

# VENEDIGERKEES

## MASSENHAUSHALT 2011/2012



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

MAG. B. SEISER, DR. A. FISCHER

KORRIGIERTE FASSUNG, 03.02.2014



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 2011/2012: 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 2011/12. In dieser Fassung wurden nachträglich gemessene Daten in die bestehende Massenbilanz eingearbeitet und diese korrigiert. 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.

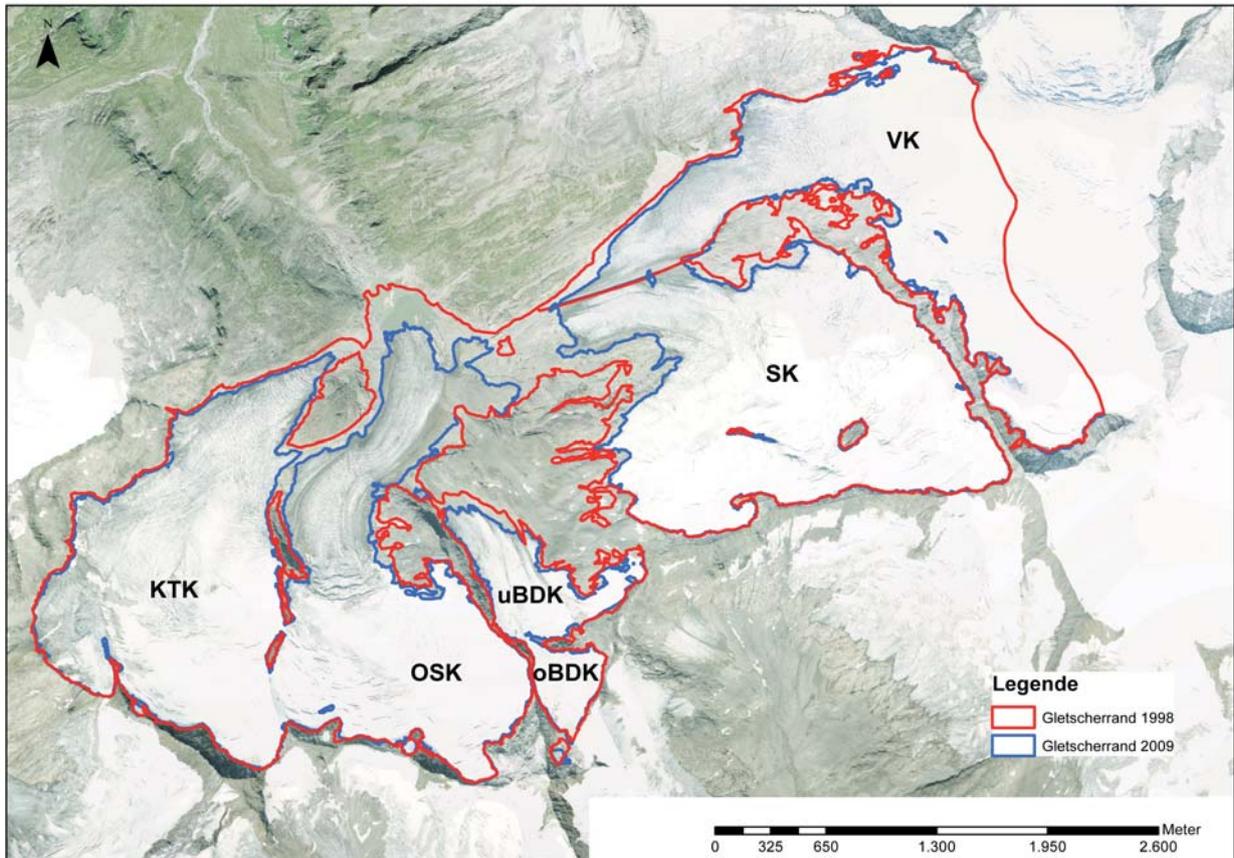


Abbildung 1.1: Einzugsgebiet Venedigerkees (VK), Sulzbacherkees (SK), oberes (oBDK) und unteres (uBDK) Bleidächerkees, Obersulzbachkees (OSK) und Krimmlertörlkees; Koordinatensystem: Gauß-Krüger M31, Orthophoto 2009.

