

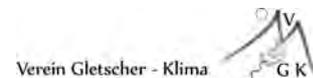
# ÄUSSERES MULLWITZKEES

MASSENHAUSHALT 2014/2015



Jahresbericht des Instituts für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, der  
Österreichischen Akademie der Wissenschaften

MAG. M. STOCKER-WALDHUBER, PD DR. A. FISCHER  
25.11.2015



## im Auftrag von:

Hydrographischer Dienst Tirol

Herrengasse 1–3

A–6020 Innsbruck, Austria

hydrographie@tirol.gv.at

Tel.: +43(0)512 508 4251

Fax.: +43(0)512 508 4205

Nationalpark Hohe Tauern

Nationalparkverwaltung Tirol

Kirchplatz 2

A–9971 Matrei i. O., Austria

Tel.: +43(0)4875 5161 0

Fax.: +43(0)4875 5161 20

## Durchführung der Arbeit

Mag. Martin Stocker-Waldhuber<sup>1/2</sup>

[martin.stocker-waldhuber@uibk.ac.at](mailto:martin.stocker-waldhuber@uibk.ac.at)

Tel.: +43(0)512 507 49457

Fax.: +43(0)512 507 49499

PD Dr. Andrea Fischer<sup>1</sup>

[andrea.fischer@oeaw.ac.at](mailto:andrea.fischer@oeaw.ac.at)

Tel.: +43(0)512 507 49451

Fax.: +43(0)512 507 49499

- 1 Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, Österreichische Akademie der Wissenschaften  
Technikerstraße 21a, Otto Hittmair-Platz 1, A–6020 Innsbruck, Österreich  
[www.mountainresearch.at](http://www.mountainresearch.at)
- 2 Institut für Geowissenschaften und Geographie, Physische Geographie  
Martin–Luther–Universität, Halle–Wittenberg, Von–Seckendorff–Platz 4  
D–06120 Halle, Deutschland  
<http://www.geo.uni-halle.de>

# Inhaltsverzeichnis

<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>3</b>
<b>1. Allgemeines</b>	<b>4</b>
<b>2. Methode</b>	<b>6</b>
<b>3. Durchgeführte Arbeiten</b>	<b>7</b>
3.1. Pegelablesungen . . . . .	7
3.2. Frühjahrsbegehung . . . . .	7
3.3. Herbstbegehung . . . . .	7
3.4. Wetterstation und Totalisator . . . . .	8
<b>4. Auswertung</b>	<b>9</b>
4.1. Definitionen . . . . .	9
4.2. Winterbilanz . . . . .	11
4.3. Jahresbilanz . . . . .	14
<b>5. Zusammenfassung der Ergebnisse</b>	<b>18</b>
<b>6. Mitarbeiter</b>	<b>19</b>
<b>Literatur</b>	<b>19</b>
<b>A. Anhang</b>	<b>20</b>

# **Äußeres Mullwitzkees, Massenhaushalt 2014/2015**

## **Jahresbericht des Instituts für Interdisziplinäre Gebirgsforschung der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.**

Der vorliegende Bericht gibt eine Zusammenfassung über den Massenhaushalt des Mullwitzkees im hydrologischen Jahr 2014/15. 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 Massenhaushalt 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. Die Ergebnisse erlauben Rückschlüsse auf andere Gletscher südlich des Alpenhauptkammes.

Die Gletschergrenzen der südlichen Gletscher der Venedigergruppe wurden auf Grundlage der Gletscherränder von 1998 und von Orthophotos für das Jahr 2009 und 2012 (Datenquelle: Land Tirol – data.gv.at) neu kartiert.

Fläche 1998: 3,24  $km^2$

Fläche 2009: 2,93  $km^2$

Fläche 2012: 2,80  $km^2$

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. Auch 2009 lag der tiefste Punkt des Gletschers, trotz des Rückgangs auf 2690  $m$ . 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. Abbildung 1 gibt einen Überblick über das Einzugsgebiet des Dorferbachs im oberen Dorfertal, mit dem neuen Orthophoto 2012 (Datenquelle: Land Tirol – data.gv.at) und den Gletschergrenzen des Inventars von 1998 und 2009 bzw. 2012 am Mullwitzkees.

