

ÄUSSERES MULLWITZKEES

MASSENHAUSHALT 2013/2014



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

MAG. M. STOCKER-WALDHUBER, PD DR. A. FISCHER
10.11.2014



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^{1/2}
martin.stocker-waldhuber@uibk.ac.at
Tel.: +43(0)512 507 49457
Fax.: +43(0)512 507 49499

PD Dr. Andrea Fischer¹
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
- 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

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

Äußeres Mullwitzkees, Massenhaushalt 2013/2014

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 2013/14. 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 neu kartiert.

Fläche 1998: 3,24 km^2

Fläche 2009: 2,93 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 2009 und den Gletschergrenzen des Inventars von 1998 und 2009.

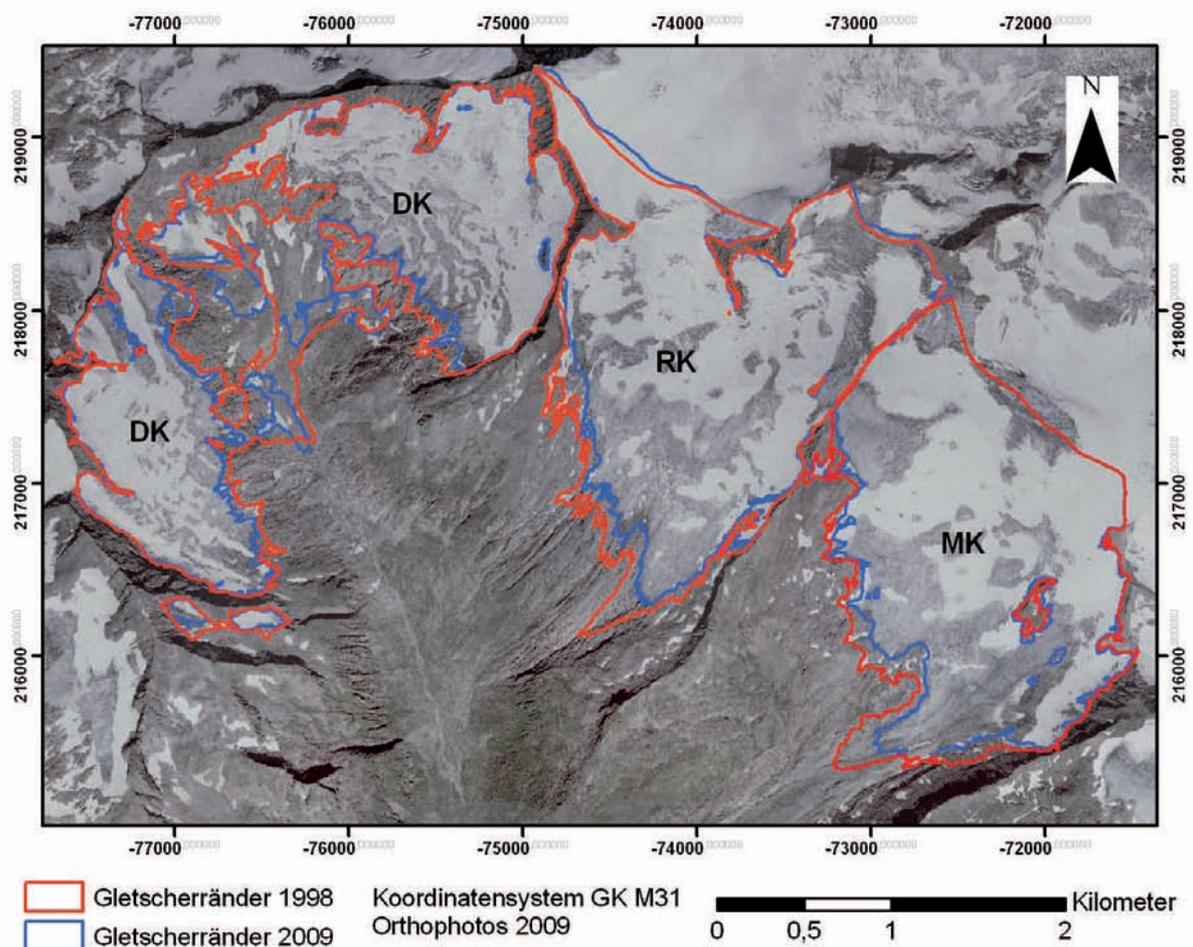


Abbildung 1: Einzugsgebiet des Dorferbachs im oberen Dorfertal, Koordinatensystem: Gauß-Krüger M31, Orthophoto 2009. DK: Dorfer Kees, RK: Rainer Kees (Inneres Mullwitzkees), MK: Mullwitzkees (Äußers Mullwitzkees, die Zunge wird auch als Zettalunitzkees bezeichnet.)