## 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 10 am Venedigerkees. Die Pegel wurden zwischen 10 m bzw. 8 m tief gebohrt. Die Installation und die Ablesung der Pegel wurden am 19.06. bis 20.06.2012, 31.07. bis 01.08.2012 und am 10.10. bis 11.10.2012 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 21. bis 23. Mai 2012 durchgeführt. Nach der Fahrt bis zur Materialseilbahn der Kürsingerhütte erfolgte der weitere Aufstieg zu Fuß über die Kürsingerhütte bis zur Gletscherzunge. Die Gruppe sondierte von ca. 2700 m bis in das Kar auf etwa 3200 m die Schneehöhe. Danach wurden 2 Schächte, einer auf etwa 3200 m und ein zweiter auf ca. 2900 m gegraben. Nach der Übernachtung auf der Kürsingerhütte stieg die Gruppe wieder ab. Das Wetter an beiden Tagen: zeitweise bewölkt mit starkem Wind an beiden Tagen.

## **3.3. Herbstbegehung**

Bei der Herbstbegehung werden zur Bestimmung der Jahresbilanz Schneeschächte gegraben, Sondierungen durchgeführt und die Ablationspegel abgelesen. Die Herbstbegehung fand am 10.10.2012 und 11.10.2012 statt. Nach der Auffahrt mit dem Auto zur Materialseilbahn der Kürsingerhütte erfolgte der Aufstieg über die Gletscherzunge bis Pegel 98. Bei dieser Begehung wurden die beiden Schachtpositionen nicht erreicht. Zur Korrektur der angenommenen Daten war die Messung der Rücklage an den beiden oberen Schachtpositionen nötig, da wir beide Schächte 11.10.2012 nicht erreichen konnten. Am 16.03.2013 wurde die Frühjahrsbegehung am Venedigerkees durchgeführt und an den beiden Schachtpositionen bis in den Altschnee gegraben, um eben die Rücklagen zur Korrektur zu ermitteln. Am Schacht 2 gab es keine Rücklagen, wie beim Erstellen der Bilanz angenommen, das bedeutet keine Änderung der Bilanz in diesem Bereich. Am Schacht 1 konnten wir 139 cm Rücklage ermitteln, die in die Korrektur der neuen Bilanz eingehen. Die angenommene Rücklage bei der ersten Bilanz lag bei 50 cm Rücklage. Zusätzlich konnten wie bei den Sondierungen bis in die Rücklage sondieren und somit eine gute Auflösung der Altschneehöhen erzielen.

## **3.4. Automatische Kameras**

Am 31.07.2012 und 01.08.2012 wurden 3 automatische Kameras nördlich der Gletscher Venedigerkees und Sulzbacherkees installiert. Diese Kameras gewährleisten eine stetige Beobachtung der Ausaperung der Gletscher. Mithilfe der Ausaperungsmuster wurden Schneekarten angefertigt um die Massenbilanz möglichst genau abzubilden, bzw. können durch den Mehrwert dieser Informationen zusätzliche Ablationspegel installiert werden. Die automatischen Kameras werden durch ein wasserdichtes Gehäuse geschützt und durch ein Solarpanel mit Energie versorgt. Die Kameras wurden schonend in das natürliche Bild eingebracht und bedeuten keinen großen

Eingriff in die natürliche Umgebung.

## 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 Frühjahrschächte 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 Frühjahrschächte zu entnehmen, bzw. deren Lage aus Abbildung 4.1.

Schachtnummer	Seehöhe [m]	Tiefe [m]	Dichte [ $\text{kg/m}^3$ ]	Wasserwert [mm]
1	2910	3,80	491	1753
2	3235	3,60	410	1464

