26.9	33.0	47.5

*): Messung wurde in Richtung 90 Grad (Fließrichtung) vorgenommen, da in der alten Richtung keine sinnvolle Messung mehr möglich war.

Im September 1999 neu angelegte Marken, rot lackiert:

Marke	Richtung (Grad)	Entfernung zum Gletscherrand (m)	ersetzte Meßmarke
C99	90	10.2	C94
D99	90	10.7	D94
E99	90	11.2	E97

c) Wurtenkees (Schareck-Gletscherteil)

Marken	B95	C94	D94	I94	J94
Okt.1998	48.5	42.5	68.2	44.6	24.6
Sep.1999	46.0	51.0	75.6	48.0	33.8

Das Anbringen neuer Gletschermarken war nicht notwendig. Es wurde allerdings ein Stein unbekannter Herkunft vorgefunden. Er ist mit "1998 Eis" rot markiert und war 13.5 m vom Gletscherrand entfernt. Da die Meßmarke A seit 1994/1995 wegen des Schibetriebes ohnehin nicht mehr verwendet werden kann, soll sie ab nächstem Jahr für die Längenmessungen verwendet werden.

d) Schlapperebenkees

Marken	B83(Z)	D83(Z)	F83(Z)
Okt.1998	-	-	-
Sep.1999	17.1	26.7	43.5

3. Längenänderungen im Glazialjahr 1997/98

Kleines Fleißkees

Das Kleine Fleißkees zeigte sich zum Zeitpunkt der Messung tief verschneit. Am Gletscherende betrug die Schneehöhe bereits 50 cm, in den Mulden sogar bis 1 m, sodaß der Gletscherrand durch Grabungen festgestellt werden mußte. Am Vermessungstag herrschte zwar sonniges Wetter, aber auch die Gletschermarken waren tief verschneit, und

mußten mit Hilfe von Besen und Schaufel freigelegt werden. Insgesamt wurden nur die Meßmarken D94 und A97 gefunden. Aus dem Mittel dieser beiden Meßmarken ergab sich für das Fleißkees ein Rückgang der Gletscherzunge von 15.1 m.

Wurtenkees

Schareckgletscherteil

Zum Zeitpunkt der Messung betrug die Schneehöhe am Gletscherrand des Wurtenkeeses insgesamt bis zu 95 cm mit einer Schneedichte von ca.0.4. In Richtung der einzelnen Meßmarken wurden folgende Schneehöhen vorgefunden:

Meßmarke	B95	C94	D94	I94	J94
Neuschnee (cm)	50	50	50	30	40
Gesamtschnee (cm)	95	85	90	60	90

Der Eisrand wurde durch Grabungen festgestellt. Aus den 5 vorhandenen Messungen läßt sich gegenüber dem Stand 1996/97 ein mittlerer Gletscherrückgang von 13.0m errechnen. Der Zungenrückgang fiel also im Haushaltsjahr 1997/1998 etwas geringer als auf dem Fleißkees aus.

4. Längenänderungen im Glazialjahr 1998/99

Im Gegensatz zum Vorjahr waren die Gletscherenden während der Meßkampagne aper, so daß die Gletscherränder leicht zu bestimmen waren.

Kleines Fleißkees

Das Kleine Fleißkees zeigte im Berichtsjahr einen sehr starken Rückgang vom flachen Terrain des Vorlandsees in den Steilabbruch oberhalb des Sees. Die Marken A und B befinden sich vor schuttbedecktem Eis, daher ist dort der Rückgang geringer. Bei den Marken D und E war der Gletscherrückzug so stark, daß eine Änderung der Meßrichtung erforderlich war. Mit einem mittleren Rückzug (Mittel der Marken D und A) von 24.2 m zeigte das Fleißkees einen wesentlich stärkeren Rückgang als das Wurtenkees.

Wurtenkees

Schareckteil

Bei prächtigem Bergwetter waren alle fünf Gletschermarken und der Gletscherrand sehr gut erkennbar. Vor dem Gletscher befindet sich ein immer größer werdender See, der die Messung vom Meßpunkt D94 ziemlich erschwert. Eine neue Meßmarke konnte nicht angelegt werden, da kein geeigneter Stein vorhanden war. Aus den 5 Meßmarken errechnete sich ein mittlerer Gletscherrückgang von 5.2 m. Nimmt man an, daß der vorgefundene Stein "1998 Eis" (als Ersatz für die ehemalige A Meßmarke) im Vorjahr die Distanz 0 aufwies, würde sich der Gletscherrückgang auf 6.6m erhöhen, aber noch immer weit unter jenem des Kleinen Fleißkeeses liegen.

5. Zweijährige Längenänderungen zwischen 1997/1998 und 1998/99

Da nur von zwei der zu beobachtenden Gletschern im Sonnblickgebiet einjährige Längenänderungen dokumentiert werden konnten, werden zu Vergleichszwecken für alle vier Gletscher die entsprechenden Zahlen der Längenänderungen innerhalb von zwei Bilanzjahren angeführt.

Tabelle 5.1: Zweijährige Längenänderungen der Gletscher im Sonnblickgebiet zwischen 1997/98 und 1998/99

Gletscher	Goldbergkees	Kleines Fleißkees	Wurtenkees	Schlapperebenkees
Längenänderung (m)	-18.2	-38.2	-18.2	-4.7

Goldbergkees

Die Gletscherzunge hat sich in den letzten Jahren über einen markanten, ca. 5 m hohen Felsriegel zurückgezogen. Der mittlere Gletscherrückgang innerhalb der letzten beiden Jahre betrug 18.2 m. Alle neuen Gletschermarken liegen nun auf dem neuen Vorlandsniveau hinter dem Felsriegel, wo sich auch ein neuer, zusätzlicher Vorlandsee gebildet hat. Die kreisrunde Einbruchsstelle auf der Gletscherzunge ist durch den Gletscherrückzug nun zu einem mächtigen Gletschertor geworden.

Kleines Fleißkees

Das Kleine Fleißkees zeigte innerhalb der letzten beiden Beobachtungsjahre den stärksten Zungenrückgang.

Wurtenkees

Das Wurtenkees zeigte in den letzten beiden Jahren einen Rückgang in der Größenordnung des Goldbergkeeses, und ist seit den letzten paar Jahren nicht mehr der Gletscher der Goldberggruppe mit den stärksten Rückzügen. Ob diese Tendenz anhält und vielleicht sogar mit der Führung des Gletscher Schigebietes und der damit verbundenen künstlichen Beschneidung zu tun hat, wird sich in den nächsten Jahren zeigen.

Schlapperebenkees

Der Gletscher ist von allen vermessenen Gletschern der Goldberggruppe nach wie vor derjenige mit dem geringsten Rückgang, Er macht auch von seiner Form her noch einen dynamischen Eindruck und dürfte - bedingt durch die sehr strahlungsgeschützte Lage - immer noch nicht sehr negativ bilanzieren. Der mittlere Rückgang seit 1996/97 betrug lediglich 4.7 m.

6. Längenänderungen der Gletscher in der Goldberggruppe seit 1978

Wie schon im letzten Jahresbericht wird wiederum eine Zusammenschau der Messergebnisse seit 1978 in der folgenden Grafik gegeben. Gegenüber der Grafik des letzten Jahresberichtes ist zu erkennen, daß der Gletscherrückgang am Kleinen Fleißkees in der Zwischenzeit jenen des Wurtenkeeses erreicht bzw. leicht übertroffen hat. Auch der Rückgang des Goldbergkeeses schreitet in den letzten Jahren rascher voran, als es in den 80er Jahren der Fall war. Am stabilsten verhält sich bislang das Schlapperebenkees.

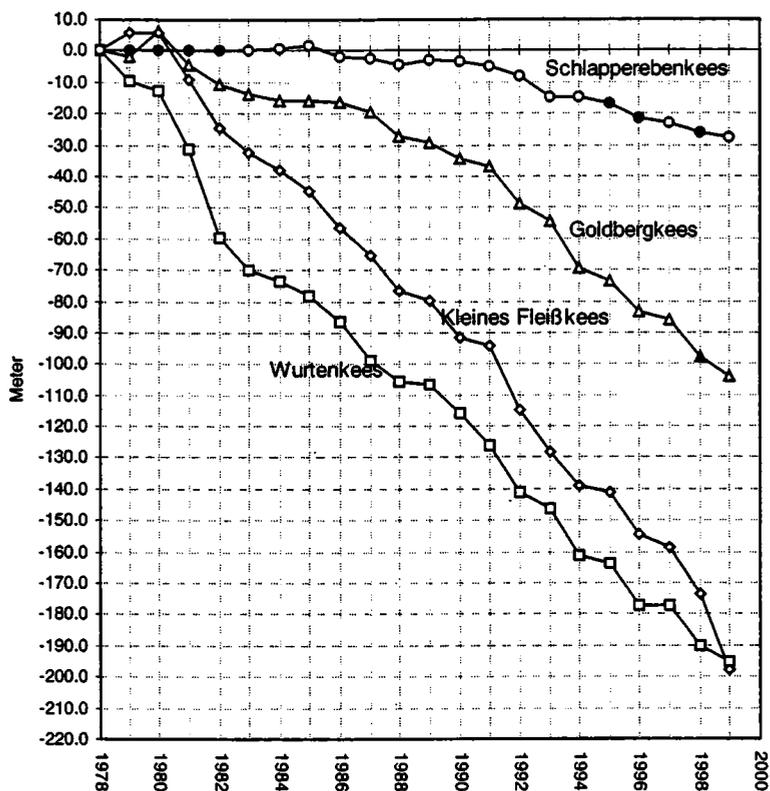


Abbildung 6.1: Längenänderungen der Gletscher in der Goldberggruppe seit 1978

• rekonstruierte Werte

Literatur

- AUER, I., R. BÖHM, N. HAMMER, W. SCHÖNER, T. WIESINGER, W. WINIWARTER: Glaziologische Untersuchungen im Sonnblickgebiet: Forschungsprogramm Wurtenkees. Österr. Beitr. zu Meteorologie und Geophysik, Heft 12, Zentralanst. f. Met. u. Geodyn., Wien 1995.
- BÖHM, R.: 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 1984.
- BÖHM, R. und J. STROBL: Monographie der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern, Teil 2: Goldbergletscher und Kleines Fleißkees. Entwicklung der Gletscher seit 1850. 82.-83. Jb. d. SV., 3-44, Wien 1987.

Kontaktadresse:

Dr. Ingeborg Auer
Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
A-1190 Wien, Hohe Warte 38

Folgende Seiten: Fotos R. Böhm



Foto 1: Das neue Entfernungsmessgerät HILTI PD 10 (Foto: R. Böhm)



Foto 2: Der Zustand des Goldbergkeeses am 14. 9. 1999 vom Fotostandpunkt Herzog Ernst 6F80 (Foto: R. Böhm)



Foto 3: Der Zustand des Kleines Fleißkeeses am 16. 9. 1999 vom Fotostandpunkt 5F80
(Foto: R. Böhm)

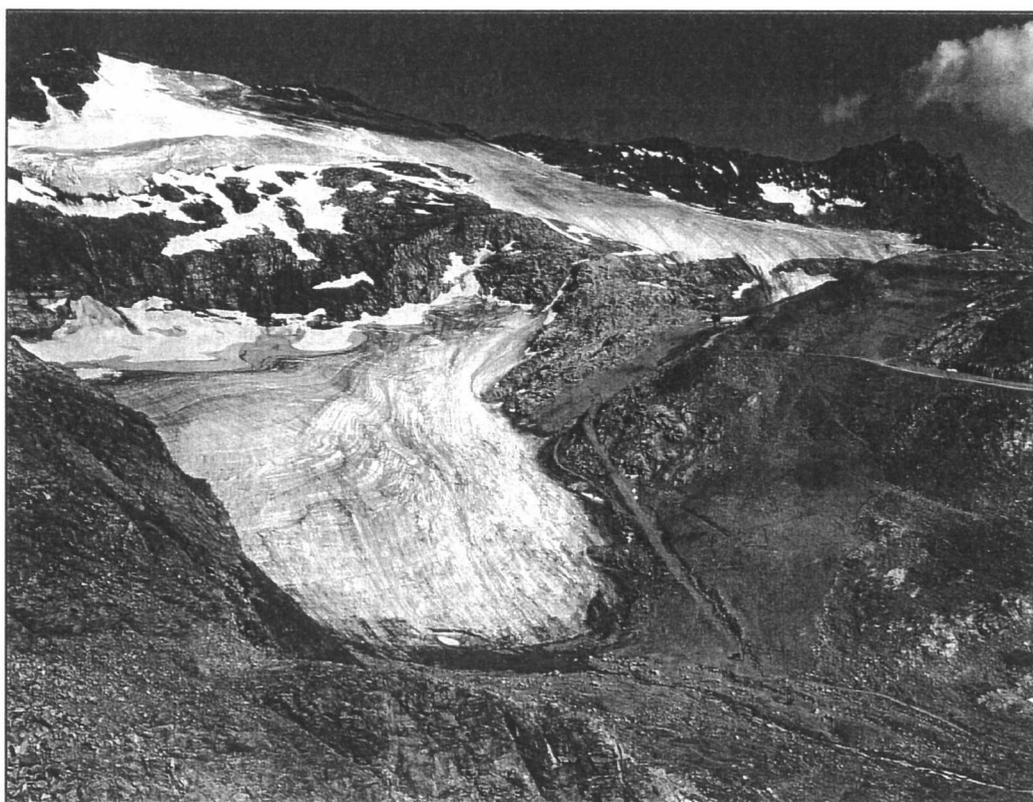


Foto 4: Der Zustand des Wurtenkeeses am 14. 9. 1999 vom Fotostandpunkt 8F82 (Foto R. Böhm)

MASSENHAUSHALT WURTENKEES FÜR DAS HAUSHALTSJAHR 1997/98

W. SCHÖNER und H. TOMBERGER, Wien

Zusammenfassung

Diese Arbeit beschreibt die Messergebnisse der Massenhaushaltsuntersuchungen des Haushaltsjahres 1997/98 auf dem Schareckteil des Wurtenkees im Sonnblickgebiet. Das Haushaltsjahr ist gekennzeichnet durch eine durchschnittliche Winterbilanz und eine sehr negative Jahresbilanz. Während die spezifische Winterbilanz ziemlich genau dem Durchschnitt der Periode 1983 bis 1998 entspricht (99% des Normalwertes) beträgt (negative) Sommerbilanz 123% des Durchschnittswertes. Ein durchschnittlicher Winter und eine überdurchschnittliche Abschmelzung im Sommer führten also zu einer stark negativen Nettomassenbilanz. Die spezifische Jahresbilanz beträgt -1313 kg/m^2 , das ist 62% negativer als der Mittelwert der Periode 1982 bis 1998. Der Massenverlust in diesem Jahr beträgt $1.436.000 \cdot 10^3 \text{ kg}$. Das Wurtenkees weist in den 16 untersuchten Haushaltsjahren auch weiterhin nur ein positives Haushaltsjahr (1983/84) auf.

1. Einleitung

Dieser Bericht beschreibt die Messungen und Ergebnisse des Massenhaushaltes des Wurtenkees für das Haushaltsjahr 1997/98 mittels direkter glaziologischer Methode. Die Messungen werden jährlich seit dem Haushaltsjahr 1982/83 durchgeführt. Das Wurtenkees weist auf Grund seiner ungünstigen Exposition fast jedes Jahr einen sehr großen relativen Massenverlust auf und verliert mangels genügender Nettoakkumulation ständig an Volumen. Seit dem Haushaltsjahr 1986/87 besteht der Schareckteil des Wurtenkees aus zwei völlig getrennten Gletscherteilen, die jeweils eine eigene Dynamik mit eigenem Akkumulations- und Ablationsgebiet besitzen. In den letzten Jahren hat sich besonders der oberste Gletscherteil weiter sehr stark zurück gezogen wodurch eine neue Kartenaufnahme wieder notwendig erscheint. Seit dem Haushaltsjahr 1997/98 kommen auf dem Wurtenkees auch Schneekanonen zum Einsatz, deren Einfluss auf die Massenbilanz jedoch vernachlässigbar sein dürfte.

