

The Swiss Glaciers

2005/06 and 2006/07

Glaciological Report (Glacier) No. 127/128



The Swiss Glaciers

2005/2006 and 2006/2007

Glaciological Report No. 127/128

Edited by

Andreas Bauder¹ and Claudia Ryser¹

With contributions from

Andreas Bauder¹, Martin Funk¹, Matthias Huss²,
Giovanni Kappenberger³, Horst Machguth⁴, Frank Paul⁴

¹ Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW), ETH Zurich

² Department of Geosciences, University of Fribourg

³ 6654 Cavigliano

⁴ Department of Geography, University of Zurich

Publication of the Cryospheric Commission (EKK) of the Swiss Academy of Science (SCNAT)

c/o Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW)
at the Swiss Federal Institute of Technology Zurich (ETH Zurich)

Gloriastrasse 37/39, CH-8092 Zürich, Switzerland

<http://glaciology.ethz.ch/swiss-glaciers/>

© Cryospheric Commission (EKK) 2011

ISSN 1424-2222

Imprint of author contributions:

Andreas Bauder	:	Chapt. 1, 2, 3, 4, 5, App. A, B, C
Martin Funk	:	Chapt. 1, 4
Matthias Huss	:	Chapt. 2, 4
Giovanni Kappenberger	:	Chapt. 4
Horst Machguth	:	Chapt. 4
Frank Paul	:	Chapt. 2

Ebnoether Joos AG
print and publishing
Sihltalstrasse 82
Postfach 134
CH-8135 Langnau am Albis
Switzerland

Cover Page: Steingletscher (Françoise Funk-Salamì, 23.09.2007)

Summary

During the 127th and 128th year under review by the Cryospheric Commission, Swiss glaciers continued to lose both length and mass. The dominant weather conditions of this measurement period and the effects of global warming left clear traces. In autumn 2006, a length variation was determined for 92 of the 98 glaciers observed, while one year later such a result was obtained for 91 of 95 glaciers. In the two observation periods, 2005/2006 and 2006/2007, Swiss glaciers experienced further losses in length. Most of the measurement values lie between 0 and -30 m in both of these periods.

Detailed mass balance figures were obtained for the three glaciers Basòdino, Gries and Silvretta, and point measurements were taken at several additional glaciers. The glaciers suffered significant mass losses in both periods. The two periods rank third and fourth negative in the long-term statistics only exceeded by the two extreme periods 2002/03 and 1997/98. In contrast to the period 2002/03 with the hot summer the negative balances in the two reported periods are mainly due to reduced precipitation in winter. Flow measurements were taken at selected glaciers in the Mauvoisin and Mattmark regions. The trend continued toward diminishing velocities, a clear reflection of the reduction in ice thickness due to lasting negative mass balances of the glaciers. The awareness of the role of the glaciers as a component in the water cycle has grown in the general public in recent years. High melt rates in summer are observed with increasing concern. Large attention received the impacts of continuous glacier retreat, as of Unterer Grindelwaldgletscher where a large rock mass collapsed due to the no longer existing back pressure by the thinned glacier tongue.

Published Reports

Annual reports of the Swiss glaciers started in the year of 1880 by F.A. Forel (1841-1912).

Authors of the annual reports:	No.	Year
F.A. Forel et L. Du Pasquier	1 - 17	1880 - 1896
F.A. Forel, M. Lugeon et E. Muret	18 - 27	1897 - 1906
F.A. Forel, E. Muret, P.L. Mercanton et E. Argand	28	1907
F.A. Forel, E. Muret et P.L. Mercanton	29 - 32	1908 - 1911
E. Muret et P.L. Mercanton	33 - 34	1912 - 1913
P.L. Mercanton	35 - 70	1914 - 1949
P.L. Mercanton et A. Renaud	71 - 75	1950 - 1954
A. Renaud	76 - 83	1955 - 1961/62
P. Kasser	84 - 91	1962/63 - 1969/70
P. Kasser und M. Aellen	92 - 104	1970/71 - 1982/83
M. Aellen	105 - 115	1983/84 - 1993/94
M. Aellen, M. Hoelzle und D. Vonder Mühll	116	1994/95
M. Hoelzle und D. Vonder Mühll	117	1995/96
M. Hoelzle, D. Vonder Mühll, A. Bauder und G.H. Gudmundsson	118	1996/97
M. Hoelzle, D. Vonder Mühll und M. Maisch	119	1997/98
M. Hoelzle, D. Vonder Mühll, M. Schwikowski und H.W. Gäggeler	120	1998/99
A. Bauder, A. Vieli und M. Hoelzle	121	1999/00
A. Bauder und M. Hoelzle	122	2000/01
A. Bauder, C. Schär und H. Blatter	123 - 124	2001/02 - 2002/03
A. Bauder, J. Faillettaz, M. Funk und A. Pralong	125 - 126	2003/04 - 2004/05
A. Bauder, C. Marty und J. Nötzli	127 - 128	2005/06 - 2006/07

Authors and editors of the glaciological two year reports:

P. Kasser, M. Aellen und H. Siegenthaler	95/96 - 99/100	1973/74 - 1978/79
M. Aellen	101/102	1979/80 - 1980/81
M. Aellen und E. Herren	103/104 - 111/112	1981/82 - 1990/91
E. Herren und M. Hoelzle	113/114	1991/92 - 1992/93
E. Herren, M. Hoelzle and M. Maisch	115/116 - 119/120	1993/94 - 1998/99
E. Herren, A. Bauder, M. Hoelzle and M. Maisch	121/122	1999/00 - 2000/01
E. Herren and A. Bauder	123/124	2001/02 - 2002/03
A. Bauder and R. Rüegg	125/126	2003/04 - 2004/05
A. Bauder and C. Ryser	127/128	2005/06 - 2006/07

Contents

Summary	iii
Published Reports	iv
1 Introduction	1
2 Weather and Climate	3
2.1 Weather and Climate in 2005/06	3
2.2 Weather and Climate in 2006/07	4
3 Length Variation	11
3.1 Introduction	11
3.2 Length Variations in 2005/06 and in 2006/07	11
3.3 Additional Observations	12
3.4 Length Variations in 2005/06 and in 2006/07, Summary	13
3.5 Length Variations - Statistics for 1880-2007	18
4 Mass Balance	23
4.1 Introduction, cumulative mean specific mass balances	23
4.2 Mass Balance in 2005/06	25
4.3 Mass Balance in 2006/07	25
4.4 Ghiacciaio del Basòdino	27
4.5 Griesgletscher (Aegina)	31
4.6 Silvrettagletscher	35
4.7 Claridenfirn	39
4.8 Grosser Aletsch (Jungfraufirn)	43
4.9 Findelengletscher	45
4.10 Homogenized time-series	48
5 Velocity	51
5.1 Introduction	51
5.2 Glacier du Giétro	52
5.3 Glacier de Corbassière	55
5.4 Mattmark	58
References	61
Acknowledgements	64

A Remote Sensing	65
A.1 Aerial photographs	65
B Remarks on Individual Glaciers	69
C Investigators	90
C.1 Length Variation (2007)	90
C.2 Mass Balance and Velocity	93

1 Introduction

Systematic and long-term records of glacier changes in Switzerland started in 1880 with annual length change measurements of selected glaciers. At that time these measurements were motivated by questions about past and future ice ages. In the meantime, the goals of the worldwide glacier monitoring programs have evolved and multiplied. Glacier change data are primarily necessary for investigations of the glacier-climate interactions. The data are also important for the assessment of water resources, sea level rise and natural hazards. Finally, the broad public manifests an increasing interest in glacier changes.

The main focus of the ongoing Swiss Glacier Monitoring Network is to collect the following data: (1) mass balance, (2) surface flow speed, (3) length variation, (4) glacier parameters (e.g. surface area) and (5) englacial temperature. The program for glacier monitoring in Switzerland (GLAMOS) has been adopted by the Cryospheric Commission in March 2007. A detailed description about the aims, current status and perspectives of the monitoring program was presented in the chapter 1.1 of the volume number 125/126.

The results of the Swiss glacier monitoring contribute also to the international efforts to document glacier fluctuations as part of global environmental monitoring initiatives of the Global Terrestrial Network for Glaciers (GTN-G) within the Global Terrestrial and Climate Observing System (GTOS/ GCOS) and are reported to the World Glacier Monitoring Service (WGMS).

This report is the new volume No. 127/128 in the series "The Swiss Glaciers" and presents the results of the two observational periods 2005/06 and 2006/07. It carries on the long tradition of yearbooks documenting monitored fluctuations of Swiss glaciers since 1880 (see page iv). Data and digital versions of the present and earlier volumes can be found at <http://glaciology.ethz.ch/swiss-glaciers>. Thanks to continuous efforts of many people, public and private organisations in Switzerland, long time-series of data related to glacier changes do exist.

The present data-report expands the short overview of general outcomes published in German and French in the magazine "Die Alpen - Les Alpes" of the Swiss Alpine Club (Bauder et al., 2008) with detailed facts and figures.

2 Weather and Climate

In this section the weather and climate conditions for the two periods under review 2005/06 and 2006/07 are described. The focus is on the variables that are most relevant for glacier mass balance, namely temperature, precipitation, and end of winter snow amounts. In general, glacier mass balance is largely determined by the amount of snow fall in winter and the temperature during summer. Additionally, particular climate conditions can have an important influence. High temperatures in April, May or June can reduce the winter snow pack rapidly and expose the much darker ice surface already in July. During July and August solar radiation receipts are very high and melting of the unprotected ice can reach extreme values. Both effects combined will lead to very negative mass balances like in the period 2002/03. On the other hand, snow fall down to low elevations (2000 m) during summer protects the glacier surface from melting and will lead to less negative mass balances. Precipitation that falls as rain influences the mass balance negatively. We have selected the four high-elevation climate stations at Grand St-Bernard (2472 m), Jungfrau-joch (3580 m), Säntis (2502 m) and Weissfluhjoch (2690 m) to illustrate the monthly anomalies in air temperature (Fig. 2.1) and 15 stations (Airolo, Château-d'Oex, Disentis, Engelberg, Elm, Grand St-Bernard, Grimsel Hospiz, Montana, Lauterbrunnen, Säntis, Scuol, Sils-Maria, Weissfluhjoch, Zermatt) throughout all regions of the Swiss Alps for monthly anomalies in precipitation (Fig. 2.2) in the two reporting periods. The more detailed view on daily values of temperature, sunshine duration and precipitation at Weissfluhjoch is provided online. The regional variability is illustrated as deviations from the long-term mean for the snow amount at the end of March in Figures 2.3 and 2.4 (provided by SLF), annual precipitation (Figs. 2.5 and 2.7) and mean summer temperature in Figures 2.6 and 2.8 (provided by Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSwiss). For the latter two parameters, the long-term record since 1880 is shown in Figures 2.9 and 2.10 as a mean of 12 homogenized climate stations (Begert et al., 2005). The description of the weather conditions in the two reporting periods refer to the figures and the annual and monthly reports of the meteorological conditions by MeteoSwiss. Data are taken from different stations of the observational networks maintained by MeteoSwiss.

2.1 Weather and Climate in 2005/06

The meteorological conditions during the period 2005/06 can be characterized as favourable for glaciers in the winter period (with average snow amounts), but very poor for glaciers during the summer months (hot and dry), despite a very cool and wet August (Fig. 2.1). Nearly all snow

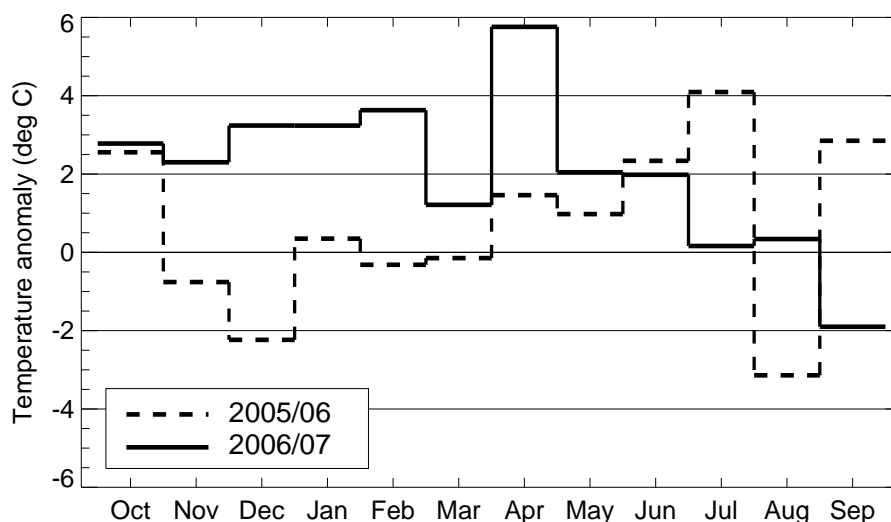


Figure 2.1: Mean monthly anomaly of temperature from the long-term climatic mean (period 1961-1990) for four selected stations of the MeteoSwiss network. Anomalies in the two reporting periods 2005/06 and 2006/07 are shown.

melted during June and July, but ablation was strongly reduced in August. The hot September caused again high ablation. These conditions resulted in very negative mass balances for most glaciers.

The winter period started for the glaciers with snowfall during the first days of October. The winter months had some heavy snow fall events at the end of January and beginning of March, with total precipitation amounts in January and February below and in March above average (Fig. 2.2). This resulted in normal snow amounts in most regions at the end of March (Fig. 2.3). The first week of June had a cold spell with snow fall down to the valley floors that provided ablation protection for some days. Nearly all snow melted away during the very hot, dry and sunny months of June (second half) and July, with July being a record breaking 4 degrees warmer than on average (Fig. 2.1). In strong contrast, August was nearly 2 degrees colder than in the mean and intense precipitation in the first and last week of August (Fig. 2.2) fall as snow on most glaciers which helped to reduce ablation. September again was more than 3 degrees too warm (Fig. 2.2) and very sunny which again resulted in strong ablation. Over the entire year, precipitation amounts were slightly below normal for most mountain regions and clearly too low in the Ticino (Fig. 2.5). The entire summer period (May to September) was 1.5 to 2.5 degrees too warm (Fig. 2.6) which is the third warmest summer on record (Fig. 2.10). In contrast, annual precipitation amounts are close to the long-term mean (Fig. 2.9).

2.2 Weather and Climate in 2006/07

The meteorological conditions during the period 2006/07 were characterised by constantly above average temperatures from October 2006 to August 2007, a record breaking hot April (about 6 degrees warmer than in the mean), heavy thunderstorms with above average precipitation during

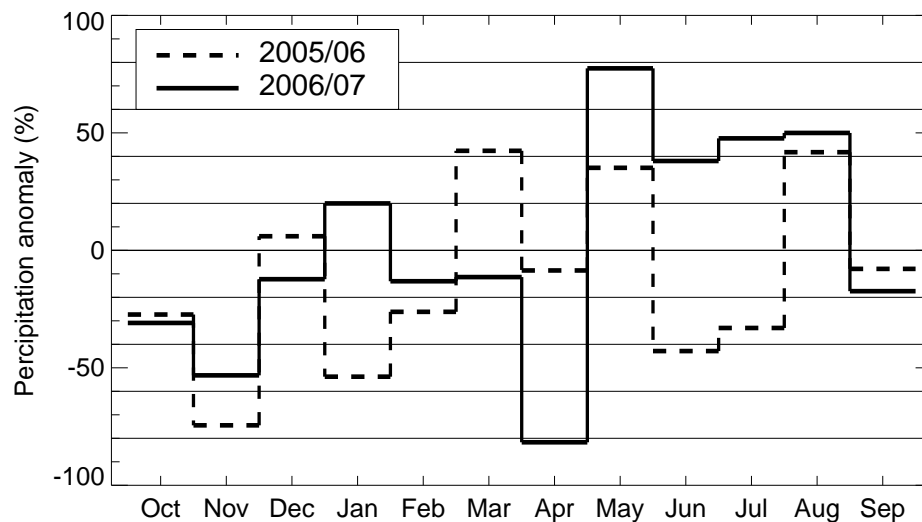


Figure 2.2: Mean monthly anomaly of precipitation from the long-term climatic mean (period 1961-1990) for 15 selected stations of the MeteoSwiss network. Anomalies in the two reporting periods 2005/06 and 2006/07 are shown.

summer, and an early return of the winter period for most glaciers during a cold spell in the first week of September. Combined with slightly below average snow amounts these conditions resulted again in negative mass balances for most glaciers.

The autumn months October and November continued to be very warm (about 3 and 2 degrees above the mean, Fig. 2.1) Combined with the warm September of the previous reporting period, a new temperature record for autumn was reached, nearly 3 degrees above the mean. For this reason and the reduced precipitation, a continuous snow cover on the glaciers was not established before December. During December to February temperatures remained high with 3 degrees above the mean (Fig. 2.1) and snow fall amounts were low (Fig. 2.2). Considerable amounts of snow fell during a cold spell in March, but they could not change the below average winter amounts (Fig. 2.4). Large amounts of snow melted during the extremely warm April. Despite the occurrence of several cold spells, also May and June had clearly (about 2 degrees) above average temperatures (Fig. 2.1) which resulted in an early disappearance of the snow cover on large parts of most glaciers. The high precipitation amounts from thunderstorms during July and August fell as rain also at high elevations and thus contributed to the continued mass loss of the glaciers. At higher elevations, new snow in the first week of September stopped further ablation, but at lower elevations ablation continued til mid October. In total, precipitation amounts were above normal in the western part of Switzerland and slightly below normal in the eastern part (Fig. 2.7). Due to the cool September, mean summer temperatures were only about 1 degree too warm (Fig. 2.8). Compared to the long-term record, summer temperatures were clearly too warm but not record breaking (Fig. 2.10). Annual precipitation anomalies were slightly positive (+10%) but not extraordinary compared to the anomalies of the entire record (Fig. 2.9).

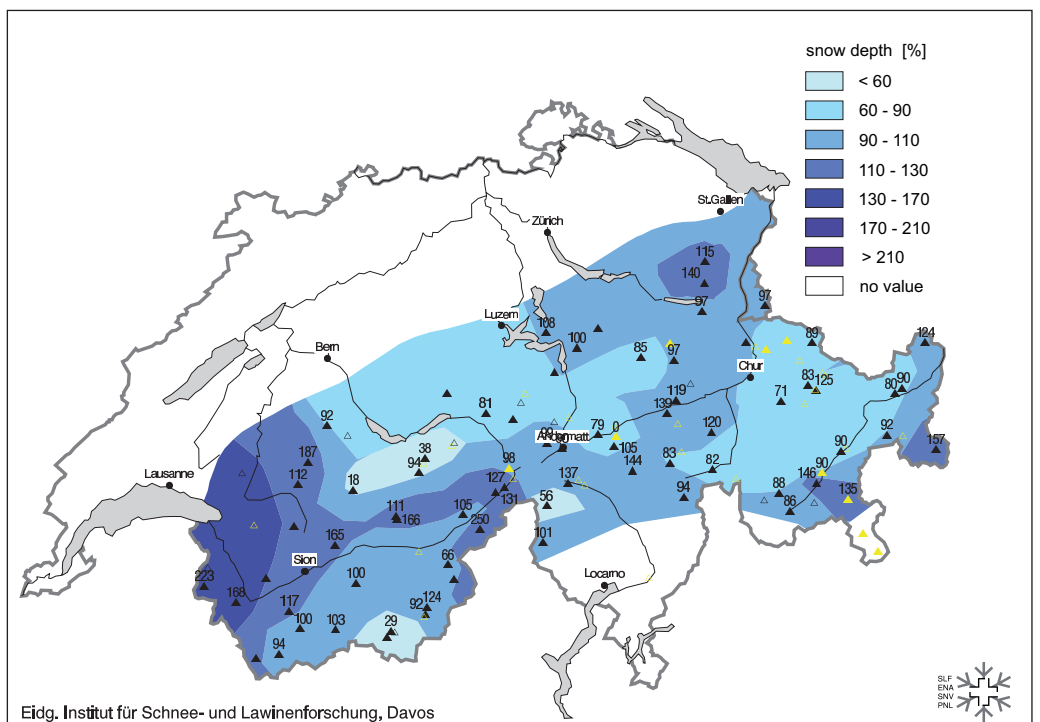


Figure 2.3: Regional variability of end of winter (31. March) snow amounts in 2006. Snow depth anomaly from the long-term mean in percentage.

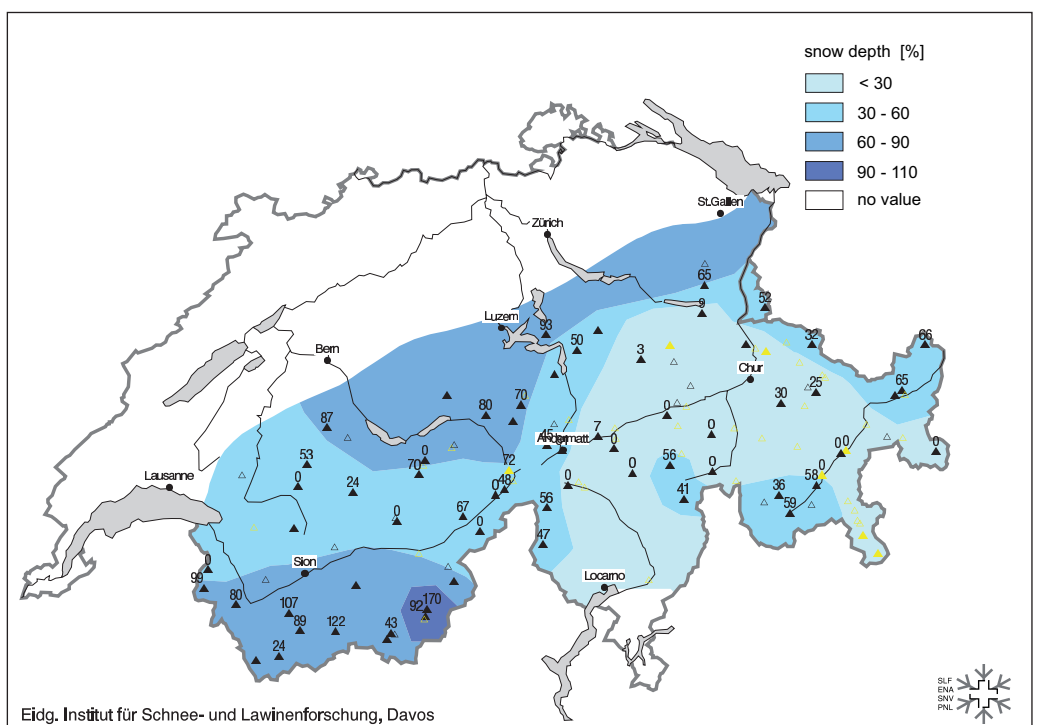


Figure 2.4: Regional variability of end of winter (31. March) snow amounts in 2007. Snow depth anomaly from the long-term mean in percentage.

Precipitation Anomaly (%) 2005.10–2006.09

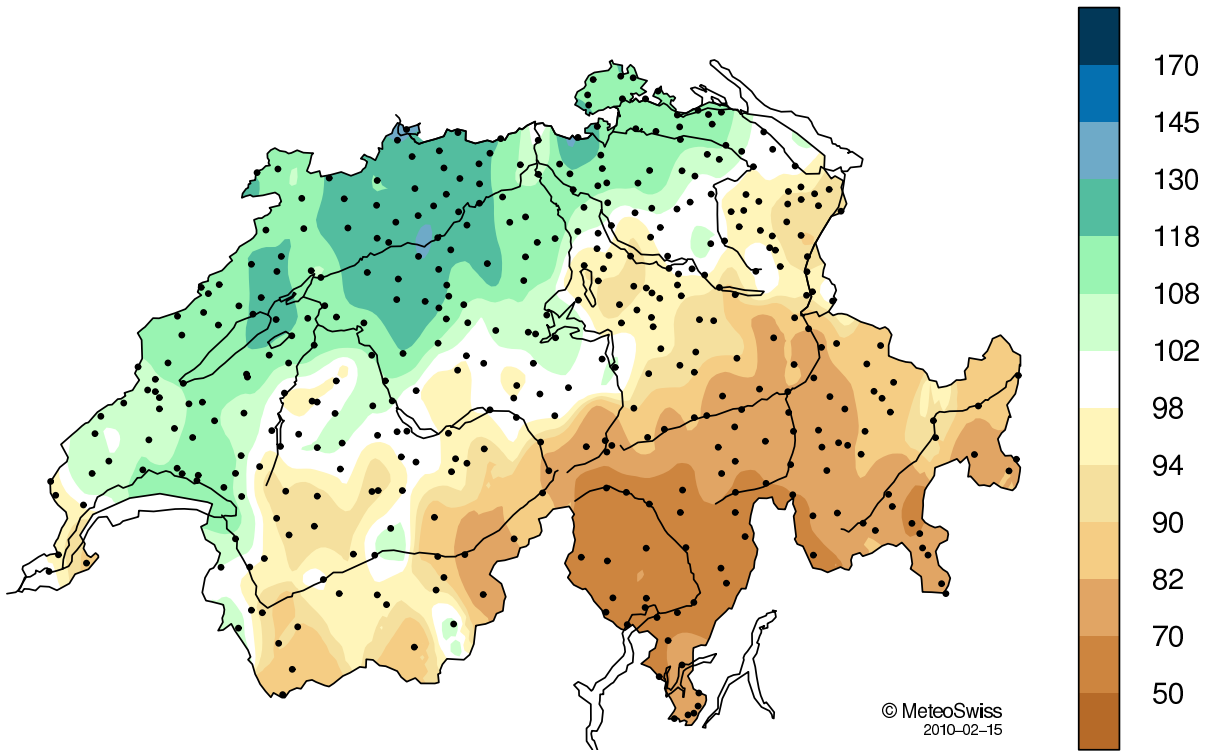


Figure 2.5: Regional differences of annual precipitation 2005/06 - Anomaly from the mean value 1961-1990 in percentage.

Temperature Anomaly (deg) 2006.05–2006.09

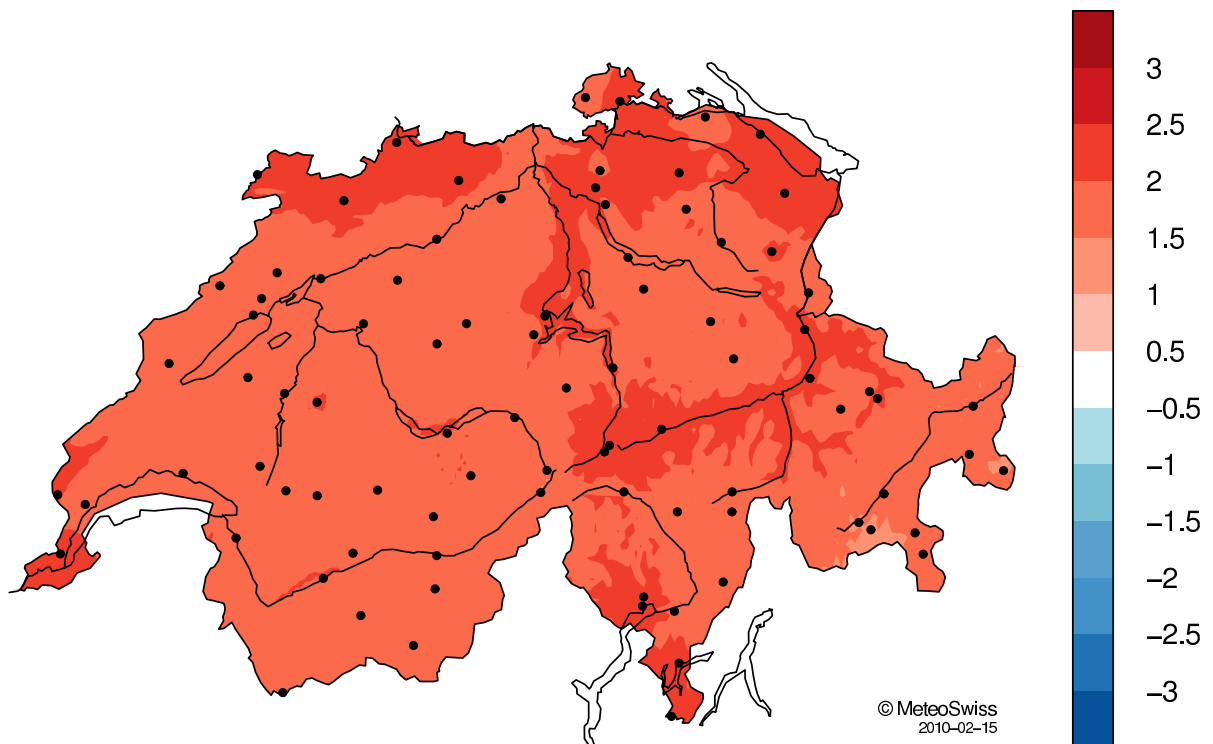


Figure 2.6: Regional differences of mean summer air temperatures in 2006 - Anomaly from the mean value 1961-1990 in degree Celcius.