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

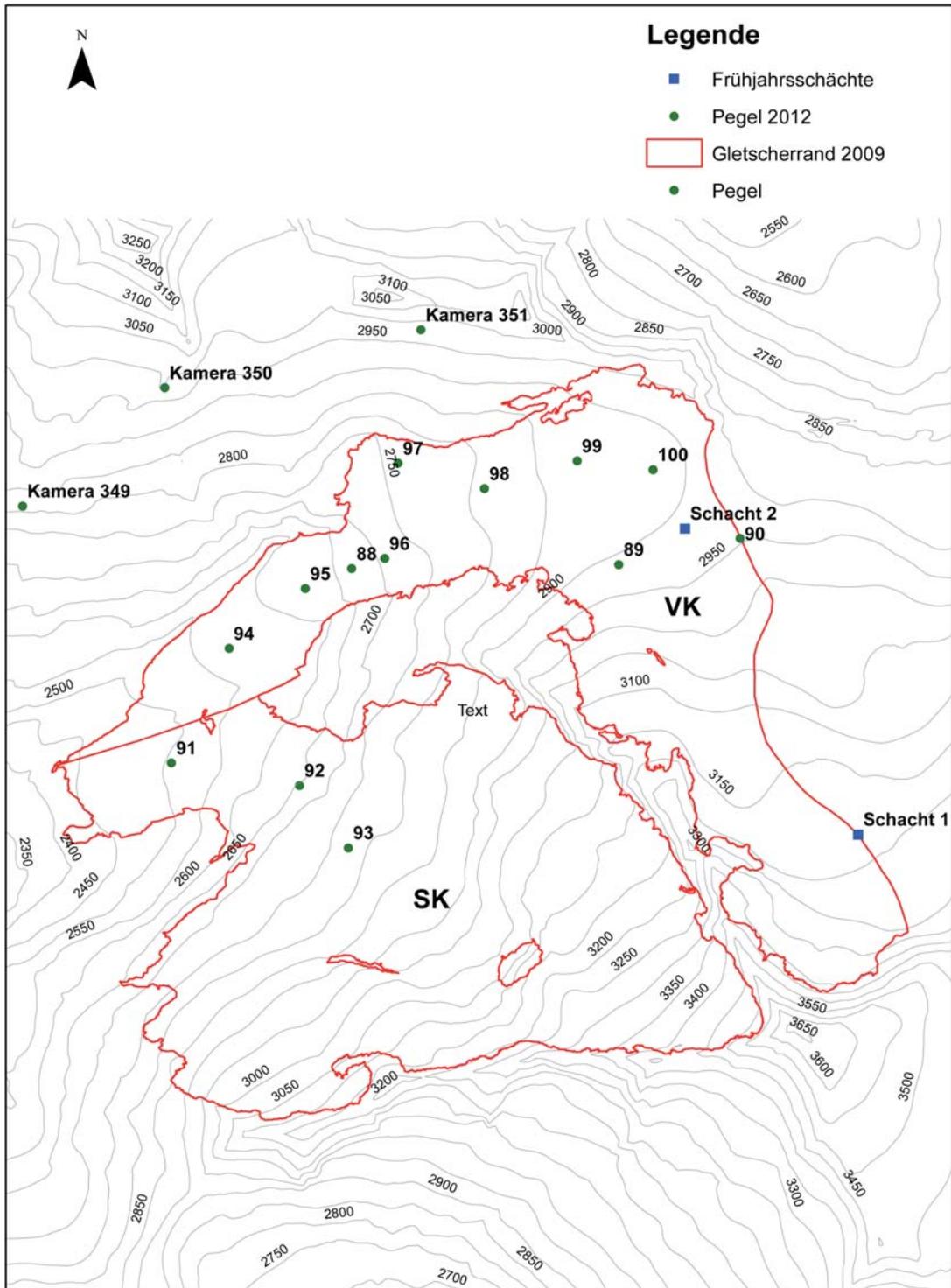


Abbildung 4.1: Venedigerkees mit Gletschergrenze 2009; Lage der Pegel und der Frühjahrsschächte.