Alle Massenhaushaltsuntersuchungen auf dem Wurtenkees von 1982/83 bis 1987/88 sind in der Zeitschrift "Wetter und Leben", seit 1988/89 im "Jahresbericht des Sonnblickvereines" veröffentlicht worden.

2.1 Winterbilanzmessung am 5.5. und 7.5. 1998

Die Feldmessungen für die Winterbilanz 1997/98 wurden vom 5. bis 7. Mai 1998 durchgeführt. An 12 Profilen wurden die Dichte und der Schneetemperaturverlauf gemessen und teilweise auch die Stratigraphie der Schneedecke bestimmt (Tabelle 2.1.1 und 2.1.2). Die Lage der Profilstandpunkte wurde in Zusammenarbeit mit dem Institut für Geographie der Universität Salzburg mittel GPS (DGPS Postprocessing mit Basis in Salzburg-Stadt) vermessen. Die Lagen sind in der Karte der Winterbilanz zu sehen. Versuche einer Online-DGPS Messung mit dem Korrektursignal der Firma DGPS (Übertragung via Ö1 des ORF) müssen als gescheitert bezeichnet werden.

Zusätzlich zu den Messungen in den Schneeschächten wurde der Gletscher mit einem dichten Schneetiefensondieretz (61 Sondierungspunkte) abgedeckt, um die Interpolation der Isolinien der spezifischen Winterbilanz zu verbessern. Die Tiefenwerte und interpolierten Bilanzwerte der Sondierung sind in Tabelle 2.1.3 dargestellt.

Tabelle 2.1.1: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 1998; Schneeprofile

Profil	Koordinaten			Schnee- höhe (cm)	bw (kg/m ²)	Dichte (kg/m ³)	Vorjahres- horizont
	x	y	z				
Chemie	211235	-23942	3030	386	1552	402	Firn
PE 27*	211050	-23763	3050	250	1112	445	Firn
PE 21	210701	-23987	2905	330	1364	413	Firn
PE 19*	210490	-24120	2815	280	1208	431	Eis
PE 17	210410	-23987	2845	287	1171	408	Eis
PE 15*	210580	-24440	2730	300	1274	425	Eis
LAWI	211219	-24597	2700	500	2086	435	Firn
PE 11	211128	-24701	2670	367	1453	396	Firn
PE 7*	211290	-24860	2670	318	1313	413	Eis
PE 5*	211080	-24820	2650	321	1308	408	Eis
PE 3	210983	-24887	2630	372	1555	418	Eis
PE 1*	211025	-25125	2570	190	743	391	Eis

*keine DGPS Vermessung

Tabelle 2.1.2: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 1998 ; Schneetemperaturen (°C)

Pegel	Höhe	S c h n e e t i e f e i n c m														Mittel 50-250*
		10	20	30	40	50	100	150	200	250	300	350	400	450	500	
Chemie	3030	-5.5	-4.2	-3.0	-2.7	-2.8	-2.8	-3.0	-1.8	-2.6	-3.0					-2.73
PE27	2980	-5.2	-5.2	-4.8	-4.8	-3.2	-3.0	-3.3	-3.6	-4.3					-3.48	
PE21	2905															
PE19	2815	-0.8	-1.0	-1.0	-0.8	-1.0	-1.0	-1.5	-2.5	-3.0					-1.80	
PE17	2845	-1.3	-3.3	-2.6	-1.2	-0.6	0.0	-0.1	-0.8	-1.6	-1.8				-0.82	
PE15	2730	-3.1	-3.6	-2.6	-2.2	-2.0	-2.0	-2.4	-2.8	-0.8	-2.5				-2.08	
LAWI	2700	-1.4	-2.4	-2.2	-1.4	-0.6	0.3	0.0	-0.6	-1.0	-2.0	-2.2	-2.8	-2.4	-2.3	-1.36
PE11	2670	-1.9	-2.3	-1.5	-0.8	-0.4	-0.8	-1.8	-1.9	-2.7	-2.9					-1.89
PE7	2670	-1.0	-1.0	-0.8	-0.4	-0.1	0.0	0.0	0.0	-1.2	-1.6					-0.48
PE5	2650	-0.5	-0.9	-0.3	-0.1	0.0	0.0	-0.3	-1.0	-1.5						-0.56
PE3	2630	-1.4	-0.8	-0.5	-0.4	-0.3	-0.3	-1.0	-1.1	-1.4	-2.2					-1.30
PE1	2570	-1.7	-0.9	-0.4	-0.1	-0.1	-0.1	-0.5	-0.7							-0.35

*oder bis zur maximalen Tiefe des Profils

Tabelle 2.1.3: Östliches Wurtenkees; Winterbilanzmessungen 1998; Schneetiefensondierungen

Wurtenkees Oberer Gletscherteil

Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)	Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)
1	2.70	430	1161	17	2.85	420	1197
2	3.15	425	1339	18	2.40	420	1008
3	3.60	425	1530	19	1.80	425	765
4	1.80	425	765	20	4.20	405	1701
5	2.55	425	1084	21	3.75	410	1538
6	2.45	420	1029	22	2.90	415	1204
7	2.80	420	1176	23	3.35	420	1407
8	3.20	415	1328	24	3.90	425	1658
9	3.40	415	1411	25	2.50	420	1050
10	3.00	410	1230	26	3.15	420	1323
11	2.85	405	1154	27	2.95	420	1239
12	2.85	405	1154	28	2.90	425	1233
13	2.80	410	1148	29	3.60	430	1548
14	3.20	410	1312	30	3.20	435	1392
15	3.30	415	1370	31	3.10	430	1333
16	3.00	415	1245				

Wurtenkees Unterer Gletscherteil

Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)	Punkt	Tiefe (m)	Dichte (kg/m ³)	bw (kg/m ²)
1	3.25	415	1349	16	3.35	410	1374
2	4.45	415	1847	17	3.30	410	1353
3	3.70	415	1536	18	2.50	405	1013
4	4.70	415	1951	19	1.90	405	770
5	5.70	415	2366	20	1.90	400	760
6	5.10	415	2117	21	2.90	405	1175
7	5.05	415	2096	22	3.35	410	1374
8	3.70	415	1536	23	4.45	415	1847
9	3.30	415	1370	24	3.15	420	1323
10	3.65	410	1497	25	2.25	415	934
11	3.20	405	1296	26	1.60	410	656
12	3.00	410	1230	27	2.55	405	1033
13	3.20	415	1328	28	2.25	410	923
14	2.50	415	1038	29	3.30	415	1370
15	2.50	410	1025	30	2.30	420	966

In der Schneedecke herrschte bei keinem Profil bereits Isothermie, das heißt, es lag bei allen Profilen die Temperatur im Mittel noch unter 0°C. Masseverluste infolge Abschmelzung können daher ausgeschlossen werden. Die mittlere Schneedichte zeigte so gut wie keine Abhängigkeit von der Seehöhe (Abbildung 2.1.1).

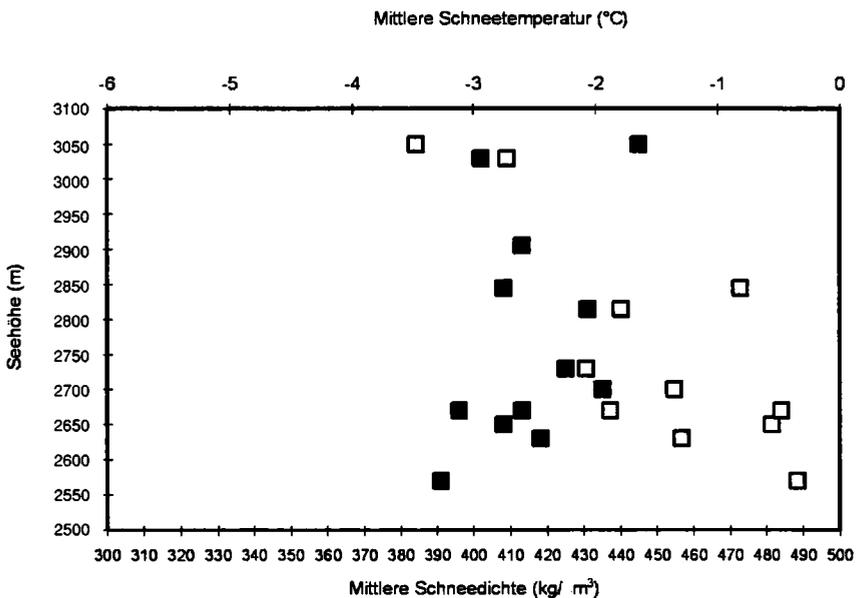


Abbildung 2.1.1: Mittlere Schneetemperatur und Schneedichte in Abhängigkeit von der Seehöhe

- Schneedichte
- Schneetemperatur

Als Fortsetzung der ALPTRAC/SNOSP Messreihe wurden auch dieses Jahr wieder Schneeproben für eine chemische Analyse genommen und am Institut für Analytische Chemie der Technischen Universität Wien hinsichtlich der wichtigsten Ionen analysiert. Die Ergebnisse werden an anderer Stelle publiziert.

2.2 Die Messungen für die Jahresbilanz 1998

Die Ablationspegel wurden im Oktober 1997 beziehungsweise gleichzeitig mit den Feldarbeiten für die Winterbilanz Anfang Mai 1998 gesetzt. Insgesamt wurden zehn neue Ablationspegel gebohrt. Durch die intensive Nutzung des Gletschers durch das Skigebiet ist die Errichtung und Erhaltung von Schnee- und Ablationspegeln schwierig, hat jedoch im Vergleich zu vorangegangenen Jahren wieder besser funktioniert. Es wurden kaum noch Pegel von Pistengeräten zerstört. Die Einmessung der Pegel erfolgte mittels GPS. Ein sehr früher Wintereinbruch erschwerte die Herbstmessungen und es konnten daher auch keine Ausparungsfotos gemacht werden.

Die Verwendung von hellgrauen, UV-stabilen PVC-Rohren hat sich bewährt und wurde beibehalten. Die Einzelabschnitte der Pegel haben eine Länge von 150 cm.

Die Ablationspegel wurden am 6.10.97, 22.10.97, 6.5.98, 4.8.98, 26.8.98 und 29.9.98 abgelesen. Die Lage der Pegel, sowie die Abschmelzbeträge bzw. spezifische Massenbilanz für das Haushaltsjahr 1997/98 sind in Tabelle 2.2.1 zusammengefasst.

Tabelle 2.2.1: Östliches Wurtenskees; Ablationspegel 1997/98

Pegel	Koordinaten			Vermessung am	Bohr- jahr	Datum						Ab- schmelz- betrag (cm) 1.10.97- 30.9.98
	x	y	z			06.10.97	22.10.97	6.5.98	4.8.98	26.8.98	29.9.98	
O1	210970	-25100	2570		1997		3/-98			1/-85	1/-100	302
O3	210980	-24880	2620		1997		4/-100			3/-120	2/-4	204
O5			2630		1997		4/-64		4/-130		3/-124	210
O7	211185	-24800	2650		1997		4/-86		4/-122	3/-90	3/-111	175
N11*	211010	-24642	2675	20.09.97			3/-0				4/-35	185
O11	211010	-24640	2675		1997		3/-48		3/-48	2/-15	2/-52	154
O13	210825	-24550	2685		1997		3/-55		3/-55	2/-8	2/-30?	125
N15	210502	-24431	2735	20.09.97	1996	3/-80			3/-95	4/-120		
O15	210500	-24430	2735		1997		4/-130		3/-25	2/-0		200
O19	210490	-24120	2815	05.05.98	1998			3/-30		2/-56	2/-56	176
N21	210396	-23965	2855	20.09.97	1996					2/-30	2/-70	195
O21	210701	-23987	2905	05.05.98	1998			4/-70		4/-135		
N23	210750	-23818	2945	20.09.97	1996					3/-120		135
O27	211050	-23763	3050	05.05.98	1998			4/-30				
H29	211119	-23857	3025	17.01.95	1990	2/-50					2/-70	20

*Pegel verkehrt im Eis (1=oberster Pegelabschnitt)

3. Auswertung der Bilanzkarten und Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1997/98

Die Karten der Jahresbilanz und der Winterbilanz wurden mit einem Digitizer und Flächenberechnungsprogramm in 50m Höhenstufen ausgemessen und die Flächen der einzelnen Teilzonen bestimmt. Durch die Verkleinerung der Gletscherfläche seit der letzten Neuvermessung 1991 ergeben sich Ungenauigkeiten bei der Berechnung der Bilanzen. Die errechneten Bilanzvolumina werden etwas kleiner sein als die tatsächlichen. Diese Tatsache kann erst nach der nächsten Gletscherneuvermessung ausgeglichen werden.

So wie in fast allen untersuchten Haushaltsjahren war auch in diesem Jahr die Jahresbilanz negativ (-1313 kg/m^2). Die räumliche Verteilung der Massenbilanz kann den Karten (Seiten 44, 45) entnommen werden, die nach Höhenstufen aufgedgliederten Werte den Tabellen 3.1, 3.2 und 3.3, bzw. Abbildung 3.1 und Abbildung 3.2. Aus Tabelle 3.4 sind die Gesamtergebnisse und die glaziologischen Maßzahlen zu ersehen.

Tabelle 3.1: Östliches Wurtenkees; Ergebnisse für das Haushaltsjahr 1997/98; spezifische Bilanz in kg/m^2 , Bilanzvolumen in 10^3 kg

Höhenstufe	Fläche (in m^2)	Winterbilanzvolumen	spez. Winterbilanz	Sommerbilanzvolumen	spez. Sommerbilanz	Jahresbilanzvolumen	spez. Jahresbilanz
2500-2550	24.200	25496	1054	-79611	-3290	-54116	-2236
2550-2600	66.600	69866	1049	-224049	-3364	-154183	-2315
2600-2650	137.600	166452	1210	-443963	-3226	-277511	-2017
2650-2700	194.300	300600	1547	-563400	-2900	-262800	-1353
2700-2750	99.000	156166	1577	-237873	-2402	-81707	-825
2750-2800	59.000	72783	1234	-160446	-2720	-87663	-1486
2800-2850	95.100	119614	1258	-272249	-2863	-152636	-1605
2850-2900	114.000	133211	1169	-303426	-2662	-170215	-1493
2900-2950	91.500	109913	1201	-228628	-2499	-118716	-1297
2950-3000	95.800	115832	1209	-179102	-1870	-63270	-660
3000-3050	74.600	100926	1353	-115424	-1547	-14498	-194
3050-3100	35.100	49504	1410	-49427	-1408	78	2
3100-3150	6.100	7113	1166	-5283	-866	1830	300
gesamt	1.092.900	1427475	1306	-2862881	-2620	-1435406	-1313

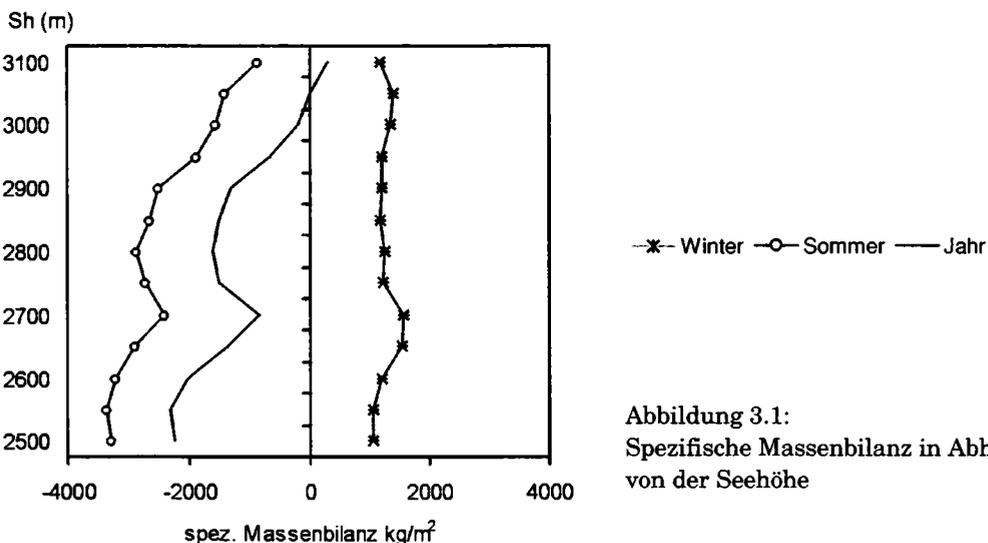


Abbildung 3.1:
Spezifische Massenbilanz in Abhängigkeit von der Seehöhe

Tabelle 3.2: Winterbilanz 1997/98 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil;
spezifische Bilanz in kg/m^2 , Bilanzvolumen in 10^3 kg

