



## Äußeres Mullwitzkees

### Massenhaushalt 2007/2008



### Jahresbericht der Untersuchung des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck M. Stocker-Waldhuber



# Äußeres Mullwitzkees Massenhaushalt 2007/2008

## Jahresbericht der Untersuchung des Instituts für Meteorologie und Geophysik der Universität Innsbruck

Der vorliegende Bericht gibt eine Zusammenfassung über den Massenhaushalt des zweiten Jahres einer fünf-jährigen Messreihe am Mullwitzkees. Das Projekt wurde im Auftrag des Nationalparks Hohe Tauern und des Hydrographischen Dienstes (HD) der Abteilung Wasserwirtschaft beim Amt der Tiroler Landesregierung im September 2006 gestartet.

Die Messungen werden mit Hilfe der direkten glaziologischen Methode durchgeführt. Ziel dieser Messungen ist es, den Zusammenhang zwischen dem Erscheinungsbild des Gletschers und dem lokalen Klima aufzuzeigen.

### 1. Allgemeines

Das Mullwitzkees befindet sich in der Venedigergruppe in der Kernzone des Nationalparks Hohe Tauern. Der obere Teil des Gletschers (äußeres Mullwitzkees) ist nach Süden ausgerichtet, während der untere Teil (Zettalunitzkees) und speziell die Zunge nach Süd-West bzw. West-Süd-West zeigen. Aufgrund dieser Exposition können die Ergebnisse auch auf andere Gletscher südlich des Alpenhauptkammes angewendet werden.

Die Gletschergrenze stammt aus dem Gletscherinventar von 1998 und wurde anhand von Begehungen und Fotos reduziert (siehe Abbildung 2, Seite 8).

Fläche 1998: 3,24 km<sup>2</sup>

Fläche 2008: 3,08 km<sup>2</sup>

Die Höhe der Gletscherzunge lag 1998 auf 2610 m und ist im Zuge der Auswertung für das Jahr 2007 auf 2690 m aktualisiert worden. Für das Jahr 2008 wurde die Höhe der Zunge nicht korrigiert.

Der Gletscher erstreckt sich bis in eine Höhe von 3400 m, knapp unterhalb des Hohen Zauns (3450 m).

Aus Messungen im Rahmen des Gletscherinventars von 1998 ist bekannt, dass die Gletscherdicke im größten Teil des Gletschers nur zwischen 50 und 70 m beträgt. Das Mullwitzkees hat kein tiefes Firnbecken, sondern die Eisdicke wird nach oben hin eher kleiner. Dies und seine südseitige Ausrichtung lassen erwarten, dass der Gletscher auf Klimaänderungen besonders sensibel reagiert.

### 2. Methode

Zur Bestimmung des Massenhaushalts wird die direkte glaziologische Methode mit fixem Haushaltsjahr verwendet. Dabei wird bestimmt, wie viel Masse der Gletscher im Laufe eines Jahres verliert bzw. gewinnt. Mit einem Jahr ist das hydrologische Jahr gemeint, welches am 01.10. beginnt und am 30.09. endet. Im Zuge dieser Methode wird davon ausgegangen, dass, speziell in den Alpen, während

der Akkumulationsphase 01.10. bis 30.04. der Gletscher an Masse gewinnt und während der Ablationsphase 01.05 bis 30.09 an Masse verliert. Daher wird auch von Winter-, Sommer- und Gesamtjahresbilanz gesprochen.

Um die Ablation zu messen, werden Pegel gebohrt, bei denen das freie Ende mehrmals im Jahr abgelesen wird, um so die Eisschmelze an bestimmten Punkten zu kennen. Im Akkumulationsgebiet werden im Frühjahr und Herbst Schächte gegraben, um den Massenzuwachs zu erfassen. Der Massenzuwachs errechnet sich aus Tiefe des Schachtes (bis zum Altschnee) und der gemessenen Dichte des Schnees.