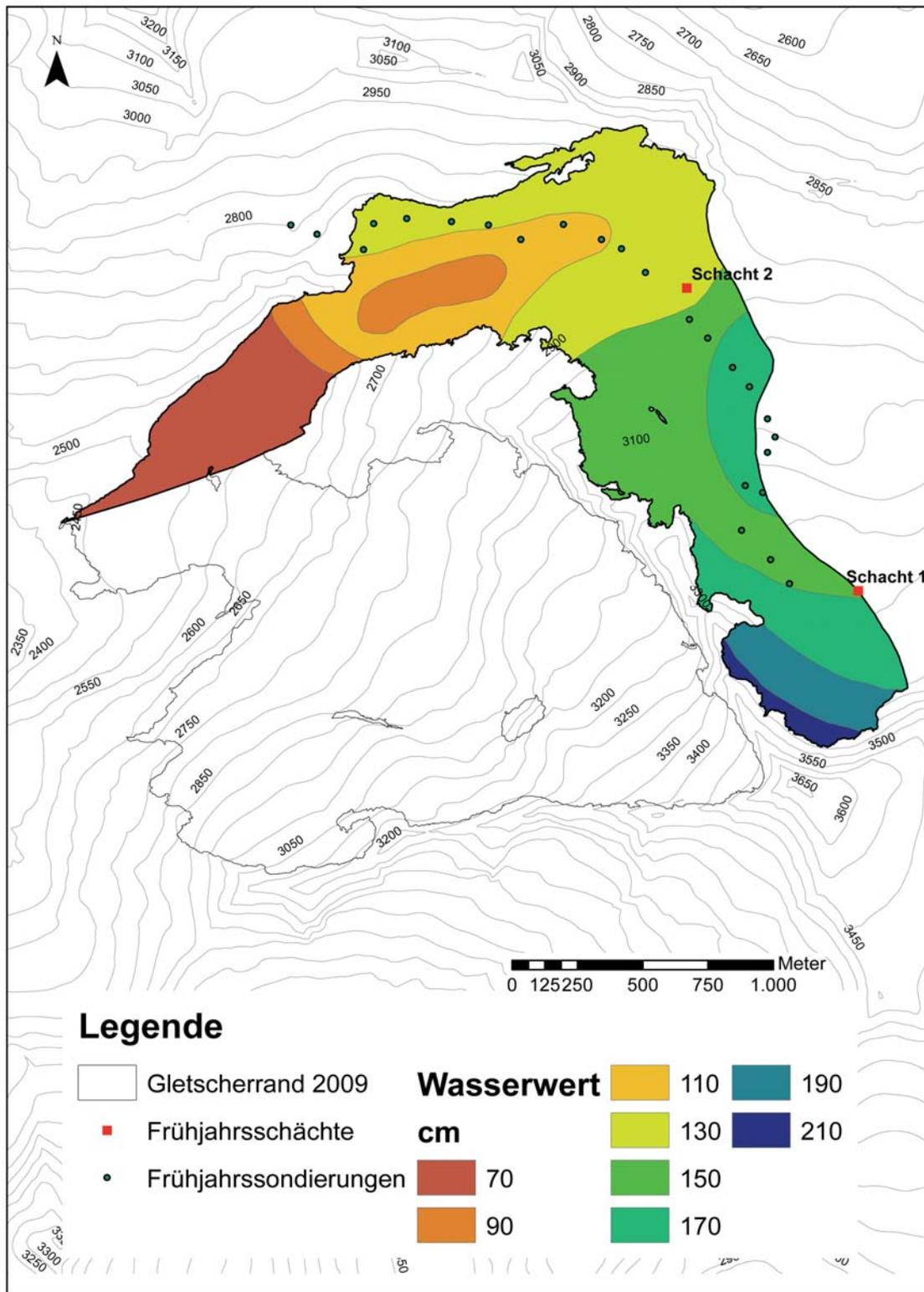


Abbildung 4.2: Flächen gleichen Wasserwertes der Winterbilanz gültig für den 30.04.2012 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte.

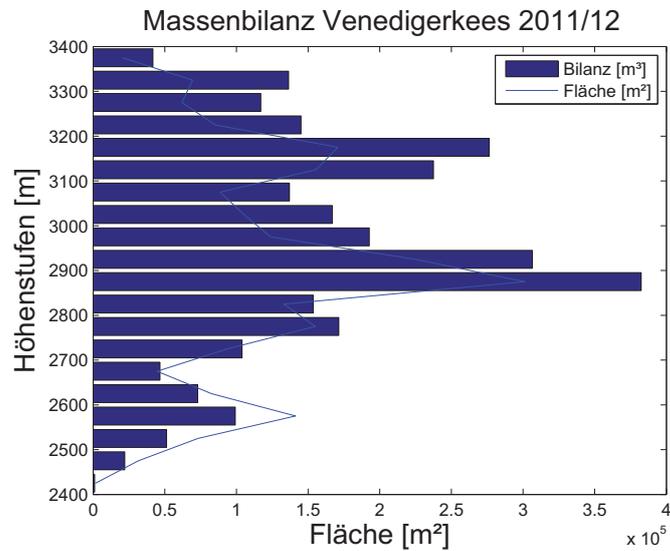


Abbildung 4.3: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ] und Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] der Höhenstufen [mm ww] gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2011/12 am Venedigerkees.