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).

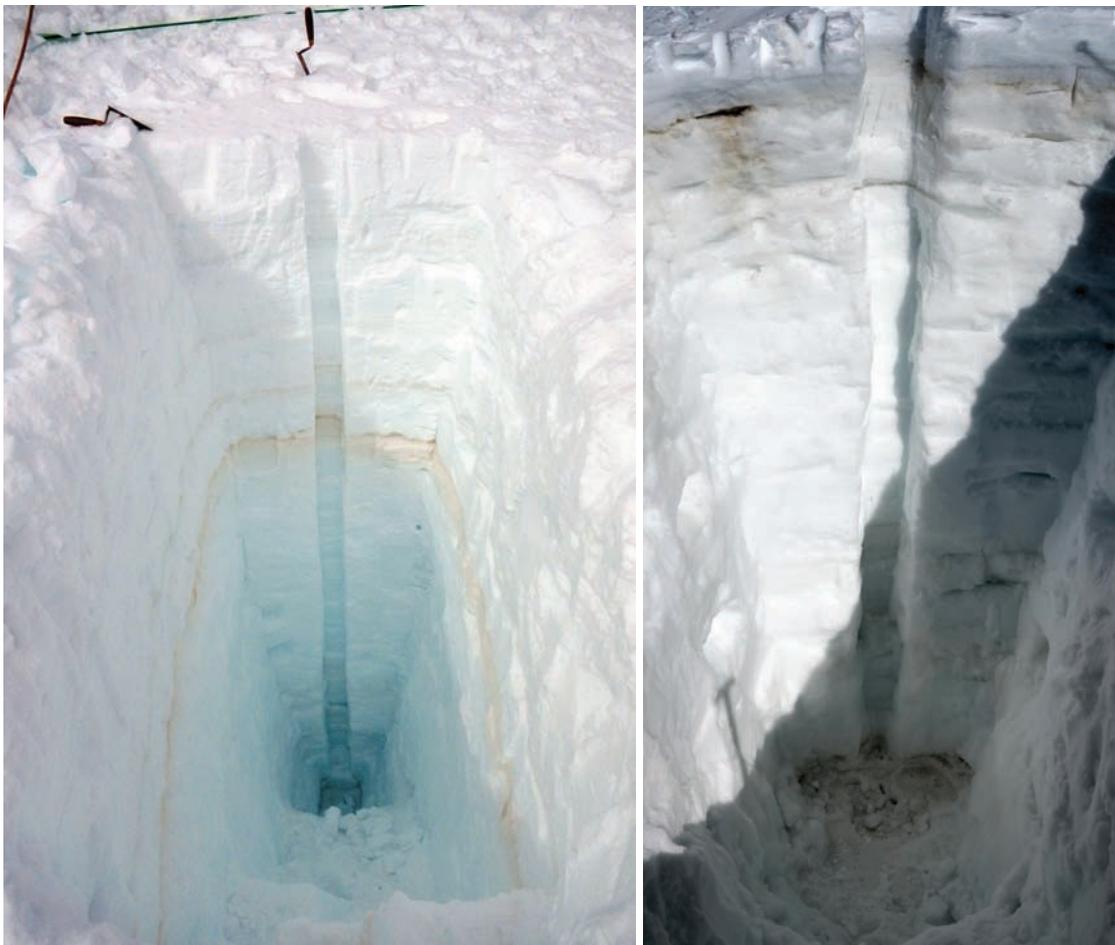


Abbildung 2: links: Frühjahrsschacht 2 am 10.05.2014; rechts: Herbstschacht 2 am 23.09.2014.