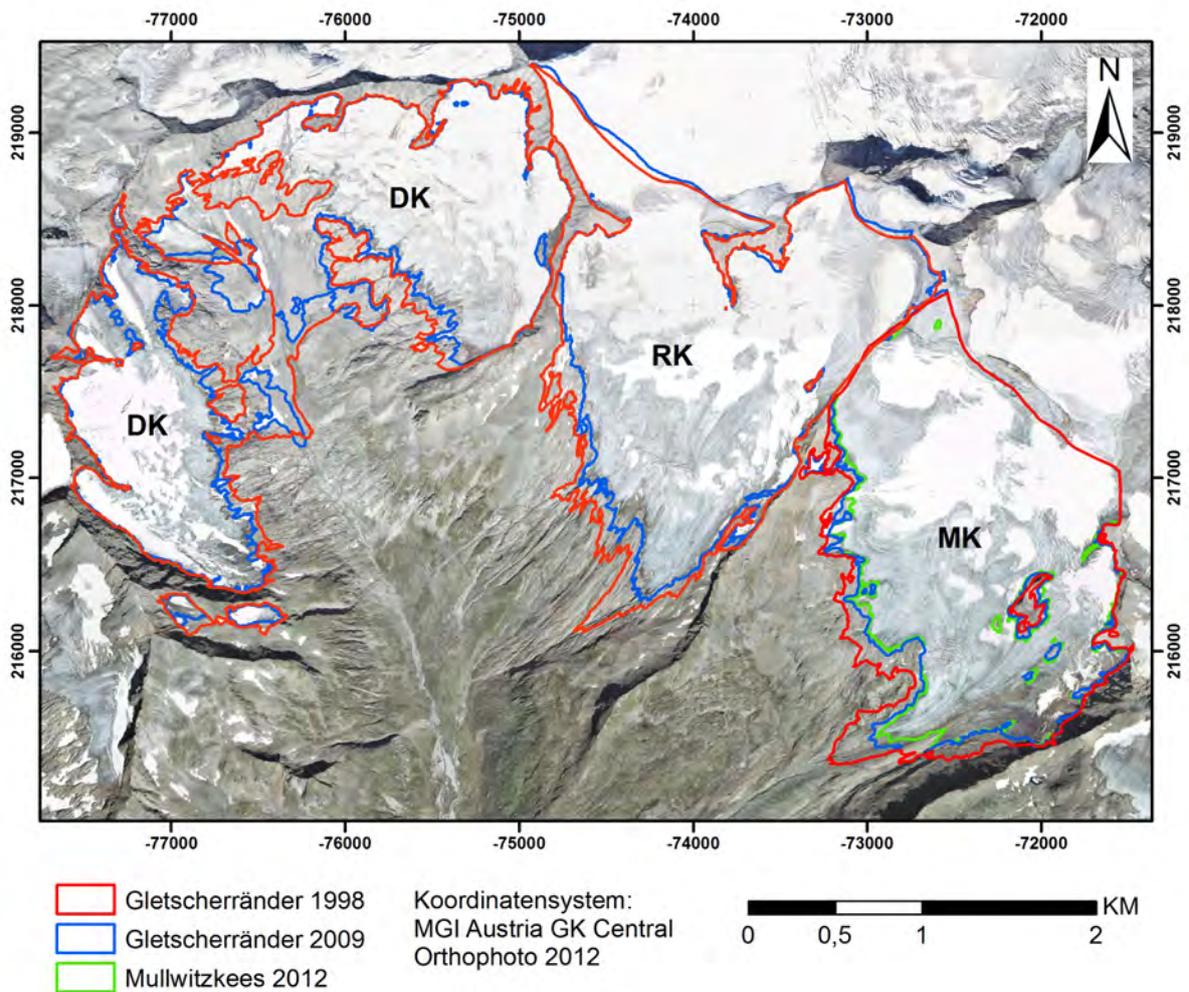


Abbildung 1: Einzugsgebiet des Dorferbachs im oberen Dorfertal, Koordinatensystem: MGI Austria GK Central, Orthophoto 2012 (Datenquelle: Land Tirol – data.gv.at). DK: Dorfer Kees, RK: Rainer Kees (Inneres Mullwitzkees), MK: Mullwitzkees (Äußeres Mullwitzkees, die Zunge wird auch als Zettalunitzkees bezeichnet.)

## 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. des Folgejahres endet. Bei 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 Jahresbilanz gesprochen. Um die Ablation zu bestimmen, werden Pegel gebohrt, deren freie Enden mehrmals im Jahr abgelesen werden, um so den Abschmelzbetrag an diesen Punkten zu messen. Im Akkumulationsgebiet werden im Frühjahr und Herbst Schächte gegraben, um den Massenzuwachs zu erfassen. Der Massenzuwachs errechnet sich aus Tiefe des Schachtes (bis zum Firn, also dem Schnee des Vorjahres) und der gemessenen Dichte des Schnees (Abb. 2).



Abbildung 2: links: Frühjahrsschacht 2 am 08.05.2015; rechts: Herbstschacht 2 am 26.09.2015.

## **3. Durchgeführte Arbeiten**

### **3.1. Pegelablesungen**

Die bereits vorhandenen Pegel wurden in der Ablationsperiode 2015 regelmäßig abgelesen und alle Pegel (ausgenommen: P13 und P17) je 8 m neu gebohrt. Aufgrund der geringen Schneelage konnte Pegel 16, der in den Vorjahren nicht gefunden wurde, während des gesamten Ablationsperiode 2015 mehrmals abgemessen werden. Bei Schachtposition 3 wurde aufgrund der starken Schneeschmelze ein Hilfspegel zur Bestimmung der Ablation gebohrt. Die Ablesungen und die Erneuerungen der Pegel wurden am 23-24.09.2014, 08.05.2015, 11.07.2015, 13-14.08.2015, 10-11.09.2015 und am 25-26.09.2015 durchgeführt.

### **3.2. Frühjahrsbegehung**

Zur Bestimmung der Winterbilanz müssen am Ende des Winters Schneeschächte gegraben werden. Weiters ist es wichtig, die räumliche Verteilung der Schneehöhe am Gletscher zu kennen. Die Frühjahrsbegehung wurde am 07. und 08. Mai 2015 durchgeführt. Nach der Fahrt bis zur vierten Kehre oberhalb des Steinbruchs erfolgte der weitere Aufstieg zu Fuß über die Johannishütte zum Defreggerhaus und weiter bis Schacht 3. Aufgeteilt in zwei Gruppen wurde über das Plateau und Pegel 16 bis Schacht 2 bzw. direkt zwischen Schacht 3 und 2 bis Schacht 1 sondiert. Nach der Übernachtung im Defreggerhaus wurden die Schächte 1 und 2 fertiggestellt und zurück zur Gletscherzunge und Schacht 4 sondiert. Das Wetter an beiden Tagen: windstill, sonnig und überdurchschnittlich warm; kurzer niederschlagsarmer Graupelschauer in der Nacht von 07 bis 08. Mai 2015.

### **3.3. Herbstbegehung**

Bei der Herbstbegehung werden zur Bestimmung der Jahresbilanz Schneeschächte gegraben, Sondierungen durchgeführt und die Ablationspegel abgelesen. Die Herbstbegehung fand am 25. und 26. September 2015 statt. Nach der Auffahrt mit dem Auto zur Johannishütte erfolgte der Aufstieg über den Normalweg bis zum Defreggerhaus und weiter zu den einzelnen Pegelpositionen im unteren Teil des Gletschers bis zur Gletscherzunge. Am zweiten Tag erfolgte der Aufstieg über Schacht 1 bis Schacht 2 und über das Plateau bis zum Hohen Zaun und über Schacht 3 und den mittleren Teil des Gletschers zurück zum Defreggerhaus. Zum Zeitpunkt der Herbstbegehung lagen ca. 5 – 40 cm Neuschnee. An den Schachtpositionen 1 und 3 war zum Zeitpunkt der Herbstbegehung keine Rücklage mehr vorhanden, bei Schacht 2 lagen noch 70 cm Schnee. Das Wetter zum Zeitpunkt der Herbstbegehung: starker Nordföhn am ersten Tag mit kammnaher

Bewölkung; am zweiten Tag Hochnebel im Norden und windstille und sonnige Bedingungen am Gletscher (Abb. A.8).

