

VENEDIGERKEES

MASSENHAUSHALT 2013/2014



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

MAG. B. SEISER, DR. A. FISCHER

06.12.2014



im Auftrag von:

Hydrographischer Dienst des Landes Salzburg
Dipl.-Ing. Hans Wiesenegger
Michael-Pacher-Straße 36
A-5020 Salzburg, Austria
hans.wiesenegger@salzburg.gv.at
Tel.: +43(0) 662 8042 4318
Fax.: +43(0) 662 8042 4199

Durchführung der Arbeit

Mag. Bernd Seiser¹
bernd.seiser@oeaw.ac.at
Tel.: +43(0)512 507 4953
Fax.: +43(0)512 507 4960

Dr. Andrea Fischer¹
andrea.fischer@oeaw.ac.at
Tel.: +43(0)512 507 4950
Fax.: +43(0)512 507 4960

1 Institut für Interdisziplinäre Gebirgsforschung
Österreichische Akademie der Wissenschaften
Technikerstraße 21a, Otto Hittmair-Platz 1
A-6020 Innsbruck, Österreich
www.mountainresearch.at

Inhaltsverzeichnis

Inhalt	1
1. Allgemeines	2
2. Methode	3
3. Durchgeführte Arbeiten	4
3.1. Einbohren und Ablesen der Ablationspegel	4
3.2. Frühjahrsbegehung	5
3.3. Herbstbegehung	5
3.4. Automatische Kameras	5
4. Auswertung	6
4.1. Definitionen	6
4.2. Winterbilanz	7
4.3. Jahresbilanz	12
5. Zusammenfassung der Ergebnisse	16
6. Mitarbeiter	17
A. Anhang	18

Venedigerkees, Massenhaushalt 2013/2014: Jahresbericht des Instituts für Interdisziplinäre Gebirgsforschung, der Österreichischen Akademie der Wissenschaften.

Der vorliegende Bericht gibt eine Zusammenfassung über den Massenhaushalt des Venedigerkees im hydrologischen Jahr 2013/14. Das Projekt wurde im Auftrag des Hydrographischen Dienstes des Landes Salzburg im Mai 2012 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. Time-lapse Kameras dienen der Aufzeichnung des zeitlichen Verlaufs der Schneedecke für die indirekte Bestimmung der Massenbilanz.

1. Allgemeines

Das Venedigerkees befindet sich in der Venedigergruppe in der Kernzone des Nationalparks Hohe Tauern. Der obere Teil des Gletschers ist nach Norden ausgerichtet, während der untere Teil und speziell die Zunge nach Süd-West zeigen. 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: 2,37 km²

Fläche 2009: 2,17 km²

Die Höhe der Gletscherzunge lag 1998 auf rund 2400 m und ist im Zuge der Auswertung für das Jahr 2009 auf 2480 m aktualisiert worden. Der Gletscher erstreckt sich bis in eine Höhe von rund 3400 m, knapp unterhalb des Gipfel des Groß-Venedigers, (3662 m). Das Venedigerkees ist ein typischer Talgletscher. Dies, die südwestseitige Ausrichtung der Zunge und die Tatsache dass das Venedigerkees mittlerweile keine Verbindung zum Obersulzbachkees aufweist, lassen erwarten, dass der Gletscher auf Klimaänderungen besonders sensibel reagiert. Abbildung 1.1 gibt einen Überblick über das Einzugsgebiet Obersulzbachkees und Venedigerkees, mit dem neuen Orthophoto 2009 und den Gletschergrenzen des Inventars von 1998 und 2009.