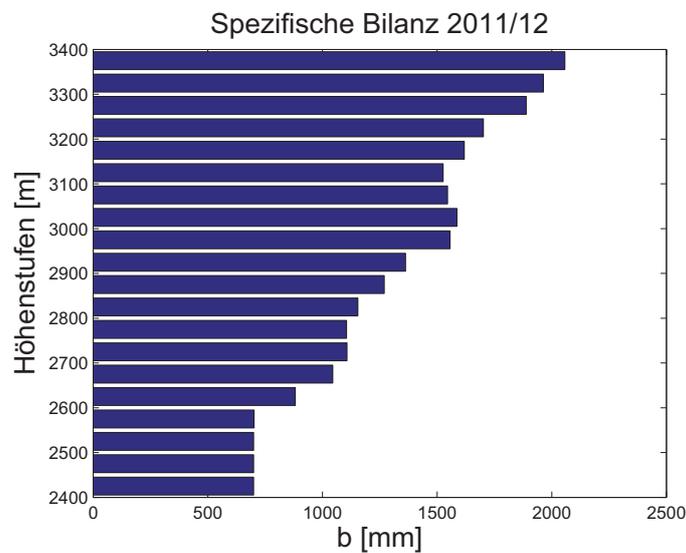


Abbildung 4.4: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ] und Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] der mittlere spezifische Bilanz [mm WW] der Höhenstufen gültig für den Winter des hydrologischen Jahres 2011/12 am Venedigerkees.

Höhenstufe	Fläche [km <sup>2</sup> ]	Bilanz [10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup> ]	Wasserwert [mm]
3375	0,002	41,8	2058
3325	0,032	136,4	1964
3275	0,073	117,1	1889
3225	0,141	145,1	1702
3175	0,083	276,4	1618
3125	0,045	237,5	1527
3075	0,094	137,0	1546
3025	0,155	167,0	1587
2975	0,133	192,7	1557
2925	0,301	306,5	1363
2875	0,225	382,4	1270
2825	0,124	153,6	1155
2775	0,105	171,4	1106
2725	0,089	103,9	1108
2675	0,156	46,6	1045
2625	0,171	72,9	882
2575	0,085	99,2	702
2525	0,062	51,3	700
2475	0,069	22,1	700
2425	0,002	1,1	700
Gesamt	2,164	2861,9	1323

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  $B_{wi} = 2861,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$  ergibt sich aus der Summe der Bilanzwerte der einzelnen Höhenstufen. Für die Akkumulationsperiode 2011/12 ergab sich eine mittlere spezifische Bilanz von  $b_{wi} = 1323 \text{ mm}$ . In Abbildung 4.4 sind die Flächen gleichen Wasserwertes gültig für den 30.04.2012 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 2011/12 sind in Abbildung 4.3 und 4.4 aufgezeichnet.

$$B_{wi} = 2861,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{wi} = 1323 \text{ mm}$$

### 4.3. Jahresbilanz

Für die Jahresbilanz (01.10.2011 – 30.09.2012) 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	-3020	95	-2650
89	-	96	-3400
90	-	97	-1490
91	-4750	98	-3030
92	-3040		
93	-1940		
94	-4250		

Tabelle 4.5: Wasserwerte der Ablation an den Pegeln (01.10.2011–30.09.2012).

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 (Blau) 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	22,8	1125
3325	0,069	78,1	1125
3275	0,062	70,0	1130
3225	0,085	100,9	1183
3175	0,171	83,5,9	489
3125	0,156	2,2	14
3075	0,098	-2,6	-29
3025	0,084	3,6	43
2975	0,124	-4,7,8	-38
2925	0,225	-157,9	-702
2875	0,301	-389,1	-1259
2825	0,133	-318,0	-2388
2775	0,155	-387,0	-2496
2725	0,094	-223,8	-2386
2675	0,045	-132,6	-2971
2625	0,083	-247,0	-2988
2575	0,141	-565,6	-4008
2525	0,073	-337,5	-4316
2475	0,032	-149,8	-4750
2425	0,002	-7,3	-4750
Gesamt	2,142	-2551,9	-1191