### 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 (für den Niederschlag s. Tab. 1). Der Temperaturfühler in der Wetterhütte wurde am 25.09.2015 ausgetauscht (neu: SN.: 10566959).

Datum	Messung [cm]					Bemerkung	Niederschlag [mm]
	1	2	3	4	5		
23.09.2014	58,0	58,0	57,9	57,9	58,0	neu befüllt gefroren	
24.01.2015	40,9	41,0	41,2	41,4	41,0		
07.05.2015	34,7	34,8	34,8	34,8	34,7		757
05.06.2015	31,0	31,0	30,9	30,9	31,0		881
11.07.2015	26,9	26,8	26,8	26,9	26,9		1015
11.07.2015	40,8	40,9	40,9	40,9	40,8	abgelassen	
13.08.2015	35,5	35,5	35,6	35,6	35,6		1188
11.09.2015	30,9	30,9	31,0	31,0	31,0		1339
25.09.2015	29,0	29,0	29,1	29,1	29,1		1401

Tabelle 1: Auslesung Totalisator (von oben) und Niederschlag.

## 4. Auswertung

### 4.1. Definitionen

$S$	gesamte Gletscherfläche	$B$	Gesamtjahresbilanz
$b$	spezifische Massenbilanz	$S_a$	Fläche des Ablationsgebietes
$B_a$	Gesamtbilanz Ablationsgebiet	$b_a$	spezifische Bilanz Ablationsgebiet
$S_c$	Fläche des Akkumulationsgebietes	$B_c$	Gesamtbilanz Akkumulationsgebiet
$b_c$	spezifische Bilanz Akkumulationsgebiet	$wi$	als Index bedeutet Winter
$so$	als Index bedeutet Sommer	$ELA$	Höhe der Gleichgewichtslinie
$S_c/S$	Verhältnis Akkumulations- Gesamtfläche	$WW$	Wasserwert

Tabelle 2: Notationen, die in dieser Arbeit verwendet werden.

$$S = S_c + S_a \quad (1) \qquad B = B_c + B_a \quad (2)$$

Für die spezifischen Bilanzen gelten folgende Beziehungen:

$$b = b_{wi} + b_{so} \quad (3) \qquad b_{so} = b - b_{wi} \quad (4)$$

$$b_{wi} = B_{wi}/S \quad (5) \qquad b_{so} = B_{so}/S \quad (6)$$

$$b_c = B_c/S_c \quad (7) \qquad b_a = B_a/S_a \quad (8)$$

Tabelle 3: Zur Massenhaushaltsbestimmung gültige Beziehungen.