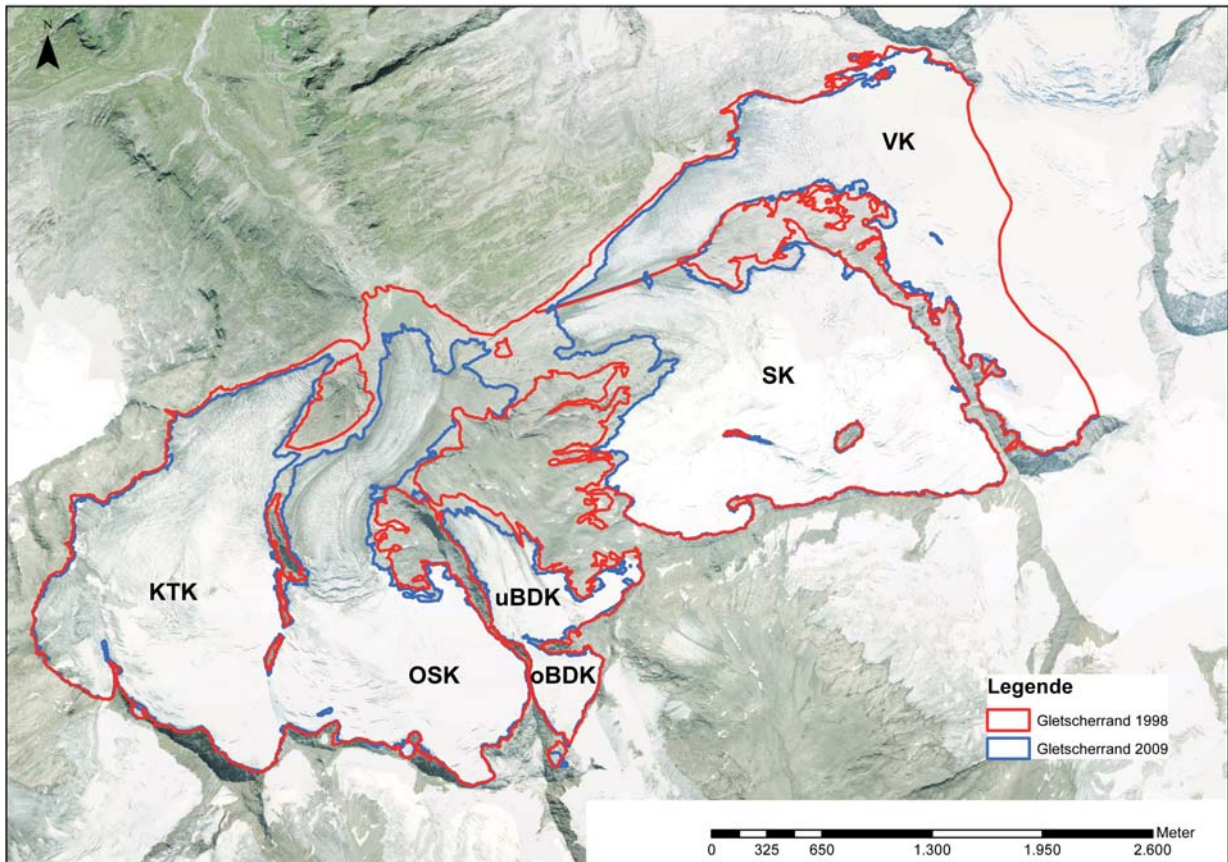


Abbildung 1.1: Einzugsgebiet Venedigerkees (VK), Sulzbacherkees (SK), oberes (oBDK) und unteres (uBDK) Bleidächerkees, Obersulzbachkees (OSK) und Krimmlertörlkees; Koordinatensystem: Gauß-Krüger M31, Orthophoto 2009.

2. Methode

Zur Bestimmung des Massenhaushalts wird die direkte glaziologische Methode mit fixem Haushaltsjahr verwendet. Dabei wird berechnet, 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 Früh-

jahr 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. 2.1).



Abbildung 2.1: Links: typischer Frühjahrsschacht; rechts: üblicher Schmutzhorizont und sehr geringe Schachttiefe bei Herbstschächten.

3. Durchgeführte Arbeiten

3.1. Einbohren und Ablesen der Ablationspegel

Insgesamt wurden 15 Ablationspegel in dem Untersuchungsgebiet eingebohrt. Am Sulzbacherkees wurden 3 Pegel eingebohrt und weitere 12 am Venedigerkees. Die Pegel wurden zwischen 10 m bzw. 8 m tief gebohrt. Die Pegel 91 und 92 wurden am 21.08.2013 erneuert und versetzt. Die Bohrtiefe beider Pegel lag bei 10 m. Pegel 91, 94 und 95 wurden am 21.08.2013, 10 m tief, nachgebohrt. Pegel 96, 88, 101 und 102 wurden am 27.08.2014 neu positioniert und gebohrt. Pegel 93, 99, 100 konnten die gesamte Ablationsperiode nicht abgelesen werden, da sie zu den Ablesungszeitpunkten unter Schnee lagen. Die Ablesung der Pegel wurde jeweils am 17.07.2014, 28.08.2014 und am 26.09.2014 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 05. bis 06. Mai 2014 durchgeführt. Nach der Fahrt bis zur Materialseilbahn der Kürsingerhütte erfolgte der weitere Aufstieg über den Winterweg zur Kürsingerhütte. Die Gruppe stieg bis zur Gletscherzunge auf, wo Schneehöhen sondiert wurden und zusätzlich ein Schacht, mit einer Tiefe von 238 cm, gegraben wurde. Die Gruppe sondierte am 2. Tag von ca. 2700 m bis Schacht 1, auf etwa 3235 m, die Schneehöhe. Anschließend wurden die beiden Schächte, 1 und 2 gegraben. Schacht 1 hatte Gesamttiefe von 359 cm. Bei Schacht 2 gab es eine Gesamtschachttiefe von 300 cm.

3.3. Herbstbegehung

Bei der Herbstbegehung werden zur Bestimmung der Jahresbilanz Schneeschächte gegraben, Sondierungen durchgeführt und die Ablationspegel abgelesen. Die Herbstbegehung fand am 27.09.2013 und 28.09.2014 statt. Der erste Versuch die Bilanzmessungen durchzuführen scheiterte am 27.09.2014 wegen Schlechtwetter. Wir versuchten von Osttirol, direkt anschließend an die Messungen am Mullwitzkees, aufs Venedigerkees zu überschreiten. Neuschnee, Sturm und schlechte Sicht zwangen uns zum Abbruch. Wir stiegen ab und stiegen zur Kürsingerhütte auf. Am selben Tag konnten wir die Sondierungen durchführen und Schacht 3 graben. Am nächsten Tag versuchten wir erneut zum Schacht 1 aufzusteigen. Leider schafften wir aufgrund starken Nebels und erheblicher Spaltensturzgefahr durch Neuschnee den Schacht nicht. Schacht 2 inklusive Sondierungen bis ca 100 m über Schacht 2 konnten durchgeführt werden. Danach wurden die Kameras gewartet. Meine Kollegen mussten noch am 28.09.2014 absteigen. Am 29.09.2014 konnte ich mich an eine Seilschaft mit Bergführer anhängen, um die Sondierungen bis Schacht 1 durchzuführen. Dies war der erste Tag mit guter Sicht, leider hatte ich keine Möglichkeit den Schacht 1 zu graben. Allerdings war der Horizont von Schacht 2 weg sehr gut zu sondieren. Die Rücklagen an Schacht 1 müssen bei der Frühjahrsbegehung 2015 festgestellt werden und die Bilanz damit korrigiert werden.