Höhenstufe	Bilanz- volumen gesamt	Bilanz- volumen unten	Bilanz- volumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	25496	25496		1054	1054	
2550-2600	69866	69866		1049	1049	
2600-2650	166452	166452		1210	1210	
2650-2700	300600	300600		1547	1547	
2700-2750	156166	25496		1577	1054	
2750-2800	72783	119377	36789	1234	1714	1415
2800-2850	119614	6587	66196	1258	1400	1148
2850-2900	133211		119614	1169		1258
2900-2950	109913		133211	1201		1169
2950-3000	115832		109913	1209		1201
3000-3050	100926		115832	1353		1209
3050-3100	49504		100926	1410		1353
3100-3150	7113		49504	1166		1410
gesamt	1427475	688377	739098	1306	1376	1247

Tabelle 3.3: Jahresbilanz 1997/98 mit Aufteilung in oberen bzw. unteren Gletscherteil
spezifische Bilanz in kg/m^2 , Bilanzvolumen in 10^3 kg

Höhenstufe	Bilanz- volumen gesamt	Bilanz- volumen unten	Bilanz- volumen oben	spez. Bilanz gesamt	spez. Bilanz unten	spez. Bilanz oben
2500-2550	-54116	-54116		-2236	-2236	
2550-2600	-154183	-154183		-2315	-2315	
2600-2650	-277511	-277511		-2017	-2017	
2650-2700	-262800	-262800		-1353	-1353	
2700-2750	-81707	-35807	-45900	-825	-497	-1700
2750-2800	-87663	-7713	-79950	-1486	-1353	-1500
2800-2850	-152636		-152636	-1605		-1605
2850-2900	-170215		-170215	-1493		-1493
2900-2950	-118716		-118716	-1297		-1297
2950-3000	-63270		-63270	-660		-660
3000-3050	-14498		-14498	-194		-194
3050-3100	78		78	2		2
3100-3150	1830		1830	300		300
gesamt	-1435406	-792130	-643276	-1313	-1583	-1086

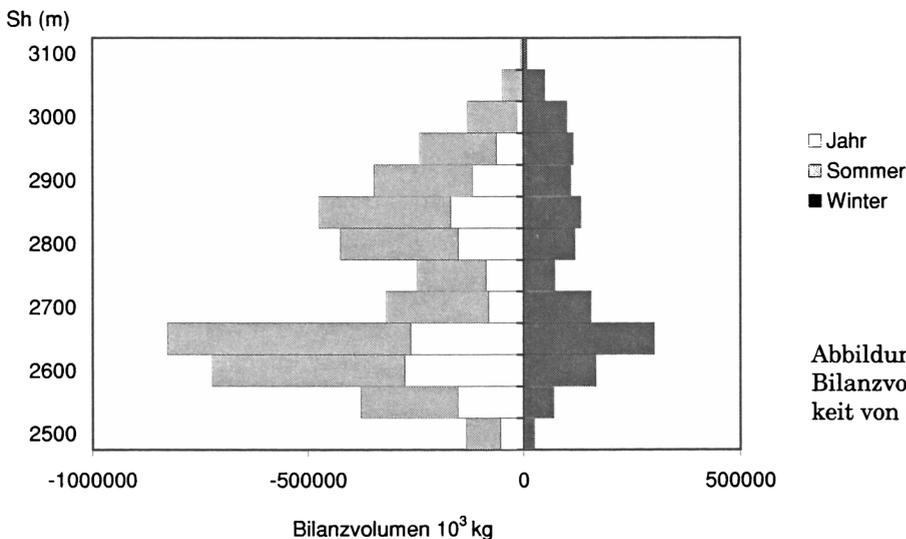
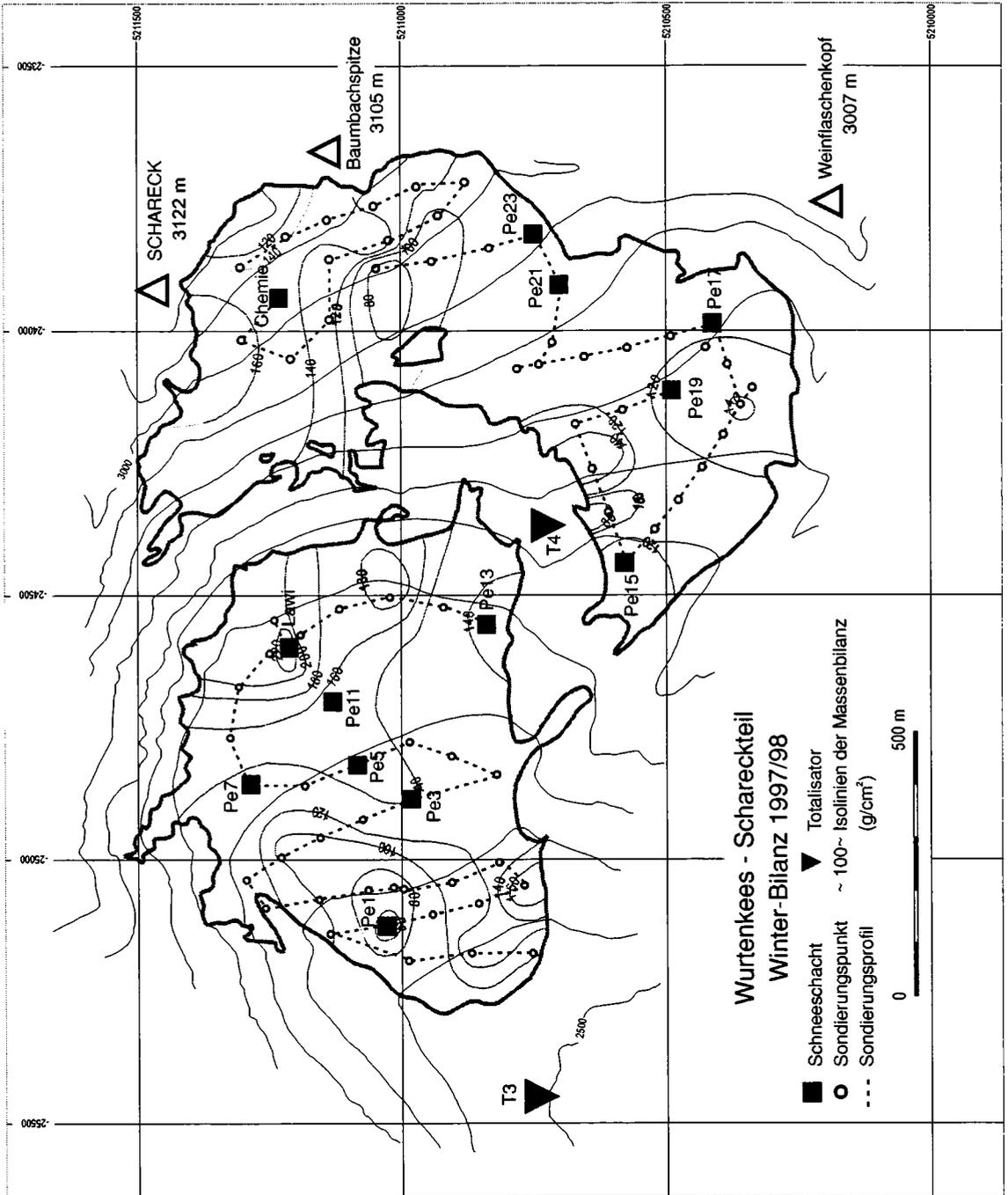


Abbildung 3.2:
Bilanzvolumen in Abhängig-
keit von der Seehöhe



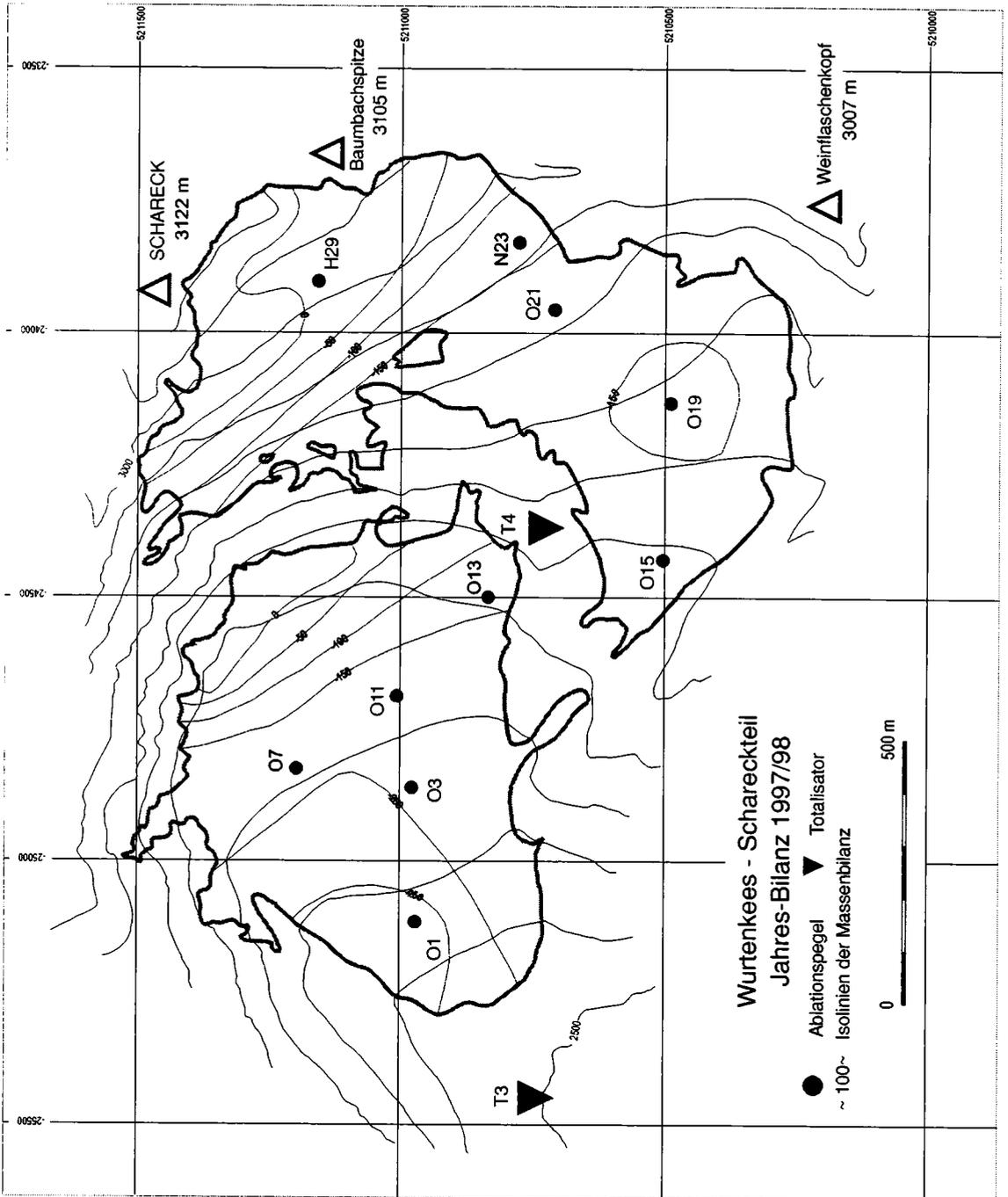


Tabelle 3.4: Glaziologische Maßzahlen für das Haushaltsjahr 1997/98

	gesamt	unten	oben	Einheit
S (Fläche)	1,092,900.00	500,400.00	592,500.00	m ²
Sc (Akkumulationsfläche)	90,300.00	32,875.00	57,425.00	m ²
Sa (Ablationsfläche)	1,002,600.00	457,525.00	535,075.00	m ²
Sc/S	0.08	0.07	0.10	
Sc/Sa	0.09	0.07	0.11	
B (Bilanzvolumen)	-1,435.60	-792.10	-643.30	10 ⁶ kg
b (spez. Bilanzvolumen)	-1,313.00	-1,583.00	-1,086.00	kg/m ²
Bc (Nettoakkumulation)	18.00	5.70	12.30	10 ⁶ kg
bc (spez. Nettoakkumulation)	17.00	11.00	21.00	kg/m ²
Ba (Nettoablation)	1,453.40	797.80	655.60	10 ⁶ kg
ba (spez. Nettoablation)	-1,330.00	-1,594.00	-1,107.00	kg/m ²
bw (spez. Winterbilanz)	1,305.00	1,376.00	1,247.00	kg/m ²
bs (spez. Sommerbilanz)	-2,618.00	-2,959.00	-2,333.00	kg/m ²
bj (spez. Jahresbilanz)	-1,313.00	-1,583.00	-1,086.00	kg/m ²
bw + lbsl (spez. Totalmassenumsatz)	3,925.00	4,335.00	3,580.00	kg/m ²
bc + lbal (spez. Nettomassenumsatz)	1,347.00	1,605.00	1,128.00	kg/m ²

Tabelle 3.5: Gesamtergebnisse Wurtenkees-Schareckteil für das Haushaltsjahr 1997/98

Bilanzvolumen		spezifische Bilanz	
Winter	1427,	Winter	1305
Sommer	-2863,	Sommer	-2618
Jahr	-1435,	Jahr	-1313
Massenumsatz	4290,		

Danksagung

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 ihre Unterstützung des Projektes gedankt sei. Die GPS-Messungen wurden in Zusammenarbeit mit Mitarbeitern des Institut für Geographie der Universität Salzburg (Josef Strobl und Gerald Griesebner) durchgeführt, denen ebenfalls an dieser Stelle gedankt sei. Folgende Mitarbeiter führten die Feldmessungen auf dem Gletscher durch: Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Barbara Chimani, Albert Egger, Florian Eywo, Herbert Formayer, Gerald Glaninger, Stephan Grausam, Peter Gugganig, Hanno Hierzegger, Roman Just, Helga Kromp-Kolb, Wolfgang Schöner, Manfred Spatzierer, Gregori Stanzer, Irene Steinacher, Elisabeth Stix, Paul Winkler, Georg Zacherl.

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.
- BÖHM, R. (1984): Monographie der Gletscher der Goldberggruppe in den Hohen Tauern. Teil 1: Das Wurtenkees. Entwicklung des Gletschers seit 1850. Jb. d. SV. 1981-1983, 3-59, Wien.
- BÖHM, R. (1983): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1982/83. Wetter und Leben 35, 200-229 Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER und J. STROBL (1985): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1983/84. Teil 1 und 2 Wetter und Leben 37, 37-51 und 88-96, Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL (1986): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1984/85. Wetter und Leben 38, 201-221, Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL (1988): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1985/86. Wetter und Leben 40, 43-56, Wien.
- BÖHM, R., N. HAMMER, und J. STROBL (1988): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1986/87. Wetter und Leben 40, 235-251, Wien.
- HAMMER, N. (1992): Umweltverträglichkeitsprüfung Wurtenkees. Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Wien.
- SCHMITTNER, W. (1996) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1994/95. 92.-93. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1994-95, 51-59, Wien.
- SCHÖNER, W. (1990): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1987/88. Wetter und Leben 42, Wien.
- SCHÖNER, W. (1992): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1988/89. 86.-87. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1988-89, 40-51, Wien.
- SCHÖNER, W. (1993): Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1989/90. 88.-89. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1990-91, 40-51, Wien.
- WIESINGER, T. (1998) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1995/96. 92.-93. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1994-95, 60-69, Wien.
- WIESINGER, T. (1998) Massenhaushalt Wurtenkees - Jahresbilanz 1996/97. 94.-95. Jahresbericht des Sonnblick-Vereines für die Jahre 1994-95, 34-41, Wien.