Foto 1. linkes Bild: Frühjahrsschacht mit Dichteabstich bis zum Horizont  
Foto 2. rechtes Bild: Pegel Nr.16 knapp unterhalb des Hohen Zauns, am 26.08.2008

### **3. Durchgeführte Arbeiten**

#### **3.1 Pegelablesungen**

Die bereits vorhandenen Pegel wurden in der Ablationsperiode regelmäßig abgelesen und neu gebohrt. Zusätzlich wurden drei Pegel, Nummer 16 knapp unterhalb des Hohen Zauns (Foto 2), Nummer 11, der im Vorjahr nicht mehr gefunden wurde und Nummer 17 unterhalb des Wallhorner Törls, neu installiert. Die Ablesungen und die Erneuerungen der Pegel wurden am 28.06.2008, 09.07.2008, 28.07.2008, 26.08.2008, 18/19.09.2008 und am 08.10.2008 durchgeführt.

#### **3.2 Frühjahrsbegehung**

Zur Bestimmung der Winterbilanz müssen am Ende der Akkumulationsphase Schneeschächte gegraben werden. Weiters ist es wichtig, die Änderung der Schneehöhe über den Gletscher zu kennen. Diese wird mit Hilfe von Sondierungen über den ganzen Gletscher gemessen.

Die Frühjahrsbegehung wurde am 26. und 27. April 2008 durchgeführt. Nach der Auffahrt mit dem Auto bis zur dritten Kehre unterhalb des Steinbruchs erfolgte der Aufstieg mit Ski über die Johanneshütte zum Zettalunitzkees. Übernachtet wurde am Defreggerhaus.

Das Wetter an beiden Tagen: Bewölkung 1/8 bis 2/8 Ci und Ac; mäßiger Wind aus Nord.

### 3.3 Herbstbegehung

Bei der Herbstbegehung werden zur Bestimmung der Jahresbilanz Schneeschächte gegraben, Sondierungen durchgeführt und die Ablationspegel abgelesen.

Die Herbstbegehung fand am 18/19.09.2008 statt. Nach der Auffahrt mit dem Auto zur Johanneshütte erfolgte der Aufstieg zum Defreggerhaus. Es wurden alle Pegel abgelesen, Sondierungen durchgeführt und im Akkumulationsgebiet Schneeschächte gegraben.

Übernachtet wurde am Defreggerhaus.

Das Wetter an beiden Tagen: Am Donnerstag den 18.09.2008 war es den ganzen Tag bedeckt mit starkem Wind aus N bis NW. In der Nacht auf Freitag fielen 2 bis 5 cm Neuschnee. Tagsüber verbesserte sich die Sicht, es blieb jedoch stark bewölkt mit starkem Wind aus N bis NW.

### 3.4 Wetterstation und Totalisator

Wichtige Parameter, die das Haushaltsjahr des Gletschers bestimmen sind unter anderen die Temperatur und der Niederschlag. Diese werden in der Wetterhütte und am Totalisator in der Nähe des Defreggerhauses gemessen.

Ablesungsdatum	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5	Bemerkung
06.10.2007	10,3	10,2	10,2	10,3		
06.10.2007	52,8	52,9	52,9	52,8		neu befüllt
25.10.2007	50,6	50,6	50,7	50,7		
25.10.2007	59,2	59,2	59,3	59,4	59,2	Tot getauscht
26.12.2007	49,4	49,6	49,6	49,5	49,5	
26.01.2008	47,3	47,5	47,5	47,4	47,4	
29.03.2008	40,9	40,9	40,9	40,8	40,8	
26.04.2008	34,6	34,7	34,8	34,8	34,7	
28.06.2008	29,3	29,2	29,2	29,3	29,4	
09.07.2008	26,7	26,8	26,8	26,9	26,7	
28.07.2008	22,2	22,1	22,1	22,2	22,3	
28.07.2008	32,3	32,4	32,4	32,3	32,4	abgelassen
26.08.2008	26,0	26,2	26,0	26,1	26,2	
18.09.2008	23,0	22,9	23,1	22,9	23,0	
08.10.2008	22,4	22,5	22,3	22,4	22,3	

Tabelle1. Auslesung Totalisator

Am 25.10.2008 wurde der Totalisator aufgrund der starken Verwellung mit Kübel Nummer 37 ausgetauscht. Bis dahin war Kübel Nummer 54 im Einsatz. Zusätzlich wurde der Verwirbelungsring schwarz angesprüht um eine erneute Verformung des Kübels durch die Sonnenstrahlung nach dem Prinzip eines Parabolspiegels zu verhindern.