Precipitation Anomaly (%) 2006.10–2007.09

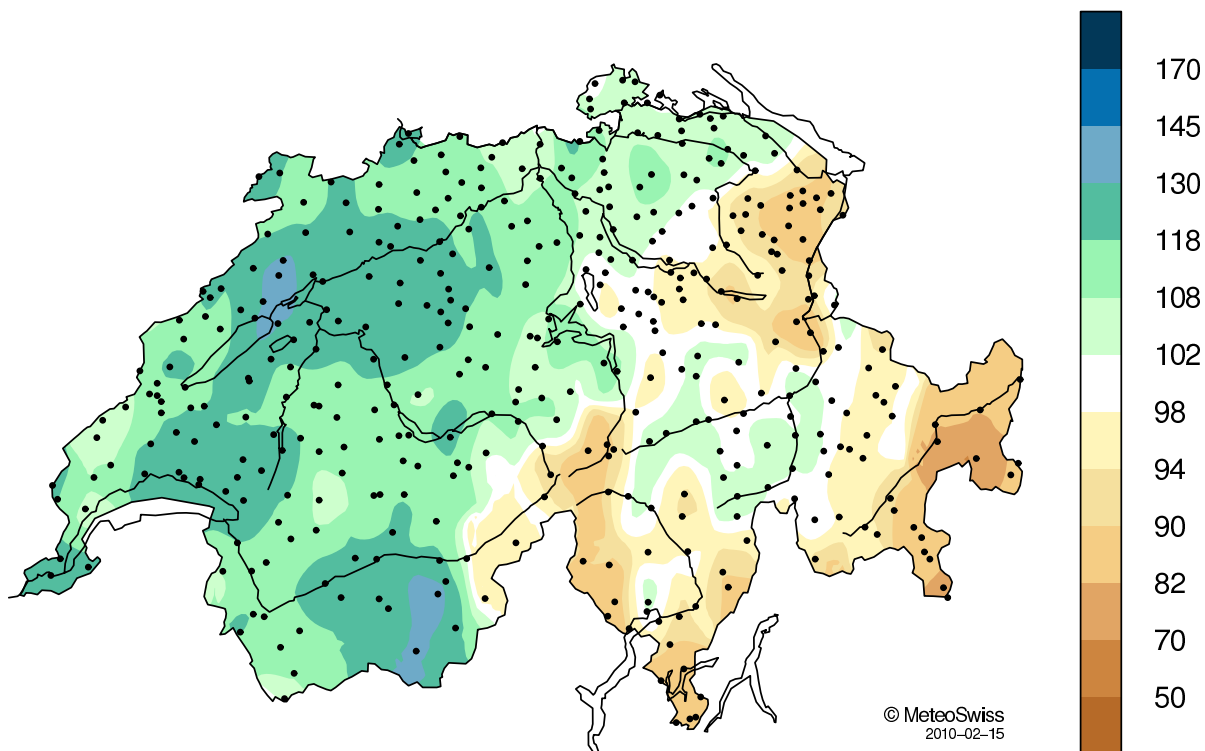


Figure 2.7: Regional differences of annual precipitation 2006/07 - Anomaly from the mean value 1961-1990 in percentage.

Temperature Anomaly (deg) 2007.05–2007.09

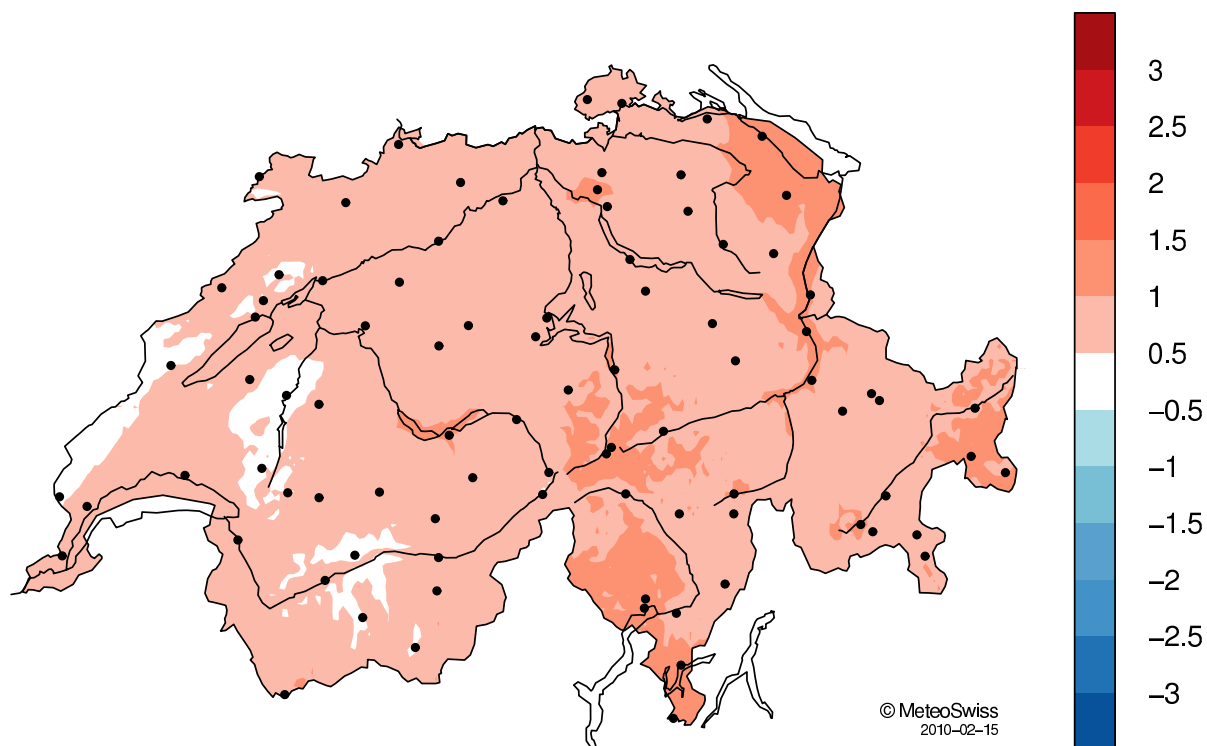


Figure 2.8: Regional differences of mean summer air temperatures in 2007 - Anomaly from the mean value 1961-1990 in degree Celcius.

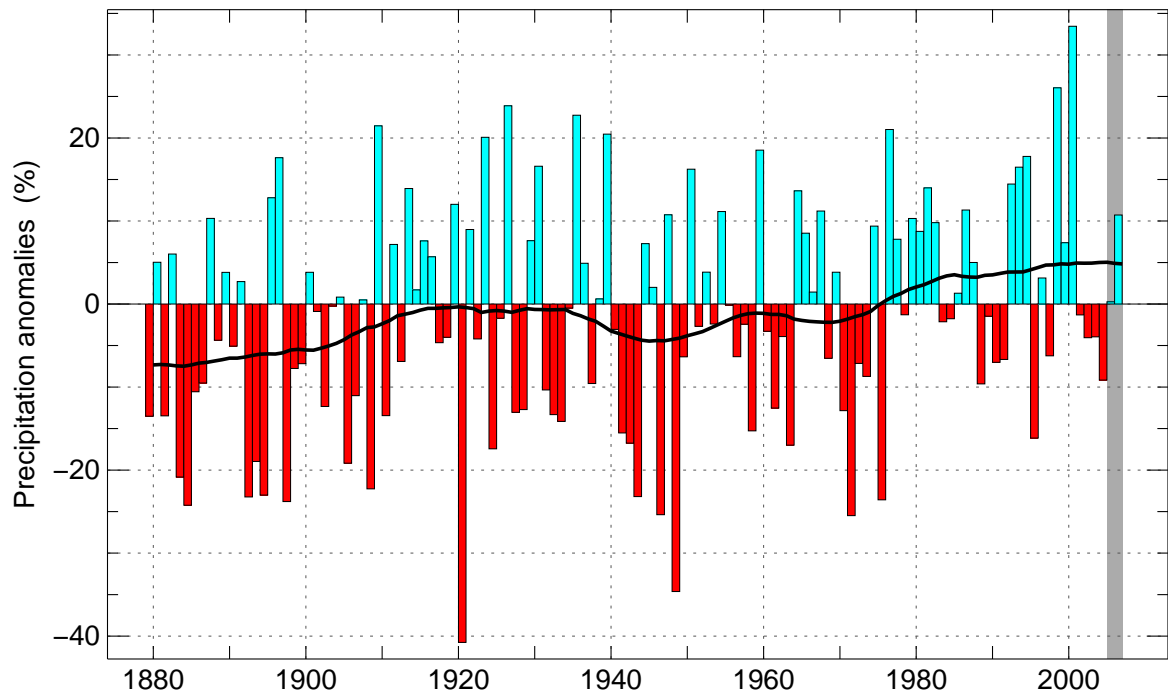


Figure 2.9: Anomalies of annual precipitation (hydrological year) from the mean value 1961-1990 in percentage for the period 1864-2007. The gray shaded area highlights the years of the current report.

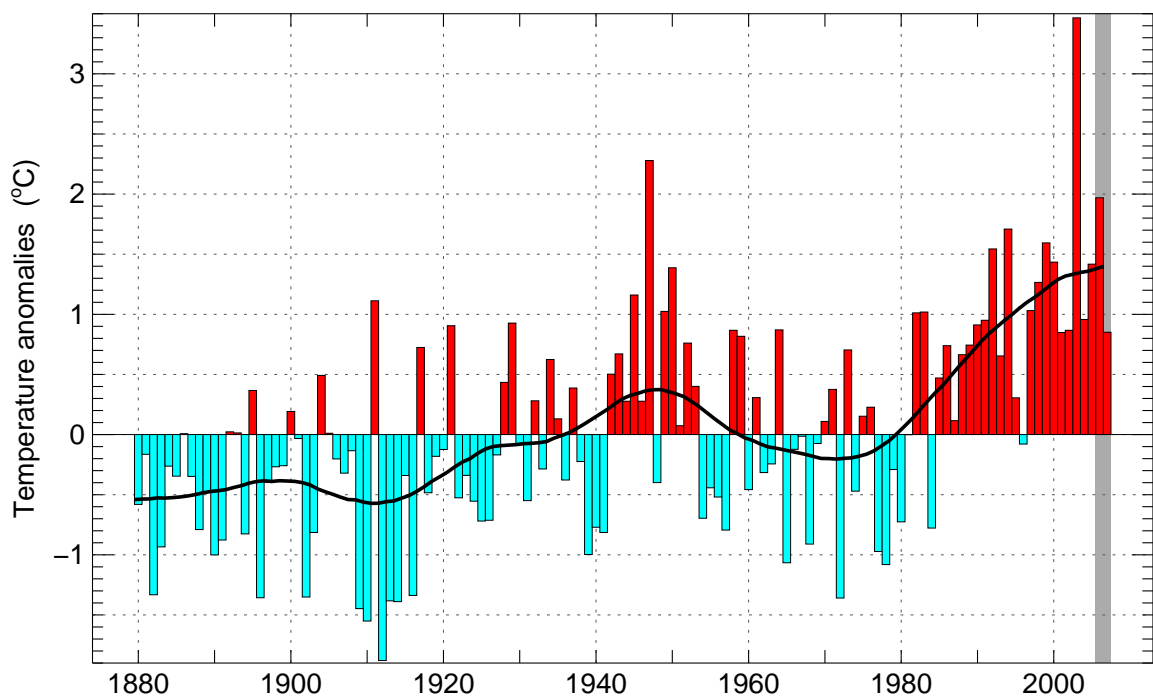


Figure 2.10: Anomalies of mean summer air temperature (May-September) from the mean value 1961-1990 in degree Celsius for the period 1864-2007. The gray shaded area highlights the years of the current report.



The terminus of Unterer Grindelwaldgletscher ending in a narrow gorge in 2006 (left) and 2007 (right). The broken off chunks from the adjacent unstable rock mass are deposited on the glacier and reduce melting of the underlying ice. (Photos: H. Boss)

3 Length Variation

3.1 Introduction

Of the 121 glaciers registered in the observation network, 110 are currently being actively observed (Figures 3.1, 3.2 and Table 3.1). The other glaciers (compare Table 3.1, remark f) have melted back drastically, and are often debris-covered, on one hand, with the result that it is simply not possible to carry out a proper survey at yearly intervals. On the other hand, a number of glaciers were observed only at irregular intervals, and produced measurement values that were rather imprecise, which does not justify preserving these figures in the charts and analyses.

During the two years under review, 2005/06 and 2006/07, Swiss glaciers suffered further losses in length. Most of the measurements are within the range of 0 to -30 m for both periods. This overall trend was overshadowed in both years by a few significantly high retreat values, which as in previous years could be traced to local influences, or refer to larger glaciers, and in some cases also pertain to a period of several years. They are usually also the result of a process extending over a longer period of time and thus are not unexpected.

3.2 Length Variations in 2005/06 and in 2006/07

In the autumn of 2006, it was possible to visit 98 glacier tongues, and determine length changes for 92 of them. Of these, 90 were in retreat, while only 2 were advancing (Figures 3.1, 3.2 and Table 3.1). The maximum amounts recorded indicate a minimal advance of 1-3 m at Allalingsletscher and Glacier du Cheillon, and a retreat of over 700 m at Surettagletscher.

In the autumn of 2007, it was possible due to another strong melt-out to visit 95 glacier tongues and establish length changes for 91 of them. Once again the majority of 88 glaciers had retreated, while 2 glacier tongues were stationary (0 ± 1 m), and one had advanced (Figure 3.2 and Table 3.1). The maximum values recorded show a retreat of 100 m at Gauligletscher, followed by 71 m at Triftgletscher and a slight advance at Glacier de Tseudet.

The extreme retreat values relate in some cases to a time span of several years, refer to larger glaciers, or can be traced to local influences. In this regard, the unusual development at Surettagletscher in Rheinwald was not surprising: the glacier tongue is located in a steeper zone, it thinned out drastically in recent years, and the ice on several rock faces melted away at a continuous rate. In addition, certain sectors are debris-covered, leading to more uneven melting, as continuous de-

bris cover protects the underlying ice from solar radiation and therefore reduces surface melting. In places where there is no debris cover, as at the edges of snow-free bedrock, melting proceeds at full force. During the previous summer, a large sector of the tongue broke up into individual chunks of ice and the actual edge of the glacier ended approx. 700 m further back and 300 m higher. Vadret da Tiatscha demonstrated similar behaviour whereby the glacier tongue broke off completely in a steep section. The formation of these protruding, detached, and frequently debris-covered so-called dead ice masses has been observed more and more often in recent years as a consequence of ongoing strong retreat of the glacier. Gauligletscher, with a lake formed at its terminus, retreated even more rapidly because of the increased supply of heat due to direct contact with the lake, and by calving, the breaking off and floating up of ice masses at the edge of the glacier.

The advancing of certain glaciers can generally be explained by local conditions at the tongue and does not indicate a true advance due to mass surplus in the accumulation zone resulting from cool weather conditions and abundant precipitation in the past. Debris cover on the tongue region is much more commonly the cause of reduced melting in places of the underlying ice. Advances such as those observed at Glacier du Cheillon or Glacier de Tseudet usually occur in only one single measurement period, and the general retreat trend of previous years resumes in subsequent periods. After a major portion of the tongue was lost at Allalingsletscher in 2000, the mass flux from the accumulation zone compensated for melting at the terminus, and thus ensured balanced conditions with a slight tendency to advance in the 2005/06 measurement period.

3.3 Additional Observations

In the summer of 2006, considerable attention was focused by the media on the threat of a rockfall at the terminus of Untere Grindelwaldgletscher. Since 1860 the glacier surface has dropped by about 200 m at the glacier tongue. As a result of the lack of ice pressure that ensued, a rock mass measuring 2 million cubic meters on the east side of the Eiger Massif had become unstable, and was sinking into the glacier at a rate of up to 75 cm/d. The chunks constantly breaking off were covering the terminus situated in a narrow part of the valley with rock debris. Further melting of the underlying ice was greatly reduced by this debris cover. The upglacier surface dropped by 6 to 10 m per year and a glacial lake formed in the resulting depression.

If water finds an outlet possibility through the glacier, the glacial lake empties very rapidly. It is expected that this lake will quickly become larger in future, and one must reckon with potential flooding in the Lütschen valley situated below.

3.4 Length Variations in 2005/06 and in 2006/07, Summary

No. ^a	Glacier	Ct. ^b	Length variation ^c		Altitude ^d (m a.s.l.)	Date of measurements (Day, Month)		
			2005/06	2006/07		2007	2005	2006
Catchment area of the river Rhone (II)								
1 ^{e,f}	Rhone	VS	-7.6	-11.6	2208.7	15.09.	05.09.	12.09.
2 ^{e,f}	Mutt	VS	-30.0	-9.4	2628	20.08.	21.09.	14.08.
3 ^{e,f}	Gries	VS	-50.1	-39.3	2417.1	15.09.	05.09.	12.09.
4 ^{e,f}	Fiescher	VS	-13.4	-49.1	1674.9	13.10.	04.08.	18.10.
5 ^{e,f}	Grosser Aletsch	VS	-114.6	-32.4	1574.8	15.09.	05.09.	12.09.
6 ^{e,f}	Oberaletsch	VS	x	-5.7 ^{2a}	2142 ⁰³	02.09.	05.09.	03.09.
7 ^{e,f}	Kaltwasser	VS	-30.4	-22	2660	02.11.	14.10.	20.09.
173 ^{e,f}	Seewjinen	VS	-11.5	-3.5	2713.2	15.09.	05.09.	05.09.
10 ^{e,f}	Schwarzberg	VS	-11	-11	2657.3	15.09.	05.09.	05.09.
11 ^{e,f}	Allalin	VS	+1.1	-14.3	2624.5	15.09.	05.09.	05.09.
174 ^{e,f}	Hohlaub	VS	-194	-11.5	2634.1	15.09.	05.09.	05.09.
12 ^{e,f}	Kessjen	VS	-16.5	-3	2868.2	15.09.	05.09.	05.09.
13 ^{e,f}	Fee (Nord)	VS	-4.4	-5.1	2165 ⁰⁶	10.10.	02.10.	01.10.
14 ^f	Gorner	VS	-4	-17.4	2240	07.11.	28.10.	20.10.
16 ^{e,f}	Findelen	VS	-1.9	-12.1	2491.2	14.09.	20.09.	13.09.
17 ^{e,f}	Ried	VS	-17.1	-9.3	2072	23.10.	19.11.	12.09.
18 ^{e,f}	Lang	VS	-16.5	-19	2085	05.10.	26.10.	05.11.
19 ^f	Turtmann	VS	n	n	2270 ⁰⁵	n	n	n
20 ^f	Brunegg (Turtmann)	VS	n	n	2500 ⁰⁵	n	n	n
21 ^f	Bella Tola	VS	n	n		n	n	n
22 ^f	Zinal	VS	-6.7	-15	2040	25.09.	24.09.	28.10.
23 ^{e,f}	Moming	VS	n	n	2630 ⁰²	n	n	n
24 ^f	Moiry	VS	-9	-18	2400	18.09.	08.10.	07.10.
25 ^{e,f}	Ferpècle	VS	-33	-16		08.10.	11.09.	23.10.
26 ^f	Mont Miné	VS	-23	-10		08.10.	11.09.	23.10.
27 ^f	Arolla (Mont Collon)	VS	-35	-25		08.10.	12.09.	23.10.
28 ^f	Tsidjiore Nouve	VS	-40	-18		08.10.	12.09.	23.10.
29 ^{e,f}	Cheillon	VS	+2.4	-6.7	2706	18.10.	11.10.	17.10.
30 ^{e,f}	En Darrey	VS	-5.7	-1.3	2504	16.10.	11.10.	17.10.
31 ^f	Grand Désert	VS	-6.2	-40.6	2820	23.09.	28.09.	09.09.
32 ^f	Mont Fort (Tortin)	VS	-30.4	-3.2	2795	23.09.	28.09.	11.10.
33 ^{e,f}	Tsanfleuron	VS	n	n		03.10.	n	n
34 ^{e,f}	Otemma	VS	-99.8	-61	2460	25.09.	29.09.	03.10.
35 ^{e,f}	Mont Durand	VS	-19.6	-17	2340	25.08.	27.09.	01.10.
36 ^{e,f}	Breney	VS	-26.2	-36.2	2575	24.09.	28.09.	02.10.

No. ^a	Glacier	Ct. ^b	Length variation ^c (m)		Altitude ^d (m a.s.l.) 2007	Date of measurements (Day, Month)		
			2005/06	2006/07		2005	2006	2007
37 ^{e,f}	Giétro	VS	-31.3	-21.4	2607.5	14.09.	20.09.	05.09.
38 ^{e,f}	Corbassière	VS	-36.2	-17.7	2229.5	14.09.	20.09.	13.09.
39 ^{e,f}	Valsorey	VS	n	-51 ^{2a}	2412.0	14.10.	n	23.10.
40 ^{e,f}	Tseudet	VS	n	+7 ^{2a}	2477	14.10.	n	23.10.
41 ^f	Boveyre	VS	-23	-20	2632	21.11.	03.11.	12.10.
42 ^f	Saleina	VS	-15	-24	1793	19.08.	17.08.	03.10.
43 ^{e,f}	Trient	VS	-5	-18	2035	24.09.	23.09.	29.09.
44 ^{e,f}	Paneyrosse	VD	-4.2 ^{2a}	-1.7		n	28.09.	23.09.
45 ^{e,f}	Grand Plan Névé	VD	-8.3	-3.1		01.09.	23.09.	12.09.
47 ^{e,f}	Sex Rouge	VD	-1.5	-0.6		24.09.	06.09.	13.09.
48 ^{e,f}	Prapio	VD	x	-5 ^{2a}	2520	22.09.	07.09.	01.08.
Catchment area of the river Aare (Ia)								
50 ^f	Oberaar	BE	n	n	2301.8 ⁰⁵	n	n	n
51 ^f	Unteraar	BE	n	n	1927.6 ⁰⁵	n	n	n
52 ^{e,f}	Gauli	BE	-78	-100	2120	23.09.	29.09.	16.09.
53 ^{e,f}	Stein	BE	-45	-14	1950	16.09.	21.09.	13.09.
54 ^{e,f}	Steinlimmi	BE	-27	-14	2100	16.09.	21.09.	13.09.
55 ^{e,f}	Trift (Gadmen)	BE	-67.4	-71.0	1652.4	14.09.	05.09.	12.09.
57 ^f	Oberer Grindelwald	BE	x	n		n	21.10.	n
58 ^f	Unterer Grindelwald	BE	x	x		n	21.10.	21.10.
59 ^{e,f}	Eiger	BE	-20.5	n	2210 ⁰⁶	15.09.	14.09.	n
60 ^{e,f}	Tschingel	BE	-6.8	-13.7	2270	16.09.	15.09.	20.09.
61 ^{e,f}	Gamchi	BE	-11.8	-18.3	1950	08.10.	08.10.	06.10.
109 ^{e,f}	Alpetli (Kanderfirn)	BE	-23.	-25	2260	15.09.	12.09.	12.09.
62 ^{e,f}	Schwarz	VS	-3.1	x	2267	29.09.	22.09.	23.09.
63 ^{e,f}	Lämmern	VS	-9.0	-41.1	2554	30.09.	23.09.	06.09.
64 ^{e,f}	Blüemlisalp	BE	-35.0	-31.3	2255	13.09.	16.09.	15.09.
111 ^{e,f}	Ammerten	BE	-2.6	-0.8	2350	04.09.	23.09.	14.10.
65 ^f	Rätzli	BE	n	n	2450 ⁰¹	n	n	n
112 ^f	Dungel	BE	-2	-5	2608 ⁰⁵	15.09.	12.09.	21.09.
113 ^f	Gelten	BE	-5.1 ^{3a}	-14	2498.5 ⁰⁶	n	13.09.	22.09.
Catchment area of the river Reuss (Ib)								
66 ^{e,f}	Tiefen	UR	-14.1	-19.3	2520	21.09.	22.09.	24.09.
67 ^{e,f}	Sankt Anna	UR	-26.7 ^{2a}	x	2580 ⁰⁶	n	20.09.	03.10.
68 ^{e,f}	Kehlen	UR	-17.8	-26.6	2215	11.10.	20.09.	03.10.
69 ^{e,f}	Rotfirn (Nord)	UR	-16.7	-14.3	2035	11.10.	20.09.	03.10.
70 ^{e,f}	Damma	UR	x	n	2085 ⁰³	n	12.09.	n
71 ^{e,f}	Wallenbur	UR	-1.8	-5.2	2250 ⁰⁶	16.10.	22.10.	16.10.

No. ^a	Glacier	Ct. ^b	Length variation ^c (m)		Altitude ^d (m a.s.l.) 2007	Date of measurements (Day, Month)		
			2005/06	2006/07		2005	2006	2007
72 ^f	Brunni	UR	n	n	2560 ⁰³	n	n	n
73 ^{e,f}	Hüfi	UR	-64	-4	1760	13.10.	14.10.	12.10.
74 ^{e,f}	Griess	UR	-10.7	-5.7	2223	12.10.	02.10.	21.09.
75 ^{e,f}	Firnalpeli (Ost)	OW	-32.8	-18.8	2195	16.09.	17.08.	23.09.
76 ^f	Griessen	OW	-1.2	-8.0	2530	15.09.	23.08.	17.09.
Catchment area of the river Linth / Limmat (Ic)								
77 ^{e,f}	Biferten	GL	-6.0	-10.7	1963.2	15.10.	09.09.	07.10.
78 ^{e,f}	Limmern	GL	-2.1	-10.1	2290	16.10.	22.09.	08.10.
114 ^{e,f}	Plattalva	GL	-16.8	-13.9	2583	17.10.	23.09.	09.10.
79 ^{e,f}	Sulz	GL	-2.1	-6.5	1790	24.10.	20.09.	16.10.
80 ^{e,f}	Glärnisch	GL	-7.9	-13.7	2333.8	24.09.	16.09.	06.10.
81 ^{e,f}	Pizol	SG	-9.1	-6.5	2640	07.09.	13.09.	03.09.
Catchment area of the river Rhine / Lake Constance (Id)								
82 ^{e,f}	Lavaz	GR	x	n	2428 ⁰⁶	30.08.	07.09.	n
83 ^{e,f}	Punteglias	GR	-3.0	-7.3	2350	21.10.	25.10.	29.10.
84 ^{e,f}	Lenta	GR	-28.8	-36.1	2370	09.09.	13.09.	07.09.
85 ^{e,f}	Vorab	GR	-12.1	-24.4		15.09.	07.09.	16.10.
86 ^{e,f}	Paradies	GR	-35.2	-5.7	2692	12.09.	10.10.	13.09.
87 ^{e,f}	Suretta	GR	-725	-20	2565 ⁰⁶	21.09.	29.09.	16.10.
88 ^{e,f}	Porchabella	GR	-17	-26.6	2648	08.09.	21.08.	15.10.
115 ^{e,f}	Scaletta	GR	-7.4	-19.6	2585	05.09.	16.09.	13.09.
89 ^{e,f}	Verstankla	GR	-20.7	-20.7	2420	06.09.	12.09.	17.09.
90 ^{e,f}	Silvretta	GR	-7.4	-10.4	2467.8	15.09.	05.09.	24.09.
91 ^{e,f}	Sardona	SG	-22.4	-37	2450	27.09.	15.09.	17.09.
Catchment area of the river Inn (V)								
92 ^{e,f}	Roseg	GR	-27.3	-27.3	2160	18.10.	09.10.	13.09.
93 ^{e,f}	Tschierva	GR	-54.8	-51.4	2239	18.10.	09.10.	13.09.
94 ^{e,f}	Morteratsch	GR	-32.7	-19.3	2088	19.10.	09.10.	13.09.
95 ^{e,f}	Calderas	GR	-12.2	-19.6	2772	15.09.	01.09.	04.09.
96 ^{e,f}	Tiatscha	GR	-249.5 ^{6a}	-12.4	2650 ⁰⁵	n	18.08.	23.08.
97 ^{e,f}	Sesvenna	GR	-20.7 ^{2a}	-10.2	2760	n	01.09.	13.09.
98 ^{e,f}	Lischana	GR	-4.8	n	2774 ⁰⁶	23.09.	05.09.	n
Catchment area of the river Adda (IV)								
99 ^{e,f}	Cambrena	GR	-20	-33.3	2530	11.08.	10.10.	11.10.
100 ^{e,f}	Palü	GR	-37 ^{2a}	-27	2620	n	07.09.	12.10.
101 ^{e,f}	Paradisino (Campo)	GR	-38	-2	2840	27.10.	05.10.	15.09.
102 ^f	Forno	GR	-23.7	-30.8	2260	06.09.	25.08.	14.09.