3.4. Automatische Kameras

Am 31.07.2012 und 01.08.2012 wurden 3 automatische Kameras nördlich der Gletscher Venedigerkees und Sulzbacherkees installiert. Die Kameras wurden am 17.07.2014 überprüft und gewartet. Kamera 350 wurde mit erneuerten Anschlüssen wieder installiert und in Betrieb genommen. Leider hatten wir bei dieser Kamera immer wieder Probleme mit Stromausfall wegen

schneebedeckten Solarpanel. Am 27.08.2014 und am 28.09.2014 wurden die Kameras erneut gewartet und überprüft. Am 27.08. wurde die Gehäusetür mit neuem Glas bei Kamera 350 eingebaut. Es wurde ebenfalls regelmäßig neues Trockenmittel in den Kameras verwendet.

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 4.1: Notationen, die in dieser Arbeit verwendet werden.

$$S = S_c + S_a \quad (4.1) \qquad B = B_c + B_a \quad (4.2)$$

Für die spezifischen Bilanzen gelten folgende Beziehungen:

$$b = b_{wi} + b_{so} \quad (4.3) \qquad b_{so} = b - b_{wi} \quad (4.4)$$

$$b_{wi} = B_{wi}/S \quad (4.5) \qquad b_{so} = B_{so}/S \quad (4.6)$$

$$b_c = B_c/S_c \quad (4.7) \qquad b_a = B_a/S_a \quad (4.8)$$

Tabelle 4.2: Zur Massenhaushaltsbestimmung gültige Beziehungen.

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 4.3 sind die Wasserwerte und die mittlere Dichte der Frühjahrsschächte zu entnehmen, bzw. deren Lage aus Abbildung 4.1.

Schachtnummer	Seehöhe [m]	Tiefe [m]	Dichte [kg/m^3]	Wasserwert [mm]
1	3235	3,59	397	1500
2	2910	3,00	404	1203
3	2557	2,38	465	977

Tabelle 4.3: Seehöhe, Tiefe, mittlere Dichte und Wasserwert der Frühjahrsschächte.

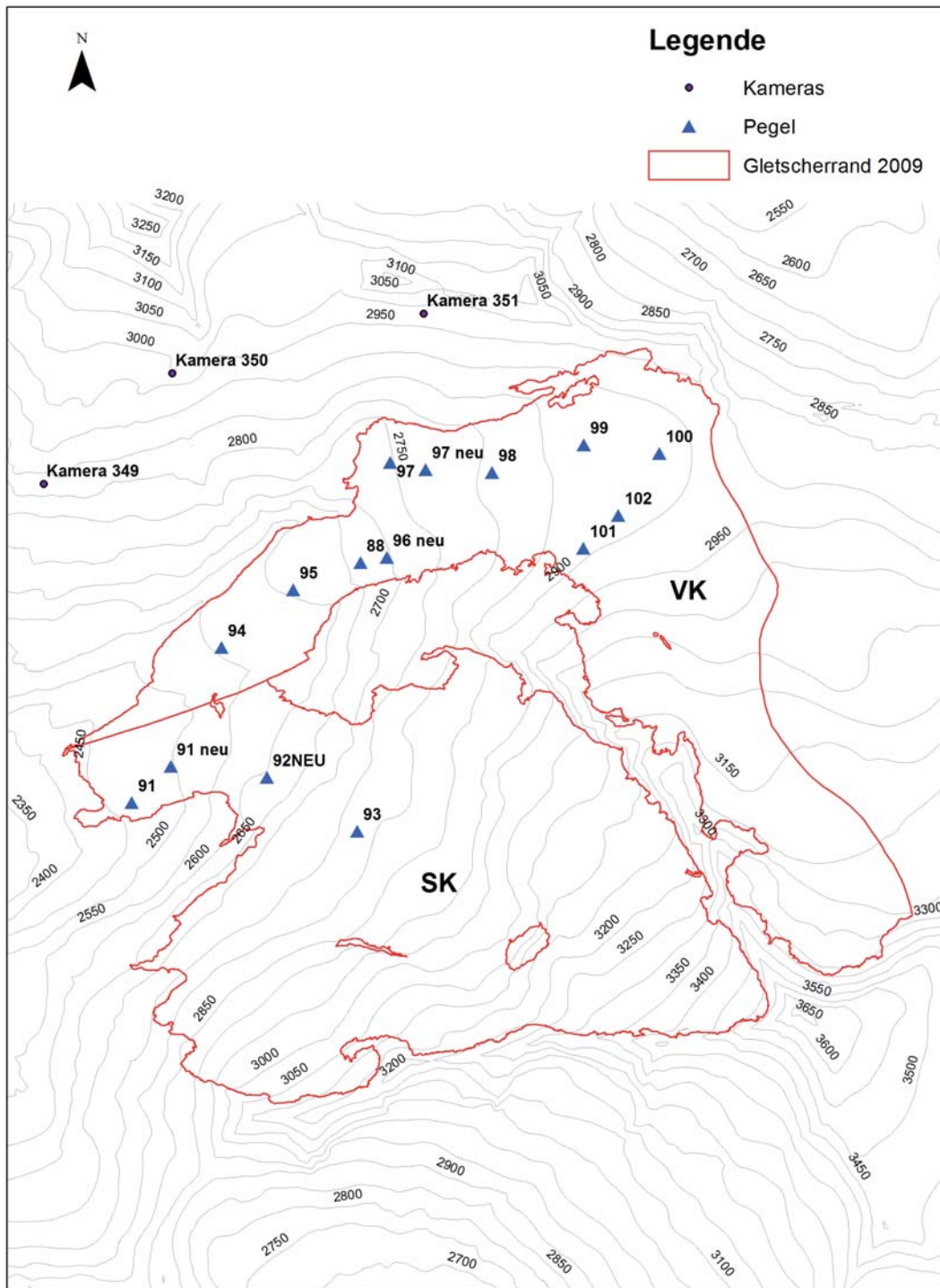


Abbildung 4.1: Venedigerkees mit Gletschergrenze 2009; Lage der Pegel und der automatischen Kameras.