3. Durchgeführte Arbeiten

3.1. Pegelablesungen

Die bereits vorhandenen Pegel wurden in der Ablationsperiode 2014 regelmäßig abgelesen und die Pegel 3, 5 bis 8, 15, und 17 je 8 m neu gebohrt. Zusätzlich wurde das Pegelnetz mit zwei weiteren Pegeln (Nummer 13 und 19) ergänzt. Aufgrund der Schneelage wurde Pegel 16 während der gesamten Ablationsperiode nicht gefunden. Bei Pegel 10 konnte ein Massenzuwachs durch Aufeis und Altschnee verzeichnet werden. Die Ablesungen und die Erneuerungen der Pegel wurden am 23.09.2013, 04.07.2014, 31.07.2014, 01.08.2014, 04-05.09.2014 und am 23-24.09.2014 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 10. und 11. Mai 2014 durchgeführt. Nach der Fahrt bis zur vierten Kehre oberhalb des Steinbruchs erfolgte der weitere Aufstieg zu Fuß über die Johannishütte und das Zettalunitzsch bis zur Gletscherzunge. Aufgeteilt in zwei Gruppen wurde über die Zunge bis zu den Schächten eins und zwei und weiter über Schacht drei zum Defreggerhaus sondiert. Nach der Übernachtung im Defreggerhaus wurden die Schächte fertiggestellt und weiter über das Plateau bis Pegel 16 und zurück zur Gletscherzunge und Schacht 4 sondiert. Das Wetter an beiden Tagen: Zu Beginn noch sonnige und windstille Phasen. Später teils stürmischer Nordföhn und präfrontale Schneeschauer mit endgültigem Eintreffen der Kaltfront aus Nordwest zum Ende der Feldarbeiten.

3.3. Herbstbegehung

Bei der Herbstbegehung werden zur Bestimmung der Jahresbilanz Schneeschächte gegraben, Sondierungen durchgeführt und die Ablationspegel abgelesen. Die Herbstbegehung fand am 23. und 24. September 2014 statt. Nach der Auffahrt mit dem Auto zur Johannishütte erfolgte der Aufstieg über den Normalweg bis zum Defreggerhaus und weiter bis Schacht 3. Weiters wurde über Pegel 16 bis Schacht 2 und hoch über das Plateau bis Schacht 1 sondiert. Am zweiten Tag wurde über Schacht 2 bis Pegel 15 und 17 sondiert bzw. alle Pegel abgelesen. Zum Zeitpunkt der Herbstbegehung lagen ca. 10 – 40 cm Neuschnee. An den Schachtpositionen 1, 2, und 3, lagen die Schneehöhen zwischen 240 und 270 cm. Das Wetter zum Zeitpunkt der Herbstbegehung:

Postfrontales Aufklaren und nachlassender Nordföhn, später größtenteils wolkenlos. Aufzug hoher Bewölkung aus Südwest zum Ende der Feldarbeiten.

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 04.09.2014 ausgetauscht (neu: SN.: 10566958).

Datum	Messung [cm]					Bemerkung	Niederschlag [mm]
	1	2	3	4	5		
23.09.2013	58,5	58,5	58,5	58,4	58,4	neu befüllt	0
29.03.2014	37,5	37,5	37,5	37,4	37,4		684
10.05.2014	32,4	32,4	32,5	32,5	32,5		848
31.05.2014	28,9	28,9	28,9	28,8	28,8		966
07.07.2014	25,2	25,2	25,2	25,1	25,1		1087
31.07.2014	16,2	16,2	16,2	16,1	16,1		1366
31.07.2014	41,6	41,6	41,6	41,5	41,5	abgelassen	
04.09.2014	33,1	33,1	33,2	33,2	33,2		1641
23.09.2014	31,9	31,9	31,8	31,8	31,9		1683

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.