Kontaktadressen:

Mag. Dr. Wolfgang Schöner
 Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik
 Abteilung Klimatologie
 Hohe Warte 38
 A-1190 Wien

Harald Tomberger
 Universität Wien
 Institut für Geographie
 Universitätsstrasse 7
 A-1010 Wien

VEREINSNACHRICHTEN UND TÄTIGKEITSBERICHT 1998

NEUE MITGLIEDER: Dr. August Kaiser

VERSTORBENE MITGLIEDER: HR Dr. Hans Troschl, HR Dr. Hubert Hadinger, Frau Lydia Müller

PERSONAL / BEOBACHTUNGSBETRIEB: Der Beobachtungsbetrieb am Sonnblickobservatorium wurde in bewährter Manier von den vier Beobachtern Wallner Friedrich, Lindler Hans, Rasser Ludwig und Lackner Anton durchgeführt. Der Sonnblickverein dankt für die Tätigkeit.

Hervorzuheben ist allerdings, dass die beiden Beobachter Wallner und Lindler ihr 25-jähriges Dienstjubiläum feiern durften. Der Sonnblickverein war bei einer Feier in Bucheben vertreten und hat diesen Abend auch mit einem finanziellen Beitrag gesponsert.

Bei dieser Feier waren nicht nur altgediente Beobachter, Firmenvertreter, der Bürgermeister von Rauris, sondern auch eine Reihe dem Sonnblick nicht unbedingt verpflichtete Rauriser anwesend. Dies zeigte die enge und sehr gute Bindung zum bzw. die Bedeutung des Observatoriums für das Rauriser Tal auf.

An dieser Stelle soll aber auch den beiden Beobachtern Dank und Anerkennung durch die Hauptversammlung ausgesprochen werden. Beide haben in der langen Geschichte der Beobachter, oder im Guinness Buch der Rekorde beim Sonnblickverein, mit ihren 25 Jahren Tätigkeit bereits einen einsamen Rekord an Dienstzeit aufgestellt.

Der Beginn ihrer Tätigkeit als Sonnblick- Beobachter fiel noch weit in die Zeit des alten Observatoriums: unter diesen damaligen Umständen hatte die tägliche Arbeit Expeditionscharakter. Allerdings übertrafen die Schwierigkeiten während der Neubauphase 1981-1986 die gewohnten Verhältnisse bei weitem! Trotzdem konnte der meteorologische Betrieb ohne Ausfälle geführt werden.

Die anschließende Umstellung auf die neue räumliche Situation, auf die vielen neuen technischen Einrichtungen und letztlich auch auf die neuen Wissenschaften mit ihrer Technologie, verlangten den alten und nun auch den neu hinzugekommenen Beobachtern alles ab. Somit hat auch der Ruf „Sonnblickbeobachter“ zu sein wieder einen hohen Stellenwert bekommen.

Der Sonnblickverein wünscht seinen Beobachtern und sich, dass diese Zusammenarbeit weiter ohne Schwierigkeiten und mit gleicher Begeisterung im Sinne der Meteorologie funktionieren möge.

Die Regionalstelle der Zentralanstalt für Meteorologie in Salzburg, vertreten durch Dr. Michael Staudinger zusammen mit seinem Team, hat den Dienstbetrieb in guter Zusammenarbeit mit dem Sonnblickverein durchgeführt. Dem neuen Betriebsleiter der Sonnblickseilbahn DI Michael Mandl sei der Dank für seine gerade am Anfang schwierige, aber umsichtige Arbeit ausgesprochen.

Der Sonnblickverein hat weiters allen Firmen, herausgehoben seien Neureiter, Girak, Elin, Winkler und einer Reihe weiterer für ihr über die übliche Leistung hinausgehendes Engagement zu danken, wenn es auch für den Sonnblickverein immer schwieriger wird, die Mittel für die geleisteten Arbeiten aufzutreiben.

Zu danken ist auch wiederum den öffentlichen Stellen des Landes Salzburg: der Gemeinde Rauris für die gute Räumung der Kolm-Straße, den Vertretern der Eisenbahnbehörde des Landes für ihr Verständnis für den Betrieb unserer doch sehr aus dem Rahmen fallenden Seilbahn.

Allen Instituten, öffentlichen wissenschaftlichen Einrichtungen national und international sei an dieser Stelle dafür gedankt, dass sie mit ihrer Arbeit das Sonnblickobservatorium zu einer Stätte der Forschung und der wissenschaftlichen Begegnung machten und machen. Dies ist eigentlich der Auftrag, den der Sonnblickverein zu erfüllen hat.

Sollte bei diesen Dankesworten so mancher vergessen worden sein, dann sicher nicht mit Absicht. Hervorzuheben ist der hohe Sachbezug, mit dem alle Partner vorgehen.

ERHALTUNG OBSERVATORIUMSGEBÄUDE UND SEILBAHN: 1998 konnte mit der Wiener Städtischen Versicherung die Versicherung der Gesamtanlage gemäß der gesetzlichen Verpflichtungen mit einigen Sonderpunkten abgeschlossen werden. So wurde auch, zwar nur eine relativ bescheidene, aber doch vor allem als Anfangshilfe gedachte Unfallversicherung für die Benutzer der Seilbahn abgeschlossen nach dem Motto „ wer schnell hilft, hilft doppelt“.

An der Seilbahn wurden die üblichen Inspektionen und Wartungsarbeiten durchgeführt. Speziell wurde der Hauptantriebsmotor nach mehr als 15 Jahren Betrieb einem Generalservice unterzogen. Schwierigkeiten gab und gibt es nach wie vor mit dem Gerät zur Fahrtstreckenüberwachung. Ein Anbot der Fa. Elin zum Austausch dieser Elektronik liegt bei etwa ATS 120.000,-, ist aber derzeit noch zurückgestellt. Für 1999 vorgesehen sind: Fertigstellung der Sanierung Tauernstütze, induktive Trag- und Zugseilüberprüfung, die letzte vor dem gesetzlich vorgeschriebenen Seilaustausch. Die Dichtigkeitsprobleme im Dachbereich zur Zeit der Schneeschmelze dürften behoben sein. die Heizungsanlage wurde überholt. Bei dieser Arbeit wurde festgestellt, dass die Sonnenkollektoren (Lebensdauer 10 Jahre) nach 15 Betriebsjahren 1999 auszutauschen sind. Derzeit wird durch die Fa. Winkler die Marktsituation geprüft und ein Anbot erstellt. Kostenpunkt etwa 150.000.-S. Für 1999 ist der Austausch der Kollektoren budgetär vorgesehen.

DIVERSE VERWALTUNGSAUFGABEN: Die Benützung der Kolm-Straße, speziell im Winter mit dem Problem Sperre der Straße wegen Lawinengefahr, Mitbenutzung durch Nichtzahler etc., bedurfte mancher Intervention durch den Sonnblickverein. Eine vertragsmäßige Regelung ist leider wegen verschiedener lokaler Probleme nicht möglich.

Zwei Besprechungen wegen der Abwasserentsorgung im Raum Kolm Saigurn brachten keine Fortschritte. Mehr als die Planungsphase hat die Abwassergenossenschaft noch nicht erreicht. Mit dem Verbund wurden alle bestehenden Verträge durchgearbeitet und auf einen letztgültigen Stand gebracht. Mit Telekom, Feratel und Alpenverein Rauris wurden Vereinbarungen bezüglich Betrieb von Anlagen, Betreuung von Anlagen etc. getroffen. Mit dem Alpenverein Rauris wurde über einen unterschriftsreifen Kaufvertrag endlich das Problem Grundbesitz am Sonnblickgipfel beendet. Der Sonnblickverein ist bzw. wird somit Eigentümer eines Teiles der Liegenschaft im Gipfelbereich.

WISSENSCHAFTSBERICHT

Im Berichtsjahr 1998/99 zeigte sich ein erfreuliches Anwachsen der Forschungsaktivitäten auf dem Sonnblick, mit nationalen und internationalen Forschungsgruppen, die neu zu der Sonnblick-Gruppe hinzugekommen sind. Bei der 5. Sitzung des Sonnblickbeirates am 19.11.1998 sprengten eine große Anzahl von Beiträgen beinahe die zur Verfügung stehende Zeit, so dass in Hinkunft auf einen großzügigeren Zeitrahmen geachtet werden muss. Kurz skizziert gibt es auf dem Sonnblick derzeit folgende Forschungsarbeiten:

PROJEKT SCHNEECHEMIE: Institut für Analytische Chemie, TU-Wien, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität für Bodenkultur, Wien

Die chemischen Analysen von Schneeprofilen in Gipfelnähe des Scharecks und des Sonnblicks werden als Fortsetzung des Projekts ALPTRAC fortgeführt. Für den Standort Schareck liegt bereits eine 1983 beginnende Zeitreihe vor, wie sie von anderen hochalpinen Lagen nicht vorhanden ist.

PROJEKT TGM-E01: Alpiner Freibewitterungsstand Sonnblick: Institut für Kunststofftechnik, TGM Wien (H. Hubeny, B. Siegele, H. Schermann)

Die Untersuchungen an Kunststoffen, die auf dem Dach des Observatoriums der hochalpinen Witterung exponiert sind, wird weitergeführt und mit meteorologischen Messdaten des Observatoriums versorgt.

GLAZIOLOGISCHES MASSENBILANZ PROJEKT WURTENKEES: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Rahmen der Teilrechtsfähigkeit, KELAG

Alle Massenbilanzmessungen (Winter und Sommer) werden im bisherigen Umfang weitergeführt. Eine Gesamtbearbeitung der Projektergebnisse (seit 1982) ist in der Reihe „Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“, Bd. 12 erschienen. Die laufenden Bilanzen werden jeweils im Jahresbericht des Sonnblickvereines veröffentlicht. Die aktuelle Bilanz 1997/98 ist in diesem Heft enthalten.

GLAZIOLOGISCHES MASSENBILANZPROJEKT GOLDBERGKEES UND KLEINES FLEIßKEES: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien und Regionalstelle Salzburg, Finanziert von den Bundesministerium für Umwelt und Familie

Analog zu den Messungen am Wurtenkees wird seit dem Bilanzjahr 1986/87 auch die Massenbilanz des Goldbergkees und beginnend mit 1998/99 auch die Massenbilanz des Kleinen Fleißkees gemessen. Damit werden alle drei größeren Gletscher (Wurtenkees, Goldbergkees, Kl. Fleißkees) in der Umgebung des Observatoriums hinsichtlich ihrer Massenbilanz erfasst. Vergleicht man z.B. die Winterbilanz von Wurtenkees und Goldbergkees, so zeigt sich die Sinnhaftigkeit der Messungen: Die Korrelation beträgt nur 0.66, es bestehen also auch bei der Massenbilanz markante Unterschiede auf kleinstem Raum. Andererseits lässt sich die Massenbilanz eines Jahres recht gut mit den Klimaaufzeichnungen des Sonnblicks korrelieren. Die Massenbilanz ist also ein repräsentativer und sensibler Klimaindikator.

AV-PROJEKT GLETSCHER LÄNGENMESSUNGEN: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Österreichischer Alpenverein

Weiterhin werden die Hauptgletscher der Goldberggruppe mit Vorlandmarken vermessen und die Gletscher mit Fotos von fixen, vermessenen Standorten aufgenommen.

I. Auer und R. Böhm haben die Messungen im Herbst 1998 durchgeführt. Im Gegensatz zum Vorjahr waren die Gletscher während der Messkampagne wieder schneebedeckt, sodass es zu großen Problemen bei der Vermessung kam. Trotz der sehr gletschergünstigen anhaltenden Schlechtwetterphase Ende August und im gesamten September bewirkten die sehr abträglichen Wärmephasen im Hochsommer an allen vermessenen Gletschern wieder starke Rückgänge zwischen 13 und 15m. Ergänzend dazu aus der Statistik aller österreichischen Gletscher die Mitteilung von G. Patzelt, dass 1997/98 erstmals seit Bestehen des Gletscherlängenprojekts des AV (1890) ohne Ausnahme alle österreichischen Gletscher im Rückzug waren.

GAW-STATION SONNBLICK

- a) **NATIONALES GAW-PROGRAMM:** Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Dr. A. Kaiser), Umweltbundesamt (Ozon, Stickoxide, CO, CO₂), Inst. f. Analyt. Chemie der TU Wien (Niederschlagschemie) und Inst. f. Meteorologie und Physik der Uni. f. Bodenkultur (Gesamtozon)
Gegenstand des nationalen GAW-Programms ist die Messung und Prüfung der o.a., am Sonnblick gemessenen Größen, die wiss. Analyse und Weitergabe der Daten an den DWD im Rahmen der GAW-DACH Zusammenarbeit.
- b) **GAW-DACH:** Institutionen wie oben; zudem Deutscher Wetterdienst, Umweltbundesamt Deutschland, Schweizerische Meteorologische Anstalt, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt.
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. Zweck der Auswertungen ist die Ermittlung eines global relevanten Datensatzes, der der WMO im Rahmen des GAW-Programms zur Verfügung gestellt wird.

PROJEKT EINRICHTUNG EINER STATION ZUR ÜBERWACHUNG DES STRATOSPHERISCHEN OZONS UND DER VARIIERENDEN BELASTUNG DURCH ULTRAVIOLETTE STRAHLUNG AUF DEM HOHEN SONNBLICK

Finanziert von den Bundesministerium für Umwelt und Familie .

Projektleiter: Univ.-Prof. Dr. H. Kromp-Kolb

Projektdauer: seit August 1993

Die Aufgabe dieses Projektes ist es, einen Einblick in atmosphärische Vorgänge in der Stratosphäre, die sich auf das Ozon beziehen, für den Bereich Österreich zu gewinnen und damit Auswirkungen auf die Bevölkerung des Landes aufzuzeigen.

PROJEKT SPEKTRALE UV-STRAHLUNG IM WIENER RAUM UND INTEGRALE UV-MESSUNG AM HOHEN SONNBLICK

Finanziert von den Bundesministerium für Umwelt und Familie.

Projektleiter: Univ.-Prof. Dr. H. Kromp-Kolb

Projektdauer: 1997 bis 2002

Installierung eines UV-Breitbandgerätes am Sonnblick Observatorium und eines Spektrophotometers im Wiener Raum. Diese Messgeräte werden in das Österreichische UV-Messnetz eingegliedert. Unabhängig vom UVB-Messnetz werden Untersuchungen über den Einfluss von Luftverschmutzungen auf die UVB Belastung durchgeführt. Zwischen Luftqualität und UVB -Belastung bestehen spektral abhängige Wechselwirkungen; so ist saubere Luft für schädliche UV-Strahlung besser durchlässig als verunreinigte. Erhöhte UV-Strahlung führt andererseits zu verstärkten photochemischen Reaktionen.

PROJEKT CHARACTERISTICS OF THE UV RADIATION FIELD IN THE ALPS (CUVRA)

Finanziert von EU Kommission

Projektleiter: P. Weihs

Projektdauer: Februar 1998 - Jänner 2000

Im Rahmen des CUVRA Projektes wird die spektrale UV Strahlung in hochgelegenen alpinen Gebieten untersucht. Die UV Bestrahlungsstärke ist im Gebirge bedingt durch die große Seehöhe viel höher als in tiefergelegenen Gegenden. Eine Verstärkung der UV-Strahlungsintensität tritt auch in alpinen Gegenden durch die erhöhte Bodenreflexion durch Schnee und durch die geringe Trübung auf. Im Rahmen des CUVRA Projektes werden diese verschiedenen Einflussfaktoren untersucht und quantifiziert mit besonderem Augenmerk auf die Bodenbedo.

PROJEKT SCIENTIFIC UV DATA MANAGEMENT (SUVDAMA)

Finanziert von EU Kommission

Projektleiter: P. Weihs

Projektdauer: Februar 1996 - Februar 1999

Dieses EU Projekt hat drei wichtige Ziele:

die Errichtung eines spektralen UV Datennetzwerkes in Europa die Organisation und die Errichtung der Infrastruktur sind diesbezüglich die wichtigsten Meilensteine

- die Qualitätskontrolle und die Klassifizierung der Daten: Es werden Kriterien und Methoden entwickelt um eine Qualitätskontrolle der Daten durchzuführen und um Klassifizierungen der Witterungsbedingungen (z.B. Bewölkungsgrad) durchzuführen.
- das Modellieren der spektralen UV-Strahlung: Die in diesem Projekt gesammelten Daten werden für Verbesserungen von spektralen UV Strahlungsmodellen verwendet.