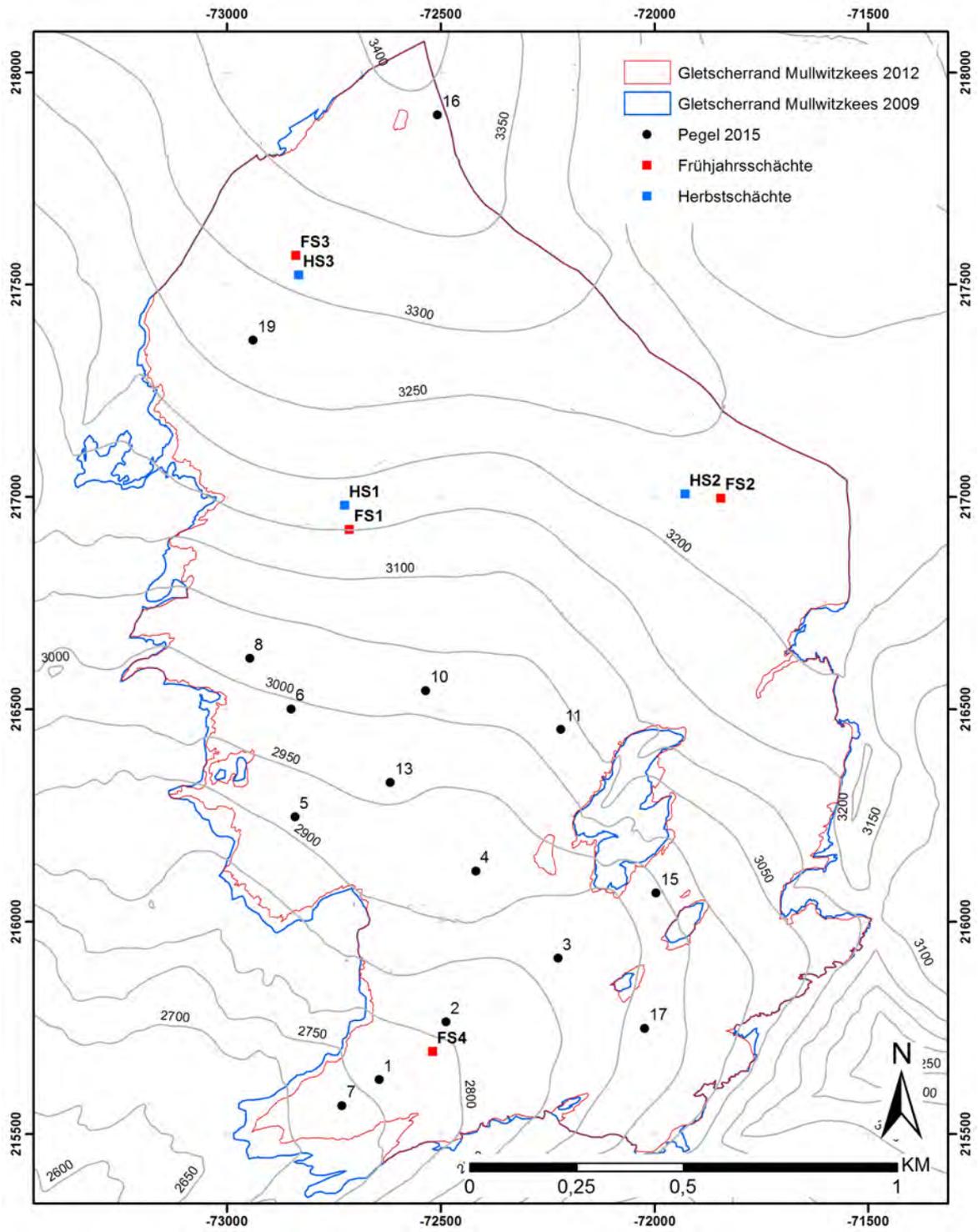


Abbildung 3: Mullwitzkees mit Gletschergrenzen von 2009 und 2012; Lage der Pegel, der Frühjahrs- und Herbstschächte.

## 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 4 sind die Wasserwerte und die mittlere Dichte der Frühjahrsschächte zu entnehmen, bzw. deren Lage aus Abbildung 3. Der Wasserwert des Neuschnees vom September 2014 bzw. Mai 2015 wurde an den jeweiligen Frühjahrsschächten abgezogen. Somit ist der korrigierte Wasserwert für die Akkumulationsperiode zwischen 01.10.2014 und 30.04.2015 gültig.

Schachtnummer	Tiefe [m]	Dichte [ $kg/m^3$ ]	Wasserwert [mm]	korr. Wasserwert [mm]
1	4,02	481	1935	1871
2	5,00	434	2171	2108
3	2,40	398	954	787
4	2,70	483	1303	1253

Tabelle 4: Tiefe, mittlere Dichte und Wasserwert bzw. korrigierter Wasserwert der Frühjahrsschächte.

Aus Tabelle 5 sind die Werte der Winterbilanz, gültig von 01.10.2014 bis 30.04.2015, zu entnehmen. Die Winterbilanz  $B_{wi} = 3825,7 \cdot 10^3 m^3$  ergibt sich aus der Summe der Bilanzwerte der einzelnen Höhenstufen. Für die Akkumulationsperiode 2014/15 ergab sich eine mittlere spezifische Bilanz von  $b_{wi} = 1367 mm$ . In Abbildung 4 sind die Flächen gleichen Wasserwertes gültig für den 30.04.2015 sowie die Lage der Schächte und Punkte der Sondierungen am Mullwitzkees dargestellt. Der Verlauf der Nettobilanz, der Fläche und der mittleren spezifischen Bilanz pro Höhenstufe gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2014/15 sind in Abbildung 5 aufgezeichnet.

