

# VENEDIGERKEES

## MASSENHAUSHALT 2012/2013



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

MAG. B. SEISER, DR. A. FISCHER

04.12.2013



im Auftrag von:

Hydrographischer Dienst des Landes Salzburg  
Dipl.-Ing. Hans Wiesenegger  
Michael-Pachner-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 Seiser<sup>1</sup>  
bernd.seiser@oeaw.ac.at  
Tel.: +43(0)512 507 4953  
Fax.: +43(0)512 507 4960

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

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

# **Venedigerkees, Massenhaushalt 2012/2013: 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 2012/13. 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 km<sup>2</sup>

Fläche 2009: 2,17 km<sup>2</sup>

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, diese sind an ein Tal gebunden und bewegen sich der Graviation folgend talabwärts, mit Nährgebiet in einer Firnmulde (Firnfeld) und Zehrgebiet mit Gletscherzunge. 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.

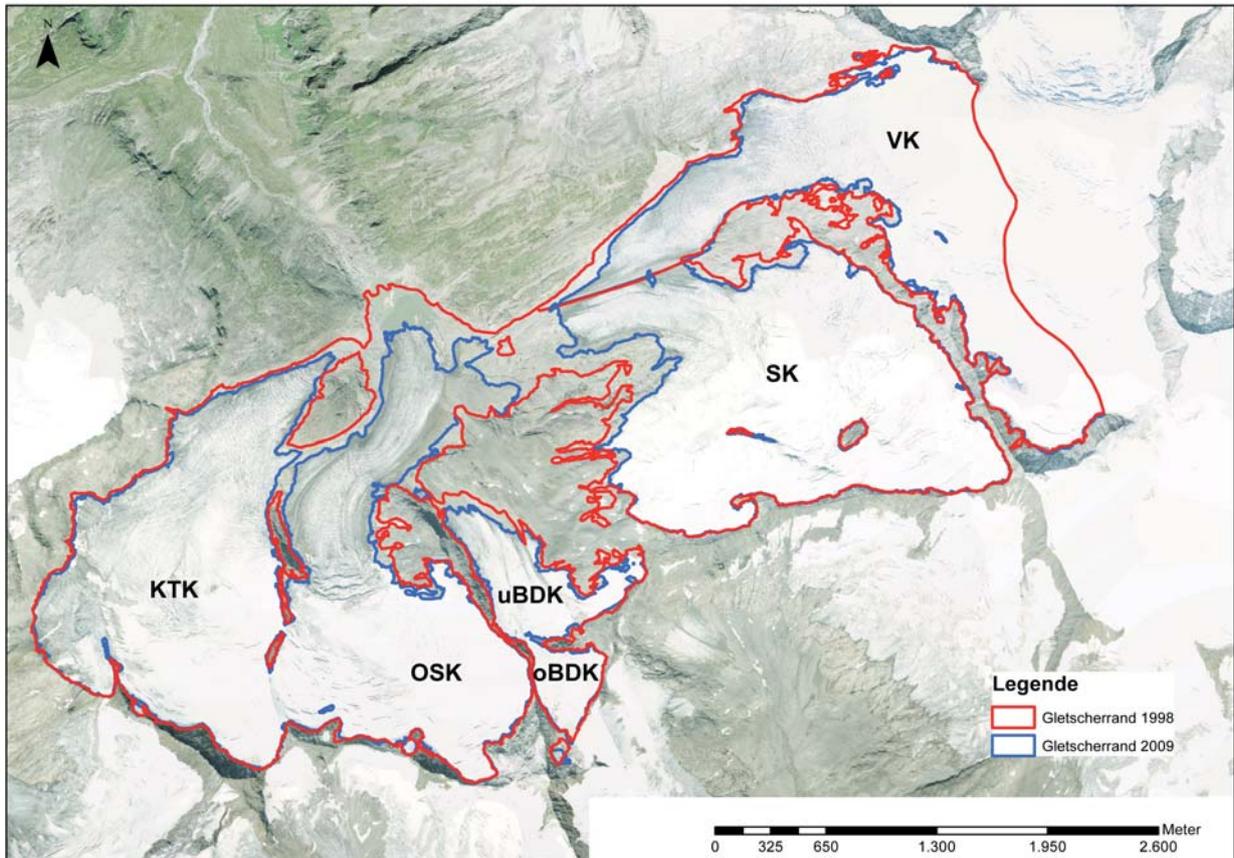


Abbildung 1.1: Einzugsgebiet Venedigerkees (VK), Sulzbacherkees (SK), oberes (oBDK) und unteres (uBDK) Bleidächerkees, Obersulzbachkees (OSK) und Krimmlertörlkees; Koordinatensystem: Gauß-Krüger M31, Orthophoto 2009.