UV-BIOMETER MESSUNGEN AUF DEM SONNBLICK: Institut für medizinische Physik der Uni. Innsbruck (Prof. M. Blumthaler)

Seit 1997 Messungen der erythemwirksamen solaren Strahlung mit einem UV-Biometer Solar Light-Modell 501 im Rahmen eines aus 8 Stationen bestehenden Messnetzes (sechs unter 600 m Seehöhe, eine in 1150 m und der Sonnblick in 3106 m).

Nähere Informationen und Messwerte auf der Internetseite www.uibk.ac.at/projects/uv-index.

PROJEKT LUFTSCHADSTOFFE: Umweltbundesamt Wien (R. Baumann)

Seit den späten 1980er Jahren werden auf dem Sonnblick die klassischen Luftschadstoffe wie Ozon, Kohlenmonoxid, Kohlendioxid u.a. gemessen und sind ein Beitrag zum Sonnblick als klassische Hintergrundmessstelle. Näheres dazu auf der UBA-Homepage www.ubavie.gv.at.

PROJEKT NIEDERSCHLAGSCHEMIE: Amt der Salzburger Landesregierung, Abt. 16 (P. Biebl) und Inst. f. analyt. Chemie der TU Wien (H. Puxbaum, A. Kasper)

Ebenfalls bereits ein Langzeitprojekt mit regelmäßigen Veröffentlichungen der Salzburger Landesregierung.

PROJEKT WOLKEN- UND SCHNEECHEMIE: Inst. f. analyt. Chemie der TU Wien (H. Puxbaum, A. Kasper)

Mehrwöchige Messkampagnen mit Untersuchungen von Schneeproben und von Wolkenwasser mit dem Ziel des Verständnisses von Auswascherscheinungen der Schadstoffe. Dieses Projekt läuft ebenfalls bereits seit der Schwerpunktphase des Projekts ALPTRAC.

Zwei Projekte befassen sich auf dem Sonnblick mit dem Kohlenstoffisotop ^{14}C :

1. PROJEKT CO-OH-EUROPE

Mit ^{14}CO -Messungen der VERA-Gruppe (Vienna Environmental Research Accelerator am Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Uni Wien – Prof. Kutschera und Mitarbeiter) in Zusammenarbeit mit dem Max Planck Institut für Chemie, Mainz

2. Mit $^{14}\text{CO}_2$ Messungen des Instituts für Umweltphysik der Uni. Heidelberg (I. Levin) im Vergleich mit der Messstelle Jungfraujoch. Die seit 1992 auf dem Sonnblick genommenen Proben sollen in Hinkunft auch von der VERA-Gruppe aufgearbeitet werden.**ORTSDOSISLEISTUNGS-MESSSTELLE SONNBLICK: Bundeskanzleramt, Sekt. VI (E. Henrich)**

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

Ortsdosisleistung Messstelle (online) und Aerosolsammel- und Messeinrichtung Digital mit Sierra-Anderson PM10 Vorscheidekopf

PROJEKT ALOCLIM (Austrian Long-term Climate Variability)

Finanziert von den Bundesministerien für Wissenschaft, Forschung und Verkehr sowie für Umwelt und Familie.

Projektdauer: 1997 und 1998.

Projektleiter: I. Auer, R. Böhm

Der Abschlußbericht des Projekts wurde im Dezember 1998 an die finanzierenden beiden Ministerien abgesandt. Er kann bei den Projektleitern eingesehen werden. An der Projektpublikation wird zur Zeit gearbeitet (Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik)

PROJEKT ALPCLIM (Environmental and climatic records from high elevation sites)

Projektdauer: Mai 1998 bis April 2001

Finanziert von der EU-Kommission (Environment and Climate Work Programme)

Projektkoordination: Institut für Umweltphysik der Uni Heidelberg (D. Wagenbach)

Work Package 4: Climatological Supplement Study to ALPCLIM (R. Böhm und I. Auer)

Das Projekt analysiert Eisbohrkerne im Monte Rosa und Mont Blanc Gebiet, wobei die an der ZAMG durchgeführte Arbeit in die zwei Teilprojekte RSC (Recent site climatology) und HSC (Historic site climatology) aufgeteilt ist:

RSC: Erarbeitung einer Klimatologie der Drill Sites durch Inter- und Extrapolationen der 1961-90 Messdaten des klimatologischen Surface Networks und von RASO-Daten. Die

RSC-Klimatologie der Gipfelregion von Monte Rosa und Mont Blanc soll die anderen ALPCLIM-Gruppen mit Basismaterial für ihre chemischen und physikalischen Analysen, Modelle etc. versorgen.

HSC: Erarbeitung eines gesamt-alpinen Datensatzes von klimatologischen homogenen Langzeitreihen. Dabei ist der Sonnblick wieder eine der Basisstationen, zusammen mit den anderen vier hochalpinen Observatorien der Alpen und etwa 50 Standorten mit Langzeitreihen (zurück bis 1753) aus den Alpenländern.

VEREINSNACHRICHTEN UND TÄTIGKEITSBERICHT 1999

NEUE MITGLIEDER: DI Roland Tesch, Stefanie Daxbacher, Stefan Eisenbach, Manfred Spatzierer, Erich Mursch-Radlgruber, Dr. Leonhard Schitter, Alois Hetz, Thomas König, Dir. Josef Sturm, Mag. Josef Haslhofer, Toni Rasser, Albert Egger, Fam. Rohrmoser, Hubert Chalupsy, Nikolaus Pirchner, Erich Hutter, Gerhard Gerstgraser, Ernst Rieger, Gerhard Holleis, Lorenza Canella, Regina Wilk, Mag. Robert Bauer.

VERSTORBENE MITGLIEDER: Prof. Siegfried Schwarzl, Oberschulrat Ferdinand Schönleitner, Prof. Dr. Rainer Roth.

PERSONAL / BEOBACHTUNGSBETRIEB: Der Beobachtungsbetrieb am Sonnblickobservatorium wurde in bewährter Manier von den vier Beobachtern Wallner Friedrich, Lindler Hans, Rasser Ludwig und Lackner Anton durchgeführt. Der Sonnblickverein dankt für die sehr zuverlässige Tätigkeit. Die Regionalstelle der Zentralanstalt für Meteorologie in Salzburg, vertreten durch Dr. Michael Staudinger und seinen Mitarbeitern, hat den Dienstbetrieb in guter Zusammenarbeit mit dem Sonnblickverein durchgeführt. Besonders gedankt sei auch dem Betriebsleiter der Sonnblickseilbahn DI Michael Mandl für seine äußerst motivierte und zuverlässige Arbeit.

Der Sonnblickverein dankt besonders auch der Firma Neureiter für ihr über die übliche Leistung hinausgehendes Engagement. Zu danken ist auch wiederum den öffentlichen Stellen des Landes Salzburg: der Gemeinde Rauris für die gute Räumung der Kolm-Straße, den Vertretern der Eisenbahnbehörde des Landes für ihr Verständnis für den Betrieb unserer doch sehr aus dem Rahmen fallenden Seilbahn.

Der Sonnblick-Verein dankt auch allen Instituten und öffentlich-wissenschaftlichen Einrichtungen sowohl national als auch international, die mit ihren Forschungs- bzw. Monitoringprojekten das Observatorium zu einer Forschungsstätte mit internationalem Ruf machen.

ERHALTUNG OBSERVATORIUMSGEBÄUDE UND SEILBAHN: 1999 waren Sanierungsarbeiten an der Tauernstütze der Seilbahn notwendig. Diese Arbeiten konnten bis auf die Fundamentsanierung (wird 2000 durchgeführt) abgeschlossen werden. Weiters war wieder eine magnetinduktive Prüfung des Zug- und Tragseils seitens der Behörde für dieses Jahr vorgeschrieben. Das nun knapp vor der Hauptversammlung vorliegende Prüfprotokoll lässt eine weitere Nützung der Seile bis Herbst 2003 zu. Die sehr hohen Investitionskosten für einen Seiltausch können daher etwas hinausgeschoben werden.

Zu Jahresbeginn 2000 kam es auch zu einem Schaden bei der Seilbahn-Stromversorgung, dessen Behebung auf Grund nicht mehr lieferbarer Ersatzteile zu einem Kostenvolumen von etwa 80.000,- ATS führen wird. An der Seilbahn wurden die üblichen Inspektionen und Wartungsarbeiten durchgeführt. Im Herbst 1999 konnte auch die geplante Versetzung des Tragseiles gemeinsam mit den Firmen Austria Draht und Neureiter durchgeführt werden. Die Probleme im Bereich der Steuerungselektronik konnten zumindest vorerst behoben werden.

Auf Wunsch des Beobachters Anton Lackner wurde das Binderzimmer in einen Schlafräum für den Beobachter umgebaut. Dessen ehemaliger Schlafräum steht jetzt als Aufenthalts- und Schlafräum für oben tätige Wissenschaftler zur Verfügung (zwei Schlafplätze statt bisher vier). Es sei hier nochmals darauf hingewiesen, dass weitere Schlafplätze dem Sonnblickverein im Zittelhaus vertraglich zugesichert sind.

Im Hinblick einer verantwortungsbewussten Vorsorgemaßnahme fand im Sommer 1999 auf Anregung des Sonnblickvereines und der ZAMG eine Begutachtung des Sonnblickgipfel durch den Landesgeologen von Salzburg (Dr. Rainer Braunstingl) zur Beurteilung der geologischen Standfestigkeit bzw. Erosionsgefährdung statt. Auf Anregung von Dr. Braunstingl wurde seitens des Sonnblickvereines ein technisches geologisches Gutachten zur Beurteilung des Ist-Zustandes und zur Empfehlung von möglichen Sanierungsmaßnahmen in Auftrag gegeben (Büro Dr. Schober). Als Erstmaßnahme zur Minderung der Gipfelerosion wurde die Firma Winkler mit der Ableitung des Dachwassers von der N-Seite auf die S-Seite beauftragt. Alle diese Arbeiten finden in Kooperation mit dem Österreichischen Alpenverein statt.

Im Jahr 2000 soll auch die Solaranlage des Observatoriums generalsaniert werden. Ein entsprechendes Angebot der Firma Winkler liegt vor und beläuft sich auf ATS 390.000,--. Hier werden noch vielversprechende Verhandlungen bezüglich einer Kostenreduktion bei den Kollektoren geführt.

DIVERSE VERWALTUNGSAUFGABEN: 1999 konnte der Kaufvertrag (Schenkung in Form eines Kaufvertrages) mit dem Alpenverein Rauris bezüglich des Grundbesitzes am Sonnblickgipfel rechtmäßig abgeschlossen werden. Ausdrücklich sei dem Alpenverein für sein Entgegenkommen hier nochmals gedankt.

Zur Überprüfung einer möglichen Reduktion der jährlich zu leistenden Versicherungsprämien (knapp über ATS 100.000,--) wurde ein Maklerbüro beauftragt. Erste vorliegende Angebote schauen auch hier recht vielversprechend aus.

Die notwendigen Bewilligungen für den Bau der Abwasseranlage (Kläranlage) in Kolm Saigurn liegen nun alle vor und es kann in diesem Jahr mit den Bauarbeiten begonnen werden. Eventuell kann die Funktion der Abwassergenossenschaft auch auf eine Wasserversorgungsgenossenschaft ausgedehnt werden. Dies wäre für den Sonnblickverein sicherlich interessant. Angemerkt sei hier nur, dass in diesem Winter die Wasserversorgung der Talstation eingefroren ist.

Der Sonnblickverein strebt eine Wiederanerkennung als wissenschaftlicher Verein im Sinne der Spendenbegünstigung an, um damit ein wesentliches Potential der Vereinseinnahmen wieder verstärkt ausschöpfen zu können. Diesen Status hatte der Verein 1994 durch eine sehr restriktive Gesetzesänderung verloren. Gespräche mit der Finanzlandesdirektion waren sehr positiv und vielversprechend. Für eine positive Entscheidung muss der Verein seine unmittelbare wissenschaftliche Tätigkeit mehr herausstreichen. Im Hinblick auf diese Tatsache wird der Sonnblickverein im Jahr 2000 folgende Projekte in Kooperation mit der ZAMG durchführen:

- Wasserbilanz eines vergletscherten Einzugsgebiet – Bereich Goldbergkees
- Klimabedingte Gletscheränderungen in der Goldberggruppe in der Periode 1979 bis 98

Weiters wird die enge Kooperation des Sonnblickvereines mit diversen Projektbetreibern auf dem Observatorium (GAW und verwandte Projekte) fortgesetzt. Diese Kooperation bezieht sich auf die zur Verfügungsstellung der Infrastruktur, Hilfe bei der Logistik und finanziellen Unterstützung für Seilbahnfahrten und den Aufenthalt.

Im Herbst 1999 konnte die gemeinsam mit der ZAMG hergestellte Broschüre „Der Sonnblick–Observatorium über den Wolken“ fertiggestellt werden. Diese Broschüre erklärt in allgemein verständlicher Form die derzeit am Sonnblick stattfindenden Projekte und Messungen (reduzierter Preis für Sonnblickvereins-Mitglieder ATS 30,--, zu beziehen bei der ZAMG Wien oder Salzburg).

Der Sonnblickverein unterstützt gemeinsam mit der ZAMG die Herausgabe eines neuen Buchs über den Sonnblick. Herausgeberin ist Erika Scherer gebürtige Buchebnerin. Im Gegensatz zu dem leider vergriffenen Buch von Reinhard Böhm wird dieses Buch sprachlich noch mehr an die Allgemeinheit gerichtet sein. Das Buch soll im Herbst 2000 auf den Markt kommen. Der Sonnblickverein erwirbt bei Drucklegung 300 Stück und gibt sie an Vereinsmitglieder zum ermäßigten Preis von ATS 275,-- (statt ATS 350,--) weiter. Weiters vermittelt der Verein ein Sponsoring durch Firmen. Einige Mitglieder des Vereins werden auch als Autoren an dem Buch mitarbeiten.

WISSENSCHAFTSBERICHT

Im Berichtsjahr 1999/2000 konnten die Forschungsaktivitäten auf dem Sonnblick, mit nationalen und internationalen Forschungsgruppen, auf dem hohen Stand der letzten Jahre gehalten werden. Am 5.-6.10.1999 wurde ein Sonnblick-Workshop abgehalten, dessen Vorträge als Band 21 der „Österreichischen Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“ veröffentlicht wurden. Kurz skizziert gibt es auf dem Sonnblick derzeit folgende Forschungsarbeiten:

PROJEKT SCHNEECHEMIE: Institut für Analytische Chemie, TU-Wien, Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Institut für Meteorologie und Geophysik, Universität für Bodenkultur, Wien

Die chemischen Analysen von Schneeprofilen in Gipfelnähe des Scharecks und des Sonnblicks werden als Fortsetzung des Projekts ALPTRAC fortgeführt. Für den Standort Schareck liegt bereits eine 1983 beginnende Zeitreihe vor, wie sie von anderen hochalpinen Lagen nicht vorhanden ist.

GLAZIOLOGISCHES MASSENBILANZ PROJEKT WURTENKEES: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik im Rahmen der Teilrechtsfähigkeit, KELAG

Alle Massenbilanzmessungen (Winter und Sommer) werden im bisherigen Umfang weitergeführt. Eine Gesamtbearbeitung der Projektergebnisse (seit 1982) ist in der Reihe „Österreichische Beiträge zu Meteorologie und Geophysik“, Bd. 12 erschienen. Die laufenden Bilanzen werden jeweils im Jahresbericht des Sonnblickvereines veröffentlicht. Die aktuelle Bilanz 1997/98 wird im Jahresbericht des SBV 1998-1999 erscheinen.