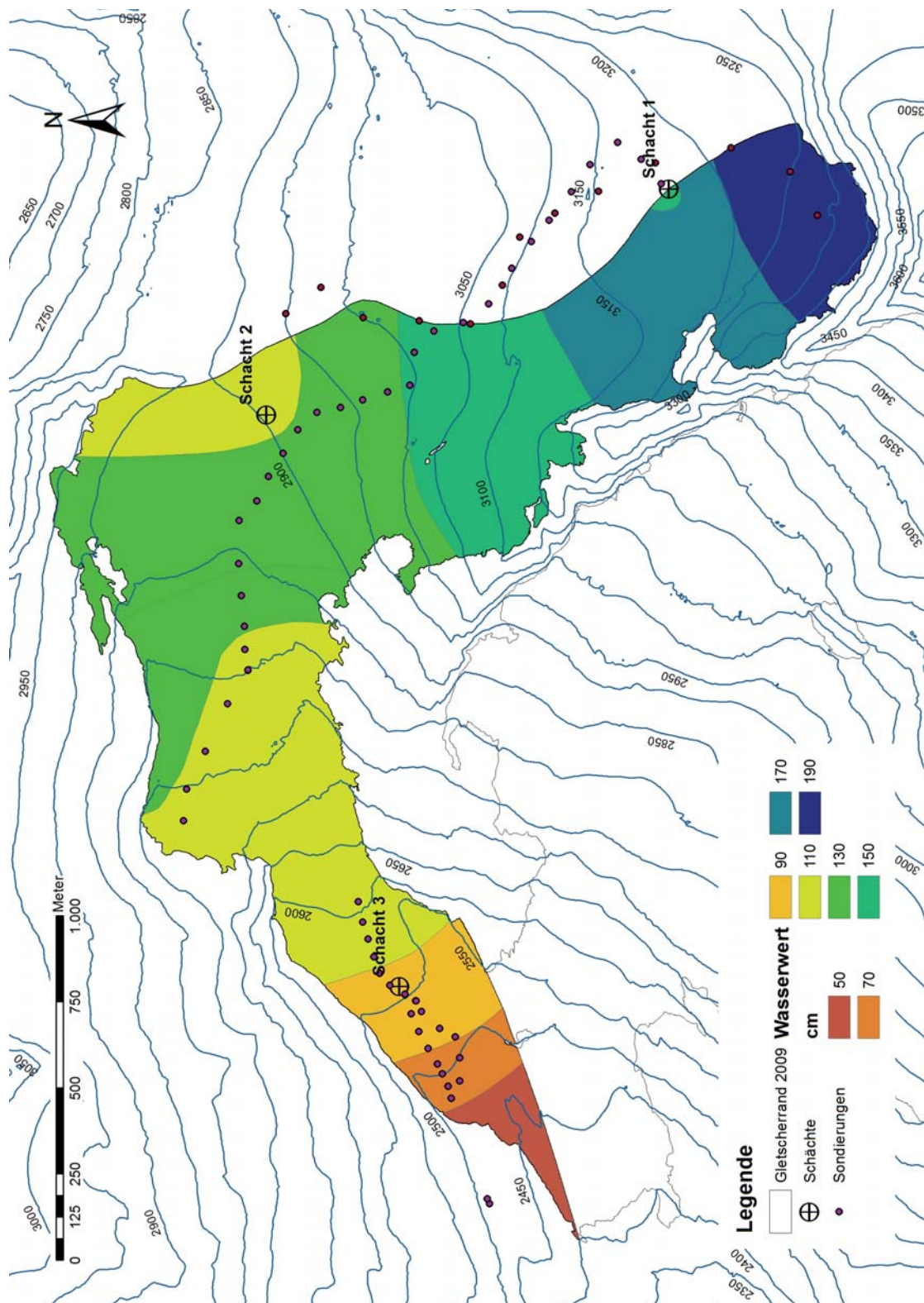


Abbildung 4.2: Flächen gleichen Wasserwertes der Winterbilanz gültig für den 30.04.2014 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte.

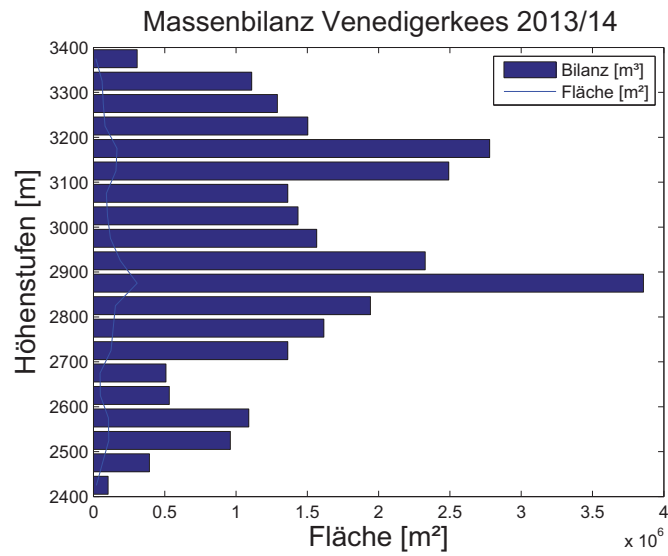


Abbildung 4.3: Nettobilanz [10^5 m^3] und Fläche [10^5 m^2] der Höhenstufen [mm WW] gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2013/14 am Venedigerkees.