No. ^a	Glacier	Ct. ^b	Length variation ^c (m)		Altitude ^d (m a.s.l.) 2007	Date of measurements (Day, Month)		
			2005/06	2006/07		2005	2006	2007
Catchment area of the river Ticino (III)								
120 ^{e,f}	Corno	TI	-4.8	-8.4	2590	30.08.	23.08.	28.08.
117 ^{e,f}	Valleggia	TI	-5.1	-6.0	2426.3	15.09.	07.09.	19.09.
118 ^{e,f}	Val Torta	TI	-13.8	-4.2	2506.3	15.09.	21.09.	20.09.
352 ^{e,f}	Croslina	TI	-9.5	-3.2	2714.1	01.09.	29.08.	04.09.
103 ^{e,f}	Bresciana	TI	-13.8	-26.1	2934.0	31.08.	31.08.	11.09.
119 ^{e,f}	Cavagnoli	TI	-17.3	-16.5	2538.5	14.09.	05.09.	12.09.
104 ^{e,f}	Basòdino	TI	-10.9	-29.8	2560.8	13.09.	06.09.	13.09.
105 ^{e,f}	Rossboden	VS	n	x	1930 ⁰⁴	n	n	06.09.

Legend

+	advancing	x	value not determined
st	stationary, ± 1 m	n	not observed
-	retreating	sn	snowed in

- a Identification number of the glacier in the observation network.
- b If a specific glacier is situated in more than one canton, the canton indicated in the table is the one where the observed glacier tongue lies.
- c If the value given relates to more than one year, the number of years is indicated as follows: -23 ^{4a} = Decrease of 23 meters within 4 years.
- d If the altitude of the glacier tongue is not measured in 2007, the year of the last measurement is indicated: 2522 ⁹⁹ = 2522 m above sea level, measured in the year 1999.
- e Compare Appendix B: Remarks on individual glaciers.
- f Glacier with nearly complete data series since the beginning of the measurements at the end of the 19th century and one of the 73 glaciers selected in Figures 3.3 and 3.4.

Table 3.1 no longer includes a) glaciers which have melted back drastically and are often debris-covered, making it impossible to carry out a proper survey at yearly intervals (Mittelaletsch, Tälliboden, Ofental, Zmutt), and b) glaciers observed only at irregular intervals and/or that yield imprecise measurement values, which do not justify retaining these figures in the charts and analyses (Bis, Orny, Martinets, Pierredar, Rosenloui, Lötschberg, Albigna).

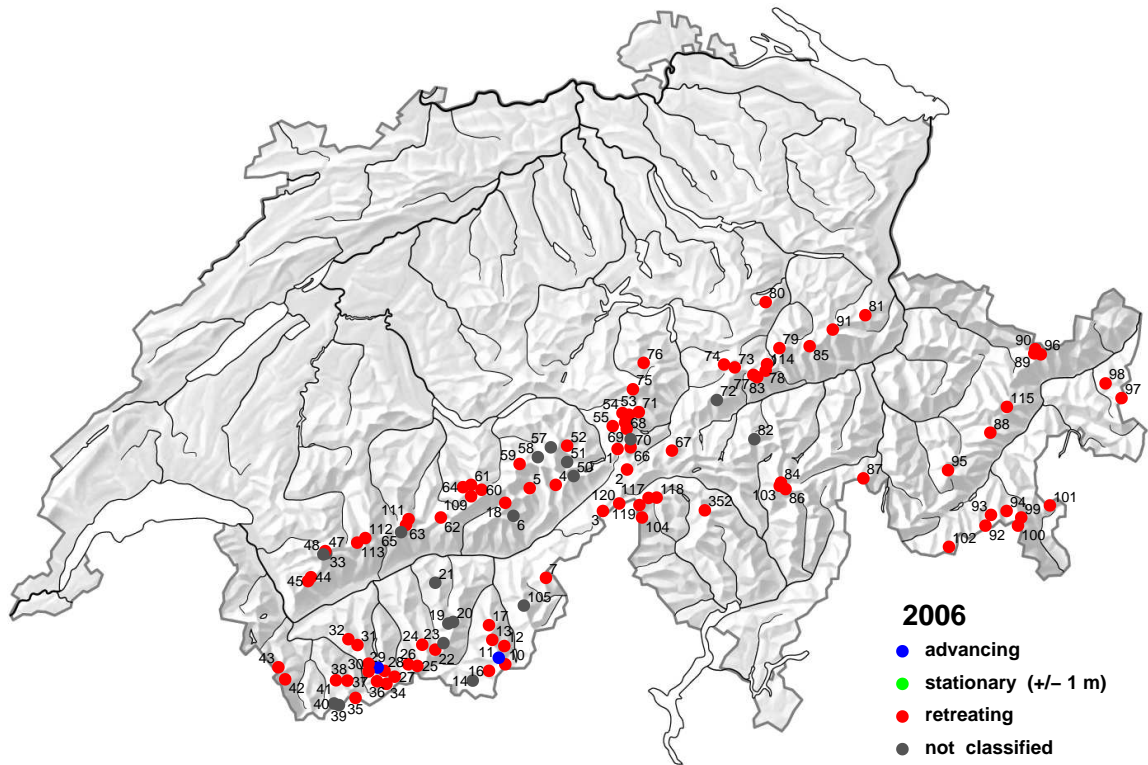


Figure 3.1: Observed glaciers in fall 2006.

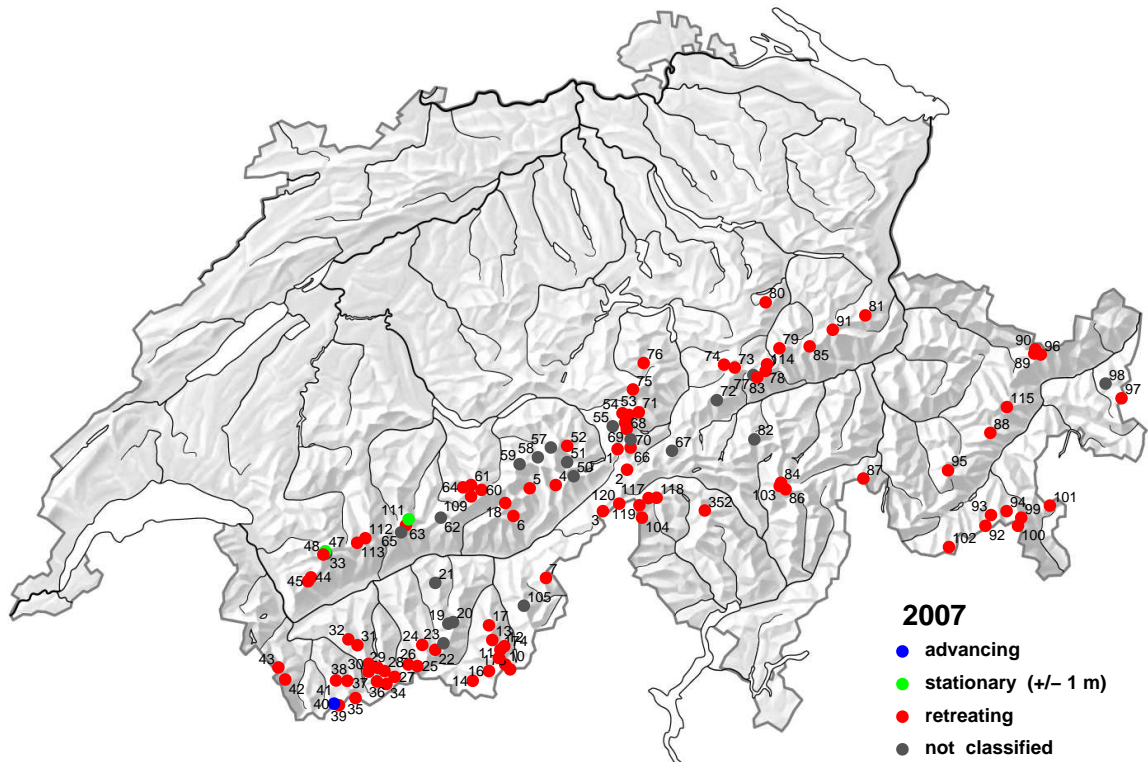


Figure 3.2: Observed glaciers in fall 2007.

3.5 Length Variations - Statistics for 1880-2007

The long-term development of glaciers in Switzerland is illustrated by taking a selected sample from the Swiss glacier network (Figures 3.3 and 3.4), and the cumulative glacier length variations which have been classified according to length (Figures 3.5 - 3.8).

The dynamic response to climatic forcing of glaciers with variable geometry involves striking differences in the recorded curves (Figures 3.4 and 3.5 - 3.8) (Hoelzle et al., 2003). Such differences reflect the considerable effects of size-dependent filtering, smoothing, and enhancing of the delayed tongue response with respect to the undelayed input (mass balance) signal. As a consequence, the still-popular straight averaging of annual length-change data presented here as annual percentages of advancing and retreating glaciers obscures essential aspects of the observed signal and should be interpreted carefully. We present also absolute numbers

In order to avoid having a glacier sample whose scope changes annually, not all glaciers were included in Figures 3.3 and 3.4. From the entire dataset, 73 glaciers were selected as a sample with nearly complete series since the beginning of the measurements at the end of the 19th century. In Chapter 3.4, these 73 glaciers are indicated by a footnote f. The measured annual values are assigned to three classes: advancing, stationary and retreating. Figure 3.3 presents absolute numbers and percentages. The sample is dominated by medium-sized glaciers (length between 1 to 5 km). The typical response time of these glaciers is in the order of decades, and the periods of advance, such as those in the 1910s and the 1970s to 1980s, can be seen clearly. For the purpose of intercomparison, values of cumulative length change are presented with respect to size

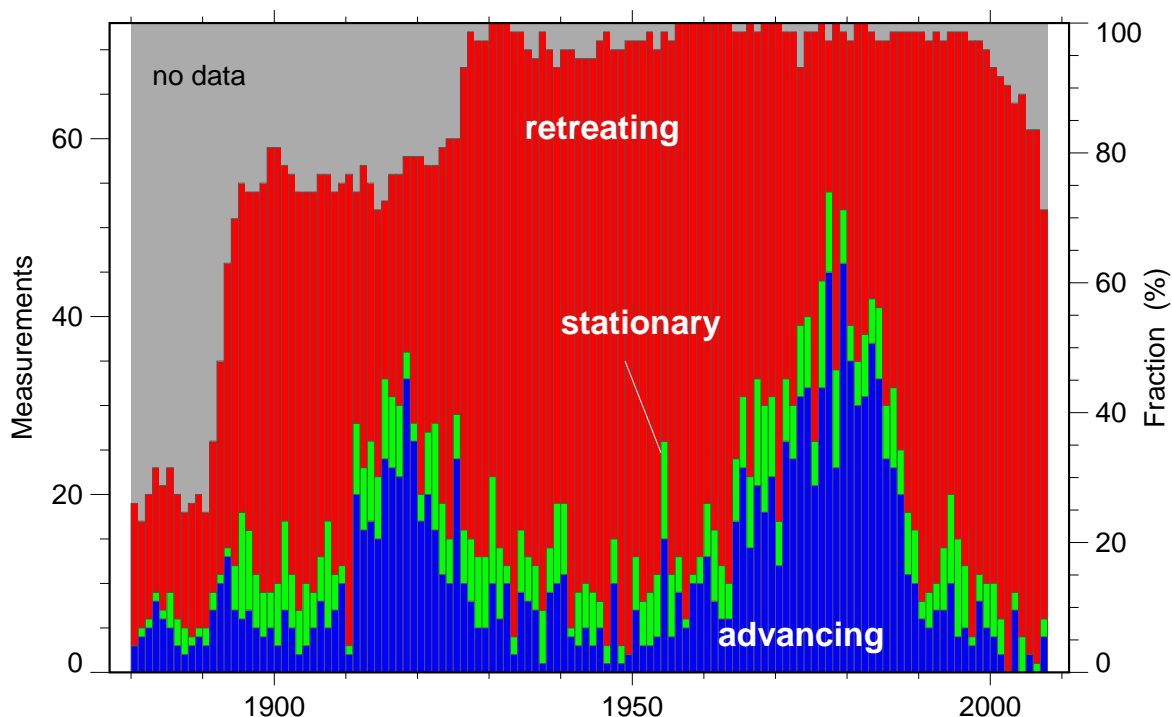


Figure 3.3: Yearly classification of glacier length behaviour (advancing, stationary and retreating) of 73 selected glaciers.

categories chosen in a way to optimally reflect common characteristics of the tongue-reaction signal. Figure 3.4 shows the annual and individual length change of all 73 selected glaciers. It is well recognized that large glaciers, such as Grosser Aletsch, show continuous retreat since 1880, in contrast to the smaller glaciers such as Pizolgletscher, with its highly variable behaviour.

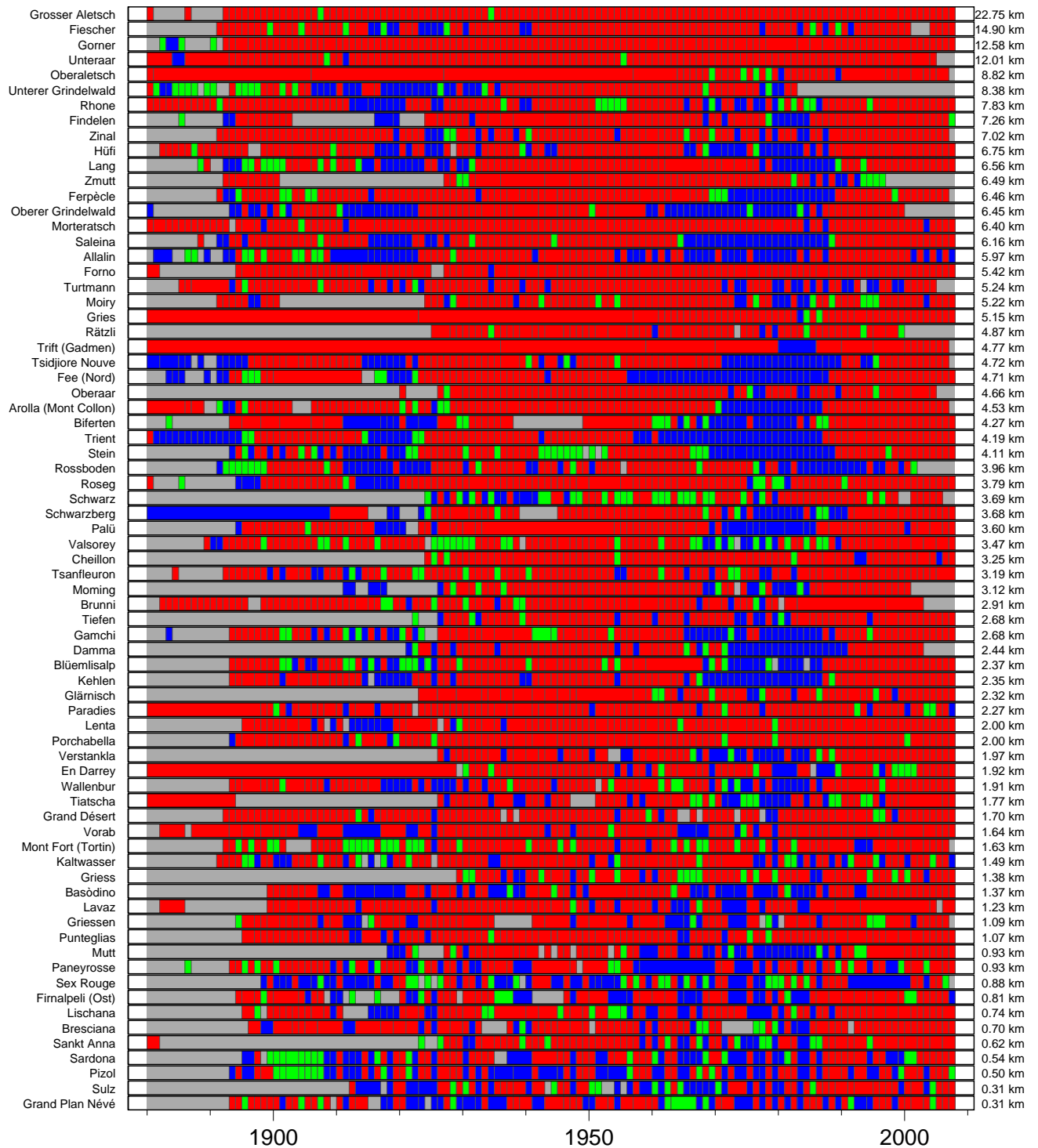


Figure 3.4: Individual yearly pattern of the same 73 selected glaciers (displayed in the descending order of actual glacier length).

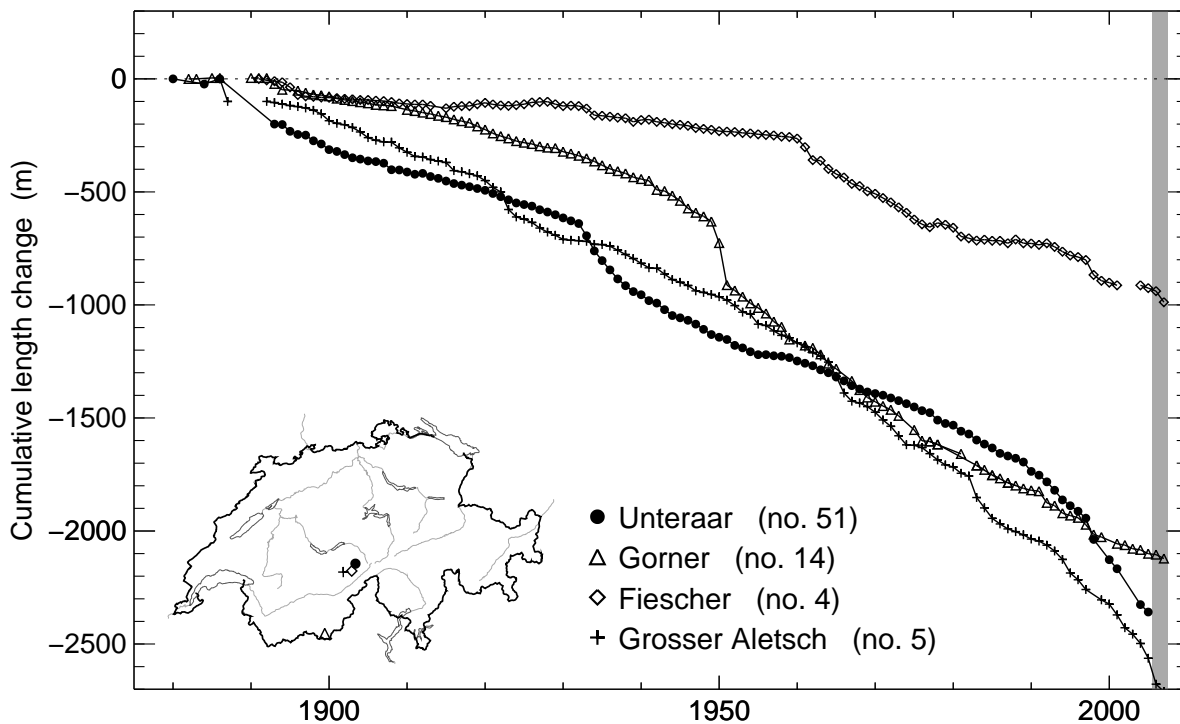


Figure 3.5: Large valley glaciers with a length of more than 10 km. The gray shaded area highlights the years of the current report.

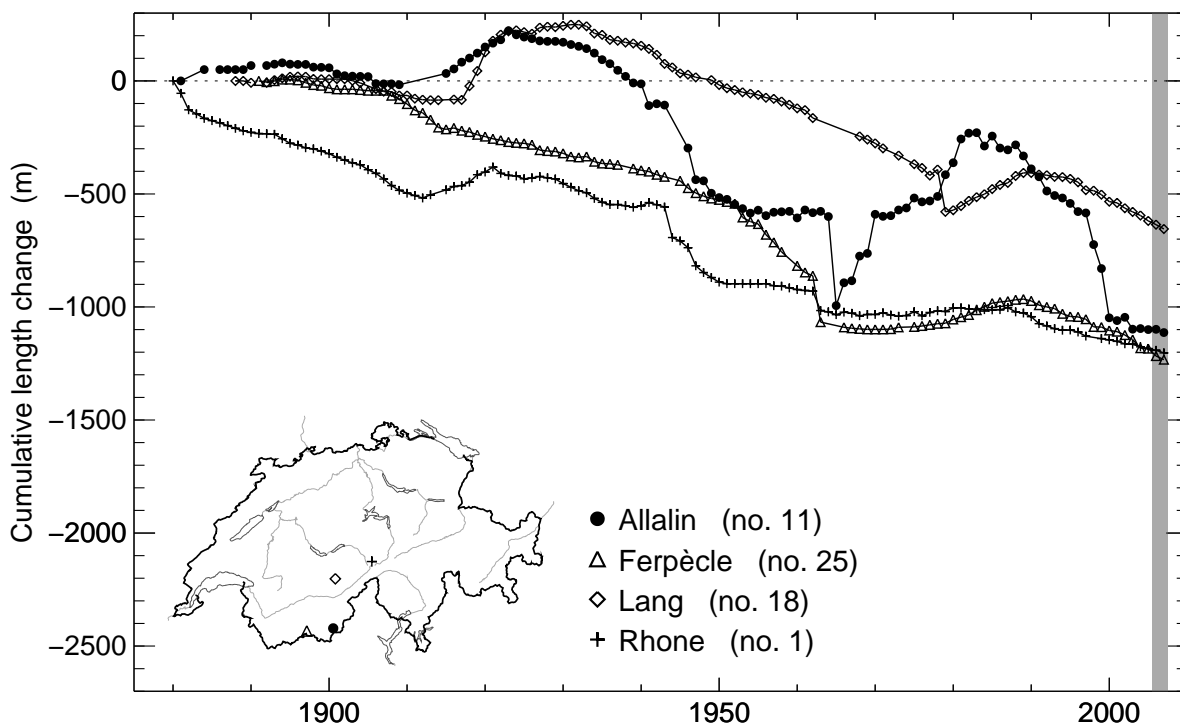


Figure 3.6: Mountain glaciers with a length of 5 - < 10 km. The gray shaded area highlights the years of the current report.

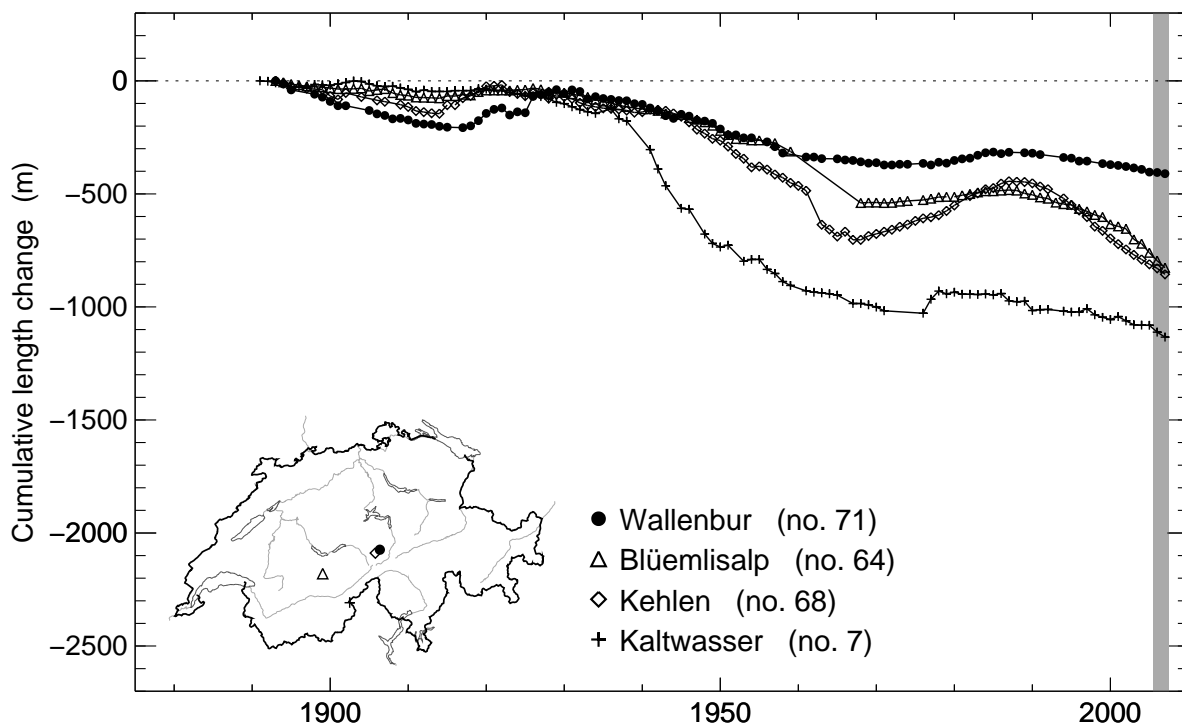


Figure 3.7: Small mountain glaciers with a length of 1 - < 5 km. The gray shaded area highlights the years of the current report.