GLAZIOLOGISCHES MASSENBILANZPROJEKT GOLDBERGKEES UND KLEINES FLEIßKEES: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik Wien und Regionalstelle Salzburg, finanziert vom Bundesministerium für Umwelt und Familie

Analog zu den Messungen am Wurtenkees wird seit dem Bilanzjahr 1986/87 auch die Massenbilanz des Goldbergkees und beginnend mit 1998/99 auch die Massenbilanz des Kleinen Fleißkees gemessen. Damit werden alle drei größeren Gletscher (Wurtenkees, Goldbergkees, Kl. Fleißkees) in der Umgebung des Observatoriums hinsichtlich ihrer Massenbilanz erfasst.

AV-PROJEKT GLETSCHER LÄNGENMESSUNGEN: Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik, Österreichischer Alpenverein

Weiterhin werden die Hauptgletscher der Goldberggruppe mit Vorlandmarken vermessen und die Gletscher mit Fotos von fixen, vermessenen Standorten aufgenommen.

I. Auer und R. Böhm haben die Messungen im Herbst 1999 durchgeführt. Erstmals seit längerer Zeit waren die Messungen im September 1999 von ausgezeichnetem Schönwetter begleitet, sodass wieder eine vollständige Fotodokumentation von allen vermessenen Standorten durchgeführt werden konnte. Alle Gletscher im Sonnblickgebiet befanden sich im Rückzug, am stärksten das Fleißkees (-24 m), am schwächsten das Schlapperebenkees (-2 m).

GAW-STATION SONNBLICK

a) **NATIONALES GAW-PROGRAMM:** Zentralanstalt für Meteorologie und Geodynamik (Dr. A. Kaiser), Umweltbundesamt (Ozon, Stickoxide, CO, CO₂), Amt der Salzburger Landesregierung, Abt. 16 (P. Biebl) und Inst. f. Analyt. Chemie der TU Wien (Niederschlagschemie) und Inst. f. Meteorologie und Physik der Uni. f. Bodenkultur (Gesamtozon, UV)

Gegenstand des nationalen GAW-Programms ist die Messung und Prüfung der o.a., am Sonnblick gemessenen Größen im Hinblick auf ein Dauermonitoring, die wissenschaftliche Analyse und Weitergabe der Daten an den DWD im Rahmen der GAW-DACH Zusammenarbeit.

- b) GAW-DACH: Institutionen wie oben; zudem Deutscher Wetterdienst, Umweltbundesamt Deutschland, Schweizerische Meteorologische Anstalt, Eidgenössische Materialprüfungs- und Forschungsanstalt. 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. Zweck der Auswertungen ist die Ermittlung eines global relevanten Datensatzes, der der WMO im Rahmen des GAW-Programms zur Verfügung gestellt wird. GAW-DACH war der Themenschwerpunkt des Sonnblick-Workshops im Oktober 1999.

PROJEKT EINRICHTUNG EINER STATION ZUR ÜBERWACHUNG DES STRATOSPHERISCHEN OZONS UND DER VARIIERENDEN BELASTUNG DURCH ULTRAVIOLETTE STRAHLUNG AUF DEM HOHEN SONNBLICK: Finanziert vom Bundesministerium für Umwelt und Familie .

Projektleiter: Univ.-Prof. Dr. H. Kromp-Kolb

Projektdauer: seit August 1993

Die Aufgabe dieses Projektes ist es, einen Einblick in atmosphärische Vorgänge in der Stratosphäre, die sich auf das Ozon beziehen, für den Bereich Österreich zu gewinnen und damit Auswirkungen auf die Bevölkerung des Landes aufzuzeigen. Die UV-B- und Gesamt ozonreihen des Sonnblicks werden nun mit bereits 7 Jahren langsam für Trendüberlegungen interessant.

PROJEKT SPEKTRALE UV-STRAHLUNG IM WIENER RAUM UND INTEGRALE UVMESSUNG AM HOHEN SONNBLICK: Finanziert vom Bundesministerium für Umwelt und Familie. Projektleiter: Univ.-Prof. Dr. H. Kromp-Kolb

Projektdauer: 1997 bis 2002

Installierung eines UV-Breitbandgerätes am Sonnblick Observatorium und eines Spektrophotometers im Wiener Raum. Diese Messgeräte werden in das Österreichische UV-Messnetz eingegliedert. Unabhängig vom UVB-Messnetz werden Untersuchungen über den Einfluss von Luftverschmutzungen auf die UVB Belastung durchgeführt. Zwischen Luftqualität und UVB -Belastung bestehen spektral abhängige Wechselwirkungen; so ist saubere Luft für schädliche UV-Strahlung besser durchlässig als verunreinigte. Erhöhte UV-Strahlung führt andererseits zu verstärkten photochemischen Reaktionen.

PROJEKT CHARACTERISTICS OF THE UV RADIATION FIELD IN THE ALPS

(CUVRA): Finanziert von EU Kommission. Projektleiter: P. Weihs

Projektdauer: Februar 1998 - Jänner 2000

Im Rahmen des CUVRA Projektes wird die spektrale UV Strahlung in hochgelegenen alpinen Gebieten untersucht. Die UV Bestrahlungsstärke ist im Gebirge bedingt durch die große Seehöhe viel höher als in tiefergelegenen Gegenden. Eine Verstärkung der UV Strahlungsintensität tritt auch in alpinen Gegenden durch die erhöhte Bodenreflexion durch Schnee und durch die geringe Trübung auf. Im Rahmen des CUVRA Projektes werden diese verschiedenen Einflussfaktoren untersucht und quantifiziert mit besonderem Augenmerk auf die Bodenalbedo.

UV-BIOMETER MESSUNGEN AUF DEM SONNBLICK: Finanziert vom Bundesministerium für Umwelt und Familie.

Projektleiter: Prof. Dr. H. Kromp-Kolb (Inst. f. Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur) und Prof. M. Blumthaler (Institut für medizinische Physik der Uni. Innsbruck)

Projektdauer: seit 1997

Am Sonnblick wurde ein UV-Breitbandgerät installiert, das in das österreichische UV-Messnetz eingegliedert ist. Mit den Geräten des UV-Messnetzes (UV-Biometer Solar Light-Modell 501) wird an 10 Stationen in Österreich die erythemwirksame solare Strahlung erfasst (acht Stationen unter 600 m Seehöhe, eine in 1150 m und die Station am Sonnblick in 3106 m). Nähere Informationen und Messwerte auf der Internetseite http://www.bmu.gv.at/s_uv_index/uv_index/tmp_inhalt.htm.

TRITIUM MESSUNGEN AUF DEM SONNBLICK: ÖFPZ-Arsenal (R. Tesch, D. Rank)

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.

PROJEKTE VOTALP UND VOTALP-2 (OZONTRANSPORT IN DEN ALPEN):

Projektleiter: Univ.-Prof. Dr. H. Kromp-Kolb (Inst. f. Meteorologie und Physik der Universität für Bodenkultur)

Die Univ. f. BOKU, Wien ist Teilnehmer an dem EC-Projekt VOTALP und dem Nachfolgeprojekt VOTALP-2. Das Sonnblick-Observatorium liefert dazu meteorologische Messdaten, die in erster Linie für die Berechnung vertikaler Transporte von Nutzen sind.

PROJEKT OZONCHEMIE

Projektleiter: Univ. Prof. Dr. W. Lindinger (Institut für Ionenphysik, Univ. Innsbruck)

PROJEKT CO-OH_EUROPE

VERA-Gruppe (Vienna Environmental Research Accelerator am Institut für Radiumforschung und Kernphysik der Uni Wien – Prof. Kutschera und Mitarbeiter) in Zusammenarbeit mit dem Max Planck Institut für Chemie, Mainz (Dr. C. A. M. Brenninkmeijer)

Mittlerweile etwa 125 Proben vom Sonnblick, damit größte und bestdokumentierte Messreihe für $^{14}\text{CO-OH}$.

ORTSDOSISLEISTUNGS-MESSSTELLE SONNBLICK: Bundeskanzleramt, Sekt. VI (E. Henrich).

Bereits langjährige Messungen auf dem Sonnblick im Rahmen des österreichischen Strahlungsfrühwarnsystems: Ortsdosisleistung-Messstelle (online) und Aerosolsammel- und Messeinrichtung Digital mit Sierra-Anderson PM10 Vorscheidekopf

PROJEKT ALPCLIM (Environmental and climatic records from high elevation sites):

Projektdauer: Mai 1998 bis April 2001

Finanziert von der EU-Kommission (Environment and Climate Work Programme)

Projektkoordination: Institut für Umweltphysik der Uni Heidelberg (D. Wagenbach)

Work Package 4: Climatological Supplement Study to ALPCLIM (R. Böhm und I. Auer)

Das Projekt analysiert Eisbohrkerne im Monte Rosa und Mont Blanc Gebiet, wobei die an der ZAMG durchgeführte Arbeit in die zwei Teilprojekte RSC (Recent site climatology) und HSC (Historic site climatology) aufgeteilt ist:

RSC: Erarbeitung einer Klimatologie der Drill Sites durch Inter- und Extrapolationen der 1961-90 Messdaten des klimatologischen Surface Networks und von RASO-Daten. Die RSC-Klimatologie der Gipfelregion von Monte Rosa und Mont Blanc soll die anderen ALPCLIM-Gruppen mit Basismaterial für ihre chemischen und physikalischen Analysen, Modelle etc. versorgen.

HSC: Erarbeitung einer gesamt alpinen Datensatzes an klimatologischen homogenen Langzeitreihen. Dabei ist der Sonnblick wieder eine der Basisstationen, zusammen mit den anderen 4 hochalpinen Observatorien der Alpen und etwa 100 Standorten mit Langzeitreihen (zurück bis 1753) aus den Alpenländern. Mit April 2000 wird der Datensatz Temperatur (interpoliert an Gitterpunkte von 1 zu 1 Grad Länge und Breite, 4 – 18 Grad E und 43 – 49 Grad N) zur allgemeinen Verfügung stehen. Am Datensatz Niederschlag wird gerade gearbeitet.

Vom 7.-9.3.2000 wurde das 2. ALPCLIM-Jahresworkshop mit 30 Teilnehmern aus Frankreich, Italien, Schweiz, Deutschland, Kroatien und Österreich in Kolm Saigurn abgehalten. Der geplante Besuch des Sonnblick-Observatoriums musste leider wetterbedingt abgesagt werden.

BUDGET SONNBLICK-VEREIN 1998**Einnahmen**

Mitgliedsbeiträge und Spenden	ATS	83.740,00
Subventionen BMWV	ATS	800.000,00
Subv., Sponsoring (Nationalbank, Draukraftwerke, Feratel)	ATS	53.600,00
Kostenersätze für Seilbahnfahrten	ATS	56.360,00
Rückerstattung von SAFE (Stromverbrauchsdifferenz)	ATS	7.996,45
Verkauf von Jahresberichten + Sonnblickbuch	ATS	1.934,00
Zinsenerträge	ATS	18.607,07
Rückerstattung von TRF (Gletschervermessung Dr. Schöner)	ATS	4.400,00
Summe	ATS	1,026.637,52

Ausgaben

Porto und Stempelgebühren	ATS	8.589,50
Versicherungen 1998 und 1999	ATS	248.847,00
Telekom-Gebühren	ATS	4.748,40
Bankspesen	ATS	3.705,24
Abfallbereitst.-Gebühren	ATS	3.687,20
Stromkosten SAFE	ATS	21.856,76
Kosten für Wasserrechtsbewilligung	ATS	2.405,00
Diverse Arbeiten an Seilbahn (Kontrolle, Wartung, Service)	ATS	222.148,20
Druckkosten für Jahresbericht des SV für 1996 und 1997	ATS	66.358,40
Kauf von Kassenobligationen (CA 97 33/4 %) für Rücklage	ATS	100.000,00
Totalisatorenablesung und Seilbergung	ATS	7.300,00
Schneeräumung Kolmstraße (Winter 1997/98)	ATS	36.000,00
Reinigungsarbeiten im Observatorium und Reinigungsmittel	ATS	19.568,00
Wäschereinigung und Instandhaltung 1997	ATS	9.950,00
Ankauf von vier Paar Skiern	ATS	22.796,00
Kosten für bahnärztliche Untersuchung	ATS	2.160,00
Kostenbeitrag Schulung (DI Mandl)	ATS	1.800,00
Ski-Service	ATS	936,75
Bahnexpresskosten	ATS	232,80
Öl für Ski-Doo	ATS	576,00
Batterien	ATS	609,60
Trennscheiben	ATS	289,80
Fotoankauf	ATS	2.500,00
Einladung anl. Motorausbau	ATS	1.309,00
Weihnachtsremuneration	ATS	1.000,00
Büromaterial	ATS	255,20
Summe	ATS	889.628,85

Summe Einnahmen	ATS	1,026.637,52
Summe Ausgaben	ATS	789.628,85

Zusammenstellung

Gesamtübertrag aus 1997	ATS	12.776,09
zuzügl. Saldo Obs. Erh. Konto 1997	ATS	11.096,19
Einnahmen 1998	ATS	1,026.637,52
Summe aus Überträgen und Einnahmen 1998	ATS	1,050.509,80
abzüglich Ausgaben 1998	ATS	789.628,85
verbleibt als Übertrag für 1999	ATS	260.880,95
Übertrag für 1998	ATS	23.872,28

Vermögensvermehrung bis Ende 1998	ATS	237.008,67
--	------------	-------------------

Vermögenszusammenstellung

Barkasse	ATS	612,36
Konto bei Österreichische PSK Nr. 7.280.971	ATS	108.671,78
Konto bei CA Nr. 0044-14017/00 (Kto. ordinario)	ATS	23.353,41
Obs. Erh. Konto bei CA Nr. 0044-14033/00	ATS	124.674,67
Sparbuch bei CA Nr. 6044-00-05613	ATS	3.568,73
Summe	ATS	260.880,95

Postbank München Nr. 01201116808

Übertrag aus 1997	DM	859,64
Einnahmen 1998	DM	1.291,25
abzügl. Ausgaben 1998	DM	45,60
Saldovortrag für 1999	DM	2.105,29

Zusammenstellung SV (allgemein) und SV (ÖAW) 1998

Vortrag für 1998 (allgemein und ÖAW)	ATS	24.471,18
zuzügl. Einnahmen (allgemein) 1998	ATS	1,026.637,52
zuzügl. Einnahmen (ÖAW) 1998	ATS	200.000,00
zuzügl. Zinserträge 1998	ATS	187,10
<i>Zwischensumme</i>	<i>ATS</i>	<i>1,251.295,80</i>
abzügl. Ausgaben (allgemein) 1998	ATS	789.628,85
abzügl. Ausgaben (ÖAW) 1998	ATS	116.732,02
Vortrag für 1999	ATS	344.934,93

Gegenüberstellung

Vermögenssumme (allgemein) Ende 1998	ATS	260.880,95
Saldovortrag aus ÖAW-Subvention 1998 (auf CA Konto Nr. 0044-14025/00)	ATS	84.053,98
Summe	ATS	344.934,93

500-Schilling-Spenden und mehr im Jahr 1998

<i>Dipl.-Met. Otto Schmied, Graz</i>	<i>ATS</i>	<i>500,--</i>
<i>Dipl.-Ing. A. und W. Kroneis, Wien</i>	<i>ATS</i>	<i>1.000,--</i>
<i>Dr. Rainer Roth, Springe (D) (DM 155,--)</i>	<i>ATS</i>	<i>1.000,--</i>
<i>OSTR Dr. Elisabeth Rathschüler, Salzburg</i>	<i>ATS</i>	<i>1.000,--</i>
<i>Dr. Marianne Manig, Niefen (D) (DM 110,--)</i>	<i>ATS</i>	<i>700,--</i>

Über die Verwendung der Gelder des Baukontos (CA Nr. 0044-14025/00), auf das im Berichtsjahr ATS 200.000,-- überwiesen wurden, wurde der ÖAW unter Vorlage der Originalbelege berichtet. Die Richtigkeit der Gebarung wurde überprüft und am 18.02.1999 schriftlich bestätigt.

Auf das Observatoriums-Erhaltungskonto (CA Nr. 0044-14033) wurden vom BMWuV über die ZAMG im Jahr 1998 ATS 800.000,-- eingezahlt. Die detaillierten Angaben über Einnahmen und Ausgaben wurden in die allgemeine Zusammenstellung übernommen.