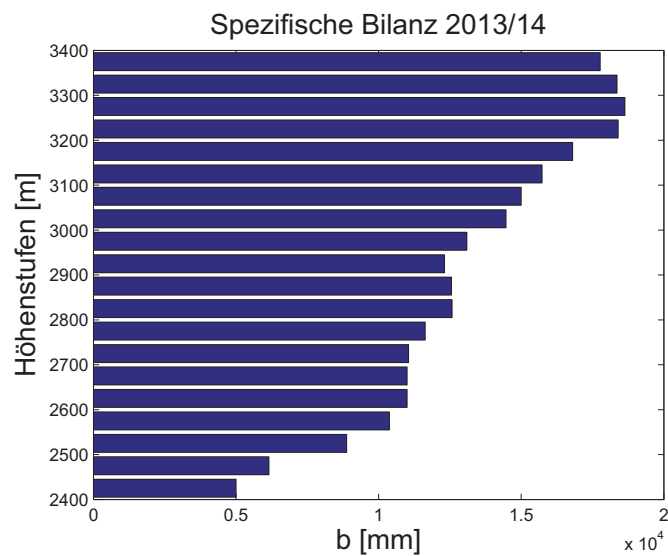


Abbildung 4.4: Nettobilanz [10^5 m^3] und Fläche [10^5 m^2] der mittlere spezifische Bilanz [mm WW] der Höhenstufen gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2013/14 am Venedigerkees.

Höhenstufe	Fläche [km ²]	Bilanz [10 ³ m ³]	Wasserwert [mm]
3375	0,017	30,6	1777
3325	0,060	110,9	1836
3275	0,069	129,0	1863
3225	0,082	150,3	1840
3175	0,165	277,8	1680
3125	0,158	249,2	1573
3075	0,091	136,3	1500
3025	0,099	143,4	1447
2975	0,120	156,5	1309
2925	0,189	232,7	1234
2875	0,307	385,7	1256
2825	0,155	194,3	1257
2775	0,139	161,6	1163
2725	0,123	136,2	1105
2675	0,046	50,88	1100
2625	0,048	53,1	1100
2575	0,105	108,9	1038
2525	0,108	96,01	887
2475	0,064	39,3	615
2425	0,021	10,2	500
Gesamt	2,167	2853,4	1317

Tabelle 4.4: Flächen- und Winterbilanz- Höhenverteilung (Mittelwerte der Höhenstufen).

Aus Tabelle 4.4 sind die Werte der Winterbilanz, gültig von 01.10.2013 bis 30.04.2014, zu entnehmen. Die Winterbilanz $B_{wi} = 2853,4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ ergibt sich aus der Summe der Bilanzwerte der einzelnen Höhenstufen. Für die Akkumulationsperiode 2013/14 ergab sich eine mittlere spezifische Bilanz von $b_{wi} = 1317 \text{ mm}$. In Abbildung 4.4 sind die Flächen gleichen Wasserwertes gültig für den 30.04.2014 sowie die Lage der Schächte und Punkte der Sondierungen am Venedigerkees 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 4.3 und 4.4 aufgezeichnet.

$$B_{wi} = 2853,4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{wi} = 1317 \text{ mm}$$

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 mittlerer Schneedichte des Schachtes. Aus Tabelle 4.5 die Wasserwerte der einzelnen Pegel zu entnehmen, bzw. deren Lage aus Abbildung 4.1.

Pegelnummer	Wasserwert [mm]	Pegelnummer	Wasserwert [mm]
88	-2241	96	-1935
91	-2547	97	-1620
92 neu	-	98	-1350
93	-	99	-
94	-2934	100	-
95	-2340		

Tabelle 4.5: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln (01.10.2013–30.09.2014).

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 4.7, mit Isolinien des Wasserwertes erstellt und die Jahresbilanz berechnet. Das Gebiet der Rücklage ist bestimmt durch die Schneeverfrachtung während des Jahres. Da der Wind hauptsächlich, besonders im Winter, aus Nord bzw. Nord-West weht, wurden 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 4.6 sind die Werte der Jahresbilanz zu entnehmen.

Höhenstufe	Fläche [km ²]	Bilanz [10 ³ m ³]	Wasserwert [mm]
3375	0,017	17,5	1012
3325	0,060	73,1	1210
3275	0,069	91,0	1315
3225	0,082	113,9	1394
3175	0,165	177,7	1074
3125	0,158	94,1	594
3075	0,091	33,1	364
3025	0,099	44,2	446
2975	0,120	54,7	458
2925	0,189	56,4	298
2875	0,307	55,1	179
2825	0,155	5,4	35
2775	0,139	-47,6	-343
2725	0,123	-141,3	-1146
2675	0,046	-68,6	-1483
2625	0,048	-92,1	-1905
2575	0,105	-238,5	-2274
2525	0,108	-285,5	-2640
2475	0,064	-205,6	-3218
2425	0,021	-66,6	-3250
Gesamt	2,167	-329,7	-152

Tabelle 4.6: Flächen- und Jahresbilanz- Höhenverteilung (Mittelwerte der Höhenstufen).