## 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 13 Ablationspegel in dem Untersuchungsgebiet eingebohrt. Am Sulzbacherkees wurden 3 Pegel eingebohrt und weitere 10 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 88, 91, 94 und 95 wurden ebenfalls am 21.08.2013, 10 m tief, nachgebohrt. Pegel 93, 97, 98, 99, 100 und 89 konnten die gesamte Ablationsperiode nicht abgelesen werden, da sie zu den Ablesungszeitpunkten unter Schnee lagen. Die Ablesung der Pegel wurde jeweils am 24.07.2013, 21.08.2013 und am 24.09.2013 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 13. bis 14. Mai 2013 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 154 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 wies 52 cm Neuschnee, 149 cm Rücklage und eine Gesamttiefe von 347 cm auf. Bei Schacht 2 gab es keine Rücklagen und eine Gesamtschachttiefe von 277 cm.

## **3.3. Herbstbegehung**

Bei der Herbstbegehung werden zur Bestimmung der Jahresbilanz Schneeschächte gegraben, Sondierungen durchgeführt und die Ablationspegel abgelesen. Die Herbstbegehung fand am 24.09.2013 und 25.09.2013 statt. Am ersten Tag fuhr Christian zur Materialseilbahn und stieg anschließend über die Kürsingerhütte zu den 3 automatischen Kameras auf. Diese wurden überprüft und gewartet. Ein zweier Team, vom Deffregerhaus kommend, grub Schacht 1 mit einer Tiefe von 275 cm und anschließend Schacht 2. mit einer Tiefe von 57 cm. Am zweiten Tag wurden alle Pegel die nicht unter Schnee waren abgelesen. Die Schneehöhe zwischen Pegel 94 und Pegel 96 lag zwischen 2 cm bis 15 cm Neuschnee.

## **3.4. Automatische Kameras**

Am 31.07.2012 und 01.08.2012 wurden 3 automatische Kameras nördlich der Gletscher Venedigerkees und Sulzbacherkees installiert. Die 3 Kameras liefen bis zur Begehung am 24.07.2013 beinahe durchgehend. Bei dieser Begehung fanden wir Kamera 349 ohne Solarpanel vor. Wahrscheinlich hat der Schneedruck über die Wintermonate gepaart mit dem starken Taleinwind vor 24.07.2013 zu einem Bruch der Aufhängung geführt. Bei Kamera 350 war die Aufhängung des Panels ebenfalls abgebrochen, jedoch das Panel inklusive des beschädigten Anschlusses noch auffindbar. Kamera 350 war unbeschädigt und lief. Alle 3 Kameras waren zu dieser Zeit, trotz Stromunterbrechung der beiden beschädigten Kameras, funktionstüchtig. Daher wurden die Speicherkarten aller Kameras erneuert, die Kameras geputzt und die Ausrichtung sowie Schärfe überprüft. Am 22.08.2013 wurden die beiden beschädigten Kameras repariert und wieder in Betrieb genommen. Bei Kamera 349 wurde der Verbindungsstecker zwischen dem Solarpanel

und dem Gehäuse neu eingelötet und verbunden. Außerdem wurde das neue Solarpanel direkt am Fels angebracht. Kamera 350 war am stärksten beschädigt. Bei dieser Kamera wurde ebenfalls, das Verbindungskabel zwischen Solarpanel und Gehäuse, sowie der Verbindungsstecker neu angeschlossen. Das Solarpanel wurde ebenfalls am Fels angebracht. Bei der unbeschädigten Kamera 351 wurde das Solarpanel am Gehäuse zum Fels gedreht, um die Windeinwirkung zu minimieren und somit eine zukünftige Beschädigung zu verhindern. Außerdem wurde die übliche Wartung und ein Tausch der Speicherkarten durchgeführt. Während der Herbstbegehung wurden die Kameras erneut kontrolliert. Kamera 349 und Kamera 351 wurden wie üblich gewartet. Beide Kameras liefen problemlos. Bei Kamera 350 gab es Probleme mit der Stromversorgung und mit einer Undichtigkeit am Gehäuse. Aus diesen Gründen wurde diese Kamera deinstalliert und mitgenommen. Hier müssen Anschlüsse nochmals erneuert werden damit die Kamera wieder in Betrieb genommen werden kann.