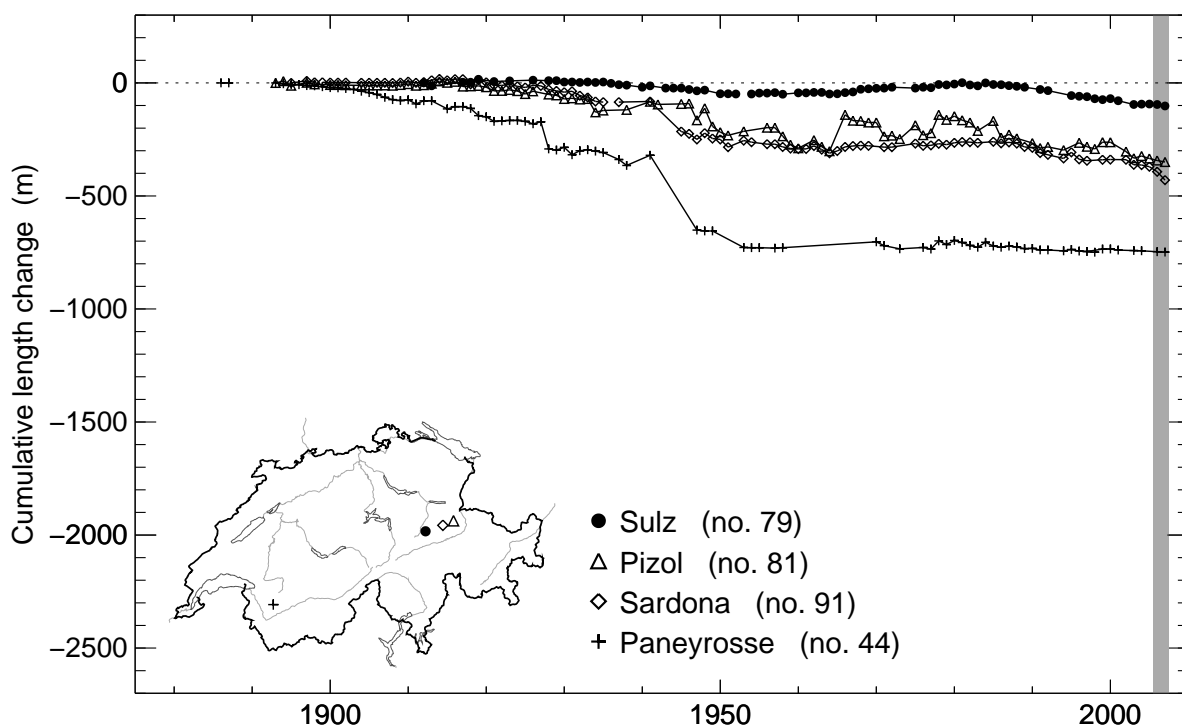
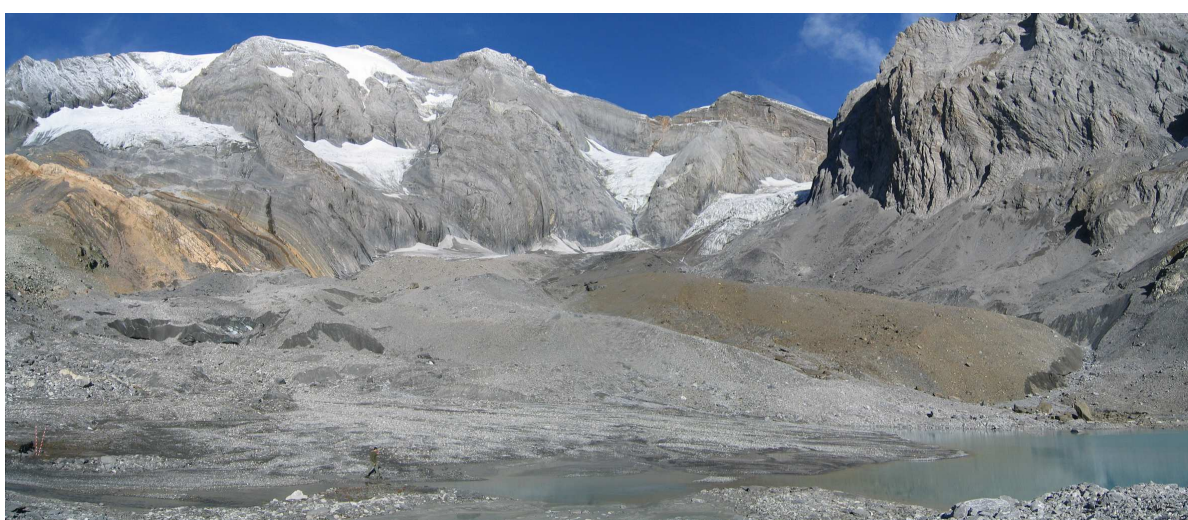


Figure 3.8: Very small cirque glaciers with a length of less than 1 km. The gray shaded area highlights the years of the current report.



Gauligletscher with the proglacial lake in 2006 (top), the debris covered tongues of Glacier de Cheillon in 2007 (center) and Gletscher da Punteglias in 2006 (bottom)
(Photos: R. Straub, O. Bourdin and M. Frei)

4 Mass Balance

4.1 Introduction, cumulative mean specific mass balances

Detailed mass balance data were collected using the glaciological method for Griesgletscher, Silvrettagletscher and Ghiacciaio del Basòdino in Switzerland. In addition to these investigations aiming at the determination of the glacier-wide mass balance distribution, individual point measurements of mass balance were taken at Jungfrau firn (Grosser Aletschgletscher), Claridenfirn, Findelengletscher, Glacier du Giétro and Glacier de Corbassière (cf. Chapter 5), as well as in the Mattmark region (Allalin, Schwarzberg, Chapter 5). In Figure 4.1 the location within Switzerland of all these glaciers is shown.

The mass balance measurements at stakes, in snow pits and extensive snow probing on Gries-



Figure 4.1: Investigated glaciers for mass balance with the focus on spatial distribution and analysis of mean specific winter and net balance (dark blue) or point measurements (light blue).

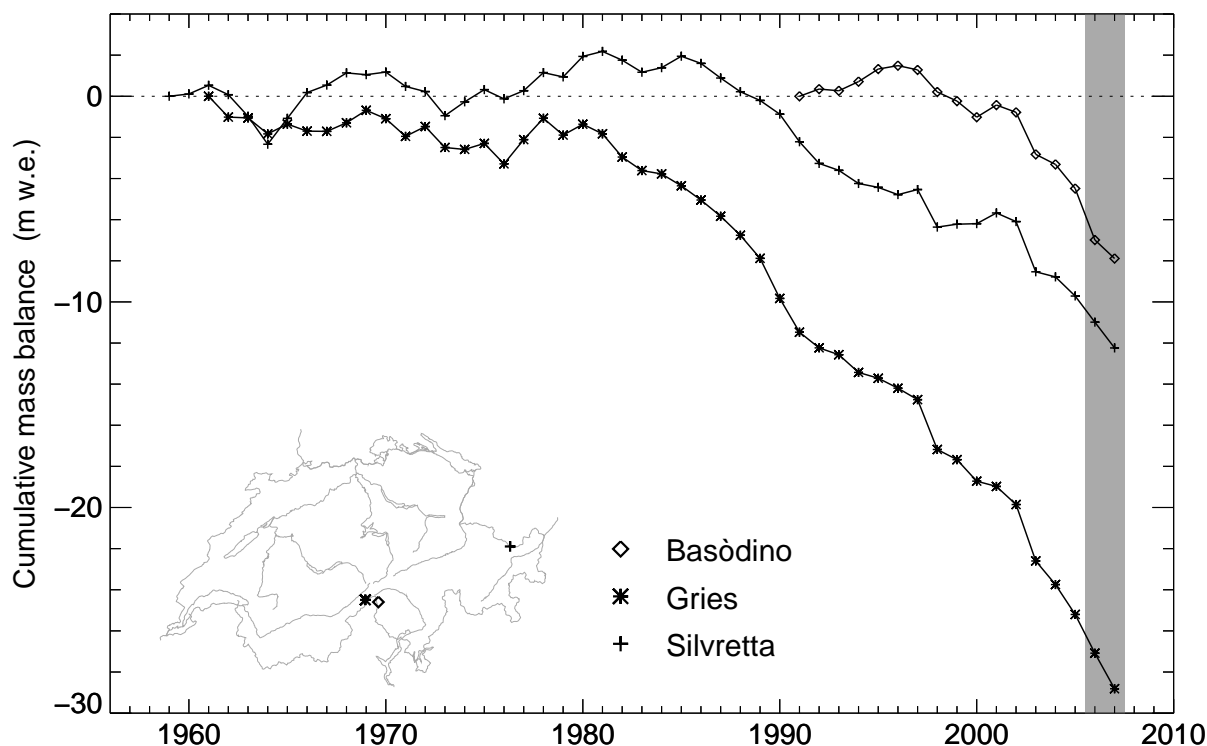


Figure 4.2: Cumulative mean specific net balance over the whole observation period for the glaciers Silvretta, Basòdino and Gries. The gray shaded area highlights the years of the current report.

gletscher and Silvrettagletscher were used to calculate the mean specific winter and net balance following the methods described in Huss et al. (2009). Extrapolation from individual measurements to the entire glacier surface was performed using a mass balance model including the most important processes governing glacier mass balance distribution. The procedure is divided into two steps:

- (1) The model is tuned such that both the measurements of winter accumulation and summer ablation are matched optimally over the periods defined by the exact dates of the in-situ measurements which are reported for the years of the current report. This allows extrapolation of mass balance based on a physical representation of the spatial variability, as well as the calculation of mass balance over fixed time periods (e.g. the hydrological year).
- (2) A periodical final reanalysis and homogenisation with independently derived ice volume changes is reported separately in five to ten year intervals after evaluation.

For Ghiacciaio del Basòdino traditional hand-contouring has been applied (e.g. Østrem and Brugman, 1991). The cumulative mean specific winter and net balances of the three glaciers with extensive observation series are presented in Table 4.1. The long-term trends are very well recognizable (Figure 4.2). Notably, the accelerated mass loss since the mid-1980s is remarkable, as is the balanced conditions recorded in the 1960s and 70s. The point measurements of the mass balance are of particular significance with regard to answering questions related to climate change (Ohmura et al., 2007; Huss and Bauder, 2009). The four existing long-term time series all start

Table 4.1: Summary table with area, mean specific winter and net balance, ELA and AAR for the exact measuring periods 2005/06 and 2006/07.

Glacier	No.	period	area (km ²)	b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)	ELA (m a.s.l.)	AAR (%)
Basòdino	104	2005/06	2.280 ^a	962	-2501	3300	0
		2006/07	2.280 ^a	800	-902	3100	5
Gries	3	2005/06	5.084 ^b	1083	-1885	3325	1
		2006/07	4.973 ^c	758	-1729	3324	2
Silvretta	90	2005/06	2.814 ^b	1306	-1273	2892	5
		2006/07	2.785 ^c	1020	-1254	2942	3

a Measured in 2002.

b Measured in 2003 and adjusted for area loss since then.

c Measured in 2007.

in the 1910s and cover almost the entire 20th century. Ghiacciaio del Basòdino, Griesgletscher and Silvrettagletscher are currently part of the international observation network, together with approximately other 50 glaciers (Dyurgerov and Meier, 2005; WGMS, 2007).

4.2 Mass Balance in 2005/06

In the first measurement period, all three glaciers with detailed mass balance observations experienced substantial mass losses. The values of the mean specific mass balance in water equivalent amounted to -2.50 m at Basòdino, -1.89 m at Gries and -1.27 m at Silvretta glacier. While the maximum retreat in 2003 of Ghiacciaio del Basòdino in the back part of Maggia valley was in fact exceeded in the first measurement period, the losses experienced at Griesgletscher in the Nufenen region and Silvrettagletscher in the back part of Prättigau took third place behind 2003 and 1998. In view of the weather conditions during the review period, it is not surprising that all 3 of the glaciers measured in detail suffered major losses of mass. The warm summer of 2006 is responsible for this result.

4.3 Mass Balance in 2006/07

Mass losses at Gries and Silvretta glaciers in the second review period are about equally as high as in the previous periods. By contrast, at Ghiacciaio del Basòdino the losses are distinctly smaller. In a long-term comparison, these results rank fourth behind the major retreat years of 2002/03, 2005/06 and 1997/98 in the respective measurement series. The values of the mean specific mass balance in water equivalent amounted to -0.90 m at Basòdino, -1.73 m at Gries and -1.25 m at Silvretta.

The results for these two measurement periods can be traced, in contrast to the year 2003, mainly to reduced precipitation. The negative mass balance could not be prevented in the second period,

even by the relatively moderate melt conditions during the summer of 2007.



Griesgletscher in 2007 (Photo: G. Kappenberger)

4.4 Ghiacciaio del Basòdino

Introduction

Ghiacciaio del Basòdino is a small north-east facing temperate mountain glacier in the southern Swiss Alps. The small individual branch descending to the north with a separate tongue is not considered to the glacier and not included in the mass balance determination. The main branch covers an area of 2.2 km² and extends from 2530 to 3192 m a.s.l. Detailed mass balance investigations are carried out since 1990. Determination of volumetric changes in decadal resolution reach further back to 1929 (Bauder et al., 2007). Topographic maps or photogrammetrical surveys exist for 1929, 1949, 1971, 1985, 1991 and 2002.

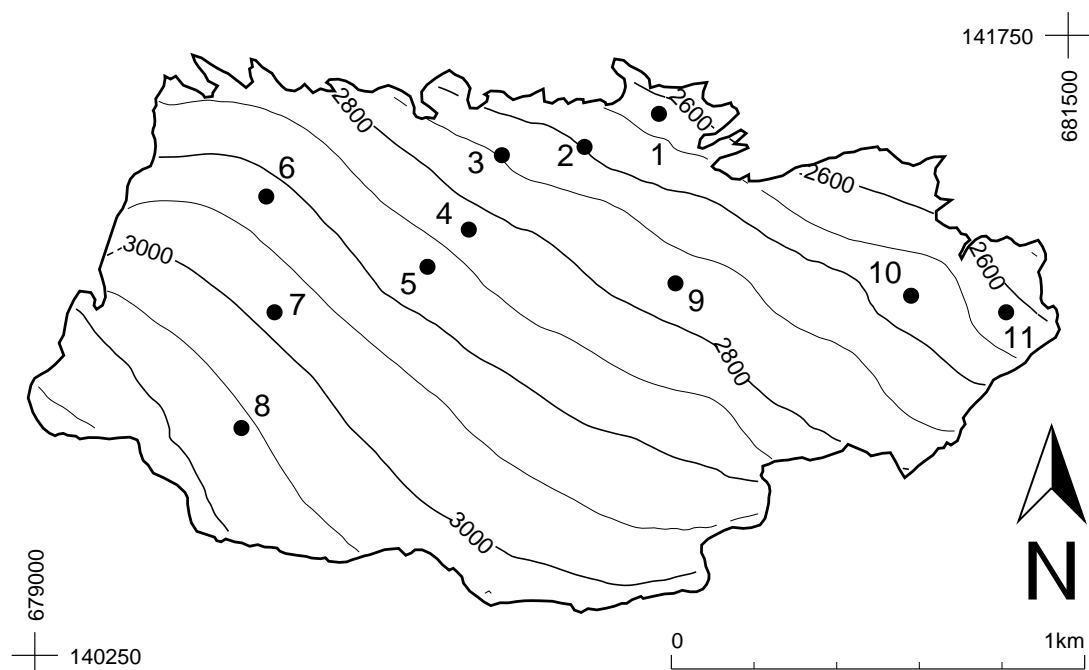


Figure 4.3: Surface topography and observational network of the Ghiacciaio del Basòdino.

Investigations in 2005/06

The measuring period was 16.09.2005 - 09.09.2006 with a field visit in spring on 03.05.2006. Periodical additional field visits complement the measurements with observations on the gradual seasonal evolution.

Investigations in 2006/07

The measuring period was 09.09.2006 - 07.10.2007 with a field visit in spring on 10.05.2007. Periodical additional field visits complement the measurements with observations on the gradual seasonal evolution.

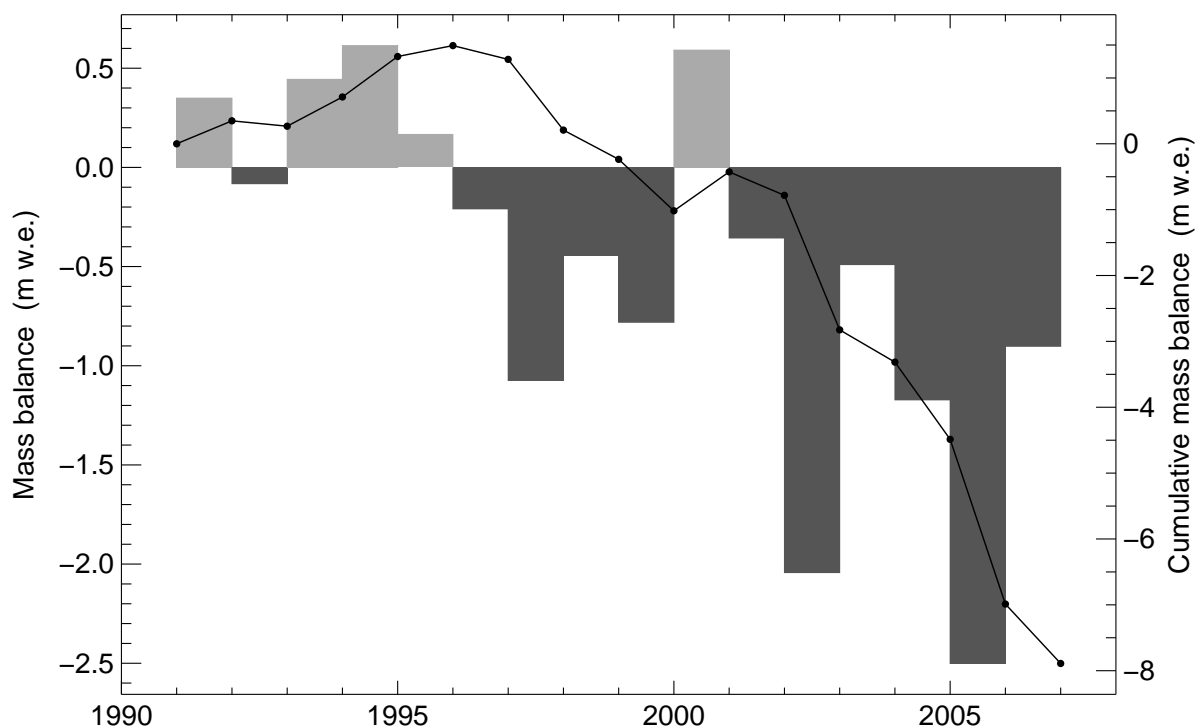


Figure 4.4: Ghiacciaio del Basòdino - Mean specific net balance (bars) and cumulative net balance for the period 1991-2007.

Table 4.2: Ghiacciaio del Basòdino - Specific winter and net balance versus altitude in the two periods 2005/06 and 2006/07 evaluated for the exact measurement period defined by the dates of field survey.

Altitude (m a.s.l.)	2005/06			2006/07		
	area (km ²)	b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)	area (km ²)	b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)
2600 - 2700	0.240	880	-3900	0.240	630	-2080
2700 - 2800	0.450	920	-3200	0.450	756	-1440
2800 - 2900	0.550	960	-2600	0.550	760	-960
2900 - 3000	0.560	1000	-2100	0.560	840	-560
3000 - 3100	0.480	1000	-1500	0.480	924	-140
2600 - 3100	2.280	962	-2501	2.280	800	-902

Table 4.3: Ghiacciaio del Basòdino - Individual stake measurements of winter and net balance.

stake	start	period		coordinates (m / m / m a.s.l.)	mass balance	
		spring	end		b _w (mm w.e.)	b _n
2	09.09.2006		07.10.2007	680335 / 141490 / 2700		-2320
3	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	680130 / 141460 / 2745	1090	-3200
3	09.09.2006		07.10.2007	680130 / 141455 / 2740		-1520
4	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	680050 / 141280 / 2825	1050	-2520
4	09.09.2006		07.10.2007	680055 / 141280 / 2816		-1520
5	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	679950 / 141190 / 2870	1070	-2160
5	09.09.2006		07.10.2007	679950 / 141190 / 2870		-880
6	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	679560 / 141360 / 2920	770	-2000
6	09.09.2006		07.10.2007	679560 / 141365 / 2910		-840
7	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	679580 / 141080 / 2985	770	-1660
7	09.09.2006		07.10.2007	679580 / 141085 / 2975		-840
8	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	679500 / 140740 / 3050	1020	-930
9	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	680550 / 141150 / 2760	940	-2260
9	09.09.2006		07.10.2007	680555 / 141150 / 2760		-1320
10	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	681120 / 141120 / 2680	950	-2000
11	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	681350 / 141080 / 2620	1200	-3510
11	09.09.2006		07.10.2007	681320 / 141060 / 2620		-1840
12	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	679000 / 140900 / 3150	920	-980
12	09.09.2006		07.10.2007	679000 / 140900 / 3150		-490
14	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	680060 / 141040 / 2880	900	-1520
15	16.09.2005	03.05.2006	15.09.2006	679320 / 141020 / 3045	770	-1400
15	09.09.2006		07.10.2007	679335 / 141000 / 3035		-350

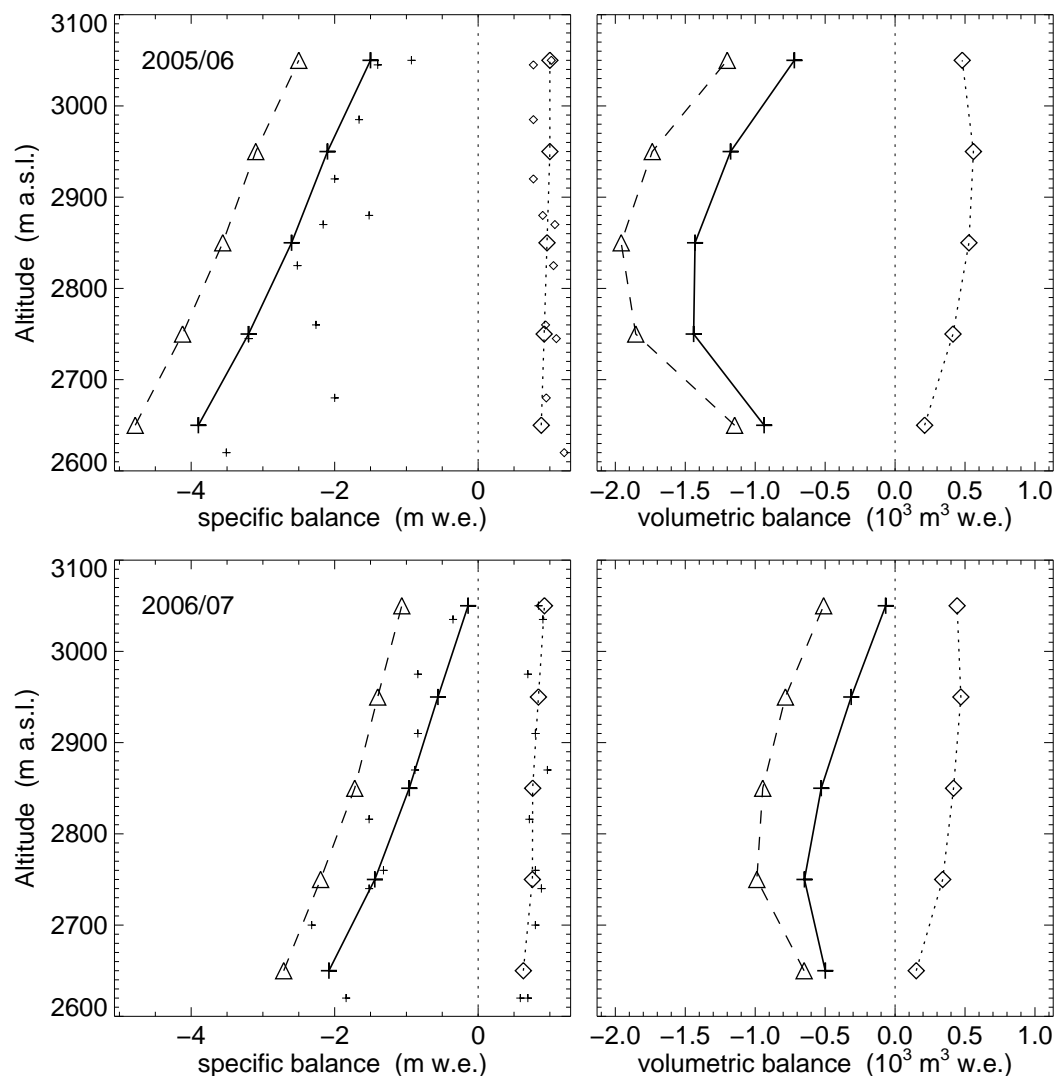


Figure 4.5: Specific (left) and volumetric (right) winter (dotted, \diamond), summer (dashed, \triangle) and net (continuous line, $+$) balance versus altitude for 2005/06 (top) and 2006/07 (bottom). Small symbols mark the individual measurements.

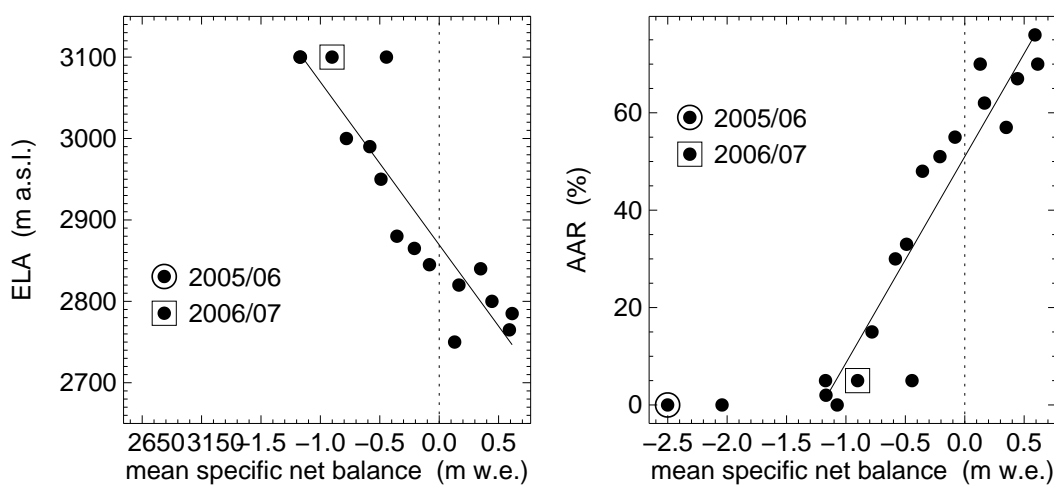


Figure 4.6: Equilibrium line altitude (ELA) and accumulation area ratio (AAR) versus mean specific net balance for the whole observation period.

4.5 Griesgletscher (Aegina)

Introduction

Griesgletscher is a temperate valley glacier located in the central Swiss Alps. The glacier covers an area of 4.97 km² flowing in north-east direction from 3374 m a.s.l. down to 2415 m a.s.l. Mass balance measurements started in 1961 in connection with the construction of a reservoir for hydro-power production. Determination of volumetric changes in decadal resolution reach further back to 1884 (Bauder et al., 2007). Topographic maps or photogrammetrical surveys exist for 1884, 1923, 1961, 1967, 1979, 1986, 1991, 1998, 2003 and 2007.

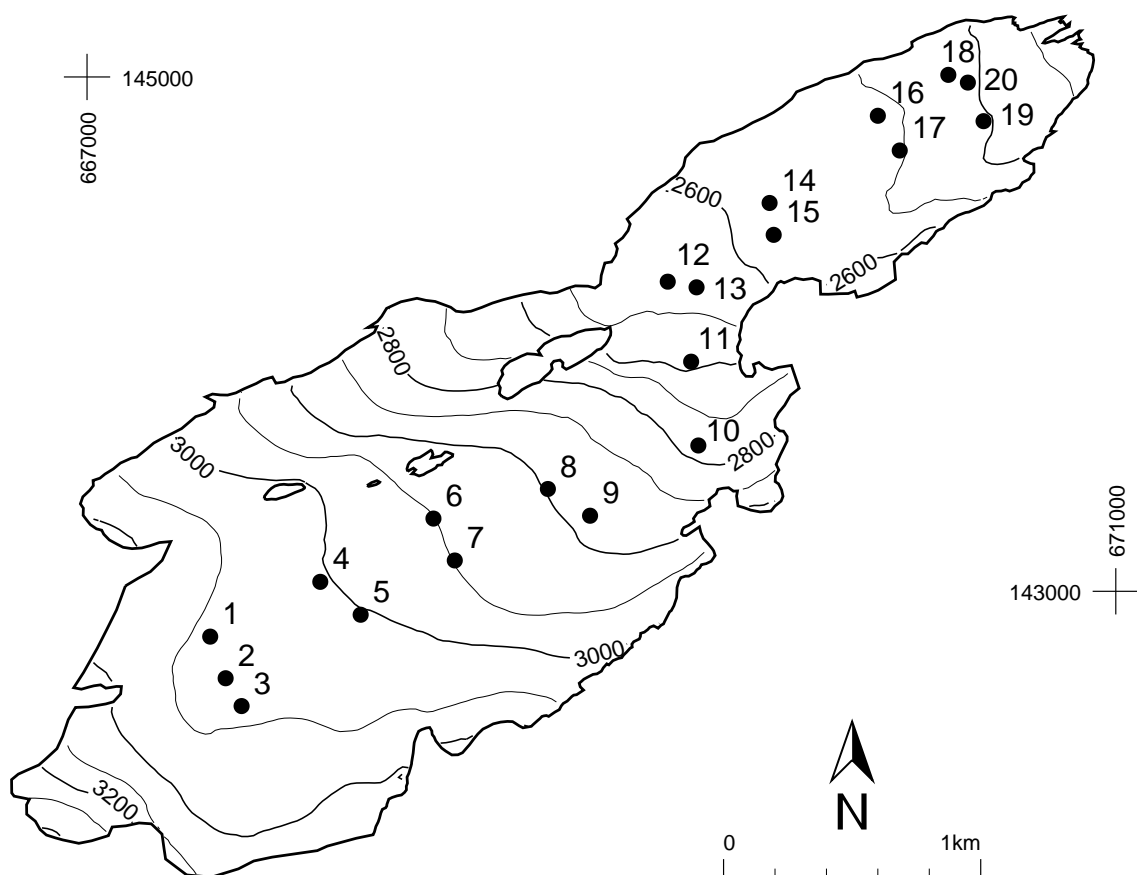


Figure 4.7: Surface topography and observational network of the Griesgletscher.