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 4.7 grafisch dargestellt. In Abbildung 4.6 und 4.7 ist der Verlauf der Fläche, der Jahresbilanz und der spezifischen Bilanz pro Höhenstufe aufgezeichnet.

$$B = -330 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b = -152 \text{ mm}$$

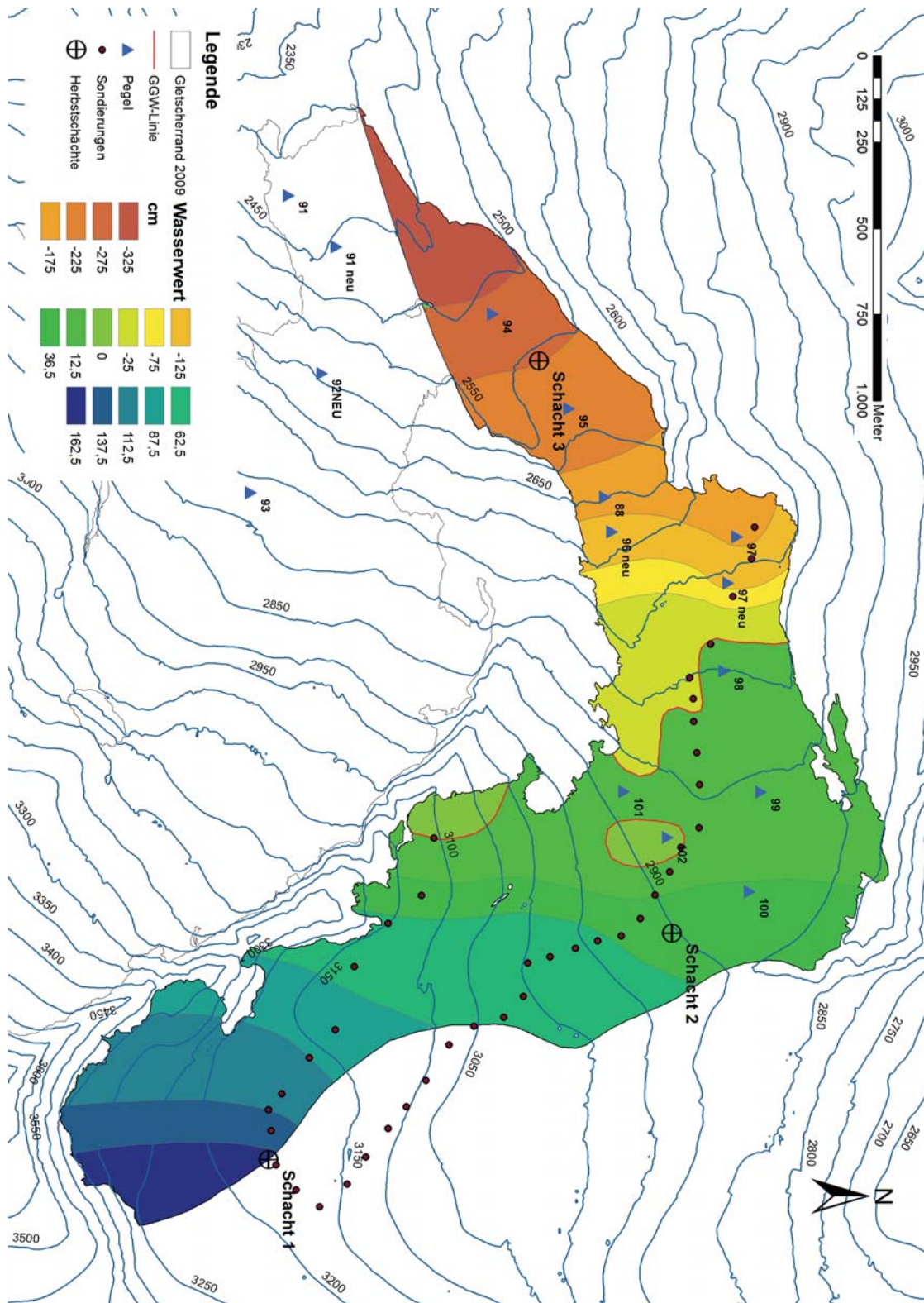


Abbildung 4.5: Flächen gleichen Wasserwertes der Jahresbilanz gültig für den 30.09.2013 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2014.

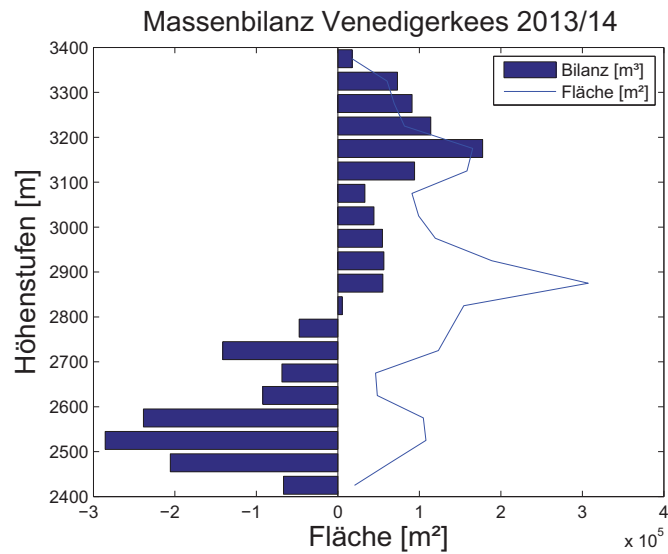


Abbildung 4.6: Nettobilanz [10^5 m^3] und Fläche [10^5 m^2] der Höhenstufen [mm ww] gültig für das hydrologische Jahr 2013/14 am Venedigerkees.