## 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 <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
1	3235	2,95	436	1287
2	2910	2,77	421	1166
3	2557	1,54	618	952

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

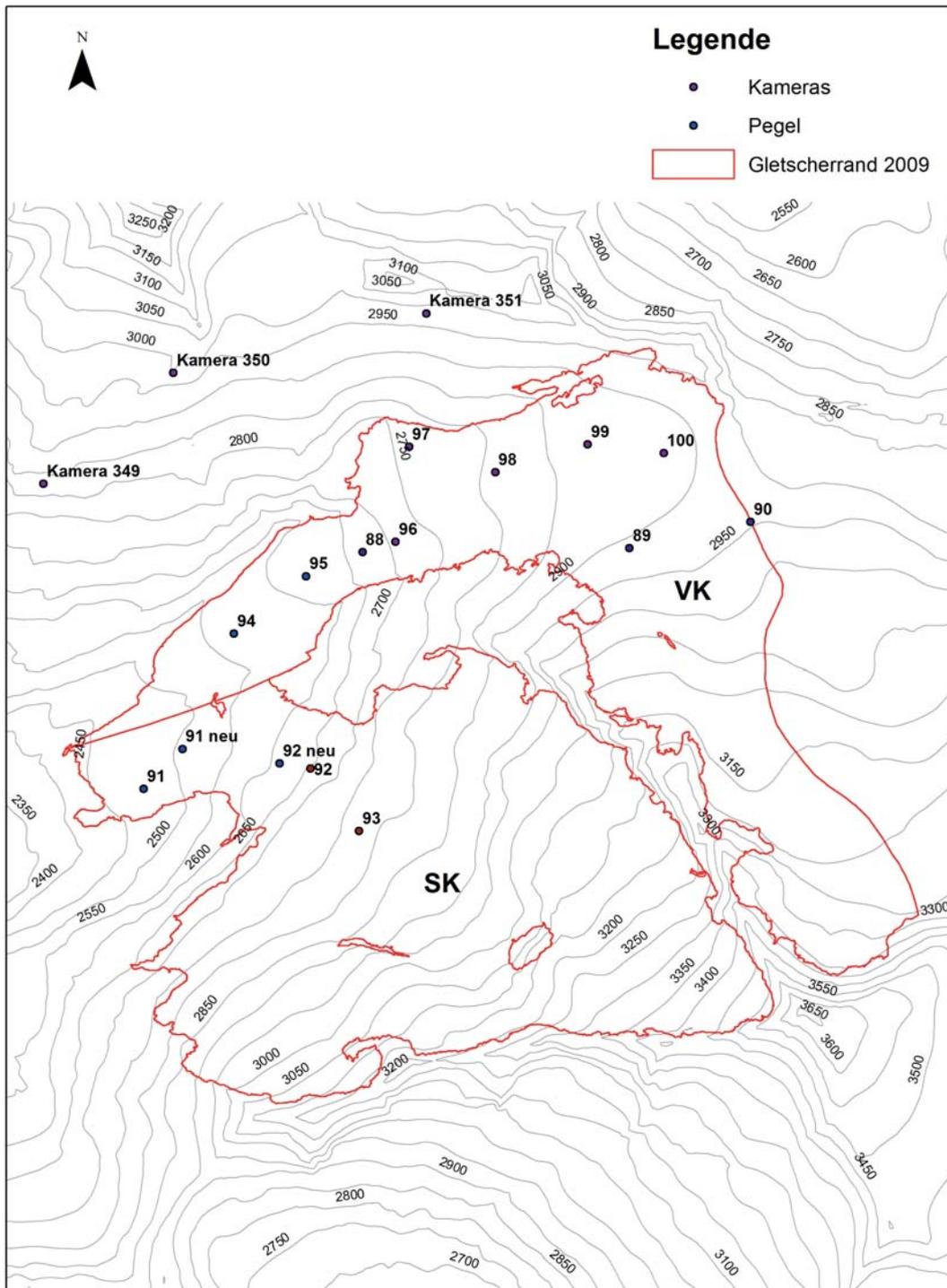


Abbildung 4.1: Venedigerkees mit Gletschergrenze 2009; Lage der Pegel und der automatischen Kameras.