$$B_{wi} = 3825,7 \cdot 10^3 m^3$$

$$b_{wi} = 1367 mm$$

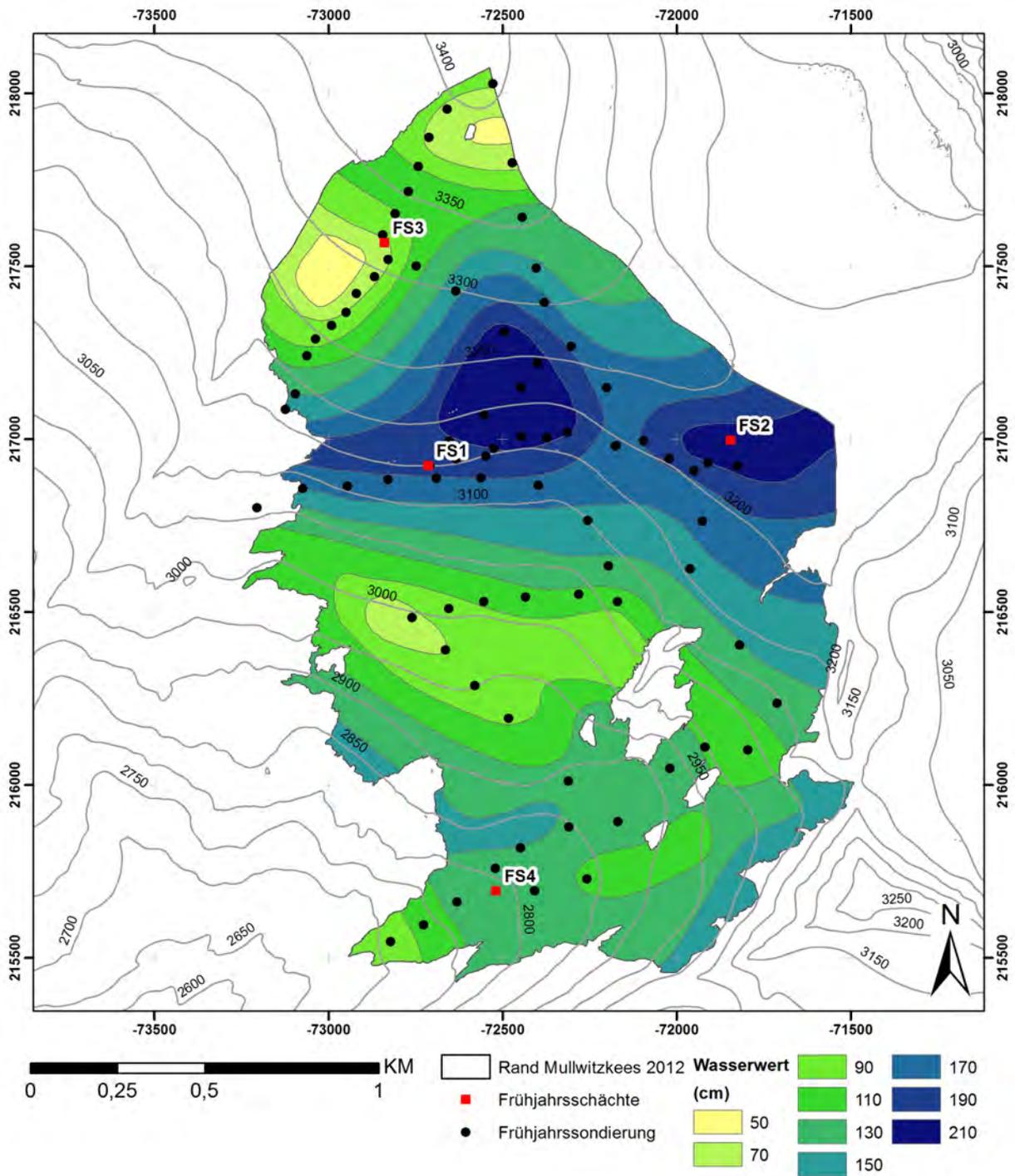


Abbildung 4: Flächen gleichen Wasserwertes der Winterbilanz gültig für den 30.04.2015 und für die Gletschergrenze 2012, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte.

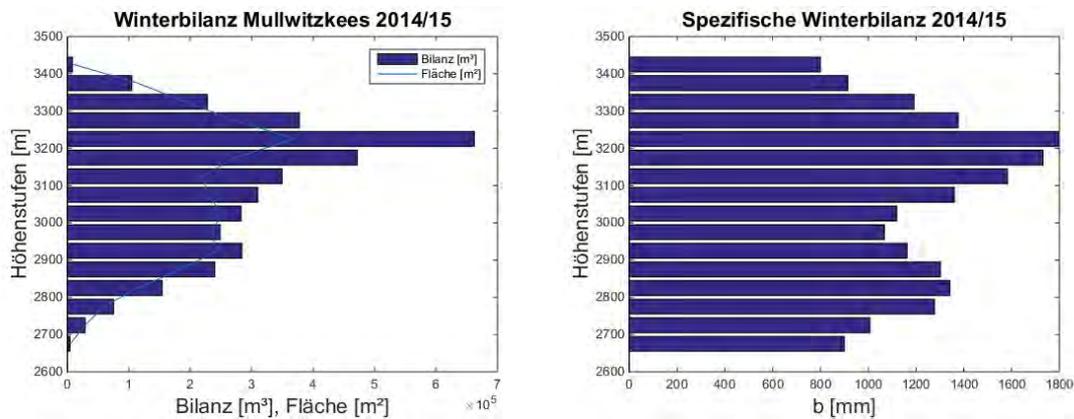


Abbildung 5: Nettobilanz [ $10^5 m^3$ ] und Fläche [ $10^5 m^2$ ] der Höhenstufen (links) und mittlere spezifische Bilanz [ $mm ww$ ] der Höhenstufen (rechts) gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2014/15 am Mullwitzkees.

Höhenstufe	Fläche [ $km^2$ ]	Bilanz [ $10^3 m^3$ ]	Wasserwert [ $mm$ ]
3425	0,010	7,9	800
3375	0,114	104,5	915
3325	0,191	227,5	1191
3275	0,274	377,2	1377
3225	0,369	662,3	1795
3175	0,272	471,6	1732
3125	0,221	349,2	1583
3075	0,228	309,6	1361
3025	0,252	282,5	1119
2975	0,233	248,6	1067
2925	0,244	283,9	1162
2875	0,184	239,7	1302
2825	0,115	153,7	1342
2775	0,059	75,0	1277
2725	0,028	28,6	1007
2675	0,004	3,9	900
<b>Gesamt</b>	<b>2,798</b>	<b>3825,7</b>	<b>1367</b>

Tabelle 5: Flächen- und Winterbilanz- Höhenverteilung (Mittelwerte der Höhenstufen).

### 4.3. Jahresbilanz

Für die Jahresbilanz (01.10.2014 – 30.09.2015) sind sowohl die Ablationswerte als auch die Akkumulationswerte über diesen Zeitraum betrachtet von ausschlaggebender Bedeutung. Die Ablationswerte am Ende des hydrologischen Jahres, welche ja Messwerte in cm Eis darstellen, werden mit einer mittleren Dichte von Eis  $\rho = 900 \text{ kg/m}^3$  in mm Wasserwert umgerechnet. Der zweite Term in der Jahresbilanz ist die Rücklage am Ende des hydrologischen Jahres. Sie wird ebenfalls in mm Wasser angegeben und wird gebildet aus dem Produkt der Schachttiefe und der mittlerer Schneedichte des Schachtes. Aus Tabelle 6 sind die Wasserwerte und die mittlere Dichte der Herbstschächte und aus Tabelle 7 die Wasserwerte der einzelnen Pegel zu entnehmen, bzw. deren Lage aus Abbildung 3. Wie bereits bei der Winterbilanz wurde auch für die Jahresbilanz der Wasserwert der Schächte aufgrund des Schneefälle im September 2014 mit den Neuschneewerten der Herbstschächte 2014 korrigiert.

Schachtnummer	Tiefe [m]	Dichte [kg/m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]	korr. Wasserwert [mm]
1	0,00	0	0	
2	0,71	434	308	276
3	0,00	0	0	

Tabelle 6: Tiefe, mittlere Dichte und Wasserwert bzw. korrigierter Wasserwert der Herbstschächte. Keine Akkumulation bei Schacht 1 und 3.

Pegelnummer	Wasserwert [mm]	Pegelnummer	Wasserwert [mm]
1	-3626	10	-1647
2	-2934	11	-3510
3	-2502	13	-3123
4	-3848	15	-2718
5	-3007	16	-463
6	-3107	17	-3231
7	-4499	19	-2084
8	-3084		

Tabelle 7: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln (01.10.2014–30.09.2015).