Investigations in 2005/06

The measuring period was 15.09.2005 - 08.09.2006 with a field visit in spring on 01.05.2005. The melt out at the end of the summer extended over almost the entire surface area. Only some marginal firn patches were left.

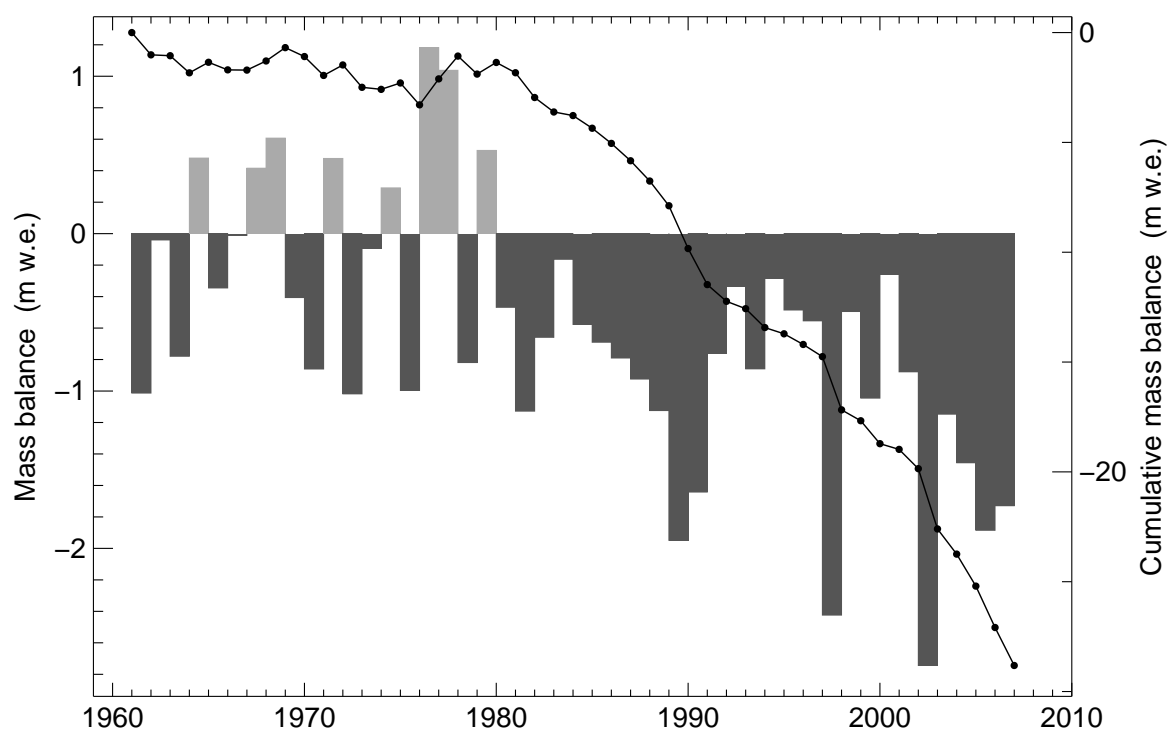


Figure 4.8: Griesgletscher - Mean specific net balance (bars) and cumulative net balance for the period 1959-2007.

Investigations in 2006/07

The measuring period was 08.09.2006 - 22.09.2007 with a field visit in spring on 23.04.2007. The melt out at the end of the summer once again extended over almost the entire surface area. Only some marginal firn patches were left.

Table 4.4: Griesgletscher - Specific winter and net balance versus altitude in the two periods 2005/06 and 2006/07 evaluated for the exact measurement period defined by the dates of field survey.

Altitude (m a.s.l.)	2005/06			2006/07		
	area (km ²)	b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)	area (km ²)	b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)
2400 - 2500	0.172	823	-4706	0.154	582	-4392
2500 - 2600	0.769	902	-4036	0.765	619	-3813
2600 - 2700	0.367	982	-3194	0.318	694	-2947
2700 - 2800	0.364	1083	-2271	0.342	783	-2089
2800 - 2900	0.609	1095	-1821	0.609	768	-1705
2900 - 3000	0.945	1133	-1360	0.953	793	-1272
3000 - 3100	1.454	1180	-792	1.454	831	-709
3100 - 3200	0.287	1143	-361	0.261	757	-267
3200 - 3300	0.081	1137	92	0.082	730	217
3300 - 3400	0.004	1121	502	0.004	714	644
2300 - 3400	5.084	1083	-1885	4.973	758	-1729

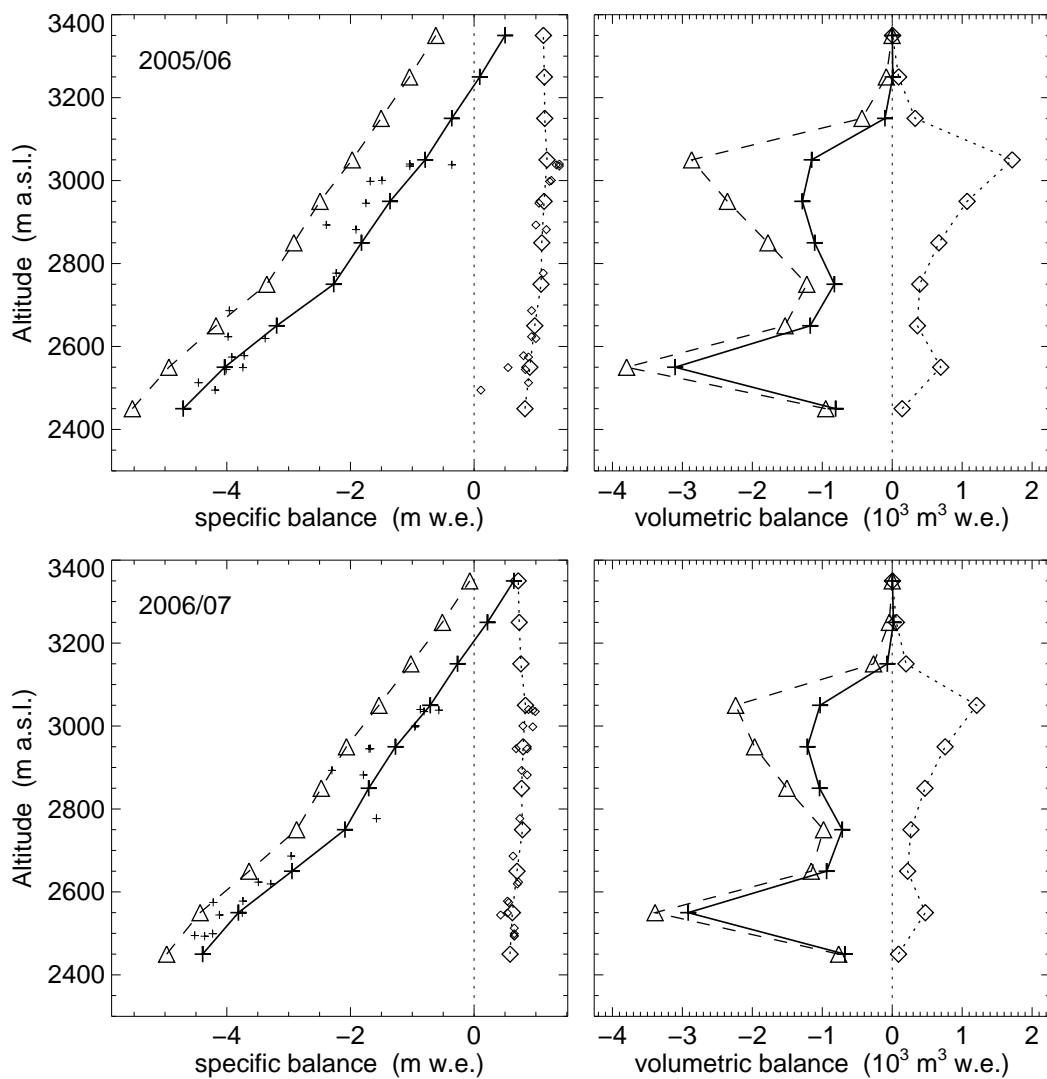


Figure 4.9: Specific (left) and volumetric (right) winter (dotted, \diamond), summer (dashed, \triangle) and net (continuous line, $+$) balance versus altitude for 2005/06 (top) and 2006/07 (bottom). Small symbols mark the individual measurements.

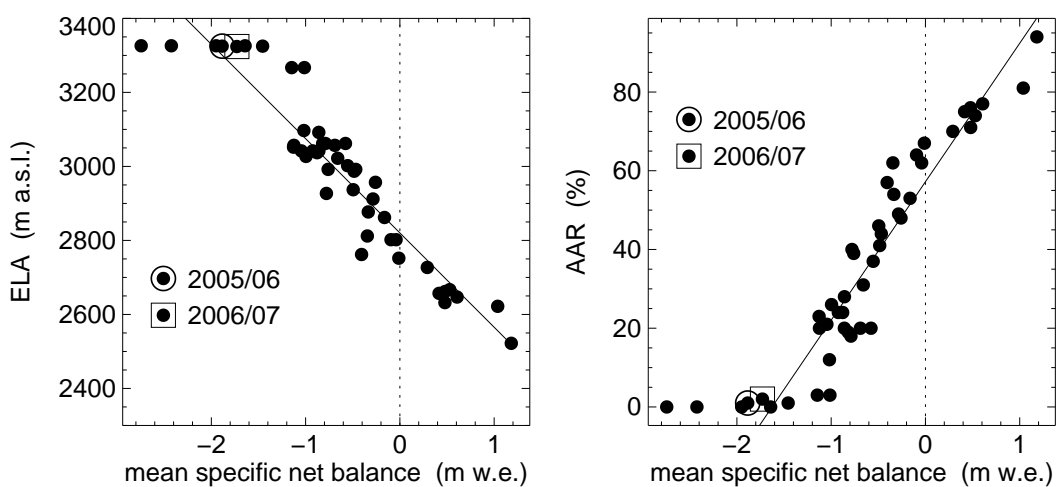


Figure 4.10: Equilibrium line altitude (ELA) and accumulation area ratio (AAR) versus mean specific net balance for the whole observation period.

Table 4.5: Griesgletscher - Individual stake measurements of winter and net balance.

stake	period			coordinates (m / m / m a.s.l.)	mass balance	
	start	spring	end		b _w (mm w.e.)	b _n
01	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	667479 / 142824 / 3040	1380	-1040
01	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	667479 / 142824 / 3040	880	-870
02	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	667538 / 142662 / 3035	1380	-1040
02	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	667538 / 142662 / 3035	990	-810
03	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	667601 / 142554 / 3038	1330	-360
03	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	667601 / 142554 / 3038	950	-570
04	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	667907 / 143037 / 2998	1220	-1680
04	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	667907 / 143037 / 2998	950	-960
05	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	668064 / 142909 / 3000	1250	-1490
05	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	668064 / 142909 / 3000	790	-950
06	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	668347 / 143283 / 2945	1050	-1750
06	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	668347 / 143283 / 2945	680	-1680
07	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	668430 / 143120 / 2945	860	-1700
08	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	668792 / 143398 / 2893	1000	-2390
08	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	668792 / 143398 / 2893	770	-2300
09	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	668956 / 143294 / 2882	1170	-1910
09	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	668956 / 143294 / 2882	860	-1790
10	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	669377 / 143567 / 2777	1120	-2230
10	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	669377 / 143567 / 2777	740	-1580
11	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	669349 / 143893 / 2686	930	-3960
11	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	669349 / 143893 / 2686	630	-2960
12	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	669258 / 144204 / 2624	930	-3980
12	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	669258 / 144204 / 2624	720	-3490
13	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	669370 / 144182 / 2619	1000	-3380
13	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	669370 / 144182 / 2619	700	-3290
14	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	669654 / 144510 / 2578	800	-3720
14	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	669654 / 144510 / 2578	540	-3740
15	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	669670 / 144386 / 2574	880	-3920
15	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	669670 / 144386 / 2574	560	-4220
16	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	670075 / 144849 / 2549	550	-3740
16	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	670075 / 144849 / 2549	540	-3750
17	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	670160 / 144714 / 2544	830	-4010
17	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	670160 / 144714 / 2544	430	-4120
18	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	670349 / 145008 / 2513	880	-4460
19	15.09.2005	01.05.2006	08.09.2006	670486 / 144828 / 2495	110	-4190
19	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	670486 / 144828 / 2495	650	-4520
20	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	670414 / 144972 / 2499	650	-4230
20	08.09.2006	23.04.2007	22.09.2007	670440 / 144984 / 2493	650	-4360

4.6 Silvrettagletscher

Introduction

Silvrettagletscher is a small temperate mountain glacier located in the north-eastern part of Switzerland in the Silvretta massif at the border to Austria. The present surface area is 2.8 km², stretching from 3079 m a.s.l. down to 2467 m a.s.l.

First mass balance measurements date back to 1910s (Firnberichte, 1914–1978). Seasonal observations of 2 stakes were conducted until 1959, when the number the stake network was extended up to about 40 stakes. Huss and Bauder (2009) compiled and homogenized all existing measurements of stake 5 to a continuous time series 1914-2007 of seasonal resolution (Sec. 4.10). Determination of volumetric changes in decadal resolution reach further back to 1892 (Bauder et al., 2007). There exist topographic maps and photogrammetrical surveys for 1892, 1938, 1959, 1973, 1986, 1994, 2003 and 2007.

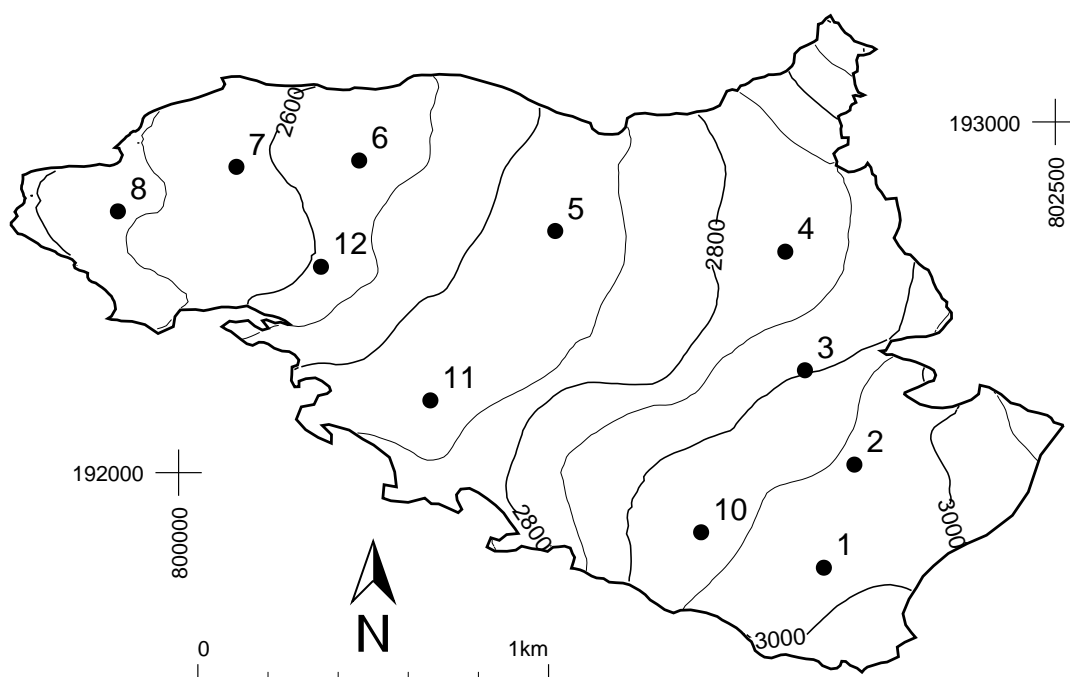


Figure 4.11: Surface topography and observational network of the Silvrettagletscher.

Investigations in 2005/06

The measuring period was 24.09.2005 - 21.09.2006 with a field visit in spring on 05.05.2006. Large snowfalls in early October 2005 were followed by a warmer period when additional melt occurred on the glacier tongue. Exact beginning of the winter season was not determined. Uniform snow cover between 2.5 to 3 m thickness during the spring survey. Melt out propagated to highest

elevations by end of July. Snow falls in August and September formed some accumulation later in the summer season.

Investigations in 2006/07

The measuring period was 21.09.2006 - 16.09.2007 with a field visit in spring on 03.05.2007. A continuous snow cover was present in mid October of 10-20 cm thickness on the tongue that remained. Only about 2 m snow depth in May when spring measurements were carried out. The glacier was almost completely melted out by end of July. Several snowfalls in August and September limited melt significantly and the glacier stayed widely snow covered until the end of the summer season.

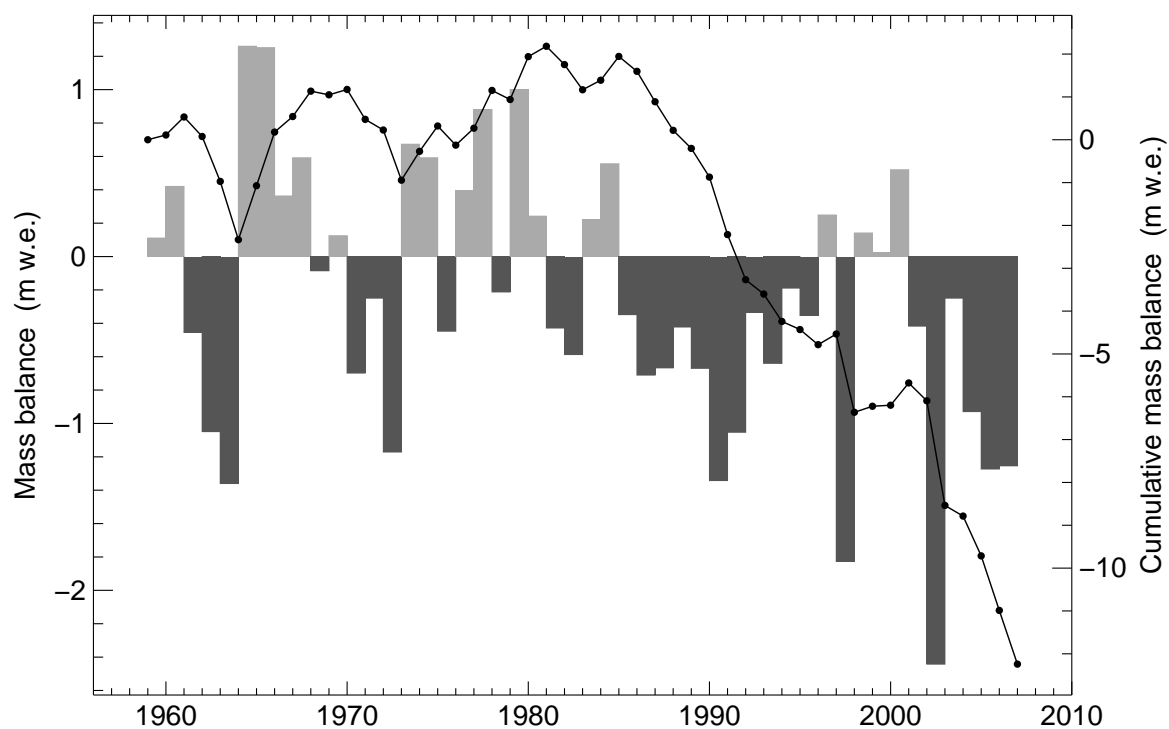


Figure 4.12: Silvrettagletscher - Mean specific net balance (bars) and cumulative net balance (line) for the period 1959-2007.

Table 4.6: Silvrettagletscher - Specific winter and net balance versus altitude in the two periods 2005/06 and 2006/07 evaluated for the exact measurement period defined by the dates of field survey.

Altitude (m a.s.l.)	2005/06			2006/07		
	area (km ²)	b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)	area (km ²)	b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)
2400 - 2500	0.021	454	-4523	0.023	134	-4267
2500 - 2600	0.363	974	-3067	0.362	708	-2825
2600 - 2700	0.414	1162	-2052	0.406	862	-1999
2700 - 2800	0.705	1366	-1314	0.698	1034	-1380
2800 - 2900	0.588	1534	-439	0.583	1193	-612
2900 - 3000	0.579	1379	-421	0.579	1193	-279
3000 - 3100	0.132	1163	-645	0.126	920	-584
2400 - 3100	2.814	1306	-1273	2.789	1020	-1254

Table 4.7: Silvrettagletscher - Individual stake measurements of winter and net balance.

stake	start	period spring	end	coordinates (m / m / m a.s.l.)	mass balance	
					b _w (mm w.e.)	b _n (mm w.e.)
01	24.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	801841 / 191728 / 2981	1335	775
01	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	801841 / 191729 / 2984	906	10
02	24.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	801922 / 192025 / 2954	1370	-5
02	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	801916 / 192030 / 2956	1034	135
03	24.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	801786 / 192292 / 2891	1696	811
03	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	801788 / 192293 / 2893	1434	551
04	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	801734 / 192631 / 2823	960	-882
05	24.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	801059 / 192696 / 2722	1319	-1269
05	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	801069 / 192687 / 2722	911	-1170
06	24.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	800516 / 192889 / 2624	1118	-2286
06	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	800515 / 192894 / 2626	829	-2151
07	25.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	800165 / 192872 / 2577	1129	-2376
07	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	800164 / 192873 / 2578	862	-2547
08	25.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	799823 / 192744 / 2534	1238	-2196
08	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	799822 / 192744 / 2535	875	-2223
10	24.09.2005	05.05.2006	21.09.2006	801491 / 191828 / 2932	1379	-182
10	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	801500 / 191823 / 2936	1014	135
11	24.09.2005	05.05.2006	22.09.2006	800719 / 192205 / 2724	1233	-1341
11	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	800718 / 192207 / 2726	836	-1161
12	24.09.2005	05.05.2006	22.09.2006	800403 / 192584 / 2600	1267	-2592
12	21.09.2006	03.05.2007	16.09.2007	800401 / 192586 / 2601	882	-2007

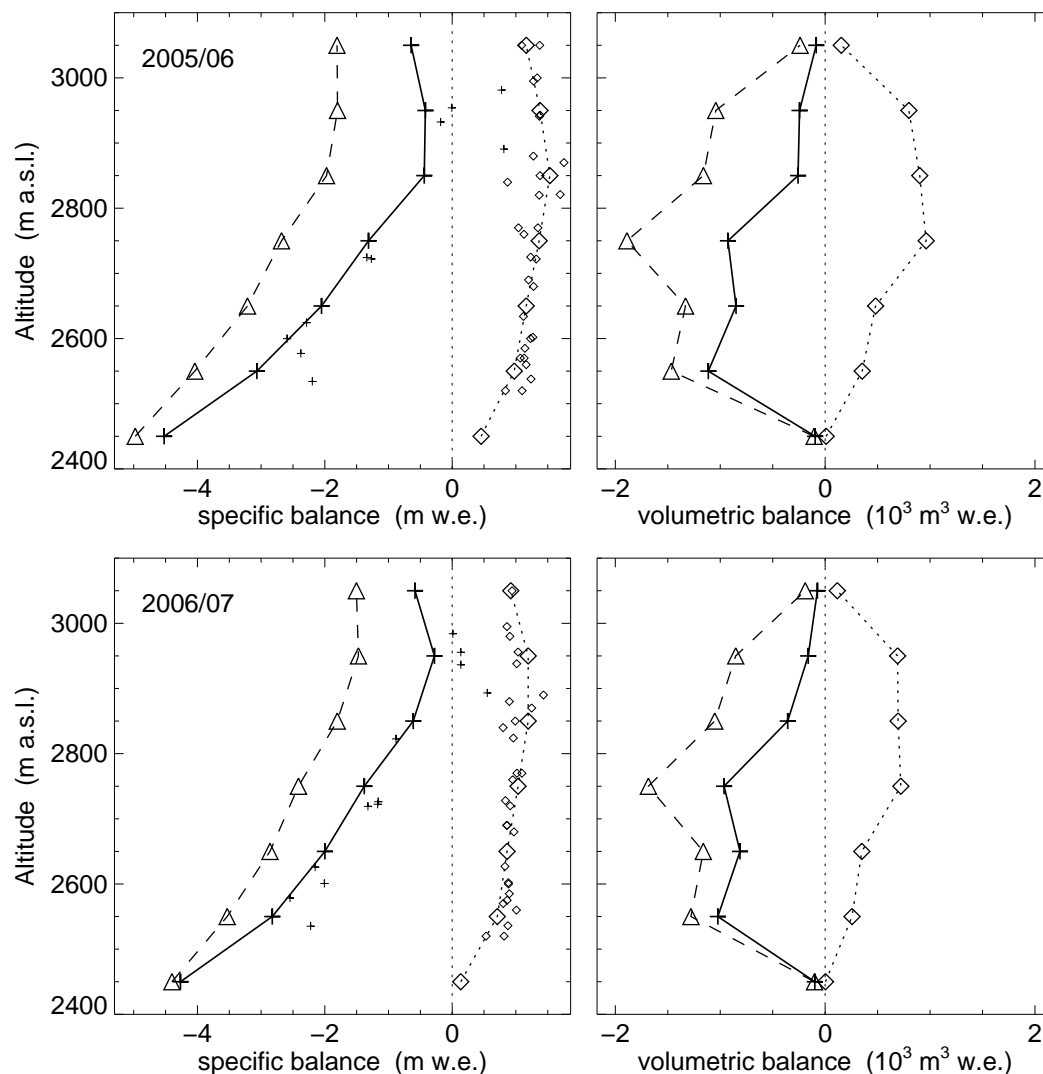


Figure 4.13: Specific (left) and volumetric (right) winter (dotted, \diamond), summer (dashed, \triangle) and net (continuous line, $+$) balance versus altitude for 2005/06 (top) and 2006/07 (bottom). Small symbols mark the individual measurements.

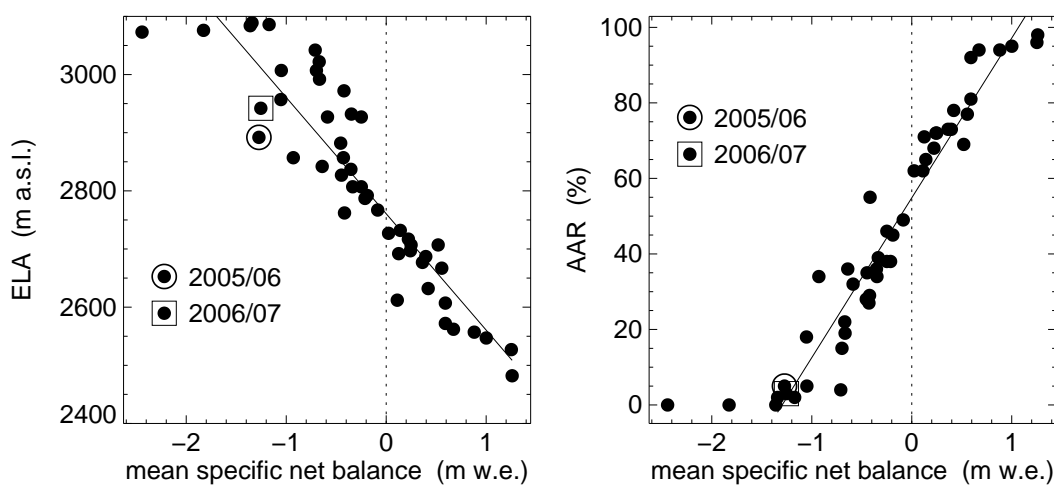


Figure 4.14: Equilibrium line altitude (ELA) and accumulation area ratio (AAR) versus mean specific net balance for the whole observation period.