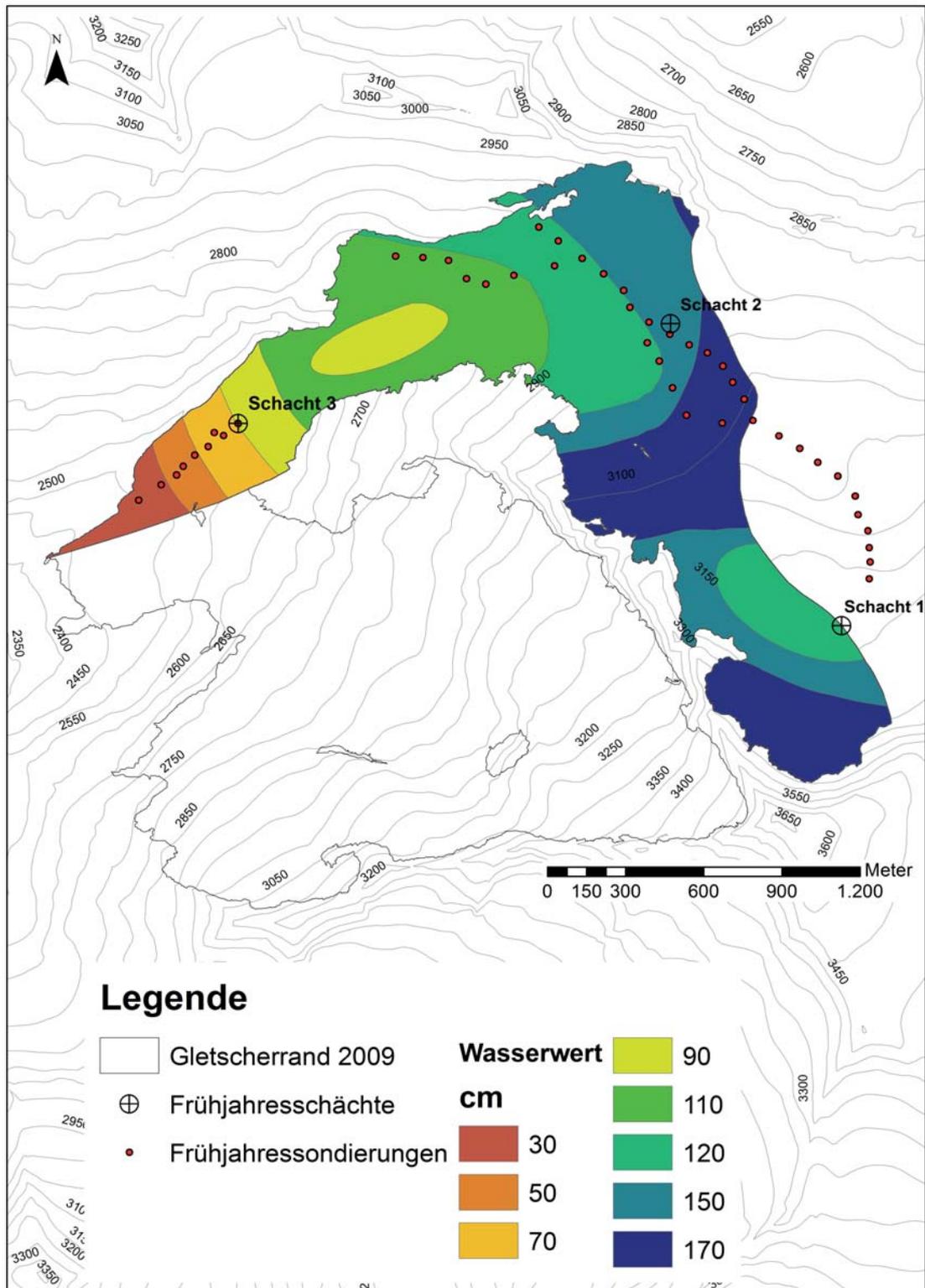


Abbildung 4.2: Flächen gleichen Wasserwertes der Winterbilanz gültig für den 30.04.2013 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte.