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 30.09.2012, die Gletschergrenze von 2009 sowie die Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2012 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.

$$B = -2551,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b = -1191 \text{ mm}$$

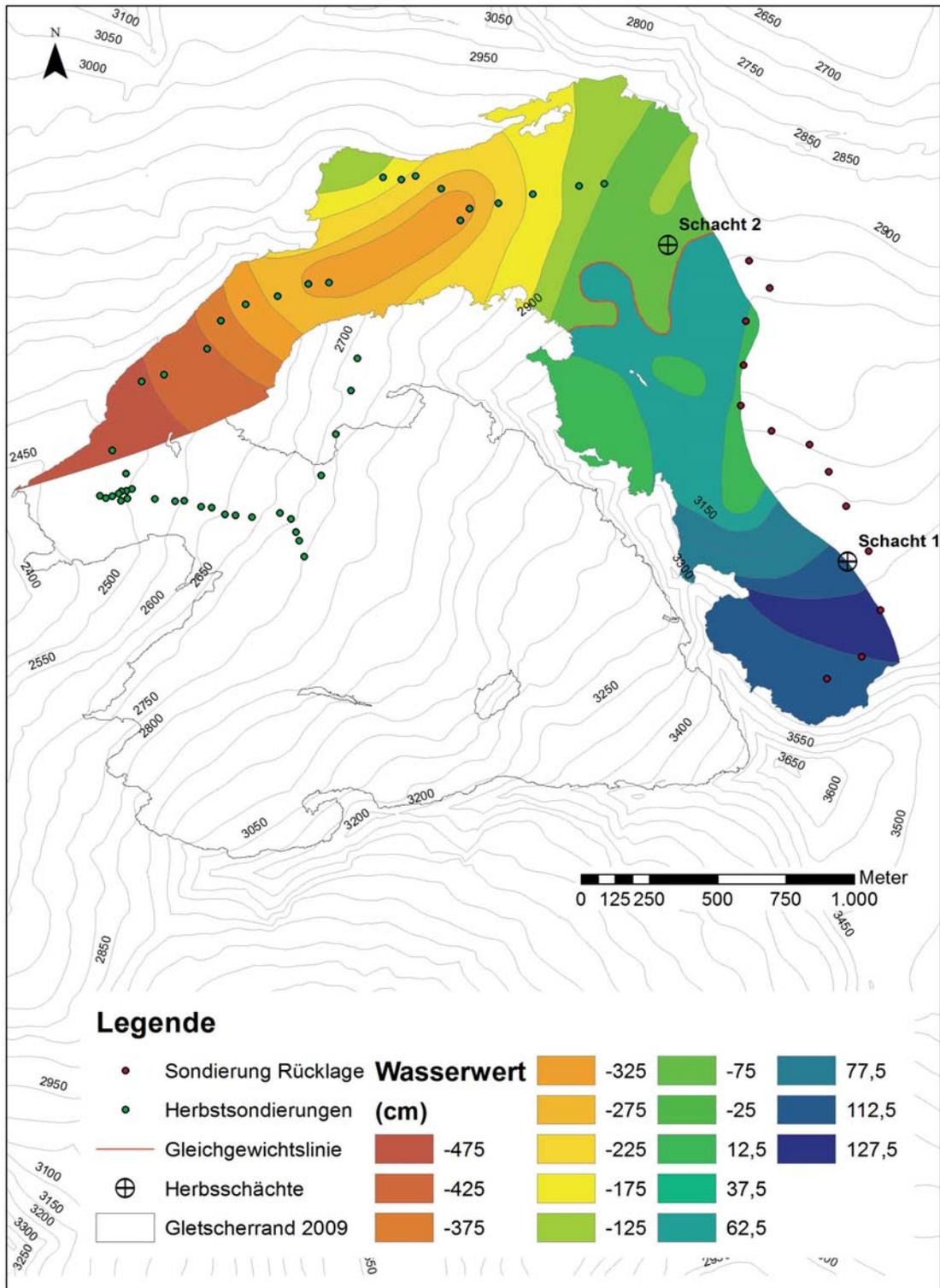


Abbildung 4.5: Flächen gleichen Wasserwertes der Jahresbilanz gültig für den 30.09.2012 und für die Gletschergrenze 2009, sowie Punkte der Sondierungen und Schächte im Herbst 2012.