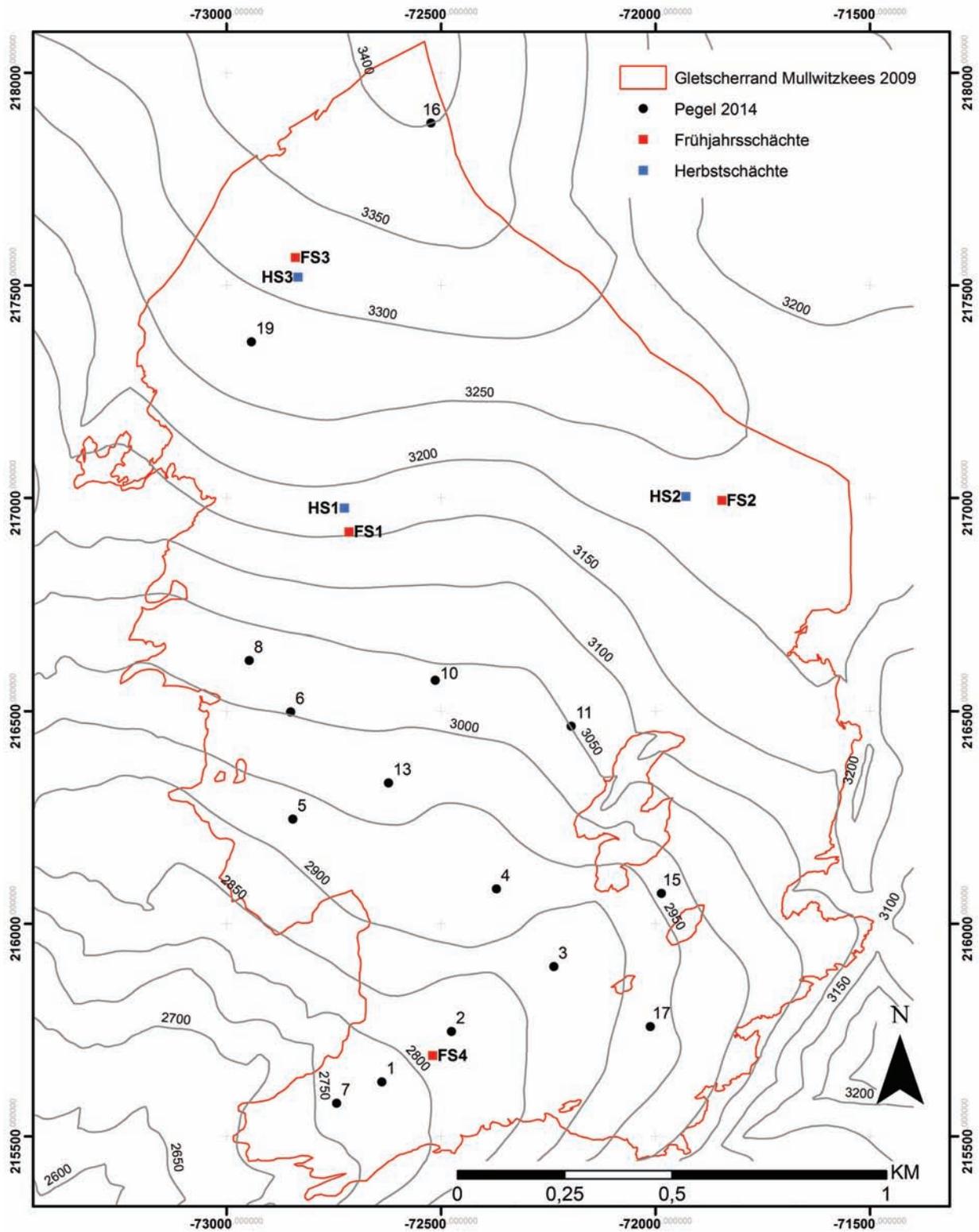


Abbildung 3: Mullwitzkees mit Gletschergrenze 2009; Lage der Pegel, der Frühjahrs- und Herbstschächte.

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 2013 bzw. Mai 2014 wurde an den jeweiligen Frühjahrsschächten abgezogen. Somit ist der korrigierte Wasserwert für die Akkumulationsperioden zwischen 01.10.2013 und 30.04.2014 gültig.

Schachtnummer	Tiefe [m]	Dichte [kg/m^3]	Wasserwert [mm]	korr. Wasserwert [mm]
1	3,80	475	1804	1524
2	4,13	419	1730	1483
3	2,72	385	1047	913
4	2,46	459	1130	926

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

Aus Tabelle 5 sind die Werte der Winterbilanz, gültig von 01.10.2013 bis 30.04.2014, zu entnehmen. Die Winterbilanz $B_{wi} = 3404,7 \cdot 10^3 m^3$ ergibt sich aus der Summe der Bilanzwerte der einzelnen Höhenstufen. Für die Akkumulationsperiode 2013/14 ergab sich eine mittlere spezifische Bilanz von $b_{wi} = 1161 mm$. In Abbildung 4 sind die Flächen gleichen Wasserwertes gültig für den 30.04.2014 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 2013/14 sind in Abbildung 5 aufgezeichnet.