In den Wintermonaten wurde, wie im Vorjahr die Wetterhütte erneut aufgebrochen. Am 29.03.2008 wurde die Tür wieder montiert und ein Temperaturfühler „HOBO U22-001 Water Temp“ mit der Seriennummer 1176823 hineingehängt. Dieser wurde am 08.10.2008 mit Sn.: 1298192 wieder ausgetauscht.

Foto 3. Neubefüllung des Totalisators am 08.10.2008



## 4. Auswertung

### 4.1 Definitionen

Es werden folgende Notationen verwendet:

S	gesamte Gletscherfläche
B	Gesamtjahresbilanz
b	spezifische Massenbilanz
S <sub>a</sub>	Fläche des Ablationsgebietes
B <sub>a</sub>	Gesamtbilanz der Ablation
b <sub>a</sub>	spezifische Bilanz der Ablation
S <sub>c</sub>	Fläche des Akkumulationsgebietes
B <sub>c</sub>	Gesamtbilanz der Akkumulation
b <sub>c</sub>	spezifische Bilanz der Akkumulation
w <sub>i</sub>	als Index bedeutet Winter
s <sub>o</sub>	als Index bedeutet Sommer
H <sub>ELA</sub>	Höhe der Gleichgewichtslinie

Es gelten folgende Beziehungen:

Für die spezifische Bilanz:

$$b = b_{w_i} + b_{s_o} \quad \rightarrow \quad b_{s_o} = b - b_{w_i}$$

$$b_{w_i} = B_{w_i}/S \quad \quad \quad b_{s_o} = B_{s_o}/S$$

$$b = B/S \quad \quad \quad b_c = B_c/S_c \quad \quad \quad b_a = B_a/S_a$$

Für die Fläche und die Gesamtbilanz:

$$S = S_c + S_a \quad \quad \quad \text{bzw.} \quad \quad \quad B = B_c + B_a$$

### 4.2 Winterbilanz

Um die Winterbilanz zu bestimmen, wird aus der ermittelten Dichte und Tiefe der Frühjahrsschächte der Wasserwert berechnet. Die Schneehöhe der Sondierungen wird ebenfalls mit der mittleren Dichte der Schächte in Wasseräquivalent umgerechnet. Aus Tabelle 2 sind die Wasserwerte und die mittlere Dichte der Frühjahrsschächte zu entnehmen, bzw. deren Lage aus Abbildung 1, Seite 6.

Schachtnummer	Seehöhe [m]	Tiefe [m]	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
1	3195	4,07	402	1637
2	3345	1,68	332	557
3	3300	3,04	372	1131
4	3220	4,20	433	1820