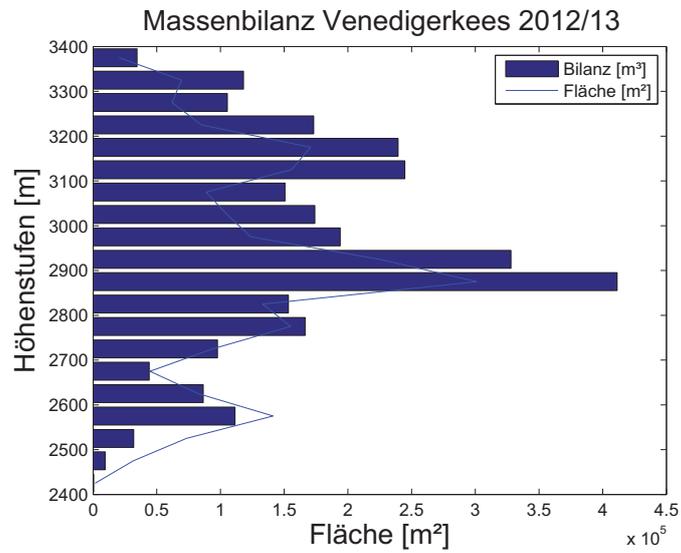


Abbildung 4.3: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ] und Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] der Höhenstufen [mm ww] gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2012/13 am Venedigerkees.

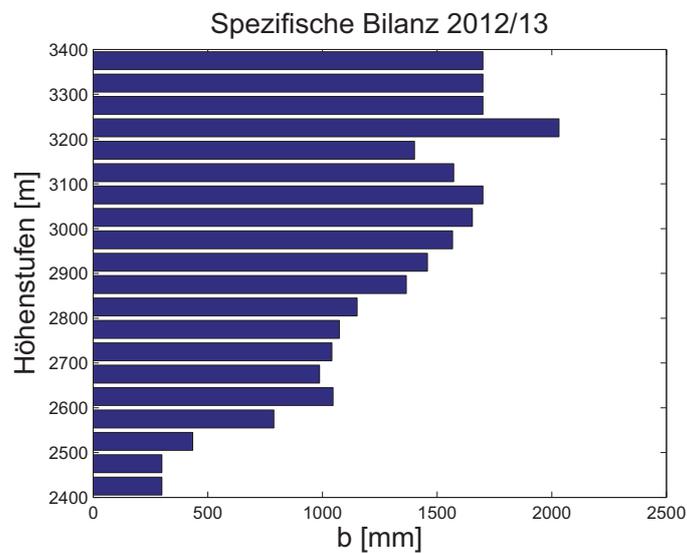


Abbildung 4.4: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ] und Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] der mittlere spezifische Bilanz [mm WW] der Höhenstufen gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2012/13 am Venedigerkees.

Höhenstufe	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Bilanz [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
3375	0,020	34,5	1700
3325	0,069	118,1	1700
3275	0,062	105,4	1700
3225	0,085	133,3	1563
3175	0,171	239,4	1402
3125	0,156	244,7	1573
3075	0,089	150,0	1700
3025	0,105	174,0	1654
2975	0,124	194,0	1567
2925	0,225	328,0	1458
2875	0,301	411,4	1366
2825	0,133	153,3	1151
2775	0,155	166,5	1074
2725	0,094	97,7	1041
2675	0,045	44,1	987
2625	0,083	86,5	1046
2575	0,141	111,4	789
2525	0,073	31,8	435
2475	0,032	9,5	300
2425	0,002	0,5	300
Gesamt	2,164	2834,6	1310

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

Aus Tabelle 4.4 sind die Werte der Winterbilanz, gültig von 01.10.2011 bis 30.04.2012, zu entnehmen. Die Winterbilanz  $B_{wi} = 2834,6 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  ergibt sich aus der Summe der Bilanzwerte der einzelnen Höhenstufen. Für die Akkumulationsperiode 2012/13 ergab sich eine mittlere spezifische Bilanz von  $b_{wi} = 1310 \text{ mm}$ . In Abbildung 4.4 sind die Flächen gleichen Wasserwertes gültig für den 30.04.2013 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 2012/13 sind in Abbildung 4.3 und 4.4 aufgezeichnet.

$$B_{wi} = 2834,6 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{wi} = 1310 \text{ mm}$$

### 4.3. Jahresbilanz

Für die Jahresbilanz (01.10.2012 – 30.09.2013) 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	-2226	95	-2279
89	-	96	-2193
90	-	97	-
91	-2027	98	-
92	-2012	99	-
93	-	100	-
94	-2702		

Tabelle 4.5: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln (01.10.2012–30.09.2013).