$$B_{wi} = 3404,7 \cdot 10^3 m^3$$

$$b_{wi} = 1161 mm$$

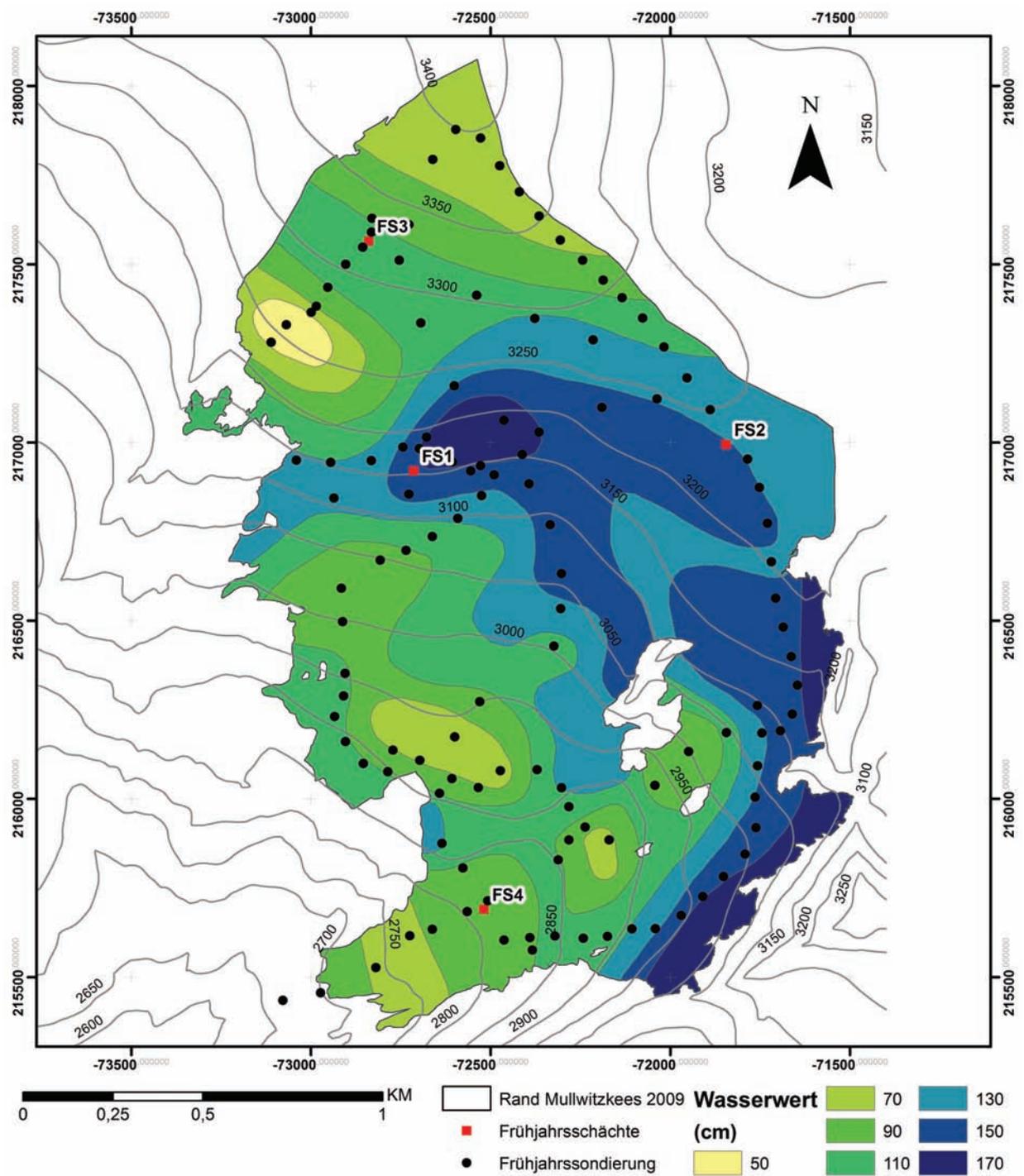


Abbildung 4: Flächen gleichen Wasserwertes der Winterbilanz gültig für den 30.04.2014 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte.