Tabelle 2. Frühjahrsschächte

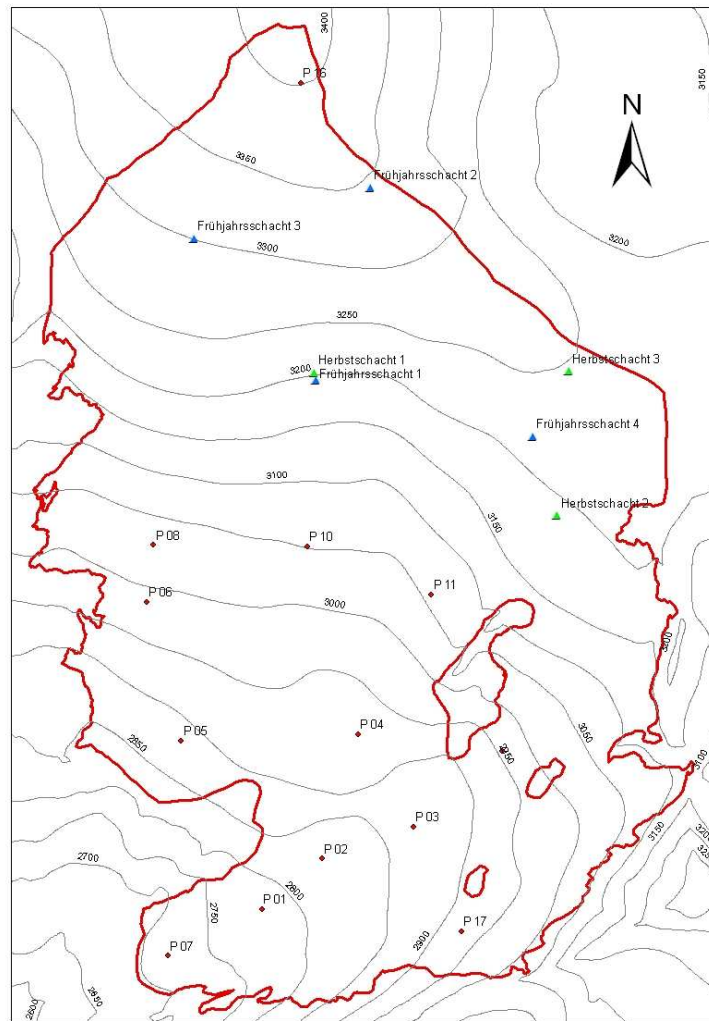


Abbildung 1. Mullwitzkees  
Lage der Pegel(P) der Frühjahrs- und Herbstschächte  
mit Nummern der Schächte im Frühjahr und Herbst

Höhenstufe	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Bilanz [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
2675	0,006	4,3	700
2725	0,052	36,1	700
2775	0,074	74,4	999
2825	0,141	185,5	1312
2875	0,221	311,1	1407
2925	0,278	404,7	1457
2975	0,261	376,2	1440
3025	0,288	411,6	1431
3075	0,259	398	1535
3125	0,236	388,6	1645
3175	0,29	492,6	1697
3225	0,37	618,2	1670
3275	0,293	383,3	1309
3325	0,187	181,8	973
3375	0,105	72,7	694
3425	0,022	11,1	500
<b>Gesamt</b>	<b>3,083</b>	<b>4350</b>	<b>1410</b>

Tabelle 3. Flächen- und Winterbilanz-Höhenverteilung  
(die Höhenangaben der Höhenstufe sind Mittelwerte)

Aus Tabelle 3, Seite 6, sind die Werte der Winterbilanz, gültig von 01.10.2007 bis 30.04.2008, zu entnehmen. Die Winterbilanz  $B_{wi} = 4,35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$  der einzelnen Höhenstufen wird durch Integration über die jeweilige Fläche berechnet. Das entspricht, über die Gesamtfläche, einer spezifischen Winterbilanz von  $b_{wi} = 1410 \text{ mm}$ .

$$B_{wi} = 4,35 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$b_{wi} = 1410 \text{ mm}$$

### 4.3 Jahresbilanz

Bei der Jahresbilanz werden die Wasserwerte der einzelnen Pegel, die an repräsentativen Stellen gebohrt werden, betrachtet. Dabei handelt es sich um akkumulierte Wasserwerte. Das heißt, dass die Ablationswerte vom Ende des hydrologischen Jahres (30.09.) mit der mittleren Dichte von Eis  $\rho = 900 \text{ [kg/m}^3\text{]}$  in Wasserwerte umgerechnet werden. Für die Jahresbilanz ist entscheidend, wie groß die Schneerücklage am Ende des hydrologischen Jahres ist. Daher werden nicht die Werte der Frühjahrsschächte sondern die der Herbstschächte verwendet. Aus Tabelle 4 sind die Wasserwerte und die mittlere Dichte der Herbstschächte und aus Tabelle 5 die Wasserwerte der einzelnen Pegel zu entnehmen, bzw. deren Lage aus Abbildung 1, Seite 6.

Schachtnummer	Seehöhe [m]	Tiefe [m]	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
1	3200	2,47	578	1428
2	3190	3,05	595	1814
3	3245	0,90	zu hart für Abstich	528

Tabelle 4. Herbstschächte

Pegelnummer	Wasserwert [mm]	Pegelnummer	Wasserwert [mm]
1	-2250	8	-1640
2	-1590	10	-1570
3	-1500	11	-680
4	-1860	15	-2310
5	-2880	16	-780
6	-2200	17	-1490
7	-4500		