4.7 Claridenfirn

Introduction

Measurements of the snow and firn accumulation and melt, as well as of precipitation values in the accumulation area of the Claridenfirn, have been undertaken by various researchers since 1914. The traditional glaciological method was applied by digging a snowpit down to the layer of ochre applied the previous autumn and measuring the water equivalents. Specific net balances were determined every autumn since 1957 and also regularly in spring at two plateau locations at altitudes of 2700 and 2900 m a.s.l. The reports dealing with the years 1914 to 1978 are published in Kasser et al. (1986). The method of measurement and the results from the period 1914-1984 are published in Müller and Kappenberger (1991). A further update of the measurements until 2007 (Sec. 4.10) allowed Huss and Bauder (2009) to separate accumulation and melt and to interpret the entire time series in terms of climatic influences.

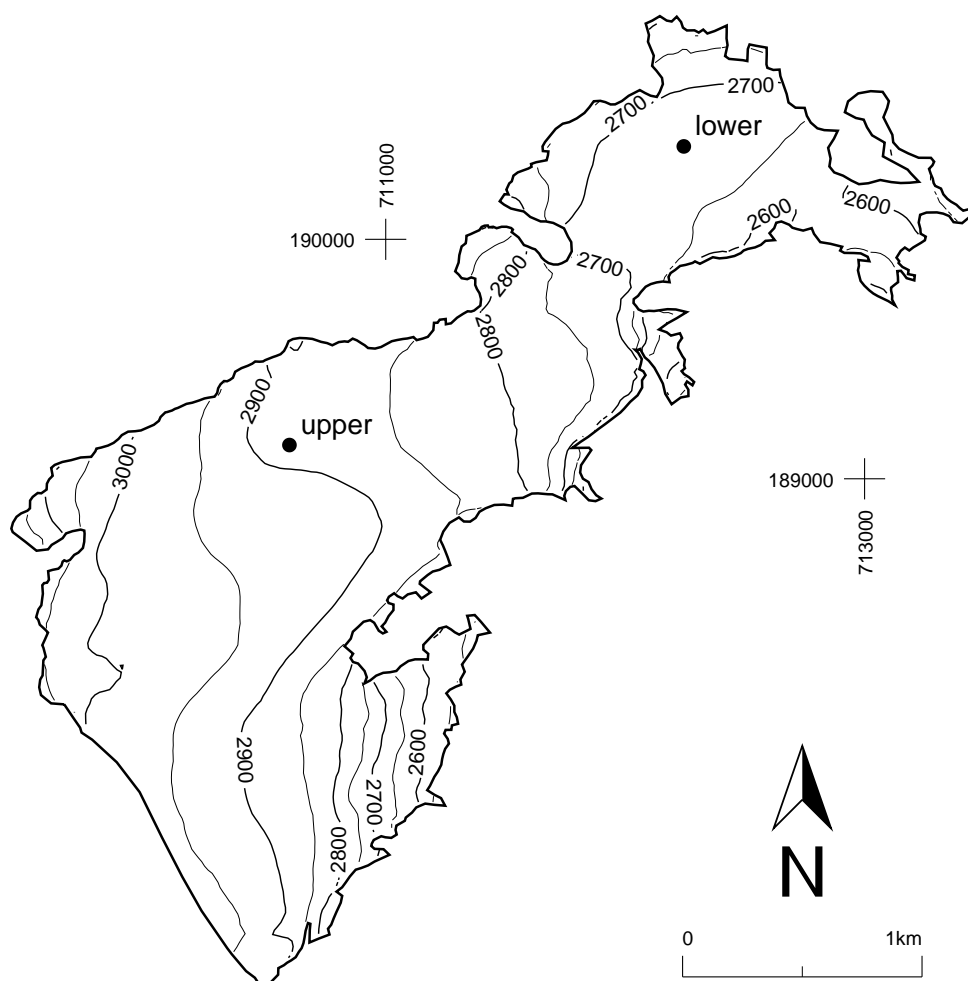


Figure 4.15: Surface topography and observational network of the Claridenfirn.

Investigations in 2005/06

The spring measurements were taken on May 15th. Additional snow probings were conducted in the vicinity of the sites. Percolation of melt water down to 1 meter at the upper stake was observed. The entire snow pack showed negative temperature, with -2 °C below the surface, -1.6 °C in 1 m depth and -4.5 °C in 4 m depth at the horizon of previous summer surface. The minimum temperature of -5.3 °C was measured in 3 m depth. The fall measurements were carried out on September 11th. The lower site was completely melted out just covered with snow accumulated in August. The investigations included snow probing at both stakes, snow pit measurements in spring and fall at the upper site, stake readings and determination of the position with a small theodolite in fall. In addition to the program on the glacier two precipitation totalizers were maintained and readings taken during spring and fall visits at Claridenhütte and Geissbüztstock.

Investigations in 2006/07

The spring field survey was carried out on April 22nd, and the late summer survey on September 24th (Table 4.8). The depth below surface to which percolation of melt water in spring has been propagate at the upper stake was found just about in 1.5 m and below the snow was still at negative temperatures. A minimum temperature of -4.9 °C was observed in 3.7 m depth about 30 cm above the surface horizon of the previous summer. The lower site was completely melted out in September, while at the upper site the accumulated snow from the winter season was covered by about 0.5 m fresh snow from September.

The second lowest winter accumulation since beginning of the measurements in 1915 resulted. Minimum winter accumulation with only 1.1 m w.e. at the upper stake was observed in May 1921. The same investigations as in the previous period have been performed on the glacier and at the precipitation totalizers. Only the surveying of the stake position was limited, due to bad visibility of fog and clouds during the fall visit.

Table 4.8: Claridenfirn - Individual stake measurements of winter and net balance.

stake	start	period spring	end	coordinates (m / m / m a.s.l.)	mass balance	
					b _w	b _n
					(mm w.e.)	
upper	10.09.2005	15.05.2006	11.09.2006	710598 / 189141 / 2900	1644	554
upper	11.09.2006	22.04.2007	24.09.2007	710598 / 189141 / 2900	1187	578
lower	10.09.2005	15.05.2006	11.09.2006	712245 / 190388 / 2700	1375	-585
lower	11.09.2006	22.04.2007	24.09.2007	712245 / 190388 / 2700	678	-1333

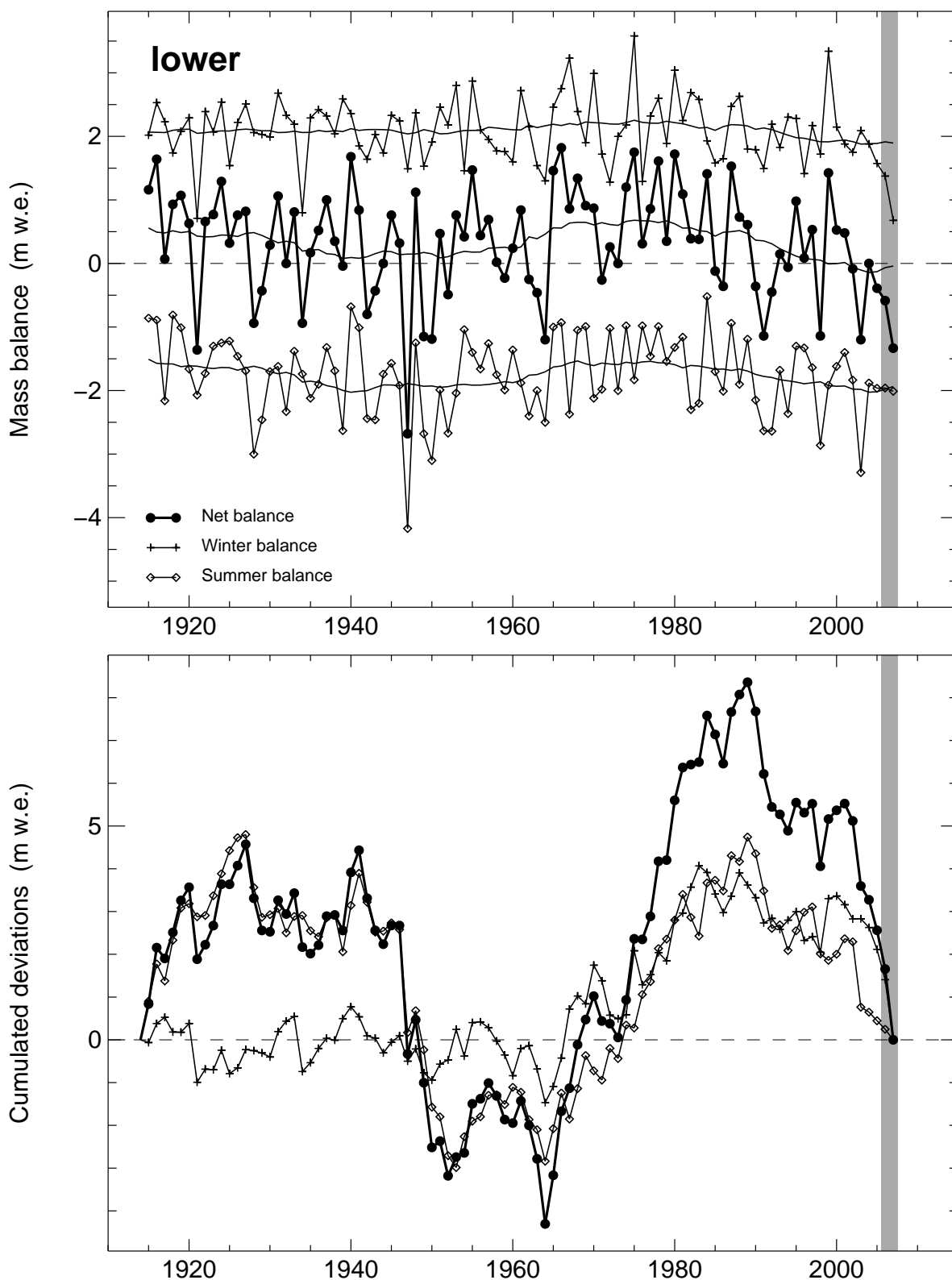


Figure 4.16: Mass balance (top) and cumulated deviation changes (bottom) of the lower stake on Claridenfirn over the whole observation period. The gray shaded area highlights the years of the current report.

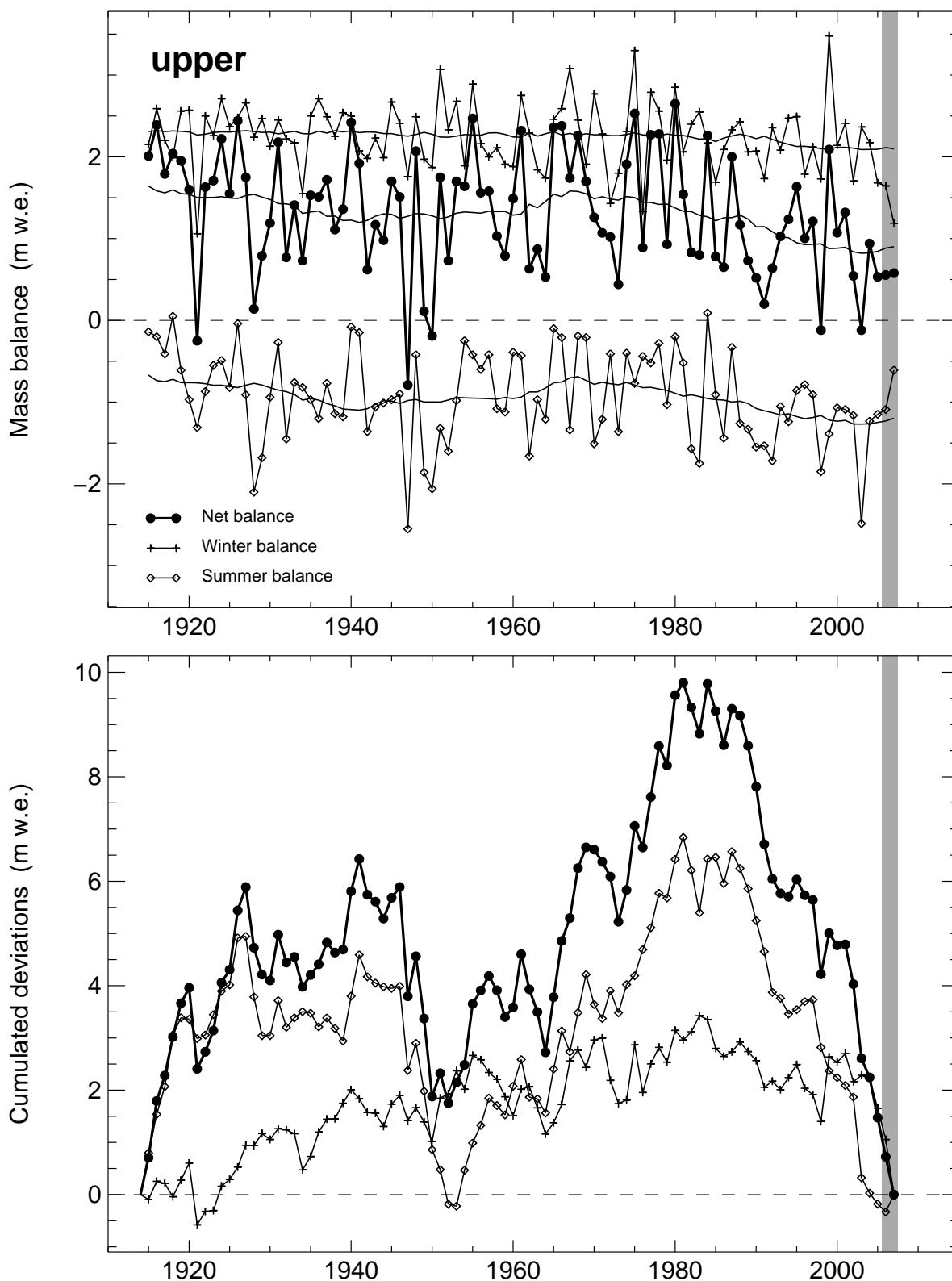


Figure 4.17: Mass balance (top) and cumulated deviation changes (bottom) of the upper stake on Claridenfirn over the whole observation period. The gray shaded area highlights the years of the current report.

4.8 Grosser Aletsch (Jungfraufirn)

Introduction

Grosser Aletschgletscher is the largest ice mass in the Alps and borders to the main northern Alpine crest. The three main tributaries merge at the Konkordiaplatz and form the common tongue which extends southwards for about 15 km. Starting in 1918, the first stake has been installed at 3350 m a.s.l. on Jungfraufirn and snow accumulation and net mass balance was measured almost continuously at P3 (Figure 4.18). Huss and Bauder (2009) compiled and homogenized all existing measurements to a continuous time series of seasonal resolution (Sec. 4.10).

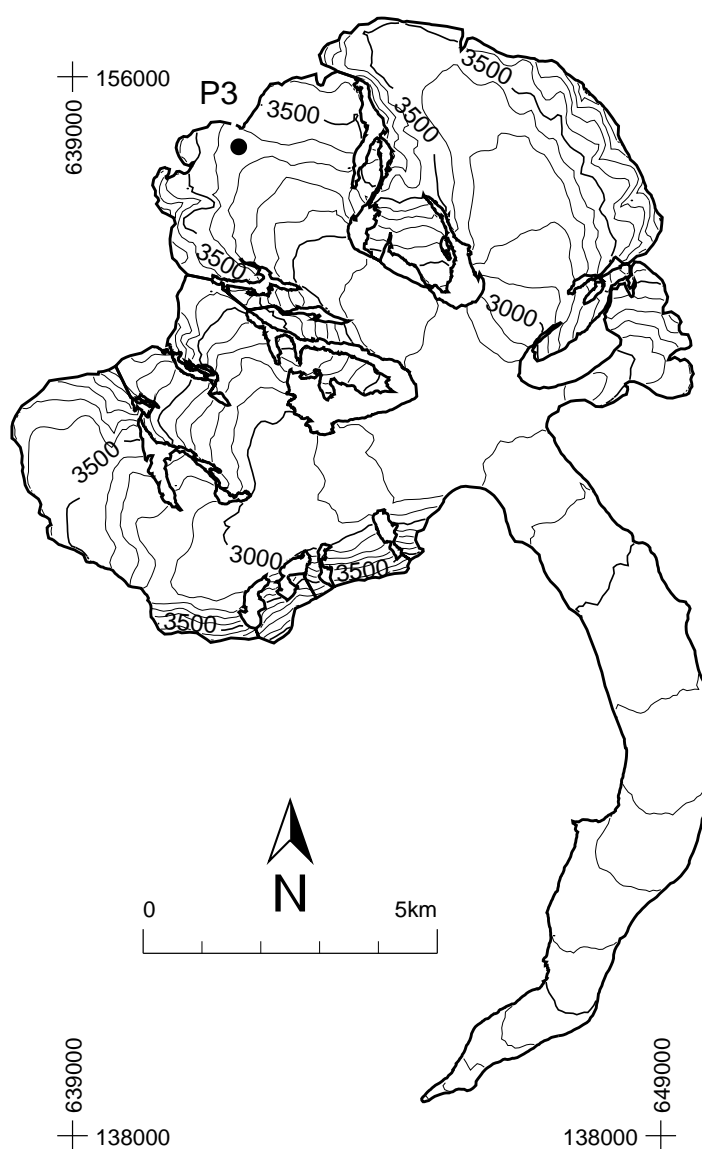


Figure 4.18: Surface topography and observational network of the Grosser Aletschgletscher.

Investigations in 2005/06

The measurements were taken in spring on May 17th and 18th and in fall on October 11th (Table 4.9). Snow probing and firn coring in May showed a homogeneous layer of winter accumulation with a few ice lenses. The very distinct crust of the end of summer surface of 2005 was clearly detectable. In October several ice lenses were found, but the horizon marking the previous summer surface was still clearly detectable.

Investigations in 2006/07

The spring field survey was carried out on May 19th, and the fall survey on October 7th (Table 4.9). The distinct horizon detected by snow probing in May seems a bit too deep compared to the stake readings and the firn coring. Two ice lenses were found in 1 m and 2.2 m depth. In October several horizons were detected by snow probing but none could be clearly related to the previous summer/autumn surface because no melting crust had formed (confirmed by the marked horizon visible in the firn cores).

Table 4.9: Aletsch - Individual stake measurements of winter and net balance.

stake	period			coordinates (m / m / m a.s.l.)	mass balance	
	start	spring	end		b _w	b _n
					(mm w.e.)	
P3	09.10.2005	17.05.2006	11.10.2006	641823 / 154808 / 3344	1543	1695
P3	11.10.2006	19.05.2007	07.10.2007	641823 / 154808 / 3343	1396	1977

4.9 Findelengletscher

Introduction

Findelengletscher is a valley glacier located in the southern Valais in the Zermatt area and primarily consists of Findelengletscher (13.4 km²) and its former tributary Adlergletscher (2.1 km²). The two glaciers cover an elevation range from 2520 m a.s.l. to 4110 m a.s.l. Findelengletscher is west-facing and is characterized by flat high-elevation accumulation basins and a comparably narrow glacier tongue. The Findelengletscher region is relatively dry with equilibrium line altitudes among the highest in the Alps.

Mass balance measurements on Findelengletscher were initiated in fall 2004 (Machguth, 2009) to obtain point information of mass balance for validation of numerical models. The measurements realized in the year 2004/05 are presented in this report for completeness.

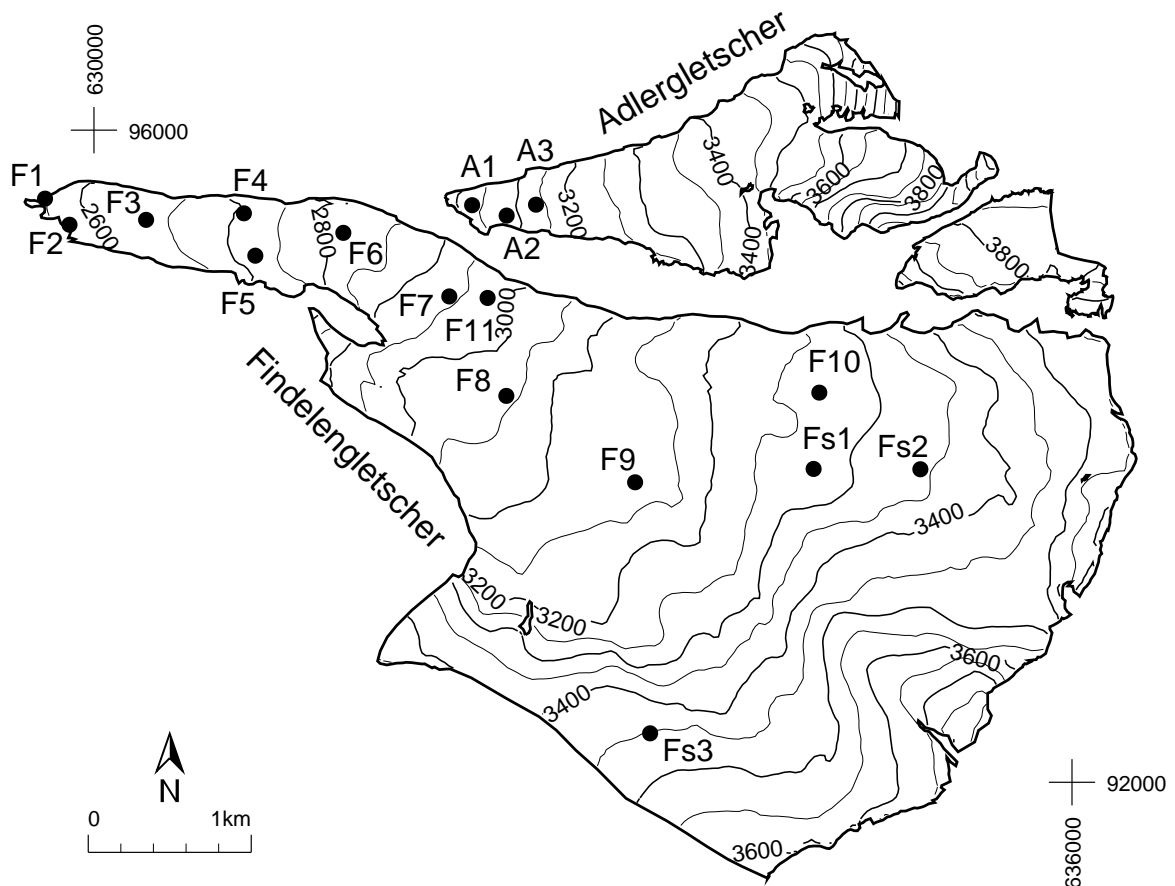


Figure 4.19: Surface topography and observational network on Findelengletscher and the former tributary Adlergletscher.

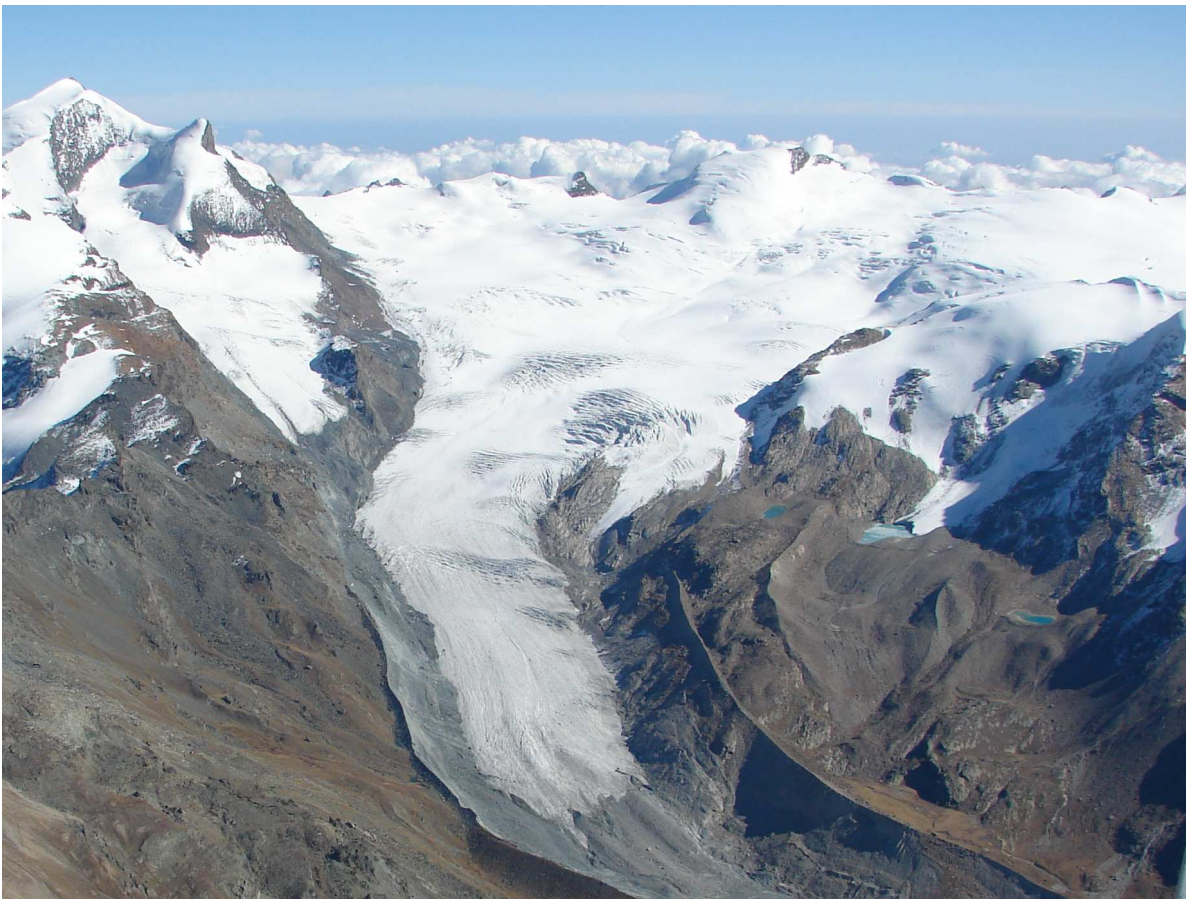
Investigations in 2005/06

The stake network on Findelengletscher was maintained on 17.10.2005 and the network was extended to Adlergletscher. Two field visits during the ablation season of 2006 resulted in additional

stake-readings (3 and 22 August). Autumn readings were conducted on 11.10.2006 and net balance values were determined for ten locations on Findelengletscher and three locations near the terminus of Adlergletscher. The equilibrium line altitude was roughly on 3300 m a.s.l. No measurements of winter balance were performed.

Investigations in 2006/07

Field surveys were carried out on 11.10.2006 and 8.10.2007. Two additional visits to the glacier were performed during summer (30 June, 5 August). Net balance could be determined at 13 locations on Findelengletscher, and at three stakes on Adlergletscher. The equilibrium line altitude was at approx. 3200 m a.s.l. No measurements of winter balance were performed.