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 <sup>2</sup> ]	Bilanz [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
3375	0,020	32,0	1576
3325	0,069	109,6	1579
3275	0,062	96,4	1556
3225	0,085	115,6	1356
3175	0,171	189,3	1108
3125	0,156	98	630
3075	0,089	31,2	352
3025	0,105	31,1	296
2975	0,124	28,6	231
2925	0,225	-4,8	-21
2875	0,301	-71,6	-238
2825	0,133	-67,0	-503
2775	0,155	-332,7	-1501
2725	0,094	-204,7	-2182
2675	0,045	-100,4	-2250
2625	0,083	-186,1	-2250
2575	0,141	-350,4	-2481
2525	0,073	-203,4	-2778
2475	0,032	-101,6	-3222
2425	0,002	-5,0	-3250
Gesamt	2,164	-795,9	-368

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 30.09.2013, die Gletschergrenze von 2009 sowie die Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2013 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.

$$B = -795,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b = -368 \text{ mm}$$

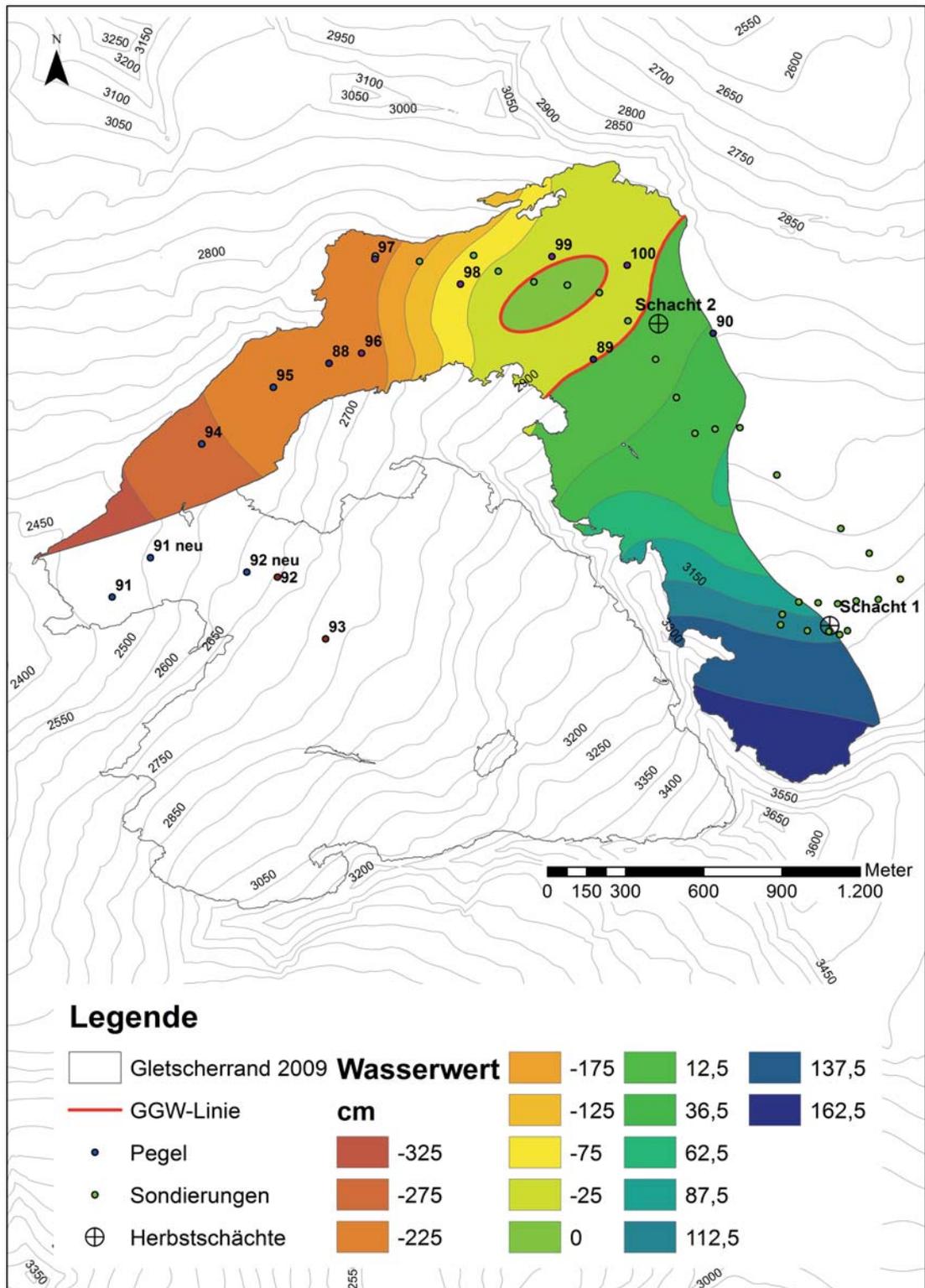


Abbildung 4.5: Flächen gleichen Wasserwertes der Jahresbilanz gültig für den 30.09.2013 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2013.