Unsere Rücklage betrug Ende 1998 ATS 800.000,--, welche im Hinblick auf den im Jahre 2000 erfolgenden Trag- und Zugseilaustausch und ebenso für den Austausch der Sonnenkollektoren, angespart wird.

Die Rechnungsprüfer HR Dr. Josef Willfarth und HR Dr. Gunter Wihl überprüften am 02.03.1999 die Gebarung auf den Konten und die Barkasse.

BUDGET SONNBLICK-VEREIN 1999

Einnahmen

Mitgliedsbeiträge und Spenden	ATS	106.220,00
Kostenersatz Seilbahnfahrten	ATS	22.700,00
Wertpapierverkauf	ATS	399.999,95
Sponsoring (Nationalbank, Draukraft, Feratel)	ATS	28.600,00
Subventionen (BMWuV, Akademie d. Wissenschaft)	ATS	1.000.000,00
Rücküberweisungen f. Überzahlung (SAFE, Raiffeisen Warenbetriebe, Kastner)	ATS	8.879,65
Zinserträge	ATS	15.909,69
Transfer (Sparbücher - Konten)	ATS	31.107,41
Summe.	ATS	1,954.782,90

Ausgaben

Porto und Stempelgebühren	ATS	4.488,00
Kfz-Versicherung (1.12.1999 - 30.11.2000)	ATS	786,00
Telefon- und Funkgebühren	ATS	4.200,20
Bankspesen	ATS	4.229,74
Abfallbereitstellungsgebühren	ATS	5.235,25
Stromkosten SAFE	ATS	17.800,00
Teilvorschreibung 1999 f. Abwasseranlage	ATS	1.600,00
Diverse Arbeiten an Seilbahn (Kontrolle, Wartung, Service)	ATS	493.541,14
Schneeräumung der Kolmstraße (Winter 1998/1999)	ATS	36.000,00
Arbeiten im Observatorium (Reinigung, Instandhaltung, Wäsche)	ATS	114.231,71
Wertpapierkauf	ATS	1,006.906,93
Transfer (Sparbücher - Konten)	ATS	31.107,41
Ski-Service	ATS	510,00
Handy	ATS	480,00
Alpenverein Rauris, Kaufvertrag Grundstück	ATS	2.500,00
Notar	ATS	536,00
4 Steigfelle + Handschuhe	ATS	8.000,00
Buch, Wetter & Leben, 1998	ATS	660,00
Büromaterial	ATS	157,90
Zittelhaus (Einladung Neureiter)	ATS	565,00
Summe	ATS	1,733.535,28

CA - BV 0044-14017/00

Saldovortrag aus 1998	ATS	23.353,41
Einnahmen 1999	ATS	98.243,81
Ausgaben 1999	ATS	113.324,64
Saldovortrag für 2000	ATS	8.272,58

CA - BV 0044-14025/00

Saldovortrag aus 1998	ATS	84.053,98
Einnahmen 1999	ATS	200.117,85
Ausgaben 1999	ATS	280.370,46
Saldovortrag für 2000	ATS	3.801,37

CA - BV 0044-14033/00

Saldovortrag aus 1998	ATS	124.674,67
Einnahmen 1999	ATS	1,220.256,62
Ausgaben 1999	ATS	1,262.939,27

Saldovortrag für 2000	ATS	81.992,02
PSK 7.280.971		
Saldovortrag aus 1998	ATS	108.671,78
Einnahmen 1999	ATS	82.368,07
Ausgaben 1999	ATS	64.344,96
Saldovortrag für 2000	ATS	126.694,89
Barkasse		
Saldovortrag aus 1998	ATS	612,36
Einnahmen 1999	ATS	12.430,35
Ausgaben 1999	ATS	12.555,95
Saldovortrag für 2000	ATS	486,76
Postbank München Nr. 01201116808		
Saldovortrag aus 1998	DM	2.105,29
Einnahmen 1999	DM	550,00
Ausgaben 1999	DM	45,60
Saldovortrag für 2000	DM	2.609,69
Zusammenstellung.		
Saldovortrag aus 1998	ATS	341.366,20
Einnahmen 1999	ATS	1.613.416,70
<i>Zwischensumme (Einnahmen gesamt)</i>	<i>ATS</i>	<i>1.954.782,90</i>
abzügl. Ausgaben 1999	ATS	1.733.535,28
Übertrag für 2000	ATS	221.247,62
Vermögenszusammenstellung		
Konto bei Österr. PSK Nr. 7.280.971	ATS	126.694,89
Konto bei CA - BV Nr. 0044/14017-00	ATS	8.272,58
Konto bei CA - BV Nr. 0044/14025-00	ATS	3.801,37
Konto bei CA - BV Nr. 0044/14033-00	ATS	81.992,02
Barkasse	ATS	486,76
Depot	ATS	1.394.226,58
<i>Zwischensumme</i>	<i>ATS</i>	<i>1.615.474,20</i>
zuzügl. Sparbuch 6044-03-29237	ATS	7.728,45
Summe	ATS	1.623.202,65

MESSERGEBNISSE 1997/98 UND 1998/99 IM SONNBLICKGEBIET

Ingeborg Auer, Reinhard Böhm, Wien

Tabelle 1: Monatliche Schneehöhen im Haushaltsjahr 1997/98 im Sonnblickgebiet in cm.
Die Schneepegel werden am Beginn des Haushaltsjahres (1.10.) auf Null gestellt

Absolutwerte

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	48	125	185	165	220	338	415	323	189	0	0	21
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	59	150	183	168	183	268	283	240	170	0	0	35
PG3	Steilhang	2878	0	60	170	270	240	260	380	420	370	270	70	0	60
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	65	180	230	270	250	330	410	450	320	130	0	60
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	80	250	295	300	290	380	410	400	305	200	0	70
PG6	Fleißscharte	2980	0	56	178	248	310	293	315	400	450	341	220	60	78
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	40	140	210	230	185	260	300	330	180	50	0	35
PF2	Fleißkees unten	2860	0	60	160	260	250	250	350	410	420	290	85	0	40
PF3	Fleißkees oben	2940	0	25	120	160	140	115	170	210	200	120	0	0	60
PF4	Pilatusscharte	2905	0	50	200	260	260	215	270	320	300	220	105	0	65
Wurtenkees unten															
PW1		2573	0	An der Stelle des Pegels PW1 kein Gletscher mehr											
PW3		2562	0	5	60	120	125	125	135	185	165	0	0	0	20
PW4*			0	30	85	165	180	180	290	350	295	135	0	0	28
PW5		2622	0	25	90	165	175	180	255	321	250	100	0	0	30
PW7		2643	0	15	120	200	210	210	285	318	275	155	0	0	35
PW11		2666	0	20	110	200	205	205	320	367	350	180	0	0	32
PW13		2669	0	15	110	210	230	215	330	375	360	200	20	0	40
Wurtenkees unten															
PW15		2734	0	15	80	160	150	160	275	300	280	135	0	0	35
PW17		2845	0	20	85	170	170	170	275	287	270	130	0	0	25
PW19		2819	0	15	60	125	128	125	235	280	260	100	0	0	20
PW21		2883	0	An der Stelle des Pegels PW21 kein Gletscher mehr											
PW23		2916	0	25	100	155	180	200	300	330	310	100	0	0	30
PW25		2956	0	20	80	150	150	160	250	280	270	120	10	0	50
PW27		3009	0	30	80	140	140	160	260	280	260	110	60	0	40
PW29		3025	0	35	150	255	260	250	375	400	380	280	85	0	60
PW30		3010	0	45	135	260	265	245	415	440	420	300	160	0	50
PW31		3069	0	An der Stelle von PW31 durch das Schigebiet keine Messungen mehr möglich											

* neuer Pegel, noch nicht exakt vermessen

Fortsetzung Tabelle 1 im Haushaltsjahr 1997/98

Abweichungen vom Normalwert 1961 bis 1990

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	-7	-3	-4	-77	-66	6	51	-3	-51	-100	-32	-1
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	5	29	14	-48	-73	-38	-60	-69	-71	-111	-42	0
PG3	Steilhang	2878	0	6	49	102	25	-1	59	53	24	-10	-82	-79	2
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	7	56	54	53	-15	1	34	92	14	-57	-108	-32
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	20	130	118	81	33	56	27	43	-13	-12	-125	-31
PG6	Fleißscharte	2980	0	-16	40	59	80	44	8	24	85	12	-5	-94	-64
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	-19	21	57	45	-29	13	-6	49	-62	-76	-54	-5
PF2	Fleißkees unten	2860	0	-5	29	76	3	-32	9	10	23	-64	-149	-171	-103
PF3	Fleißkees oben	2940	0	-20	31	53	15	-27	-28	-36	-47	-87	-91	-63	2
PF4	Pilatusscharte	2905	0	-17	65	84	37	-39	-34	-43	-56	-95	-89	-129	-43
Wurtenkees unten															
PW1		2573	0	An der Stelle des Pegels PW1 kein Gletscher mehr											
PW3		2562	-37	-58	-27	-52	-92	-111	-93	-78	-174	-78	-29	4	
PW4*			0	Neuer Pegel, noch keine langjährigen Vergleichswerte											
PW5		2622	0	-30	-58	-34	-57	-93	-57	-17	-70	-153	-142	-39	13
PW7		2643	0	-43	-31	0	-30	-75	-30	-18	-40	-89	-129	-31	13
PW11		2666	0	-46	-41	-7	-41	-87	-5	12	7	-89	-168	-47	10
PW13		2669	0	-36	-11	47	30	-20	61	79	67	-28	-97	-32	18
Wurtenkees unten															
PW15		2734	0	-28	-21	20	-19	-36	47	44	37	-49	-87	-31	17
PW17		2845	0	-25	-1	27	-2	-40	30	2	0	-82	-103	-62	-22
PW19		2819	0	-33	-25	-11	-36	-73	2	3	6	-104	-109	-68	-28
PW21		2883	0	An der Stelle des Pegels PW21 kein Gletscher mehr											
PW23		2916	0	-29	2	4	2	-24	46	36	29	-138	-138	-68	-25
PW25		2956	0	-30	-5	13	-10	-33	18	5	-1	-115	-120	-64	2
PW27		3009	0	-29	-14	-4	-28	-52	15	-3	-25	-134	-86	-77	-22
PW29		3025	0	-27	40	92	66	9	93	73	44	-19	-98	-98	-12
PW30		3010	0	Neuer Pegel, noch keine langjährigen Vergleichswerte											
PW31		3069	0	An der Stelle von PW31 durch das Schigebiet keine Messungen mehr möglich											

* neuer Pegel, noch nicht exakt vermessen

Tabelle 2: Monatliche Schneehöhen im Haushaltsjahr 1998/99 im Sonnblickgebiet in cm.
Die Schneepegel werden am Beginn des Haushaltsjahres (1.10.) auf Null gestellt

Absolutwerte

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	90	160	238	270	310	340	355	310	224	53	0	0
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	118	178	220	240	300	334	350	325	204	60	0	0
PG3	Steilhang	2878	0	110	190	250	320	360	380	400	380	250	100	0	0
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	150	250	260	300	380	415	460	390	320	200	80	0
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	160	250	250	320	380	430	480	410	350	200	90	0
PG6	Fleißscharte	2980	0	139	235	228	295	320	394	465	400	414	288	150	102
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	115	190	200	220	290	330	490	430	260	130	0	0
PF2	Fleißkees unten	2860	0	130	210	260	320	380	420	520	560	350	240	110	25
PF3	Fleißkees oben	2940	0	85	160	140	160	140	180	250	230	130	0	0	0
PF4	Pilatusscharte	2905	0	140	240	250	280	320	410	500	580	350	220	80	0
Wurtenkees unten															
PW1		2573	0	An der Stelle des Pegels PW1 kein Gletscher mehr											
PW3		2562	0	50	105	90	115	120	150	196	140	40	0	0	0
PW4*			0	65	165	195	205	350	380	375	350	265	90	0	0
PW5		2622	0	70	150	175	190	275	310	360	275	185	20	0	0
PW7		2643	0	70	135	170	185	260	300	340	275	190	20	0	0
PW11		2666	0	70	170	185	210	355	380	390	365	295	140	0	0
PW13		2669	0	60	115	145	155	240	290	345	315	225	75	0	0
Wurtenkees unten															
PW15		2734	0	An der Stelle des Pegels PW15 kein Gletscher mehr											
PW17		2845	0	60	90	130	120	185	240	314	250	170	20	0	0
PW19		2819	0	70	185	210	180	295	340	360	310	225	85	0	0
PW21		2883	0	An der Stelle des Pegels PW21 kein Gletscher mehr											
PW23		2916	0	60	130	155	170	280	305	355	300	215	80	0	0
PW25		2956	0	65	135	170	170	260	300	352	320	245	120	0	0
PW27		3009	0	70	145	210	210	320	350	365	335	250	110	0	0
PW29		3025	0	75	140	160	150	285	310	355	330	255	115	65	10
PW30		3010	0	80	150	190	200	380	460	500	440	335	190	95	25
PW31		3069	0	An der Stelle von PW31 durch das Schigebiet keine Messungen mehr möglich											

* neuer Pegel, noch nicht exakt vermessen

Fortsetzung Tabelle 2 im Haushaltsjahr 1998/99

Abweichungen vom Normalwert 1961 bis 1990

Nr.	Aktueller Name	Höhe (m)	1.10.	1.11.	1.12.	1.1.	1.2.	1.3.	1.4.	1.5.	1.6.	1.7.	1.8.	1.9.	1.10.
Goldbergkees															
PG1	Unterer Keesboden	2400	0	35	32	49	28	24	8	-9	-16	-16	-47	-32	-22
PG2	Oberer Keesboden	2670	0	64	57	51	24	44	28	7	16	-37	-51	-42	-35
PG3	Steilhang	2878	0	56	69	82	105	99	59	33	34	-30	-52	-79	-58
PG4	Untere Brettscharte	2923	0	92	126	84	83	115	86	84	32	14	13	-28	-92
PG5	Obere Brettscharte	2958	0	100	130	73	101	123	106	97	53	32	-12	-35	-101
PG6	Fleißscharte	2980	0	67	97	39	65	71	87	89	35	85	63	-4	-40
Kleines Fleißkees															
PF1	Fleißkees Zunge	2820	0	56	71	47	35	76	83	184	149	18	4	-54	-40
PF2	Fleißkees unten	2860	0	65	79	76	73	98	79	120	163	-4	6	-61	-118
PF3	Fleißkees oben	2940	0	40	71	33	35	-2	-18	4	-17	-77	-91	-63	-58
PF4	Pilatusscharte	2905	0	73	105	74	57	66	107	137	224	35	26	-49	-108
Wurtenkees unten															
PW1		2573	0	An der Stelle des Pegels PW1 kein Gletscher mehr											
PW3		2562	0	8	-13	-57	-62	-97	-96	-82	-103	-134	-78	-29	-16
PW4*			0	Neuer Pegel, noch keine langjährigen Vergleichswerte											
PW5		2622	0	15	2	-24	-42	2	-2	22	-45	-68	-122	-39	-17
PW7		2643	0	12	-16	-30	-55	-25	-15	4	-40	-54	-109	-31	-22
PW11		2666	0	4	19	-22	-36	63	55	35	22	26	-28	-47	-22
PW13		2669	0	9	-6	-18	-45	5	21	49	22	-3	-42	-32	-22
Wurtenkees unten															
PW15		2734	0	An der Stelle des Pegels PW15 kein Gletscher mehr											
PW17		2845	0	15	4	-13	-52	-25	-5	29	-20	-42	-83	-62	-47
PW19		2819	0	22	101	74	16	97	107	83	56	21	-24	-68	-48
PW21		2883	0	An der Stelle des Pegels PW21 kein Gletscher mehr											
PW23		2916	0	6	32	4	-8	56	51	61	19	-23	-58	-68	-55
PW25		2956	0	15	50	33	10	67	68	77	49	10	-10	-64	-48
PW27		3009	0	11	51	66	42	108	105	82	50	6	-36	-77	-62
PW29		3025	0	13	30	-3	-44	44	28	28	-6	-44	-68	-33	-62
PW30		3010	0	Neuer Pegel, noch keine langjährigen Vergleichswerte											
PW31		3069	0	An der Stelle von PW31 durch das Schigebiet keine Messungen mehr möglich											