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 7, mit Isolinien des Wasserwertes erstellt und

die Jahresbilanz berechnet. Das Gebiet der Rücklage (Blau) ist bestimmt durch die Schneeverfrachtung während des Jahres. Da der Wind hauptsächlich, besonders im Winter, aus Nord bzw. Nord-West weht, wurden, wie in den Jahren zuvor die größten Schneehöhen in den Mulden bzw. im Lee der überströmten Kanten gefunden. Die rote Linie (Gleichgewichtslinie) markiert den Übergang zwischen Akkumulations- und Ablationsgebiet. Das Maximum der Ablation wurde am Zungenende des Gletschers gefunden. Aus Tabelle 8 sind die Werte der Jahresbilanz zu entnehmen.

Wie bereits bei der Winterbilanz wird über die jeweiligen Flächen integriert und anschließend mit der Gesamtfläche die spezifische Jahresmassenbilanz ermittelt. Die Flächen gleichen Wasserwertes gültig für den 30.09.2015, die Gletschergrenze von 2012 sowie die Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2015 sind in Abbildung 7 grafisch dargestellt. In Abbildung 6 ist der Verlauf der Fläche, der Jahresbilanz und der spezifischen Bilanz pro Höhenstufe aufgezeichnet.

$$B = -4475,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b = -1599 \text{ mm}$$

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

$$B_{so} = B - B_{wi} \text{ und } b_{so} = b - b_{wi}$$

Für die Sommerbilanz ergeben sich daher folgende Werte:

$$B_{so} = -8301,4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{so} = -2966 \text{ mm}$$

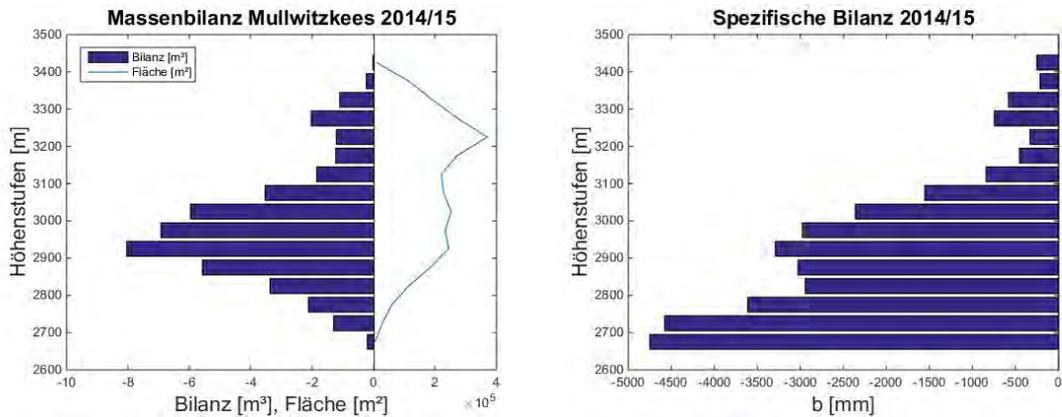


Abbildung 6: Nettobilanz [ $10^5 m^3$ ] und Fläche [ $10^5 m^2$ ] der Höhenstufen (links) und mittlere spezifische Bilanz [ $mm ww$ ] der Höhenstufen (rechts) gültig für das hydrologische Jahr 2014/15 am Mullwitzkees.

Höhenstufe	Fläche [ $km^2$ ]	Bilanz [ $10^3 m^3$ ]	Wasserwert [ $mm$ ]
3425	0,010	-2,5	-250
3375	0,114	-24,3	-213
3325	0,191	-110,4	-578
3275	0,274	-203,7	-744
3225	0,369	-121,5	-329
3175	0,272	-123,3	-453
3125	0,221	-185,5	-841
3075	0,228	-353,6	-1554
3025	0,252	-596,2	-2362
2975	0,233	-692,8	-2974
2925	0,244	-804,2	-3291
2875	0,184	-557,5	-3029
2825	0,115	-337,3	-2943
2775	0,059	-212,3	-3613
2725	0,028	-130,2	-4578
2675	0,004	-20,5	-4750
<b>Gesamt</b>	<b>2,798</b>	<b>-4475,7</b>	<b>-1599</b>

Tabelle 8: Flächen- und Jahresbilanz- Höhenverteilung (Mittelwerte der Höhenstufen).