Findelengletscher with the former tributary Adlergletscher in 2007 (Photo: G. Kappenberger)

Table 4.10: Findelen - Individual stake measurements of winter and net balance.

stake	start	period spring	end	coordinates (m / m / m a.s.l.)	mass balance	
					b _w (mm w.e.)	b _n
F1	28.10.2004		17.10.2005	629700 / 95580 / 2590		-7100
F1	17.10.2005		11.10.2006	629700 / 95580 / 2590		-8000
F1	11.10.2006		08.10.2007	629700 / 95580 / 2590		-7300
F2	28.10.2004		17.10.2005	629850 / 95420 / 2580		-7500
F2	17.10.2005		11.10.2006	629790 / 95420 / 2580		-7400
F2	11.10.2006		08.10.2007	629850 / 95420 / 2580		-7200
F3	28.10.2004		17.10.2005	630320 / 95450 / 2660		-5700
F3	17.10.2005		11.10.2006	630320 / 95450 / 2660		-6200
F3	11.10.2006		08.10.2007	630320 / 95450 / 2660		-5500
F4	28.10.2004		17.10.2005	630920 / 95490 / 2720		-5000
F4	17.10.2005		11.10.2006	630920 / 95490 / 2720		-5600
F4	11.10.2006		08.10.2007	630920 / 95490 / 2720		-4900
F5	28.10.2004		17.10.2005	630990 / 95230 / 2730		-5300
F5	17.10.2005		11.10.2006	630990 / 95230 / 2730		-6000
F5	11.10.2006		08.10.2007	630990 / 95230 / 2730		-5700
F6	28.10.2004		17.10.2005	631530 / 95370 / 2810		-4300
F6	17.10.2005		11.10.2006	631530 / 95370 / 2810		-4600
F6	11.10.2006		08.10.2007	631530 / 95370 / 2810		-3800
F7	11.10.2006		08.10.2007	632180 / 94980 / 2950		-2400
F8	28.10.2004		17.10.2005	632530 / 94370 / 3050		-1400
F8	17.10.2005		11.10.2006	632530 / 94370 / 3050		-3000
F8	11.10.2006		08.10.2007	632530 / 94370 / 3050		-1600
F9	11.10.2006		08.10.2007	633320 / 93840 / 3140		-500
F10	28.10.2004		17.10.2005	634450 / 94390 / 3270		200
F10	17.10.2005		11.10.2006	634450 / 94390 / 3270		-600
F10	11.10.2006		08.10.2007	634450 / 94390 / 3270		200
F11	11.10.2006		08.10.2007	632415 / 94971 / 3000		-3000
Fs1	28.10.2004		17.10.2005	634415 / 93922 / 3290		300
Fs1	11.10.2006		08.10.2007	634415 / 93922 / 3290		200
Fs2	17.10.2005		11.10.2006	635070 / 93920 / 3350		1000
Fs2	11.10.2006		08.10.2007	635070 / 93920 / 3350		1000
Fs3	17.10.2005		11.10.2006	633412 / 92300 / 3460		1600
A1	17.10.2005		11.10.2006	632320 / 95540 / 3040		-2600
A1	11.10.2006		08.10.2007	632320 / 95540 / 3040		-2100
A2	17.10.2005		11.10.2006	632532 / 95476 / 3090		-2600
A2	11.10.2006		08.10.2007	632532 / 95476 / 3090		-1900
A3	17.10.2005		11.10.2006	632712 / 95543 / 3130		-2700
A3	11.10.2006		08.10.2007	632712 / 95543 / 3130		-1800

4.10 Homogenized time-series

Long-term seasonal measurements at individual stakes have been analysed for one stake on Grosser Aletschgletscher (Sec. 4.8), two stakes on Claridenfirn (Sec. 4.7) and one stake on Silvretta-gletscher (Sec. 4.6) (Huss and Bauder, 2009). The resulting homogenized time-series 1914–2007 of specific winter and net balance for comparable fixed date periods (winter: 1 Oct - 30 Apr; net: 1 Oct - 30 Sep) of the hydrological year are presented in Table 4.11.

The measurement sites are located at or above the long-term equilibrium line in locally flat terrain. The monitoring program included readings at the stake, snow probing and measurements in snow pits or by drilling to a marked horizon. It was consistent at all sites with two field surveys at the end of the winter between April and June and again in September. However, density information was not systematically reported before 1960 (Firnberichte, 1914–1978; Müller and Kappenberger, 1991; Glaciological reports, 1881–2009). The measurement series have little data gaps. The stakes are annually moved back to initial position, which kept unchanged except at stake Silvretta BU that was moved about 200 m to the north without significant change in elevation in 1987. Lowering in surface elevation due to the general glacier mass loss since 1914 is between 10 m at Aletsch P3 and 21 m at Clariden lower. In order to obtain comparable mass balance series based on the winter and late summer field survey performed on varying dates a daily mass-balance model was used (Huss and Bauder, 2009). Based on meteorological data mass balance was temporally interpolated between the exact dates of the field visits and data gaps could be filled.

Table 4.11: Homogenized long-term mass-balance time-series of individual stakes measured on Grosser Aletschgletscher (P3), Claridenfirn (lower and upper) and Silvrettagletscher (BU) during 1914–2007 with specific winter and net balance for fixed date periods 1 Oct - 30 Apr (b_w) and 1 Oct - 30 Sep (b_n).

period	Aletsch P3		Clariden lower		Clariden upper		Silvretta BU	
	b_w	b_n	b_w	b_n	b_w	b_n	b_w	b_n
	(mm w.e.)		(mm w.e.)		(mm w.e.)		(mm w.e.)	
1914/15	1923	3100	2104	1426	2171	2584	2184	1363
1915/16	1992	3316	2011	2009	2027	2629	2034	510
1916/17	1791	2241	2080	-461	1772	1201	1400	-1011
1917/18	1961	3104	1894	1129	1937	2226	850	686
1918/19	1519	1441	2128	1021	2150	1912	1541	355
1919/20	2327	2636	2350	642	2421	1546	2219	585
1920/21	731	387	692	-1613	754	-371	762	-2266
1921/22	2317	2962	2113	1021	2258	1905	940	399
1922/23	1865	1757	2181	852	2203	1831	1269	62
1923/24	1962	2732	2200	1122	2296	2061	1470	382
1924/25	1185	2142	1768	751	2483	2063	1227	393
1925/26	1143	1397	1542	341	1701	2079	1665	464
1926/27	1985	2528	2541	1482	2682	2273	1644	778
1927/28	1481	1409	1422	-1360	1555	-207	1182	-1008
1928/29	2341	2213	2070	-603	2105	652	1283	-709

period	Aletsch P3		Clariden lower		Clariden upper		Silvretta BU	
	b _w (mm w.e.)	b _n	b _w (mm w.e.)	b _n	b _w (mm w.e.)	b _n	b _w (mm w.e.)	b _n
1929/30	1282	2007	1473	590	1603	1424	931	-314
1930/31	1777	2453	4039	960	2894	2133	1431	574
1931/32	959	1414	1843	-279	1663	637	1006	-696
1932/33	1438	2858	1566	1198	1563	1733	1042	427
1933/34	1183	1626	872	-1190	1284	393	821	-340
1934/35	2329	2257	2489	306	2566	1630	2330	432
1935/36	2369	3637	2278	484	2380	1416	1620	358
1936/37	2455	2976	2391	969	2401	1651	1563	348
1937/38	1848	3420	1644	169	1801	977	1201	-263
1938/39	1353	2472	2167	230	2039	1399	1402	-165
1939/40	1941	3848	2501	1696	2608	2248	1688	966
1940/41	1746	2272	1814	621	1865	1786	1260	525
1941/42	1341	1731	1418	-545	1760	970	1171	-672
1942/43	1718	2285	1450	-531	1590	1077	1206	-58
1943/44	1202	1328	1319	8	1421	926	1685	-229
1944/45	2216	2616	2631	946	2708	1849	2476	238
1945/46	1435	2404	2051	-49	2095	1118	1296	9
1946/47	1798	1212	1335	-2780	1483	-867	1104	-2042
1947/48	2540	4256	2410	1126	2548	2463	2313	1125
1948/49	1424	1067	1330	-1490	1638	-148	1039	-1150
1949/50	1665	1496	1772	-1890	1767	71	1256	-1105
1950/51	2029	2534	2414	320	2809	1562	1571	-46
1951/52	1993	1669	2197	-152	2286	1145	1238	-444
1952/53	1823	2297	2683	427	2312	1346	1613	-173
1953/54	1607	2795	1156	498	1487	1775	1190	145
1954/55	1340	1899	2579	1361	2667	2234	1945	692
1955/56	1559	2562	1848	307	1843	1457	1616	323
1956/57	1563	1210	1846	973	1840	1849	1432	493
1957/58	1685	1588	2110	-336	2214	692	1493	-621
1958/59	1751	1656	1602	-524	1703	578	1205	-1210
1959/60	1679	2710	1655	951	1845	2152	1060	834
1960/61	1968	2124	2062	55	2137	1550	1339	89
1961/62	1610	1546	2029	494	2239	1179	1375	-537
1962/63	1667	1772	1215	-529	1546	790	1014	-910
1963/64	1470	1366	1240	-1097	1548	569	1077	-1425
1964/65	1671	2929	2115	1502	2107	2457	1547	1156
1965/66	1900	2412	2759	1685	2539	2232	1503	1335
1966/67	2135	2717	2589	771	2437	1673	1658	348
1967/68	1790	2537	1913	1782	2035	2688	1464	351
1968/69	1919	2244	1466	398	1397	1280	899	-302
1969/70	1793	2060	2578	1059	2435	1342	1424	136
1970/71	1073	1207	1390	-190	1651	1069	997	-767
1971/72	1450	1678	932	203	1097	951	692	88

period	Aletsch P3		Clariden lower		Clariden upper		Silvretta BU	
	b _w (mm w.e.)	b _n	b _w (mm w.e.)	b _n	b _w (mm w.e.)	b _n	b _w (mm w.e.)	b _n
1972/73	1334	1441	1835	-102	1638	347	1068	-1209
1973/74	1196	2115	1983	1407	2090	2177	1332	516
1974/75	2015	2493	3427	1469	3016	2250	1635	439
1975/76	1592	1890	1331	385	1304	960	906	396
1976/77	2561	3234	2195	981	2707	2327	1511	250
1977/78	2212	2885	2278	1511	2287	2281	1281	850
1978/79	1941	1639	1621	436	1643	1006	1101	-10
1979/80	2376	3140	2531	1628	2436	2517	1590	868
1980/81	1681	2231	2142	1156	1965	1574	1607	531
1981/82	1734	1905	2659	154	2310	688	1699	-525
1982/83	2201	1796	1969	508	1877	866	1412	-342
1983/84	1660	2855	1702	1565	1923	2265	1184	677
1984/85	1212	1673	1397	-311	1541	687	1195	1138
1985/86	1952	2516	1681	-179	1987	781	1162	-910
1986/87	2115	3067	1806	1641	1743	2062	1079	-581
1987/88	1823	2235	2709	787	2437	1217	1393	-495
1988/89	1708	2665	1860	733	2084	843	1252	-412
1989/90	1362	1800	1839	-343	1917	481	1179	-769
1990/91	1500	1835	1031	-1182	1338	352	763	-1769
1991/92	1168	1061	2163	-557	2178	468	1879	-1095
1992/93	2028	2952	1739	273	1987	1103	1607	-326
1993/94	1805	2233	2123	-129	2277	1157	1528	-857
1994/95	2306	2781	2187	1155	2389	1784	1554	94
1995/96	1036	1993	799	-17	1072	942	646	482
1996/97	1862	2056	2217	222	2069	937	1490	51
1997/98	1554	1752	1776	-648	1799	460	1013	-1056
1998/99	1371	1744	2855	969	2818	1532	2118	-274
1999/00	1858	2385	2236	743	2106	1126	1885	283
2000/01	3009	4553	1934	797	2421	1545	1693	985
2001/02	1009	2802	1361	-143	1353	572	891	-858
2002/03	1840	920	2164	-1478	2267	-365	1350	-2425
2003/04	1678	2391	1730	321	1997	1308	1567	131
2004/05	1536	1906	1286	-626	1268	347	1038	-1003
2005/06	1277	1527	1160	-905	1391	278	1214	-1345
2006/07	1150	1988	501	-1050	1098	768	762	-865

5 Velocity

5.1 Introduction

On some specific glaciers (Figure 5.1) long-term investigations are carried out with measurements of the ice flow velocity. The VAW/ETHZ has been under contract by the two hydro-electric power companies Kraftwerke Mattmark and Force Motrice de Mauvoisin SA to survey the glaciers in the operated catchments. The main objective of this research assignment is to observe the flow conditions of the glaciers, particularly with regard to their potential threat to the buildings and operation of the power station in the valley. The observations are mainly focused on the two glaciers Giétro and Corbassière in the Mauvoisin area (Val de Bagnes) and the two glaciers Allalin and Schwarzberg in the Mattmark area (Saastal).



Figure 5.1: Investigated glaciers for velocity measurements.

5.2 Glacier du Giétro

Introduction

One of the longest measurement series in existence, for Glacier du Giétro (Figure 5.2) in Val de Bagnes (Valais), is being continued by VAW/ETHZ under contract of the Force Motrice de Mauvoisin SA. The aim of these annual observations is the early recognition of glacier break-off, which can endanger the dammed lake located below it. The measurements, which have been carried out for more than 30 years, include periods of glacier growth and recession (VAW, 1997, 1998; Bauder et al., 2002; Raymond et al., 2003).

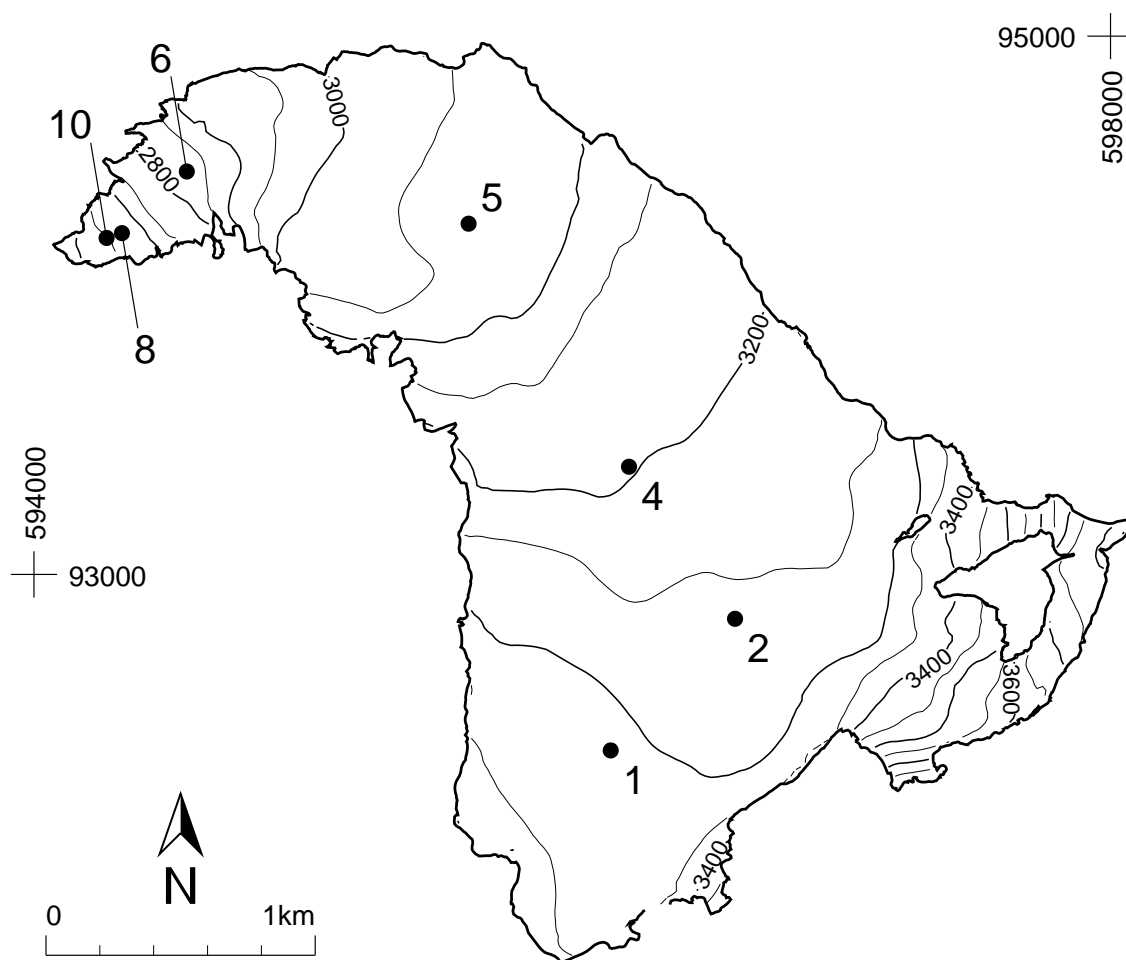


Figure 5.2: Surface topography and observational network of the Glacier du Giétro.

Figure 5.3 shows the velocity measurements at 7 stakes along the central flow line of the glacier, taken since 1966. There are 3 distinct periods: in the first (1966-1976), the velocities in the accumulation area (stakes 1, 2 and 4) are approximately 5-7 m per year, in the central region of the glacier (stake 5) about 80-95 m per year and in the tongue area (stakes 6, 8 and 10) they are in the range of 55-70 m annually. The second period (1977 to 1982) is marked by a distinct acceleration phase, in which the speeds (for example at stake 6) increase from 80 m to 120 m per

year. From the middle of the 1980s onward, the velocities decrease sharply again and in the last year have reached the lowest values measured since 1966.

Investigations in 2005/06 and in 2006/07

The field survey in late summer 2006 was carried out on September 5th. The melt out has proceeded in July above the firn plateau. Some fresh snow accumulated from snow falls in August and early September.

On September 3rd 2007, the field measurements were taken in the second period. The position of the snowline was just below the lower edge of firn plateau on an altitude of about 3225 m a.s.l. Accumulation of winter snow was observed at the stakes P1 and P2.

Velocity in 2005/06 and in 2006/07

In the first period the ice velocity decreased at all stakes while in the second period not much change or a slight increase at some stake was observed. The two stakes closest to the terminus (P8, P10) continued the pronounced decrease. There the decreasing speed results from the significant reduction of the ice thickness over the past couple years. The two sites may have to be soon given up due to complete ice melt.

Table 5.1: Glacier du Giéto - Individual measurements of annual flow velocity and thickness change

stake	period		coordinates (m / m / m a.s.l.)	thickness change (m)	velocity (m a ⁻¹)
	start	end			
P1	06.09.2006	03.09.2007	596143 / 92346 / 3310	0.64	4.18
P2	31.08.2005	06.09.2006	596605 / 92835 / 3255	-1.22	9.44
P2	06.09.2006	03.09.2007	596605 / 92835 / 3255	0.84	9.71
P4	31.08.2005	06.09.2006	596211 / 93400 / 3195	-0.91	14.72
P4	06.09.2006	03.09.2007	596211 / 93400 / 3195	0.01	14.32
P5	31.08.2005	06.09.2006	595615 / 94303 / 3060	-0.77	20.82
P5	06.09.2006	03.09.2007	595615 / 94303 / 3060	-0.54	21.11
P6	31.08.2005	06.09.2006	594568 / 94497 / 2830	-2.27	32.43
P6	06.09.2006	03.09.2007	594568 / 94497 / 2830	-0.76	34.73
P8	31.08.2005	06.09.2006	594327 / 94268 / 2670		7.07
P8	06.09.2006	03.09.2007	594327 / 94268 / 2670	-5.57	6.58
P10	31.08.2005	06.09.2006	594270 / 94250 / 2660		4.55
P10	06.09.2006	03.09.2007	594270 / 94250 / 2660	-6.03	3.85

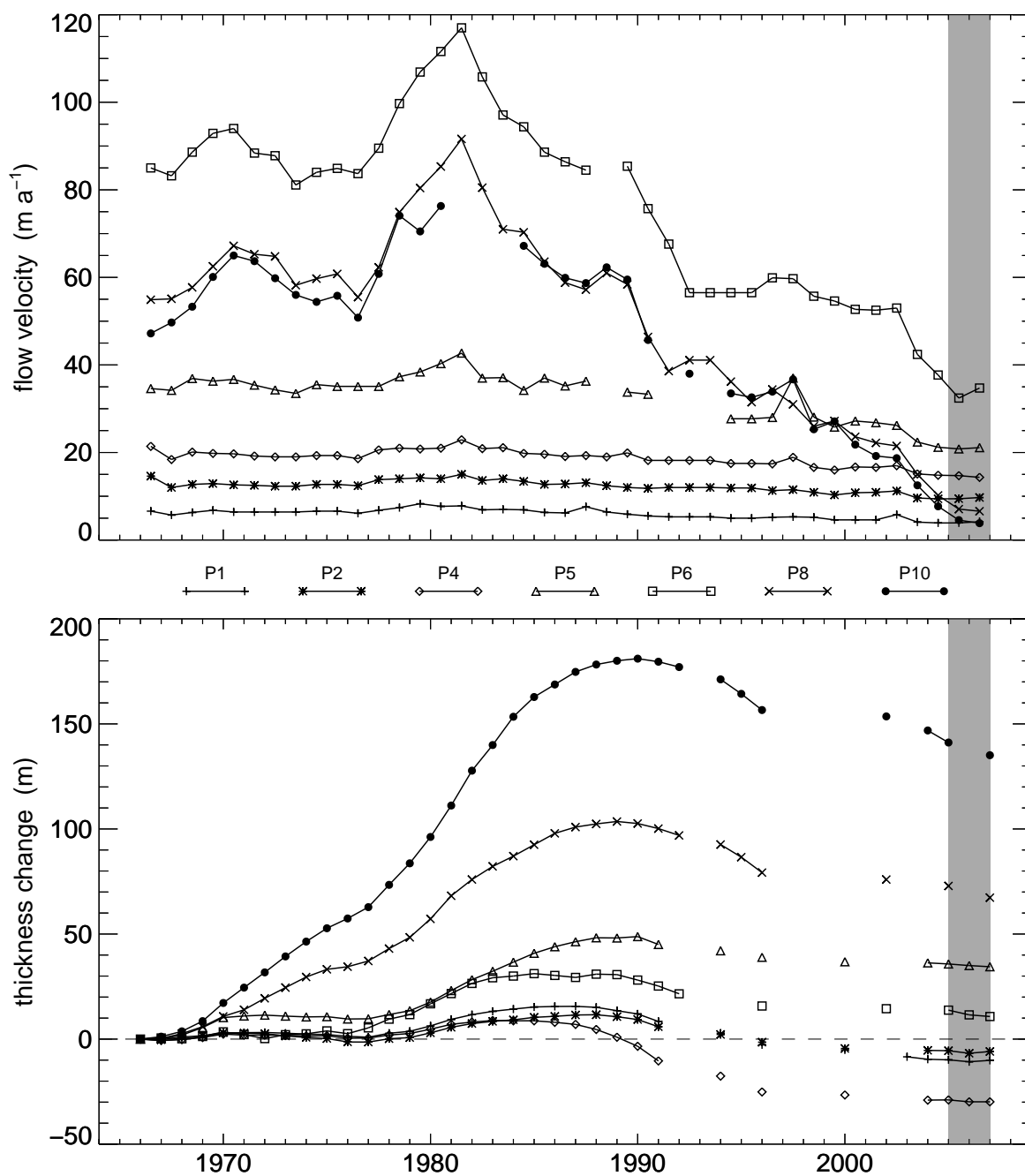


Figure 5.3: Annual flow velocities (top) and thickness change (bottom) of the Glacier du Giéto at all 7 stakes. Note the gaps that hamper the interpretation of the total thickness change. The gray shaded area highlights the years of the current report.

5.3 Glacier de Corbassière

Introduction

Glacier de Corbassière (Figure 5.4) has been under observation since 1955 by taking length change measurements. This glacier was threatening the water intake of the Mauvoisin power company at the front of the tongue. In the ablation area of the glacier, two profiles made by stakes are observed annually to determine the velocities (Table 5.2). Figure 5.5 shows the annual velocities for the two profiles since 1967.

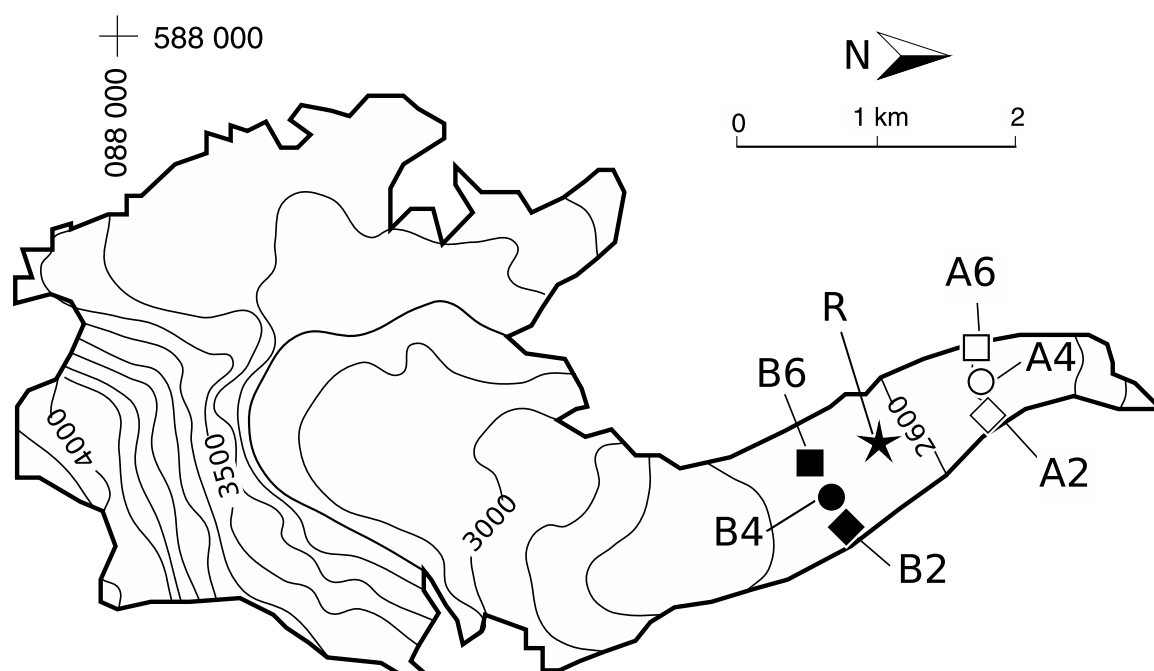


Figure 5.4: Surface topography and observational network of the Glacier du Corbassière.

Investigations in 2005/06 and in 2006/07

The field surveys were carried out on September 7th in 2006 and on September 4th in 2007, respectively. As in previous years seven stakes were maintained on the glacier tongue

Velocity in 2005/06 and in 2006/07

The ice velocity decreased in the two periods at all stakes. The general trend toward steadily decreasing ice flow velocity accompanied by a lowering of surface is sustained.

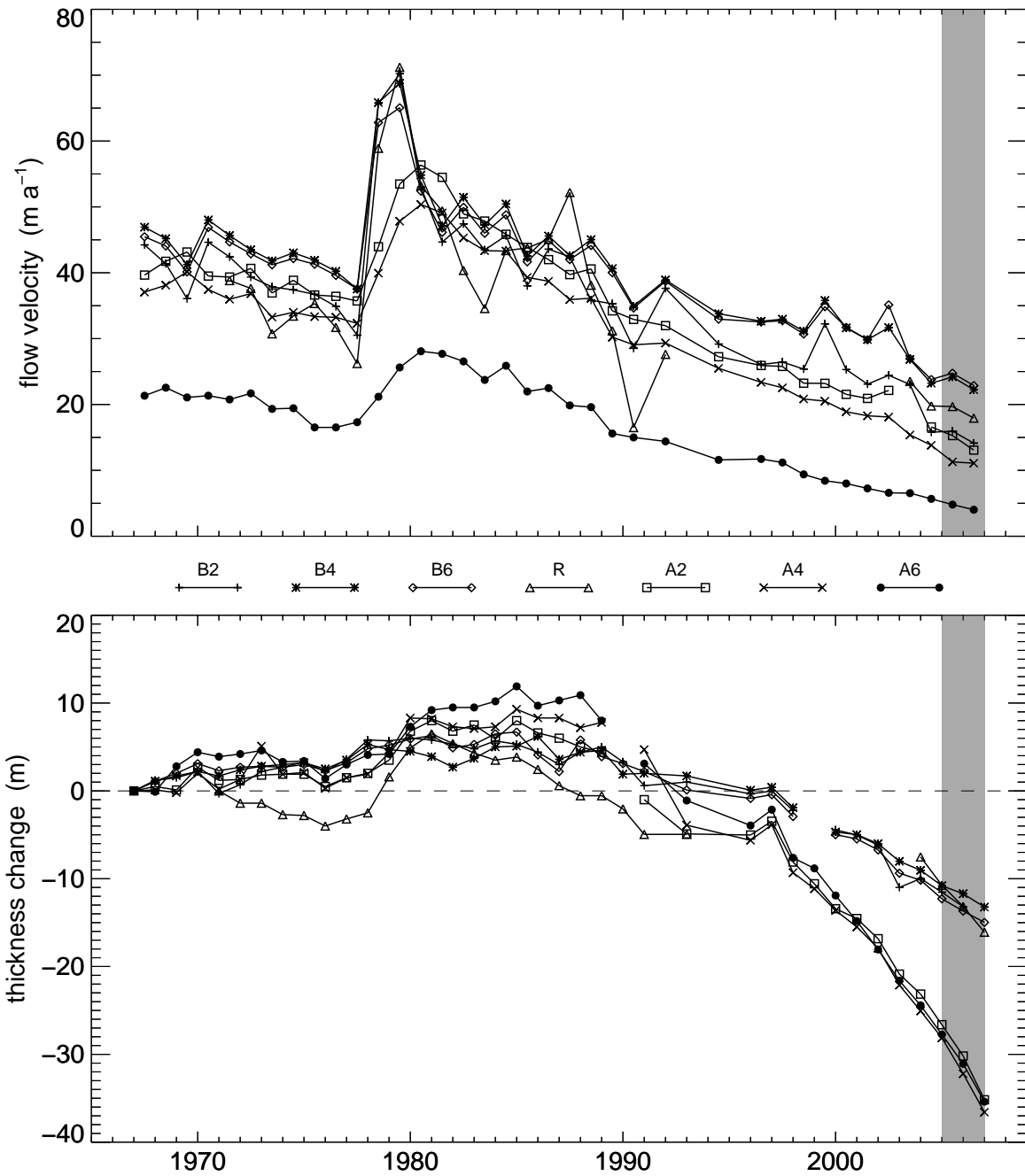


Figure 5.5: Annual flow velocities (top) and thickness change (bottom) of the Glacier de Corbassière at two profiles with 3 stakes each and the additional stake in between. The gray shaded area highlights the years of the current report.