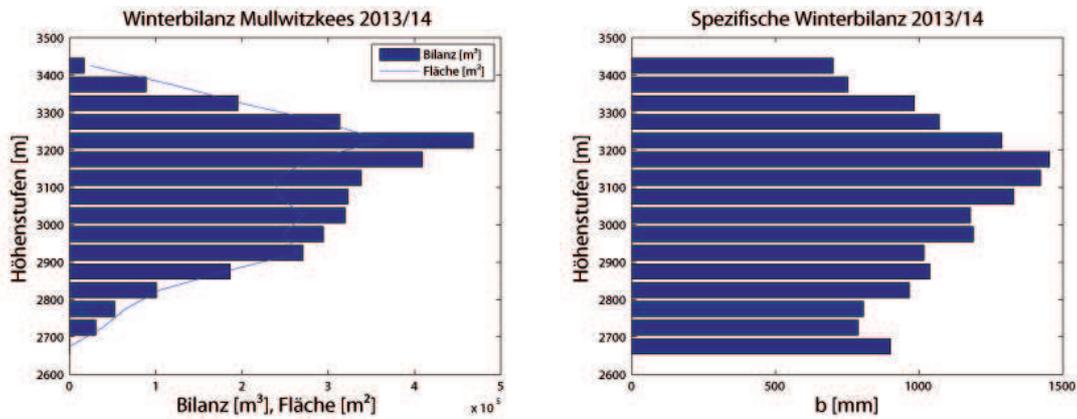


Abbildung 5: Nettobilanz [$10^5 m^3$] und Fläche [$10^5 m^2$] der Höhenstufen (links) und mittlere spezifische Bilanz [$mm ww$] der Höhenstufen (rechts) gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2013/14 am Mullwitzkees.

Höhenstufe	Fläche [km^2]	Bilanz [$10^3 m^3$]	Wasserwert [mm]
3425	0,024	16,9	700
3375	0,118	88,7	751
3325	0,199	195,1	982
3275	0,293	313,2	1069
3225	0,364	467,8	1287
3175	0,281	409,1	1453
3125	0,238	338,0	1422
3075	0,243	322,5	1329
3025	0,271	319,5	1177
2975	0,248	294,0	1188
2925	0,266	270,4	1016
2875	0,179	186,2	1037
2825	0,104	100,7	965
2775	0,065	52,1	806
2725	0,038	30,1	787
2675	0,000	0,4	900
Gesamt	2,931	3404,7	1161

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

4.3. Jahresbilanz

Für die Jahresbilanz (01.10.2013 – 30.09.2014) 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 mittleren 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 2013 mit den Neuschneewerten der Herbstschächte 2013 korrigiert.

Schachtnummer	Tiefe [m]	Dichte [kg/m^3]	Wasserwert [mm]	korr. Wasserwert [mm]
1	2,73	543	1482	1284
2	2,52	502	1266	1099
3	2,41	512	1233	1168

Tabelle 6: Tiefe, mittlere Dichte und Wasserwert bzw. korrigierter Wasserwert der Herbstschächte.

Pegelnummer	Wasserwert [mm]	Pegelnummer	Wasserwert [mm]
1	-1685	10	181
2	-1001	11	-611
3	-683	13	-1029
4	-1668	15	-745
5	-1018	16	n.g.
6	-666	17	-489
7	-2402	19	-258
8	-707		

Tabelle 7: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln (01.10.2013–30.09.2014). Pegel 16 wurde nicht gefunden (n.g.)

Zusätzlich werden im Rahmen der Herbstbegehung Sondierungen durchgeführt, um die Verteilung der Altschneedecke zu bestimmen. Mit Hilfe von Fotos, den Sondierungen und den ein-

zelenen 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 30.09.2014, die Gletschergrenze von 2009 sowie die Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2014 sind in Abbildung 7 grafisch dargestellt. In Abbildung 6 ist der Verlauf der Fläche, der Jahresbilanz und der spezifischen Bilanz pro Höhenstufe aufgezeichnet.

$$B = 342,6 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b = 117 \text{ mm}$$

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:

$$B_{so} = -3062,1 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{so} = -1044 \text{ mm}$$