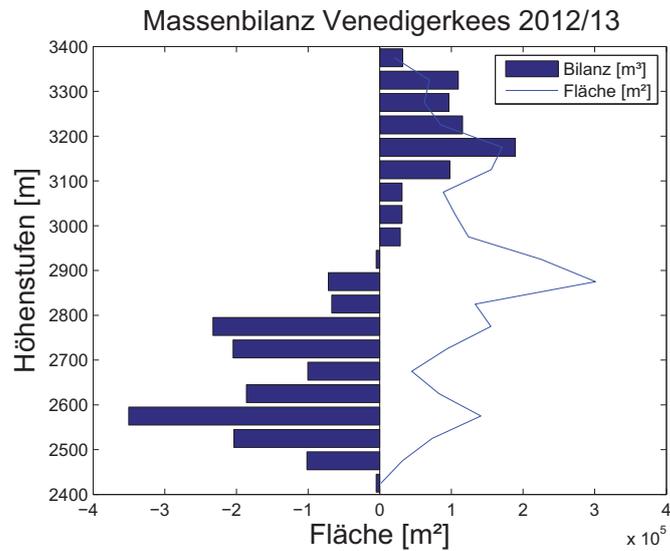


Abbildung 4.6: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ] und Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] der Höhenstufen [mm ww] gültig für das hydrologische Jahr 2012/13 am Venedigerkees.

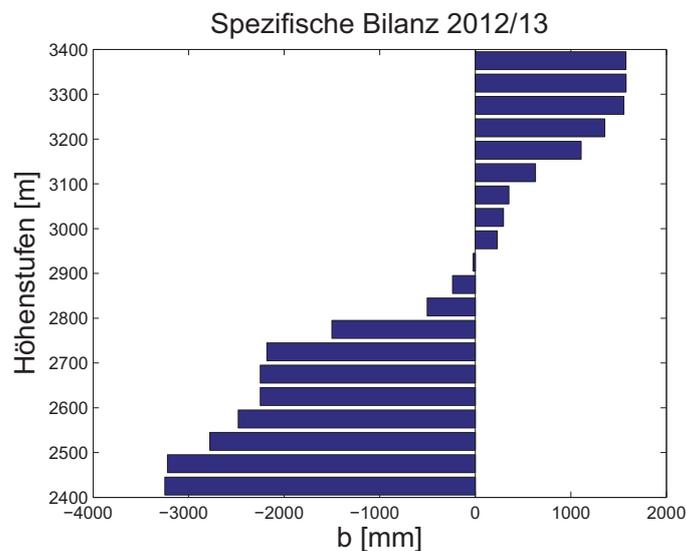


Abbildung 4.7: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ], Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] und mittlere spezifische Bilanz [mm ww] der Höhenstufen gültig für das hydrologische Jahr 2012/13 am Venedigerkees

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:

$$B_{so} = -3630,5 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{so} = -1678 \text{ mm}$$

## 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
$S_c$	1,016			km <sup>2</sup>
$B_c$	715,7			10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
$b_c$	740			mm
$S_a$	1,074			km <sup>2</sup>
$B_a$	-1547,7			10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
$b_a$	-1441			mm
$S$	2,164	2,164	2,164	km <sup>2</sup>
$B$	-795,9	2884,9	-3630,5	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
$b$	-368	1310	-1678	mm
$S_c/S$	0,470			
$ELA$	2929			m

Tabelle 5.1: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz 2012/13.

## **6. Mitarbeiter**

Die Feldarbeiten wurden von B. Seiser, A. Fischer C. Mitterer, M. Stocker-Waldhuber, R. Mariacher, M. Emprechtlinger, durchgeführt. Die Auswertung und der Bericht stammen von B.Seiser.