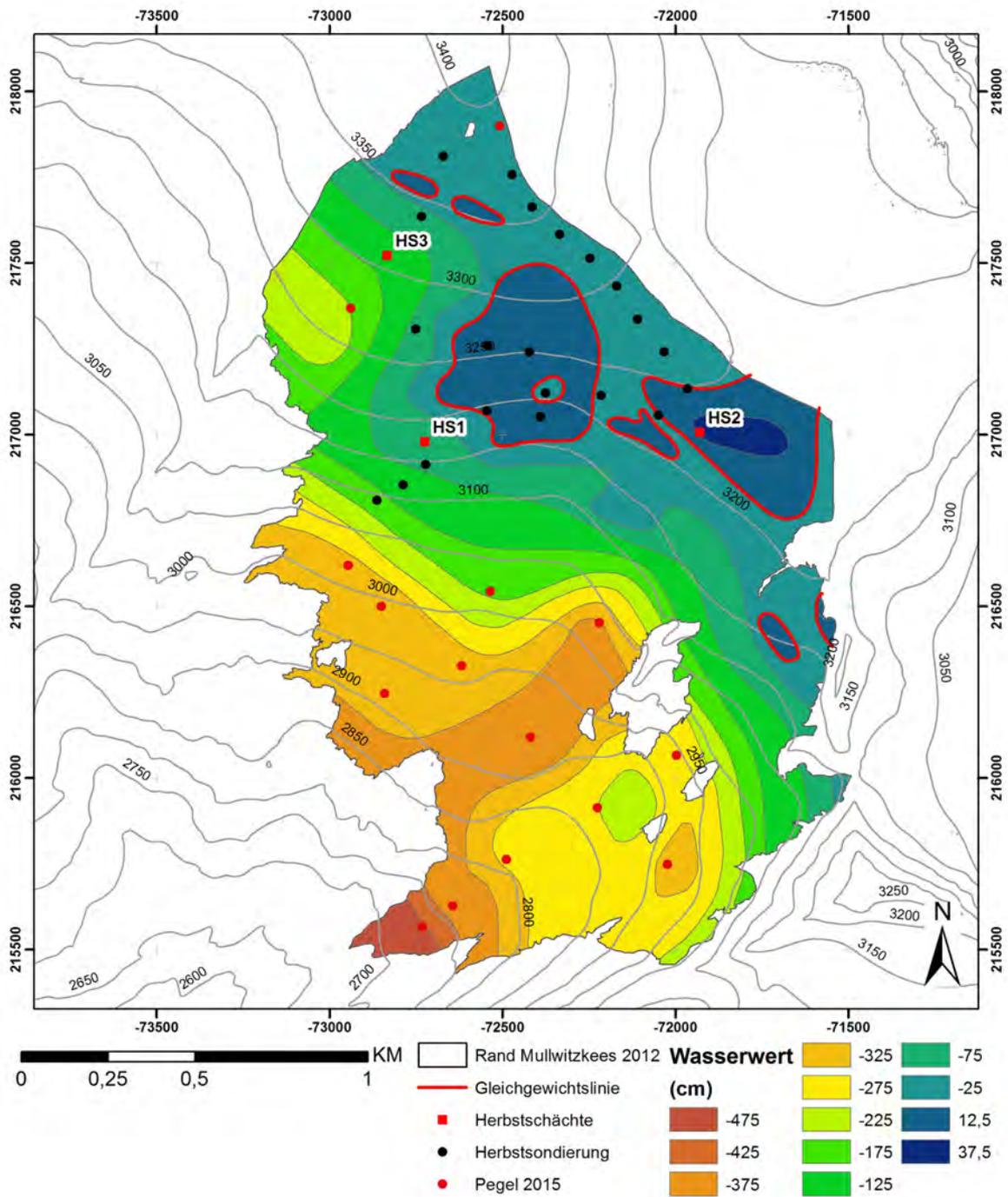


Abbildung 7: Flächen gleichen Wasserwertes der Jahresbilanz gültig für den 30.09.2015 und für die Gletschergrenze 2012, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2015.

## 5. Zusammenfassung der Ergebnisse

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz, getrennt nach Ablations- und Akkumulationsgebiet zusammengefasst. Die Massenbilanz für 2014/15 ist die negativste Bilanz seit Beginn der Messungen im hydrologischen Jahr 2006/07. Die unterdurchschnittlichen Neuschneemengen im Winter 2014/15 wurden durch die Neuschneefälle im April ausgeglichen und führten so zu einer durchschnittlichen Winterbilanz. Ausschlaggebend für den großen Verlust im Sommer waren die überdurchschnittlich warmen Monate Juni, Juli und August, sowie das Fehlen regelmäßiger Neuschneefälle am Gletscher während der Ablationsperiode. Die Neuschneefälle Anfang September beendeten die Ablationsperiode 2015. Nur im tiefstgelegenen Bereich der Gletscherzunge setzte sich die Ablation in verringertem Ausmaß bis Ende September 2015 fort.

	Jahresbilanz	Winterbilanz	Sommerbilanz	Einheit
$S_c$	0,328			$km^2$
$B_c$	46,9			$10^3 m^3$
$b_c$	143			$mm$
$S_a$	2,471			$km^2$
$B_a$	-4522,6			$10^3 m^3$
$b_a$	-1830			$mm$
$S$	2,798	2,798	2,798	$km^2$
$B$	-4475,7	3825,7	-8301,4	$10^3 m^3$
$b$	-1599	1367	-2966	$mm$
$S_c/S$	0,117			
$ELA$	$> GN$			$m$

Tabelle 9: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz 2014/15.

	$S_c$ $km^2$	$B_c$ $10^6 m^3$	$b_c$ $mm$	$S_a$ $km^2$	$B_a$ $10^6 m^3$	$b_a$ $mm$	$S$ $km^2$	$B$ $10^6 m^3$	$b$ $mm$	$b_s$ $mm$	$b_w$ $mm$	$ELA$ $m$	$S_c/S$
2006/07	0,639	0,436	682	2,444	-4,897	-2004	3,083	-4,461	-1447	-2121	674	3187	0,207
2007/08	1,220	0,932	764	1,864	-2,912	-1562	3,084	-1,980	-642	-2052	1410	3115	0,396
2008/09	1,110	0,452	408	1,916	-1,926	-1005	3,026	-1,474	-487	-2006	1519	3116	0,367
2009/10	1,003	0,424	423	2,023	-1,906	-942	3,026	-1,481	-490	-1797	1307	3105	0,332
2010/11	0,431	0,107	248	2,501	-3,926	-1570	2,931	-3,820	-1303	-2127	824	> GN	0,147
2011/12	0,326	0,064	197	2,605	-3,806	-1461	2,931	-3,741	-1276	-2772	1496	> GN	0,111
2012/13	1,207	0,618	512	1,725	-1,256	-728	2,931	-0,639	-218	-1664	1446	3119	0,412
2013/14	1,727	0,134	776	1,205	-0,998	-829	2,931	0,343	117	-1044	1161	3044	0,589
2014/15	0,238	0,047	143	2,471	-4,523	-1830	2,798	-4,476	-1599	-2966	1367	> GN	0,117

Tabelle 10: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz von 2006 bis 2015 (Stocker-Waldhuber et al., 2015); > GN = über Gipfelniveau.

## 6. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten bzw. Totalisatorablesungen wurden von B. Seiser, L. Hartl, A. Jestl, K. Helfricht, S. Fercher, S. Schöttel und M. Stocker-Waldhuber durchgeführt. Die Auswertung und der Bericht stammen von M. Stocker-Waldhuber. Vielen Dank an A. Resinger für die Luftaufnahmen vom Mullwitzkees am 29. und 31. August 2015 zur Bestimmung des Rücklagenmusters zum Ende der Ablationsperiode.

## Literatur

Stocker-Waldhuber, M., A. Fischer, und M. Kuhn, 2015: Glacier mass balances and elevation zones of Mullwitzkees, Hohe Tauern, Austria, 2006/2007 to 2013/2014. doi:10.1594/PANGAEA.806662.