* neuer Pegel, noch nicht exakt vermessen

Tabelle 3: Monatliche Niederschlagssummen im Hauhaltsjahr 1997/98

Niederschlagsmessungen im Sonnblickgebiet Oktober 1997 bis September 1998
Einzugsgebiete von Goldberg-, Kleines Fleiß- und Wurtenkees, Werte in mm

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt- Apr	Mai- Sep	Okt- Sep	
Sonnblick Gipfel																		
TG4	Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	292	208	292	240	88	584	140	188	296	256	224	308	1844	1272	3116
TG5	Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	196	284	200	164	44	344	188	192	364	288	348	304	1420	1496	2916
	Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3080	103	157	165	73	19	133	226	64	188	162	127	127	876	668	1544
	Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	230	145	192	93	45	219	147	132	198	274	197	231	1070	1032	2102
Goldbergkees																		
	Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	172	77	55	28	11	60	58	50	142	243	121	133	461	689	1150
	Bucheoben	HD-Salzburg	1140	154	90	58	28	10	78	68	58	159	212	195	160	485	782	1268
	TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	139	171	106	35	36	150	136	76	243	186	200	226	773	931	1704
	TG2 Radhaus	ZAMG	2117	108	260	136	24	12	112	252	60	276	172	192	200	904	900	1804
	TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	224	256	212	108	52	292	228	168	344	292	280	336	1372	1420	2792
Kleines Fleißkees																		
	Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	45	106	56	11	1	25	83	39	135	158	59	143	326	532	859
	TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	76	160	48	56	80	168	132	104	216	148	100	152	720	720	1440
	TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	52	196	100	24	12	68	208	76	192	144	128	152	660	692	1352
	TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	100	224	108	92	44	240	160	120	256	208	172	228	968	984	1952
Wurtenkees																		
	Kleindorf	HD-Kärnten	735	25	116	49	5	0	7	69	10	166	147	56	178	271	557	828
	Innerfragant	HD-Kärnten	1195	37	137	54	9	7	23	94	45	215	181	82	167	361	689	1050
	TW1 Stausee	KELAG	2420	168	143	98	51	7	100	184	78	271	249	77	234	751	909	1660
	TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	278	217	283	96	9	212	98	267	299	358	203	306	1193	1433	2626
	TW4 Steilabbruch	KELAG	2791	210	167	140	108	8	132	67	81	438	329	167	284	832	1299	2130

TA= teilautomatische Klimastation; TG2 Jänner 1998: ergänzter Wert, da keine Messung vorgenommen wurde

Abweichung der Niederschlagssummen im Sonnblickgebiet Okt. 97 bis Sept. 98 vom Normalwert 1961-1990
Einzugsgebiete von Goldberg-, Kleines Fleiß- und Wurtenkees, Werte in Prozent

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt- Apr	Mai- Sep	Okt- Sep	
Sonnblick Gipfel																		
TG4	Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	223	106	111	93	41	250	55	87	118	103	97	169	119	113	116
TG5	Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	115	133	84	66	21	142	62	67	109	82	102	122	88	96	92
	Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	120	141	154	73	21	118	182	47	167	137	104	147	119	116	118
	Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	205	97	116	59	35	129	78	74	114	138	100	170	100	117	108
Goldbergkees																		
	Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	261	110	81	45	23	113	94	48	104	152	78	129	108	105	106
	Bucheoben	HD-Salzburg	1140	214	114	75	39	18	123	92	55	110	134	119	148	99	115	109
	TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	95	124	81	27	34	112	74	46	116	93	100	154	80	101	90
	TG2 Radhaus	ZAMG	2117	79	191	127	27	12	102	184	34	137	96	98	135	111	100	105
	TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	141	124	110	53	34	141	101	77	129	114	113	174	102	120	110
Kleines Fleißkees																		
	Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	71	143	111	23	1	54	154	49	145	153	51	183	86	114	101
	TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	73	125	40	57	86	145	87	83	136	89	59	115	89	96	92
	TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	keine Mittelwerte vorhanden wegen Kürze der Reihe														
	TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	86	166	79	75	39	183	94	71	134	103	83	152	105	107	106
Wurtenkees																		
	Kleindorf	HD-Kärnten	735	38	154	127	13	1	17	124	13	195	155	56	237	79	128	107
	Innerfragant	HD-Kärnten	1195	53	153	106	19	14	45	129	48	203	156	68	201	84	133	111
	TW1 Stausee	KELAG	2420	181	118	107	60	11	127	161	57	181	149	53	170	116	123	120
	TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	181	111	147	55	7	129	40	115	108	124	82	137	96	113	104
	TW4 Steilabbruch	KELAG	2791	180	111	111	74	8	111	40	49	194	136	83	162	91	128	110

TA= teilautomatische Klimastation

Tabelle 4: Monatliche Niederschlagssummen im Hauhaltsjahr 1998/99

Niederschlagsmessungen im Sonnblickgebiet Oktober 1998 bis September 1999

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

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt- Apr	Mai- Sep	Okt- Sep
Sonnblick Gipfel																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	288	216	304	244	452	276	224	220	228	284	276	44	2004	1052	3056
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	332	176	192	132	360	204	252	196	268	392	404	100	1648	1360	3008
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	210	133	106	134	243	196	136	91	78	131	208	108	1157	617	1774
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	239	225	146	168	302	165	211	150	171	217	243	133	1456	915	2371
Goldbergkees																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	100	78	46	25	142	28	70	99	96	161	189	123	489	668	1157
Bucheoben	HD-Salzburg	1140	116	72	64	40	152	38	91	122	108	165	216	117	574	728	1301
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	301	161	115	54	261	132	75	158	140	193	272	93	1099	856	1955
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	376	84	64	84	128	164	144	184	132	184	316	128	1044	944	1988
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	392	192	176	132	340	188	224	228	224	292	352	136	1644	1232	2876
Kleines Fleißkees																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	150	29	24	46	78	33	28	33	54	63	120	101	388	371	759
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	244	88	108	76	180	172	136	100	140	192	276	128	1004	836	1840
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	252	128	148	36	168	148	124	84	64	172	244	156	1004	720	1724
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	296	160	104	88	268	168	148	128	216	276	256	148	1232	1024	2256
Wurtenkees																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	136	41	10	23	19	51	70	106	81	140	151	74	350	552	902
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	171	35	26	35	56	62	98	119	78	131	181	98	481	606	1087
TW1 Stausee	KELAG	2420	260	62	76	49	107	118	148	107	100	191	259	179	821	836	1657
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	284	174	95	95	272	123	223	173	319	311	375	173	1266	1352	2618
TW4 Steilabbruch	KELAG	2791	297	157	29	71	168	136	166	173	208	269	309	162	1024	1120	2144

TA= teilautomatische Klimastation

Abweichung der Niederschlagssummen im Sonnblickgebiet Okt. 98 bis Sept. 99 vom Normalwert 1961-1990
Einzugsgebiete von Goldberg-, Kleines Fleiß- und Wurtenkees, Werte in Prozent

Station	Datenquelle	SH (m)	Okt	Nov	Dez	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt- Apr	Mai- Sep	Okt- Sep
Sonnblick Gipfel																	
TG4 Sonnblick-horizontal	ZAMG	3095	220	110	116	95	210	118	88	101	91	114	120	24	129	93	114
TG5 Sonnblick-parallel	ZAMG	3095	194	83	81	53	176	84	84	69	80	111	119	40	102	87	95
Sonnblick-Ombro Nord	ZAMG	3105	245	119	99	133	265	174	110	67	69	111	170	125	158	107	135
Sonnblick-Ombro Süd	ZAMG	3098	213	150	88	107	235	98	112	84	98	110	123	97	136	103	121
Goldbergkees																	
Rauris-Nord (TA)	ZAMG	934	152	111	68	40	302	53	113	95	71	101	121	119	114	101	106
Bucheoben	HD-Salzburg	1140	162	91	82	57	287	61	123	115	75	105	132	109	118	107	111
TG1 Kolm-Saigurn	ZAMG	1600	206	117	88	42	249	99	41	95	67	97	136	63	114	93	104
TG2 Radhaus	ZAMG	2117	276	62	60	95	125	149	105	104	65	102	161	86	128	105	116
TG3 Rojacherhütte	ZAMG	2585	247	93	91	65	224	91	100	104	84	114	142	70	122	104	114
Kleines Fleißkees																	
Heiligenblut	HD-Kärnten	1380	235	39	49	94	186	72	51	42	58	61	105	129	102	79	90
TF1 Unteres Fleißkees	ZAMG	2558	235	69	90	78	194	148	89	80	88	115	164	97	124	111	118
TF2 Fleißtotalisator	ZAMG	2560	keine Mittelwerte vorhanden wegen Kürze der Reihe														
TF3 Oberes Fleißkees	ZAMG	2802	255	119	76	72	239	128	87	76	113	137	124	99	133	112	123
Wurtenkees																	
Kleindorf	HD-Kärnten	735	224	38	63	68	64	122	126	135	96	147	151	98	102	127	116
Innerfragant	HD-Kärnten	1195	240	39	50	73	119	122	134	128	73	113	150	117	112	117	115
TW1 Stausee	KELAG	2420	280	51	83	57	173	150	130	79	66	114	177	130	127	113	120
TW3 Gletscherzunge	KELAG	2511	185	89	49	55	226	75	91	75	116	108	151	78	102	107	104
TW4 Steilabbruch	KELAG	2791	255	104	23	49	184	114	99	103	92	111	153	92	111	111	111

TA= teilautomatische Klimastation

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel (H=3105 m) aus dem Jahr 1998

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewölkung in Zehntel		Niederschlag			Zahl der Tage mit					Tage			Sonnen-schein dauer (h)	Windstärke Mittel* (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel**	Max	Min	(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Schnee-fall***	Nebel	Sturm gr.gl.8Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)	Sonnen-schein dauer (h)	Windstärke Mittel* (m/s)			
Jan	690.6	705.0	675.2	-10.9	0.5	-19.9	4.8	82	16	12	13	10	8	6	31	30	169	9.2			
Feb	698.1	708.8	679.7	-7.2	3.5	-18.5	3.9	32	11	9	8	10	10	5	28	24	213	8.0			
Mar	691.4	701.2	680.6	-12.0	1.2	-23.8	7.0	176	21	22	23	16	1	13	31	29	150	9.9			
Apr	686.1	698.6	673.0	-7.1	1.5	-15.4	8.5	185	19	20	28	10	2	23	30	26	87	9.0			
Mai	695.7	706.8	683.2	-3.1	5.7	-11.5	7.3	99	16	20	18	0	1	13	30	21	175	6.3			
Jun	700.5	710.1	686.9	1.6	9.0	-8.6	7.7	198	28	10	26	3	0	14	13	6	170	5.4			
Jul	700.0	708.9	688.5	2.9	11.2	-7.1	7.6	220	28	10	27	7	1	15	13	2	156	6.5			
Aug	702.7	709.7	692.6	3.6	12.9	-7.2	6.3	163	28	19	5	8	4	10	9	4	222	5.9			
Sep	695.8	705.3	678.1	-1.5	7.0	-10.0	7.5	180	38	22	11	7	2	16	24	11	152	7.1			
Okt	693.9	706.7	683.6	-4.5	1.6	-15.2	8.0	243	26	23	26	12	0	17	31	23	98	9.8			
Nov	688.8	702.4	679.3	-11.1	-0.5	-24.9	6.8	182	34	21	25	17	4	15	30	30	102	11.1			
Dez	691.7	704.4	675.6	-10.8	0.0	-22.9	6.4	128	25	14	22	26	3	11	31	30	106	12.0			
Jahr	694.6	710.1	673.0	-5.0	12.9	-24.9	6.8	1888	38	228	175	126	36	158	301	236	1800	8.4			

Statistische Jahres-Vergleichswerte der Normalperiode 1961 bis 1990

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewölkung in Zehntel		Niederschlag			Zahl der Tage mit					Tage			Sonnen-schein dauer (h)	Windstärke (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	(N+S)/2 (mm)	Tagesmax. (mm)	Tage gr.gl.0.1mm	Schnee-fall	Nebel	Sturm gr.gl.8Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)	Sonnen-schein dauer (h)	Windstärke (m/s)			
Max	696.3	717.1		-4.5	15.0		7.3	210	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	1632	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	1231	173	173	134	11	15	124	290	221	1511	4.9			

* (7+14+19)/3

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

*** nur Schnee, kein gemischter Niederschlag

Ergebnisse der meteorologischen Beobachtungen auf dem Sonnblickgipfel (H=3105 m) aus dem Jahr 1999

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewölkung in Zehnteil		Niederschlag			Zahl der Tage mit				Tage				Sonnen-scheindauer (h)	Windstärke Mittel* (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel**	Max	Min	(N+S)/2 (mm)	Zehnteil	Tagesmax. (mm)	gr.gl.o.1mm	Schnee-fall***	Nebel	Sturm gr.gl.8 Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)				
																		gr.gl.o.1mm	gr.gl.o.1mm		
Jan	690.0	702.4	674.8	-9.7	-3.3	-29.4	5.5	129	19	15	15	15	17	4	7	31	28	130	11.3		
Feb	683.3	699.0	668.4	-14.8	-3.2	-26.3	7.7	260	31	23	23	22	22	1	18	28	28	58	14.1		
Mar	687.9	699.4	671.6	-9.7	-1.8	-19.4	7.5	179	23	25	25	20	20	1	19	31	31	119	10.5		
Apr	690.9	702.6	676.9	-6.7	1.8	-14.5	7.3	176	22	21	20	14	14	2	15	30	26	155	8.3		
Mai	698.0	706.8	686.3	-0.6	8.9	-7.1	7.1	125	29	21	14	25	8	1	13	26	7	187	6.3		
Jun	699.8	706.3	689.2	0.4	8.2	-8.8	8.2	125	24	21	6	27	14	0	20	25	2	136	6.8		
Jul	701.4	705.2	695.4	3.0	11.4	-4.2	7.4	175	26	18	3	21	7	0	17	13	2	167	5.4		
Aug	700.3	706.6	694.6	3.3	11.2	-3.0	8.4	229	32	25	3	26	7	0	18	9	0	121	5.6		
Sep	699.3	708.7	690.0	1.5	8.7	-6.0	7.2	121	40	16	6	25	9	4	15	14	1	142	7.7		
Okt	697.1	708.2	686.9	-2.9	4.1	-10.8	5.7	81	19	13	11	20	16	5	9	29	16	177	9.9		
Nov	692.7	706.3	671.5	-8.2	5.0	-18.8	5.9	108	14	17	17	17	8	8	12	29	26	117	8.2		
Dez	686.2	698.7	662.3	-11.4	-2.0	-22.0	6.5	140	19	20	20	19	14	2	12	31	31	82	11.9		
Jahr	693.9	708.7	662.3	-4.7	11.4	-29.4	7.0	1848	40	235	163	268	156	28	175	296	198	1591	8.8		

Statistische Jahres-Vergleichswerte der Normalperiode 1961 bis 1990

	Luftdruck (hPa)			Lufttemperatur (Grad C)			Bewölkung in Zehnteil		Niederschlag			Zahl der Tage mit				Tage				Sonnen-scheindauer (h)	Windstärke (m/s)
	Mittel	Max	Min	Mittel	Max	Min	(N+S)/2 (mm)	Zehnteil	Tagesmax. (mm)	gr.gl.o.1mm	Schnee-fall	Nebel	Sturm gr.gl.8 Bft	heitere (<2/10)	trübe (>8/10)	Frost (Min<0)	Eis (Max<0)				
																		gr.gl.o.1mm	gr.gl.o.1mm		
Max	696.3	717.1		-4.5	15.0		7.3	2103	102	253	219	318	146	76	184	336	271	1982	9.2		
Mittel	693.6	710.5	666.8	-5.8	11.4	-27.6	6.8	1632	42	203.5	164.6	270.6	37.2	38.6	159.3	315.6	244.8	1711.3	6.7		
Min	690.9		654.4	-7.0		-34.3	6.1	1231		173	134	234	11	15	124	290	221	1511	4.9		

* (7+14+19)/3

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

*** nur Schnee, kein gemischter Niederschlag