Tabelle 5. Wasserwerte der Pegel

Zusätzlich werden im Rahmen der Herbstbegehung Sondierungen durchgeführt, um die Verteilung der Altschneedecke zu bestimmen. Mit Hilfe von Fotos, den Sondierungen und den einzelnen Wasserwerten, wird eine Karte, Abbildung 2, Seite 8, mit Isolinien des Wasserwertes erstellt und die Jahresbilanz berechnet. Das Gebiet der Rücklage (Grün) ist bestimmt durch die Schneeverfrachtung während des Jahres. Da der Wind hauptsächlich, und besonders im Winter aus Nord bzw. Nord-West weht, wurden, wie im Vorjahr die größten Schneehöhen in den Mulden bzw. im Lee der überströmten Kanten gefunden. Die rote Linie markiert den Übergang zwischen Akkumulations- und Ablationsgebiet. Das Maximum der Ablation wurde am Zungenende des Gletschers gefunden. Aus Tabelle 6, Seite 8, sind die Werte der Jahresbilanz zu entnehmen.

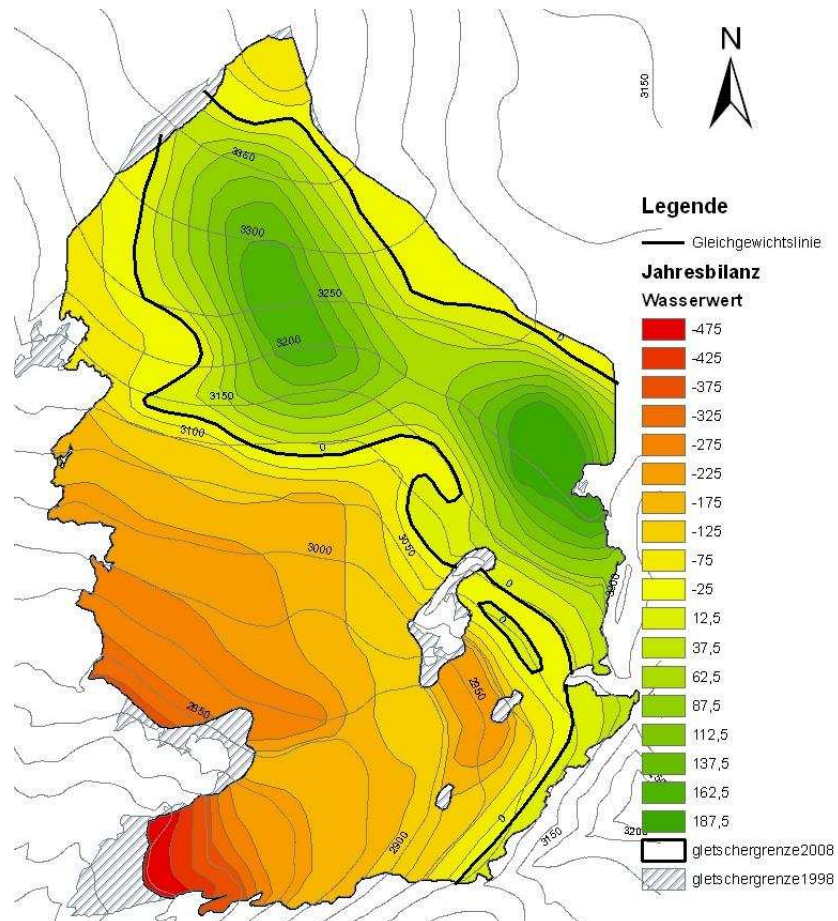


Abbildung 2. Flächen gleichen Wasserwertes der Jahresbilanz  
gültig für den 30.09.2008  
und Gletschergrenze von 1998

Höhenstufe	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Bilanz [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
2675	0,006	-29,3	-4750
2725	0,052	-216,9	-4203
2775	0,074	-199,6	-2679
2825	0,141	-294,2	-2080
2875	0,221	-455,8	-2060
2925	0,278	-574,5	-2068
2975	0,261	-443,5	-1697
3025	0,288	-371,1	-1290
3075	0,259	-159	-613
3125	0,236	37,5	159
3175	0,29	219,6	757
3225	0,37	281,6	761
3275	0,293	127,3	435
3325	0,187	106,6	570
3375	0,105	8,3	79
3425	0,022	-16,7	-750
<b>Gesamt</b>	<b>3,083</b>	<b>-1980</b>	<b>-642</b>