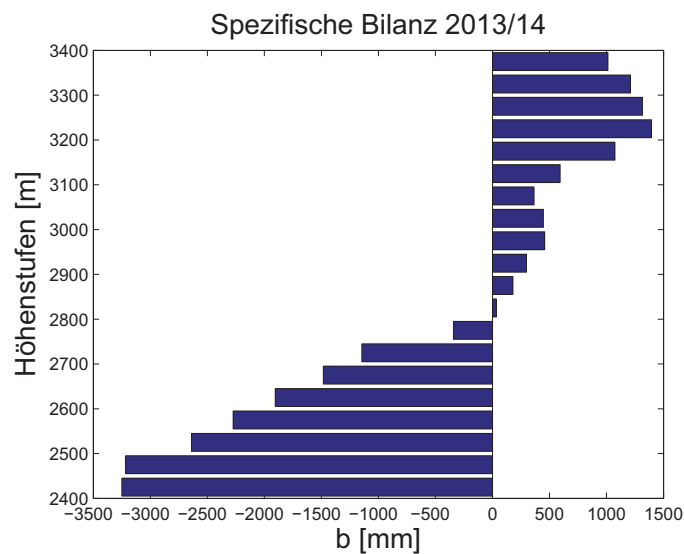


Abbildung 4.7: Nettobilanz [10^5 m^3], Fläche [10^5 m^2] und mittlere spezifische Bilanz [mm ww] der Höhenstufen gültig für das hydrologische Jahr 2013/14 am Venedigerkees

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:

$$B_{so} = -3005,4 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{so} = -1646,7 \text{ mm}$$

5. Zusammenfassung der Ergebnisse

In Tabelle 5.1 sind die Ergebnisse der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz, getrennt nach Ablations- und Akkumulationsgebiet zusammengefasst.

	Jahresbilanz	Winterbilanz	Sommerbilanz	Einheit
S_c	1,442			km ²
B_c	830			10 ³ m ³
b_c	576			mm
S_a	0,670			km ²
B_a	-1159,7			10 ³ m ³
b_a	-1731			mm
S	2,167	2,167	2,167	km ²
B	-329,7	2853,4	-3005,4	10 ³ m ³
b	-152	1317	-1469	mm
S_c/S	0,665			
ELA	2812			m

Tabelle 5.1: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz 2013/14.

6. Mitarbeiter

Die Feldarbeiten wurden von B. Seiser, M. Stocker-Waldhuber, Elke Lemmerer, Matthias Dusch und Lea Hartl durchgeführt. Die Auswertung und der Bericht stammen von B.Seiser.