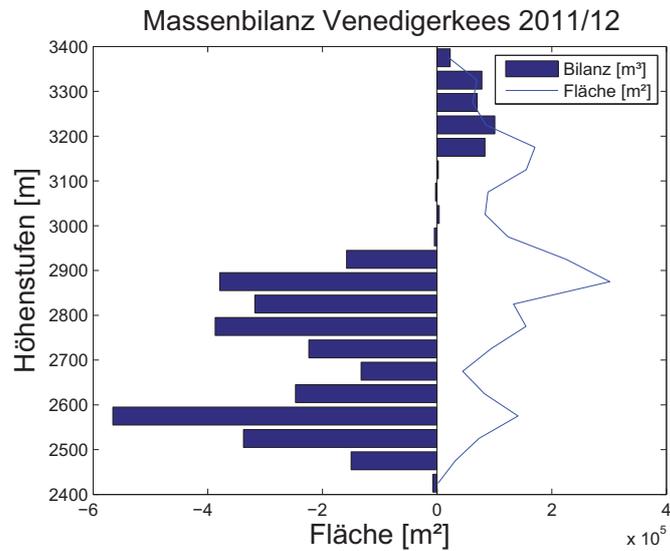


Abbildung 4.6: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ] und Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] der Höhenstufen [mm ww] gültig für das hydrologische Jahr 2011/12 am Venedigerkees.

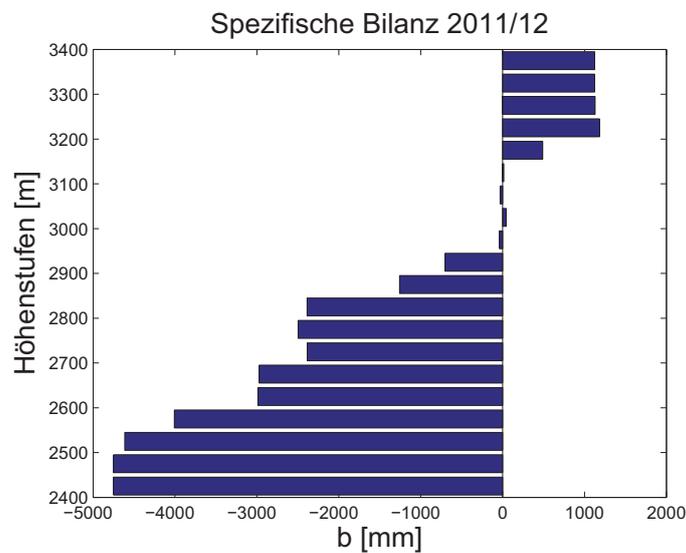


Abbildung 4.7: Nettobilanz [ $10^5 \text{ m}^3$ ], Fläche [ $10^5 \text{ m}^2$ ] und mittlere spezifische Bilanz [mm ww] der Höhenstufen gültig für das hydrologische Jahr 2011/12 am Venedigerkees

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:

$$B_{so} = -5412,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$$

$$b_{so} = -2515 \text{ mm}$$

## 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
$S_c$	0,725			km <sup>2</sup>
$B_c$	215,7			10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
$b_c$	298			mm
$S_a$	1,418			km <sup>2</sup>
$B_a$	-2847,7			10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
$b_a$	-2008			mm
$S$	2,142	2,142	2,142	km <sup>2</sup>
$B$	-2551,9	2861,9,9	-5517,6	10 <sup>3</sup> m <sup>3</sup>
$b$	-1191	1323	-2515	mm
$S_c/S$	0,338			
$ELA$	> GN			m

Tabelle 5.1: Kennzahlen der Jahres-, Winter- und Sommerbilanz 2011/12; > GN = über Gipfelniveau.