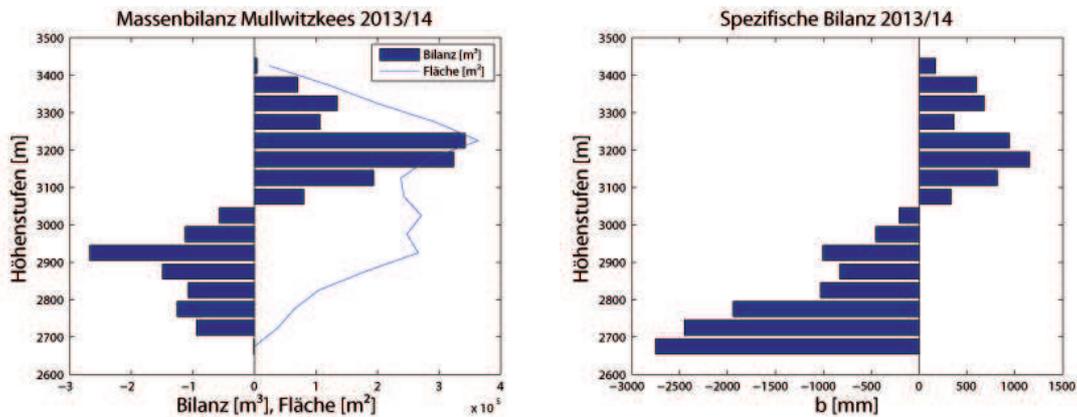


Abbildung 6: Nettobilanz [$10^5 m^3$] und Fläche [$10^5 m^2$] der Höhenstufen (links) und mittlere spezifische Bilanz [$mm ww$] der Höhenstufen (rechts) gültig für das hydrologische Jahr 2013/14 am Mullwitzkees.

Höhenstufe	Fläche [km^2]	Bilanz [$10^3 m^3$]	Wasserwert [mm]
3425	0,024	4,1	170
3375	0,118	70,7	599
3325	0,199	134,7	678
3275	0,293	106,7	364
3225	0,364	341,8	940
3175	0,281	323,8	1150
3125	0,238	193,8	815
3075	0,243	80,3	331
3025	0,271	-56,8	-209
2975	0,248	-112,3	-453
2925	0,266	-267,4	-1005
2875	0,179	-148,7	-829
2825	0,104	-107,4	-1029
2775	0,065	-125,5	-1941
2725	0,038	-93,9	-2450
2675	0,000	-1,2	-2750
Gesamt	2,931	342,6	117