Tabelle 6. Flächen- und Jahresbilanz-Höhenverteilung  
(Werte der Höhenstufe sind Mittelwerte)



Wie bereits bei der Winterbilanz wird über die jeweiligen Flächen integriert und anschließend mit der Gesamtfläche die spezifische Jahresmassenbilanz ermittelt.

$$B = -1,98 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$b = -642 \text{ mm}$$

Um nun auf die Sommerbilanz zu schließen, wird die Winterbilanz von der Jahresbilanz subtrahiert. Dabei gelten die oben genannten Formeln:

$$b = b_{wi} + b_{so} \quad \rightarrow \quad b_{so} = b - b_{wi}$$

Für die Sommerbilanz ergeben sich daher folgende Werte:

$$B_{so} = -6,33 \cdot 10^6 \text{ m}^3$$

$$b_{so} = -2052 \text{ mm}$$

### 5. Zusammenfassung der Ergebnisse

In Tabelle 7 sind die Ergebnisse der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz zusammengefasst, und in Abbildung 3 die Jahresbilanz dargestellt.

Jahresbilanz			Winter			Sommer		
Sc=	1,220	km <sup>2</sup>						
Bc=	0,93	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>						
bc=	764	mm						
Sa=	1,864	km <sup>2</sup>						
Ba=	-2,91	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>						
ba=	-1562	mm						
S=	3,084	km <sup>2</sup>	S=	3,084	km <sup>2</sup>	S=	3,084	km <sup>2</sup>
B=	-1,98	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	B <sub>wi</sub> =	4,35	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	B <sub>so</sub> =	-6,33	10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>
b=	-642	mm	b <sub>wi</sub> =	1410	mm	b <sub>so</sub> =	-2052	mm
Sc/S=	0,396							
H_ELA=	3115	m						

Tabelle 7. Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz

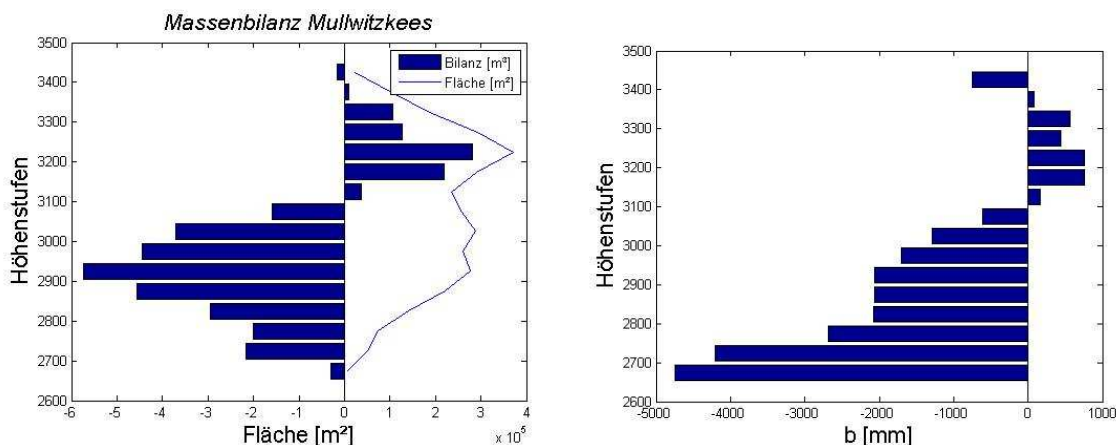


Abbildung 3. Verteilung der Gesamt- und spezifischen Massenbilanz der Höhenstufen

## **6. Ausblick**

Sollte, wie in den Jahren zuvor die Wetterhütte erneut in den Wintermonaten aufgebrochen werden, können die Temperaturmessungen nur mehr in den Sommermonaten, während das Defreggerhaus bewirtschaftet ist durchgeführt werden.

## **7. Mitarbeiter**

Die Feldarbeiten bzw. Totalisatorablesungen wurden von J. Lang, M. Stocker-Waldhuber, M. Olefs, K. Helfricht, M. Juen, B. Seiser, A. Haberkorn und B. Hendrich durchgeführt. Die Auswertung und der Bericht stammen von M. Stocker-Waldhuber.