## **6. Mitarbeiter**

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

# A. Anhang

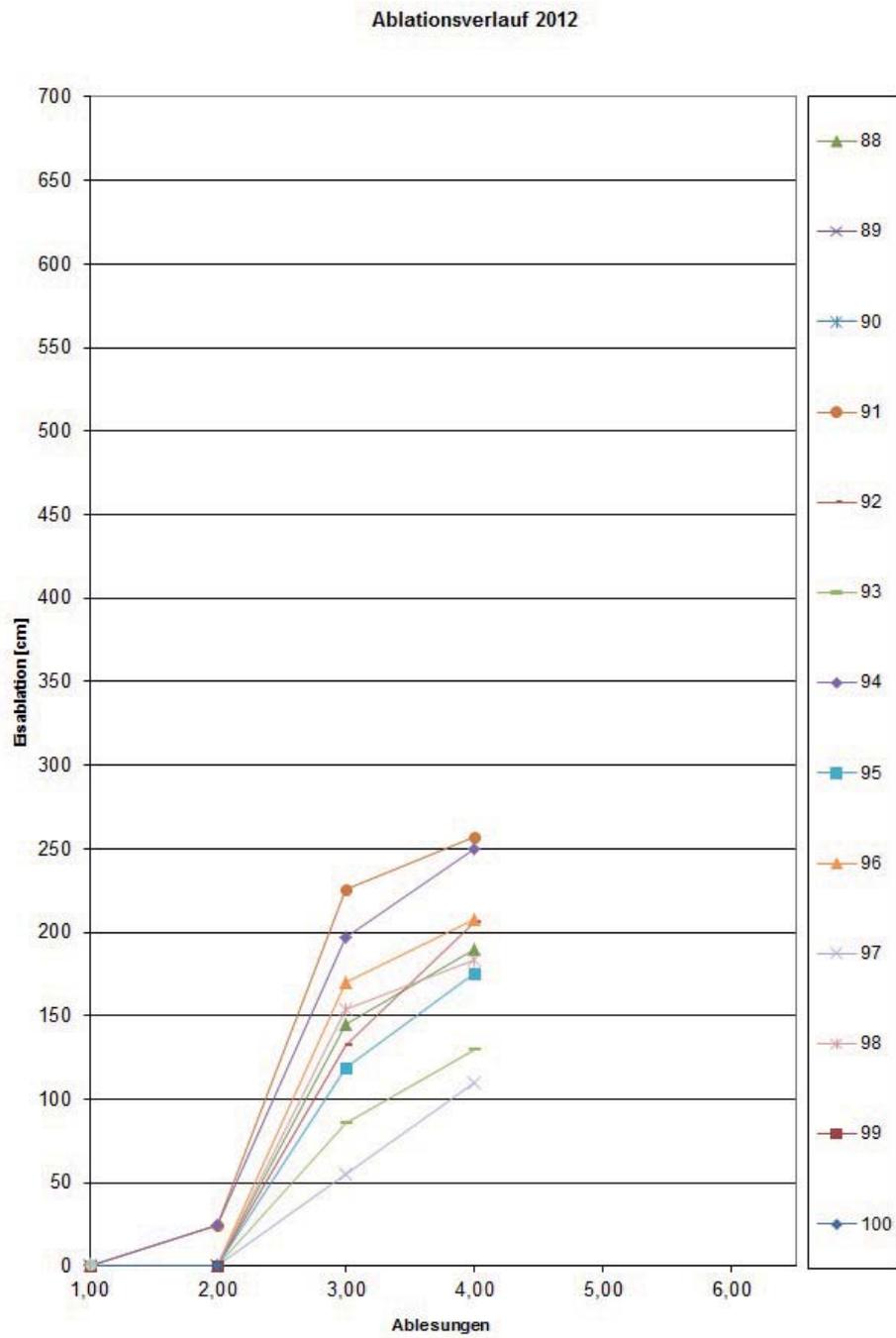


Abbildung A.1: Ablationsverlauf 2012 am Venedigerkees.



Abbildung A.2: zeigt das Ausaperungsmuster des Sulzbacherkeeses und der Zunge des Venedigerkeeses, am 06.10.2012.



Abbildung A.3: zeigt das Ausaperungsmuster des Sulzbacherkeeses am 06.10.2012.



Abbildung A.4: zeigt das Ausaperungsmuster der maximalen Ausaperung des Sulzbacherkeeses und eines Teiles der Zunge des Venedigerkeeses am 10.10.2012.



Abbildung A.5: zeigt das Ausaperungsmuster der maximalen Ausaperung des oberen Teils der Zunge des Venedigerkeeses am 10.10.2012



Abbildung A.6: Automatische Kamera