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

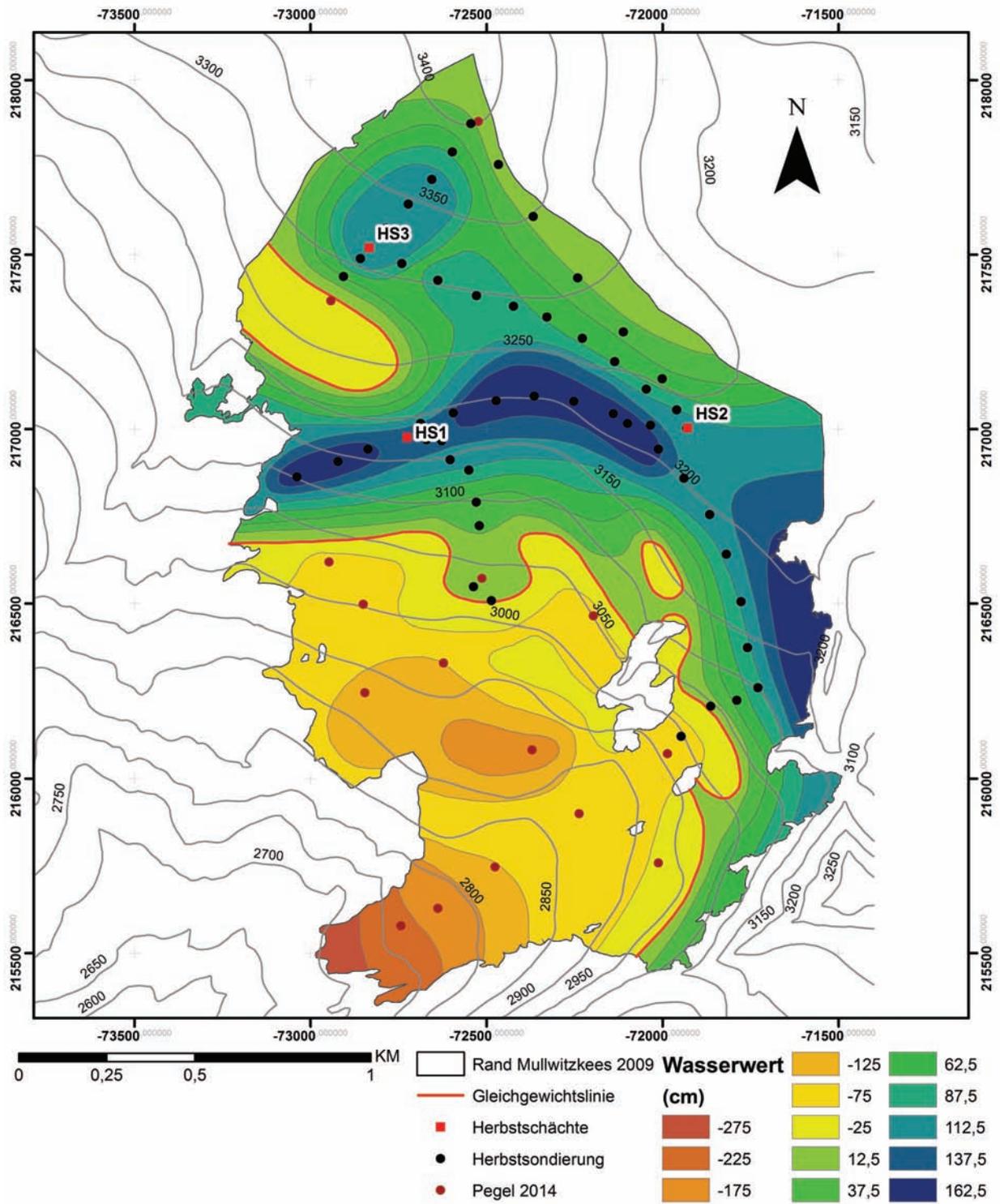


Abbildung 7: Flächen gleichen Wasserwertes der Jahresbilanz gültig für den 30.09.2013 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2013.

5. Zusammenfassung der Ergebnisse

In Tabelle 9 sind die Ergebnisse der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz, getrennt nach Ablations- und Akkumulationsgebiet zusammengefasst. Die Massenbilanz für 2013/14 ist die erste positive Bilanz seit Beginn der Messungen im hydrologischen Jahr 2006/07. Ein Vergleich zum Vorjahr, welches ebenfalls sehr günstig für den Gletscher war, zeigt, dass die positive Bilanz neben ähnlich guter Schneelage im Frühjahr 2014 auf die feucht-kühle Witterung im Sommer 2014 zurückzuführen ist. Während im Sommer 2013 die Monate Juli und August mit langen sonnigen Perioden dem Gletscher zusetzten, blieben diese Phasen im Sommer 2014 aus. Längere sonnige Perioden im Frühjahr 2014 konnten aufgrund der Schneebedeckung nicht zur Eisschmelze beitragen.

	Jahresbilanz	Winterbilanz	Sommerbilanz	Einheit
S_c	1,727			km^2
B_c	1340,9			$10^3 m^3$
b_c	776			mm
S_a	1,205			km^2
B_a	-998,2			$10^3 m^3$
b_a	-829			mm
S	2,931	2,931	2,931	km^2
B	342,6	3404,7	-3062,1	$10^3 m^3$
b	117	1161	-1044	mm
S_c/S	0,589			
ELA	3044			m

Tabelle 9: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz 2013/14.

	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

Tabelle 10: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz von 2006 bis 2014 (Stocker-Waldhuber et al., 2013); > GN = über Gipfelniveau.

6. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten bzw. Totalisatorablesungen wurden von B. Seiser, A. Jestl, T. Obkircher, S. Fercher, K. Helfricht, E. Lemmerer, M. Dusch, L. Hartl und M. Stocker-Waldhuber durchgeführt. Die Auswertung und der Bericht stammen von M. Stocker-Waldhuber.

Literatur

Stocker-Waldhuber, M., A. Fischer, und M. Kuhn, 2013: Glacier Mass Balance of Mullwitzkees, Hohe Tauern, Austria, from 2006-2012. doi:10.1594/PANGAEA.806662.

A. Anhang



Abbildung A.1: Arbeiten im Frühjahrsschacht 2 am 10.05.2014.



Abbildung A.2: Am Plateau des Gletschers am 10.05.2014; Blickrichtung Süden.



Abbildung A.3: Arbeiten im Frühjahrsschacht 3 am 11.05.2014.



Abbildung A.4: Schneebedeckung am 04.07.2014.



Abbildung A.5: Ausaperungsmuster am 31.07.2014.



Abbildung A.6: Ausaperungsmuster am 31.07.2014.



Abbildung A.7: Schneebedeckung am 04.09.2014.



Abbildung A.8: Schneebedeckung am 23.09.2014.



Abbildung A.9: Ausaperungsmuster am 03.10.2014.