## A. Anhang

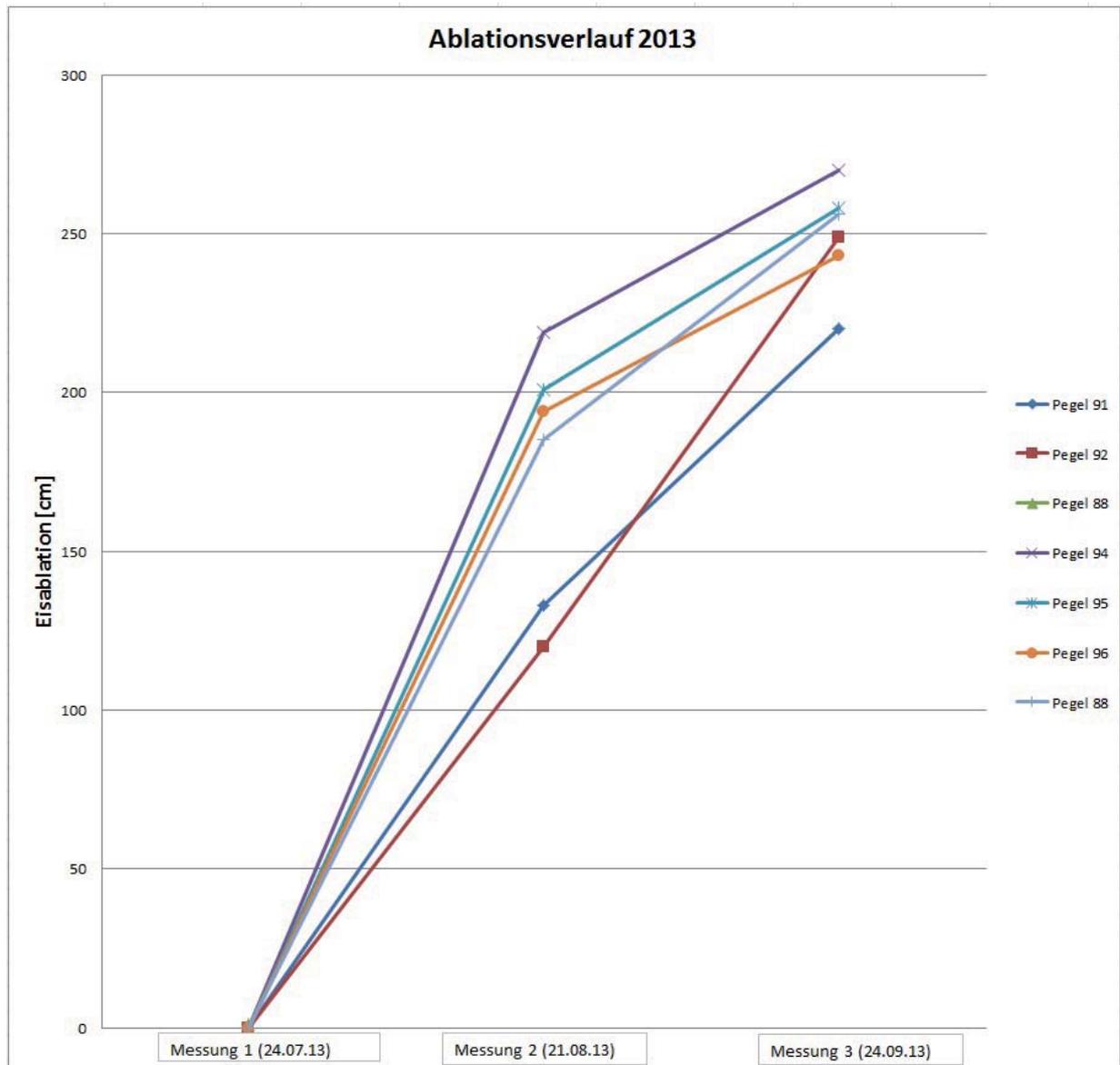


Abbildung A.1: Ablationsverlauf 2013 am Venedigerkees.



Abbildung A.2: Zeigt die maximale Ausaperung am Venedigerkeeses, am 19.08.2013.



Abbildung A.3: Zeigt den maximalen Ausaperungsstand von Kamera 349 aus, am 18.08.2013 .



Abbildung A.4: Neue Montage der Solarpanele.



Abbildung A.5: Kamera 350 nach erster Reperatur.



Abbildung A.6: Kamera 351