A. Anhang

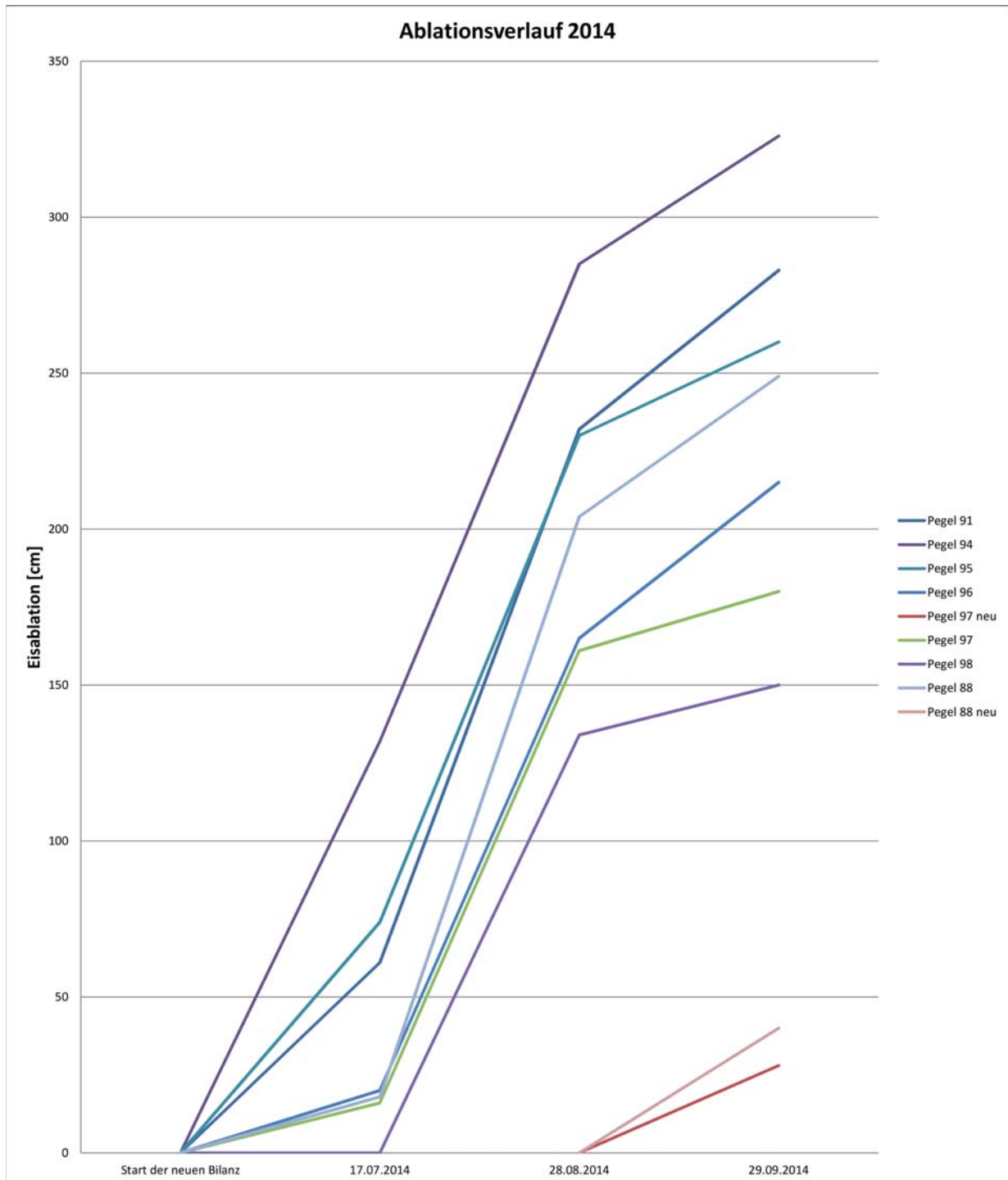


Abbildung A.1: Ablationsverlauf 2014 am Venedigerkees.

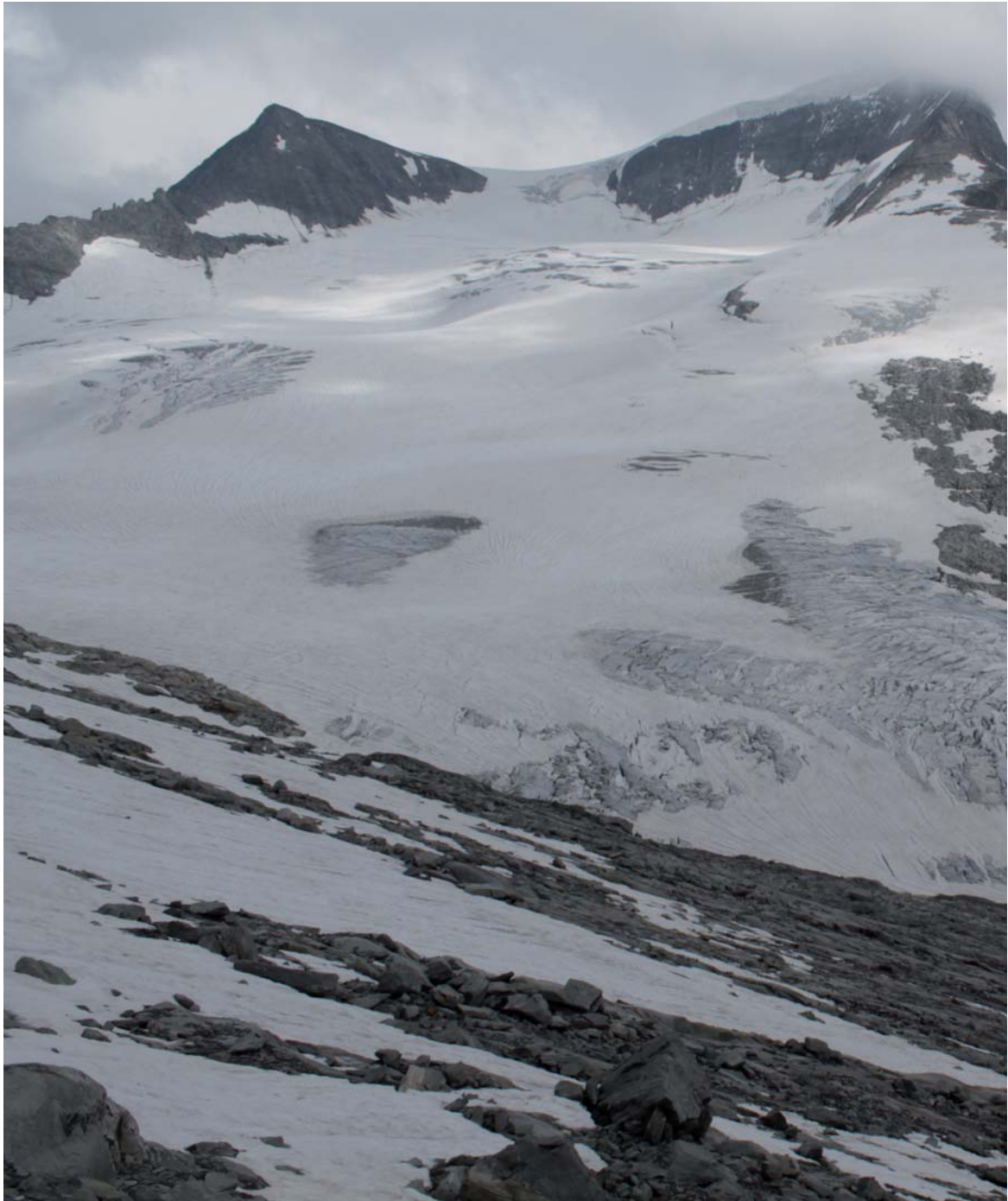


Abbildung A.2: Zeigt die maximale Ausaperung am Venedigerkeeses, am 13.08.2014.



Abbildung A.3: Neue Montage von Kamera 350.



Abbildung A.4: Kamera 350 mit schadhaftem Glas, das am 28.08.14 getauscht wurde.