## A. Anhang



Abbildung A.1: Frühjahrsschacht 4 am 08.05.2015.



Abbildung A.2: Gletscherzunge am 11.07.2015.



Abbildung A.3: Zurücksetzen von Pegel 11 am 13.08.2015.

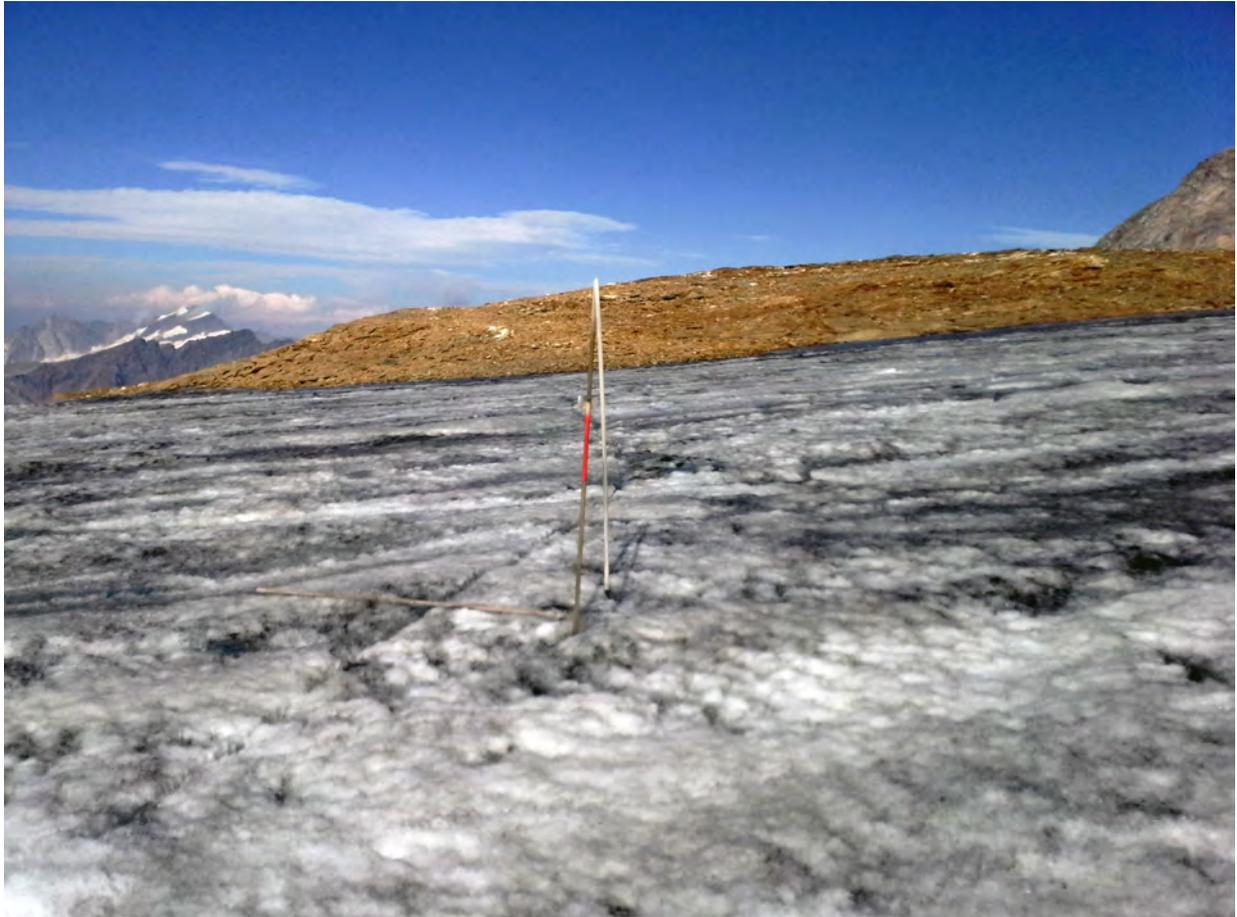


Abbildung A.4: Pegel 16 am 14.08.2015.

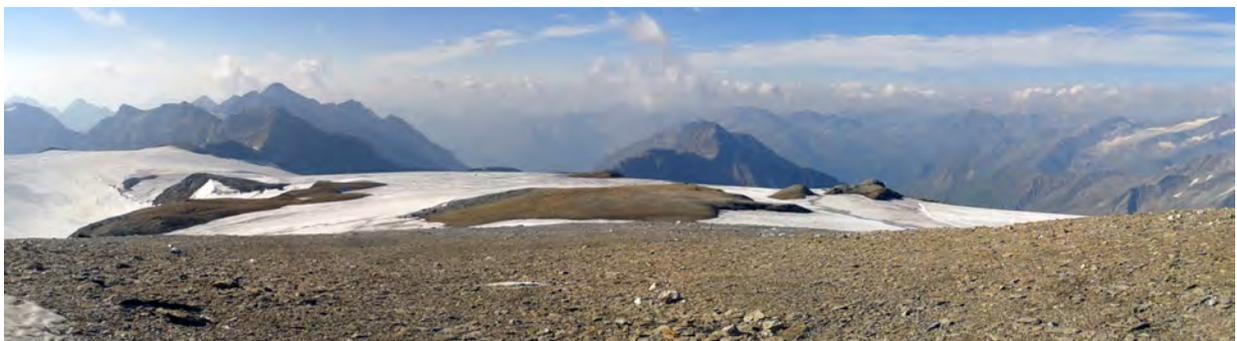


Abbildung A.5: Blick vom Hohen Zaun Richtung Süden (Mullwitzkees) am 14.08.2015.



Abbildung A.6: Schneebedeckung am 10.09.2015.



Abbildung A.7: Blick vom Rainerhorn Richtung Südosten am 11.09.2015 (Inneres- (Rainerkees) und Äußeres Mullwitzkees).



Abbildung A.8: Blick vom Hohen Zaun nach Norden am 26.09.2015.