Table 5.2: Glacier de Corbassière - Individual measurements of annual flow velocity and thickness change

stake	period		coordinates (m / m / m a.s.l.)	thickness change (m)	velocity (m a ⁻¹)
	start	end			
B2	01.09.2005	07.09.2006	589577 / 93202 / 2650	-1.65	15.96
B2	07.09.2006	04.09.2007	589577 / 93202 / 2650		14.13
B4	01.09.2005	07.09.2006	589392 / 93101 / 2650	-0.91	24.18
B4	07.09.2006	04.09.2007	589392 / 93101 / 2650	-1.52	22.24
B6	01.09.2005	07.09.2006	589230 / 93012 / 2655	-1.40	24.76
B6	07.09.2006	04.09.2007	589230 / 93012 / 2655	-1.28	22.88
R	01.09.2005	07.09.2006	589150 / 93650 / 2620	-2.41	19.69
R	07.09.2006	04.09.2007	589150 / 93650 / 2620	-2.94	17.93
A2	01.09.2005	07.09.2006	588650 / 94315 / 2475	-3.56	15.28
A2	07.09.2006	04.09.2007	588650 / 94315 / 2475	-4.99	13.08
A4	01.09.2005	07.09.2006	588450 / 94257 / 2460	-4.08	11.28
A4	07.09.2006	04.09.2007	588450 / 94257 / 2460	-4.38	11.09
A6	01.09.2005	07.09.2006	588273 / 94207 / 2470	-3.34	4.80
A6	07.09.2006	04.09.2007	588273 / 94207 / 2470	-4.31	4.02

Glacier de Corbassière in 2007 (Photo: U. Bläsi, www.airbox.ch/air/)

5.4 Mattmark

Introduction

First ice flow velocity and mass balance measurements in the Mattmark area date back to 1955 (VAW, 1999; Antoni, 2005). Investigations were carried out with a network of up to 22 stakes on the glaciers Allalin, Hohlaub, Kessjen, Schwarzberg and Tälliboden. Currently, measurements are continued on 10 selected stakes as part of the investigations by VAW/ETHZ for the Mattmark hydro-power company (Figure 5.6).

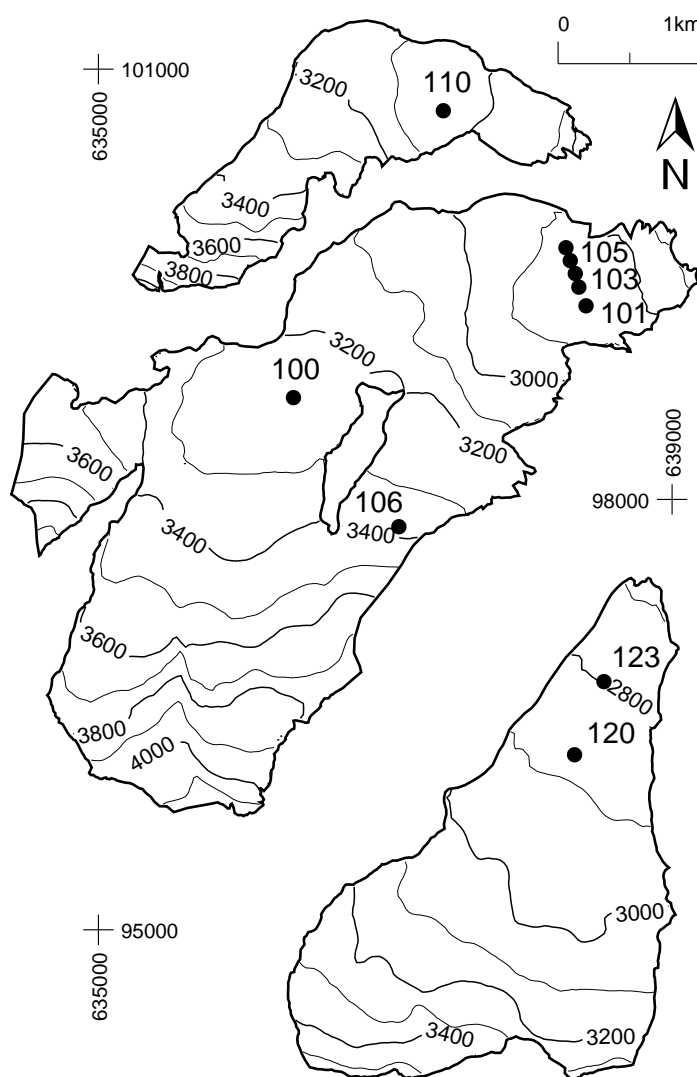


Figure 5.6: Surface topography and observational network of the Mattmark glaciers.

Investigations in 2005/06

The measurements on Schwarzberggletscher and of the stakes along the profile on the tongue of Allalिंगgletscher were taken on September 13th 2006. The three other stakes on Hohlaubgletscher

and upper section of Allalingsletscher have not been surveyed due to bad weather. Results of the horizontal flow velocity and thickness change are given in Tables 5.3 and 5.5.

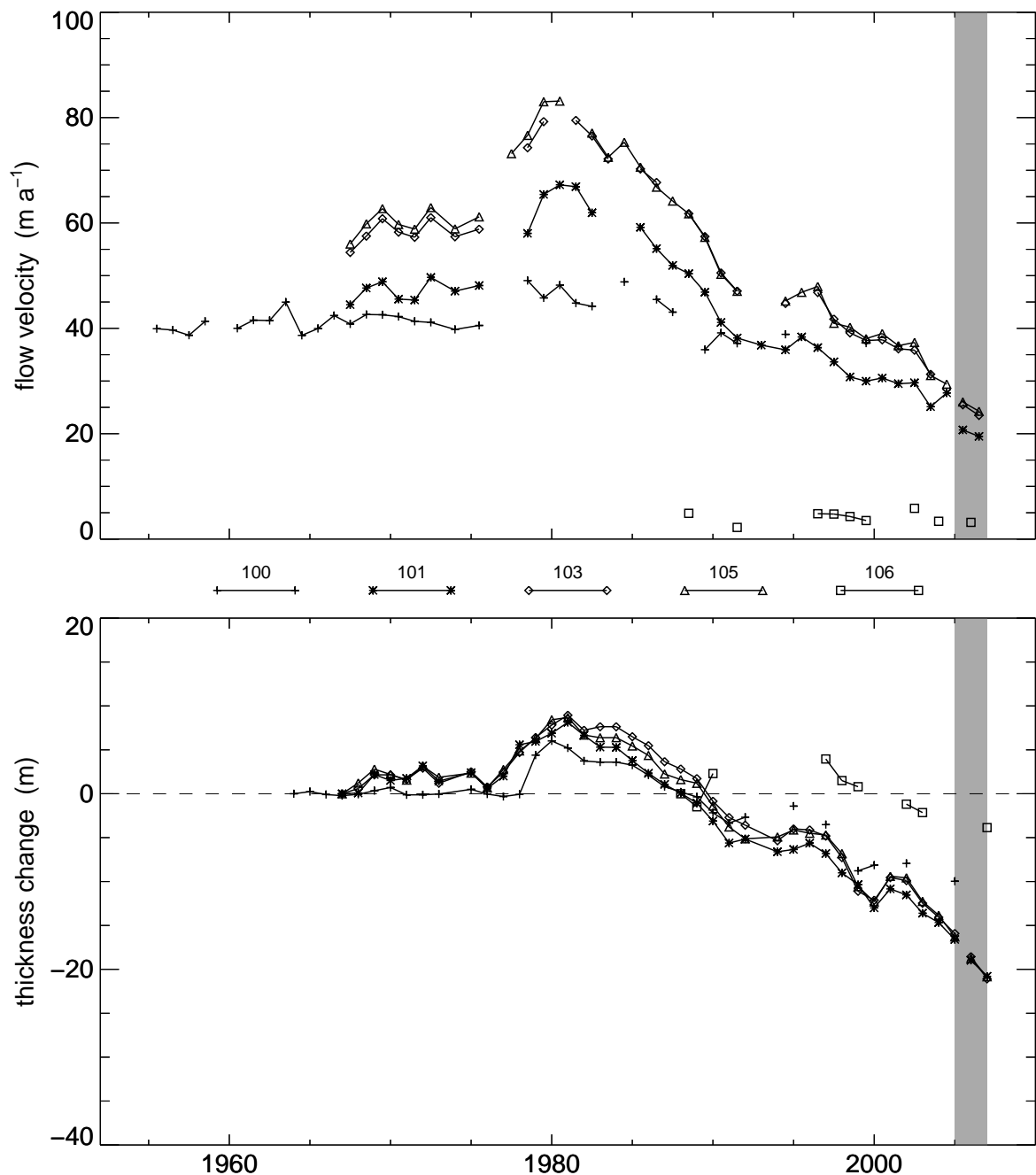


Figure 5.7: Annual flow velocities (top) and thickness change (below) of the Allalingsletscher at 5 stakes. The gray shaded area highlights the years of the current report.

Investigations in 2006/07

The field survey was carried out on September 21th and all stakes except 100 on Allalingsletscher, Hohlaubgletscher, and Schwarzberggletscher have been surveyed. Due to the fact that no survey took place in 2006 in the upper section of Allalingsletscher and on Hohlaubgletscher, mean flow

velocity, and thickness change could only be determined over a two year period. The results of the horizontal flow velocity and thickness change are presented in Tables 5.3, 5.4 and 5.5.

Table 5.3: Allalin - Individual measurements of annual flow velocity and thickness change

stake	period		coordinates	thickness change	velocity
	start	end	(m / m / m a.s.l.)	(m)	(m a ⁻¹)
101	14.09.2005	13.09.2006	638400 / 99360 / 2850	-2.37	20.71
101	13.09.2006	21.09.2007	638400 / 99360 / 2850	-1.83	19.49
102	14.09.2005	13.09.2006	638350 / 99480 / 2850	-2.40	24.47
102	13.09.2006	21.09.2007	638350 / 99480 / 2850	-2.01	22.76
103	14.09.2005	13.09.2006	638325 / 99575 / 2855	-2.64	25.50
103	13.09.2006	21.09.2007	638325 / 99575 / 2855	-2.52	23.47
104	14.09.2005	13.09.2006	638290 / 99665 / 2865	-3.10	26.06
104	13.09.2006	21.09.2007	638290 / 99665 / 2865	-1.75	24.00
105	14.09.2005	13.09.2006	638260 / 99755 / 2885	-2.44	26.03
105	13.09.2006	21.09.2007	638260 / 99755 / 2885	-2.10	24.26
106	14.09.2005	21.09.2007	637095 / 97810 / 3375	-1.71	3.17

Table 5.4: Hohlaub - Individual measurements of annual flow velocity and thickness change

stake	period		coordinates	thickness change	velocity
	start	end	(m / m / m a.s.l.)	(m)	(m a ⁻¹)
110	15.09.2005	21.09.2007	637405 / 100710 / 3050	-1.99	9.35

Table 5.5: Schwarzberg - Individual measurements of annual flow velocity and thickness change

stake	period		coordinates	thickness change	velocity
	start	end	(m / m / m a.s.l.)	(m)	(m a ⁻¹)
120	14.09.2005	13.09.2006	638320 / 96220 / 2880	-2.65	10.44
120	13.09.2006	21.09.2007	638320 / 96220 / 2880	-2.27	10.05
123	14.09.2005	13.09.2006	638525 / 96730 / 2805	-2.45	9.18
123	13.09.2006	21.09.2007	638525 / 96730 / 2805	-2.54	8.44

References

- Antoni, C. (2005). Langjährige Messreihen in den Schweizer Alpen. Praktikumsarbeit ausgeführt an der VAW, ETH Zürich, unter Anleitung von A. Bauder (unveröffentlicht).
- Aschwanden, A., Beck, M., Häberli, C., Haller, G., Kiene, M., Roesch, A., Sie, R., and Stutz, M. (1996). Bereinigte Zeitreihen: die Ergebnisse des Projekts KLIMA90, Klimatologie 1961-90. Technical report, SMA, Zürich.
- Bauder, A., Funk, M., and Bösch, H. (2002). Glaziologische Untersuchungen am Glacier de Giétro im Zusammenhang mit der Sicherheit der Stauanlage Mauvoisin. In *Moderne Methoden und Konzepte im Wasserbau*, volume 175, (Band 2), pages 419–431. Mitteilung der Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich. Internationales Symposium 7.-9. Oktober 2002 in Zürich.
- Bauder, A., Funk, M., and Huss, M. (2007). Ice volume changes of selected glaciers in the Swiss Alps since the end of the 19th century. *Annals of Glaciology*, 46:145–149.
- Bauder, A., Marty, C., and Nötzli, M. (2008). Schnee, Gletscher und Permafrost 2005/06 und 2006/07. *Die Alpen*, 84(9/2008):47–56.
- Begert, M., Schlegel, T., and Kirchhofer, W. (2005). Homogeneous temperature and precipitation series of switzerland from 1864 to 2000. *International Journal of Climatology*, 25(1):65–80.
- Begert, M., Seiz, G., Schlegel, T., Musa, M., Baudraz, G., and Moesch, M. (2003). Homogenisierung von Klimamessreihen der Schweiz und Bestimmung der Normwerte 1961-1990 Schlussbericht des Projektes NORM90. Veröffentlichungen der MeteoSchweiz 67, MeteoSchweiz, Zürich.
- Dyurgerov, M. B. and Meier, M. F. (2005). Glaciers and the changing earth system: a 2004 snapshot. Occasional Paper 58, Institute of Arctic and Alpine Research, University of Colorado. pp. 117.
- Firnberichte (1914–1978). *Der Firnzuwachs 1913/14–1976/77 in einigen schweizerischen Firngebietten*, number 1-64 in Vierteljahrsschrift der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. Jahresberichte herausgegeben von der Gletscher-Kommission der Physikalischen Gesellschaft Zürich, später Schweizerische Meteorologische Zentralanstalt und ab 1973 durch A. Lemans.
- Glaciological reports (1881–2009). The Swiss Glaciers, 1880–2004/05. Technical Report 1-126, Yearbooks of the Cryospheric Commission of the Swiss Academy of Sciences (SCNAT). published since 1964 by Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW) of ETH Zürich, <http://glaciology.ethz.ch/swiss-glaciers/>.
- Hoelzle, M., Haerberli, W., Dischl, M., and Peschke, W. (2003). Secular glacier mass balances derived from cumulative glacier length changes. *Global and Planetary Change*, 36(4):295–306.

- Huss, M. and Bauder, A. (2009). 20th-century climate change inferred from four long-term point observations of seasonal mass balance. *Annals of Glaciology*, 50(50):207–214.
- Huss, M., Bauder, A., and Funk, M. (2009). Homogenization of long-term mass-balance time series. *Annals of Glaciology*, 50(50):198–206.
- Kasser, P., Aellen, M., and Siegenthaler, H. (1986). Clariden. In *Die Gletscher der Schweizer Alpen, 1977/78 und 1978/79*, volume 99/100 of *Glaziologisches Jahrbuch der Gletscherkommission SNG*, pages 142–148. Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich.
- Machguth, H. (2009). *On the Use of RCM Data and Gridded Climatologies for Regional Scale Glacier Mass Balance Modeling in High Mountain Topography; The Example of the Swiss Alps*. PhD thesis, University of Zürich. 196 pp.
- MeteoSchweiz (2005). 2004 Annalen Annales Annali. Technical Report 141, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Zürich.
- MeteoSchweiz (2006a). 2005 Annalen Annales Annali. Technical Report 142, Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Zürich.
- MeteoSchweiz (2006b). Witterungsbericht 2006. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Zürich.
- MeteoSchweiz (2007). Witterungsbericht 2007. Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz, Zürich.
- Müller, H. and Kappenberger, G. (1991). Claridenfirn-Messungen 1914-1984. Technical Report 40, Zürcher Geographische Schriften, Geographisches Institut der ETH Zürich. pp. 79.
- Ohmura, A., Bauder, A., Müller, H., and Kappenberger, G. (2007). Long-term change of mass balance and the role of radiation. *Annals of Glaciology*, 46:367–374.
- Østrem, G. and Brugman, M. (1991). Glacier mass-balance measurements – a manual for field and office work. Technical report, National Hydrology Research Institute. NHRI Science Report No. 4.
- Raymond, M., Wegmann, M., and Funk, M. (2003). Inventar gefährlicher Gletscher in der Schweiz. Mitteilungen 182, Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich, Gloriastrasse 37-39, CH-8092 Zürich. pp. 368.
- VAW (1997). Gletscherveränderungen im Val de Bagnes 1966 – 1996. Untersuchungen im Zusammenhang mit den Anlagen der Kraftwerke Mauvoisin AG. Zusammenfassend dargestellte Hauptergebnisse der jährlichen Messungen. Im Auftrag der Kraftwerke Mauvoisin AG.
- VAW (1998). Mauvoisin – Giétrogletscher – Corbassièregletscher. Glaziologische Studien im Zusammenhang mit den Stauanlagen Mauvoisin. Im Auftrag der Elektrizitätsgesellschaft Laufenburg AG.
- VAW (1999). Mattmark – Zusammenfassender Bericht über die hydrologischen und glaziologischen Messungen im Mattmarkgebiet. Bericht Nr. 7902.52.45 (H. Bösch und M. Funk, unveröffentlicht), Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie der ETH Zürich. Im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG.

WGMS (2007). Glacier Mass Balance Bulletin No. 9, (2004–2005). ICSU(FAGS)–IUGG(IACS)–
UNEP–UNESCO–WMO.

Acknowledgements

The Cryospheric Commission again received solid support in this 127th/128th measuring period from its reliable team of observers. Sincere thanks for their cooperation are extended to: the forestry services from the cantons of Berne, Glarus, Grisons, Obwalden, St. Gallen, Uri, Ticino, Vaud and Wallis, the staff of the hydro-power stations Aegina, Mattmark and Mauvoisin, all the individual helpers, the Aerial Photography Flying and Coordination Service (CCAP) of the Swiss Federal Office of Topography swisstopo and Photogrammetrie Perrinjaquet AG (Gümligen). Christoph Frei provided the figures of MeteoSwiss adapted for the reporting periods. The Laboratory of Hydraulics, Hydrology and Glaciology (VAW) of the ETH Zürich, colleagues from the national weather service MeteoSwiss, the Geographical Institutes of the University of Fribourg and Zürich provided valuable contributions to the publication of this glaciological report. A special vote of thanks goes to Susan Braun-Clarke for translating and proof-reading the report.

A Remote Sensing

A.1 Aerial photographs

Aerial photographs were taken at periodic intervals in order to provide a baseline documentation for various applications (mapping, glacier change, natural hazards, etc). In addition to the periodical surveys conducted by the Swiss Federal Office of Topography (swisstopo), high resolution aerial photographs have been acquired which are designed in particular for glaciological applications. In addition to the aerial photographs listed in the following tables (A.1 and A.2), other aerial photos for updating the National Maps are available from swisstopo. In the year 2006, pictures were taken for the sheets 1:50'000 nos. 254, 255, 266, 267, 275 and 277 and in 2007 for nos. 236, 245, 246, 255, 256 and 257. The scale is approximately 1:30'000.

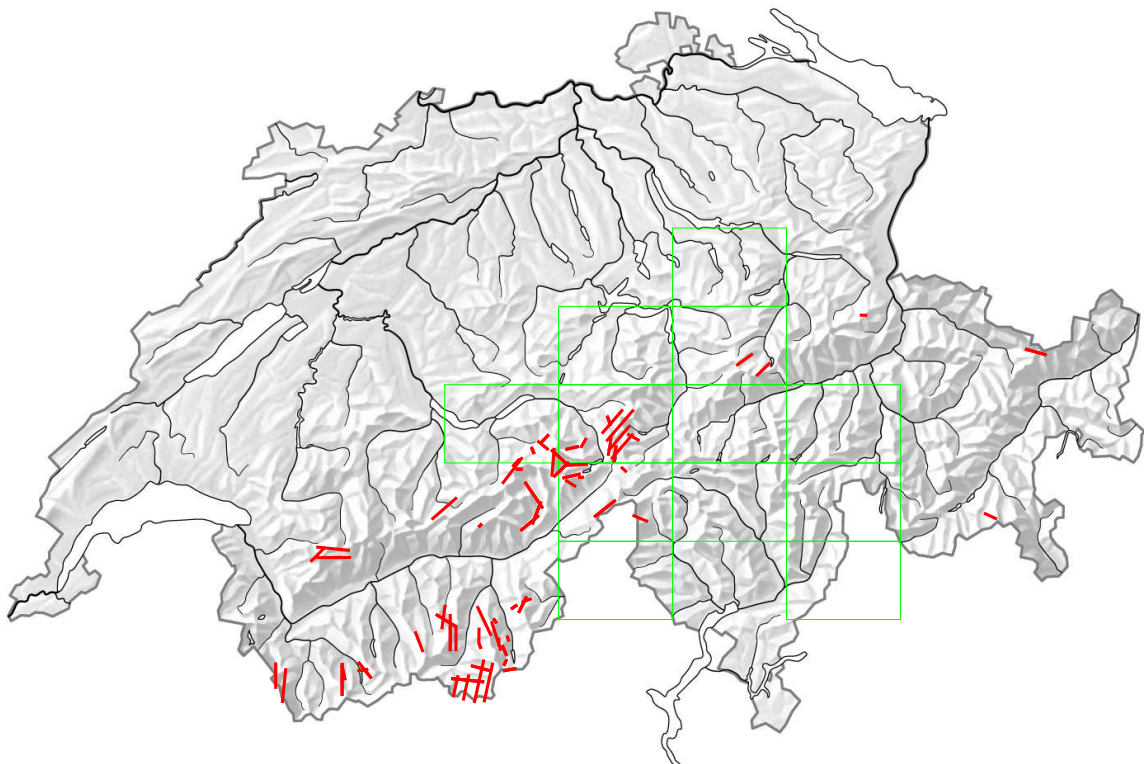


Figure A.1: Aerial photographs from the years 2006 and 2007.

Table A.1: Aerial photographs taken in 2006.

Glaciers	Ct.	Date	Line No.	Scale	Type
Allalin ^P , Chessjen ^P	VS	05.09.06	2006067003	8500	b-w
Allalin ^P , Hohlaub ^P , Kessjen ^C , Fee ^P , Hohlbalm ^P , Ried ^P , Bider ^C	VS	20.09.06	2006066024	12700	b-w
Basodino ^C	TI	05.09.06	2006066043	13800	b-w
Bider ^P , Balfrin ^P	VS	20.09.06	2006066025	13400	col
Birch ^C , Nest ^C	VS	05.09.06	2006066504	10900	b-w
Corbassiere ^C , Boveire ^P , Mont Durand ^P , Tseudet ^P , Valsorey ^P	VS	20.09.06	2006068042	23900	b-w
Corbassiere ^P	VS	20.09.06	2006068041	10700	b-w
Fee ^P , Hohlaub ^P	VS	23.08.06	2006071001	6400	b-w
Findel ^P	VS	20.09.06	2006066040	11700	b-w
Gauli ^P	VS	05.09.06	2006066071	8400	b-w
Gietro ^P	VS	20.09.06	2006068001	9000	col
Gietro ^P	VS	20.09.06	2006068002	14500	b-w
Gorner ^P	VS	20.09.06	2006066579	11800	b-w
Gorner ^P	VS	30.06.06	2006066079	11800	col
Gries ^C , Corno ^P	VS	05.09.06	2006066013	13000	b-w
Grosser Aletsch (Mönch-Süd) ^P	VS	20.09.06	2006070023	9400	b-w
Grosser Aletsch ^P	VS	05.09.06	2006066014	15700	b-w
Grosser Aletsch ^P	VS	05.09.06	2006066016	14800	b-w
Grosser Aletsch ^P , Mittelaletsch ^P	VS	05.09.06	2006066015	15100	b-w
Gruben ^P	VS	20.09.06	2006066026	6100	b-w
Guggi ^P , Eiger ^P	VS	20.09.06	2006070020	13200	b-w
Gutz ^C , Ob. Grindelwald ^P	BE	05.09.06	2006066505	14400	b-w
Hohlicht ^P , Bis ^P , Brunegg ^P , Turtmann ^P	VS	20.09.06	2006066030	13100	b-w
Moiry ^C , Zinal ^P	VS	20.09.06	2006066054	13200	b-w
Oberaar ^P	VS	23.08.06	2006065004	15700	b-w
Pizol ^C	SG	05.09.06	2006066100	14000	b-w
Rhone ^P	VS	05.09.06	2006066012	9700	b-w
Rossboden ^C , Gruben ^P	VS	20.09.06	2006066035	13900	b-w
Schwarz ^P , Fründen ^C , Doldenhorn ^C	BE	05.09.06	2006066022	15200	b-w
Schwarzberg ^P	VS	05.09.06	2006067005	8000	b-w
Seewjinen ^P , Tälliboden ^C	VS	05.09.06	2006067006	8900	b-w
Silvretta ^C , Verstancla ^C , Tiatscha ^P	GR	05.09.06	2006066001	14700	b-w
Trift ^P	VS	05.09.06	2006066004	8800	b-w
Tsanfleuron ^P , Prapio ^P , Diablerets ^P , Pierardar ^P	VD/VS	17.10.06	2006303003	18300	col
Tsanfleuron ^P , Prapio ^P , Sex Rouge ^C , Dar ^C	VD/VS	17.10.06	2006303002	19700	col
Tschierva ^P	GR	05.09.06	2006066047	8000	b-w
Turtmann ^P , Brunegg ^P	VS	23.08.06	2006069006	12600	b-w
Unt. Grindelwald ^P	VS	05.09.06	2006066007	15300	b-w
Unteraar (Finsteraar) ^P	VS	23.08.06	2006065001	14000	b-w
Unteraar (Lauteraar) ^P	VS	23.08.06	2006065002	13700	b-w
Unteraar ^P	VS	23.08.06	2006065003	10000	b-w
Weingarten ^P	VS	20.09.06	2006066643	11100	b-w

Table A.2: Aerial photographs taken in 2007.

Glaciers	Ct.	Date	Line No.	Scale	Type
Allalin ^P , Hohlaub ^P , Kessjen ^C , Fee ^P	VS	05.09.07	2007067003	8500	b-w
Alpli ^C , Diechter ^C , Trift ^P , Chelen ^C , Stei ^C , Steilimi ^P , Wallenbur ^C , Flachenstein ^P , Rütifirn ^P	BE	12.09.07	2007066003	17100	b-w
Alpli ^P , Gelmer ^C , Gärsten ^C , Rhone ^P , Trift ^P , Rotfirn ^C , Damma ^P , Chelen ^P	BE/UR	12.09.07	2007066010	16500	b-w
Aventine ^C , Schwärze ^P , Breithorn ^C , Unt. Theodul ^C , Ob. Theodul ^C , Furgg ^P , Gorner ^P	VS	13.09.07	2007066512	24600	b-w
Bider ^P , Balfrin ^P	VS	13.09.07	2007066025	13400	b-w
Birch ^C , Nest ^C	VS	12.09.07	2007066504	10900	b-w
Breithorn ^C , Schwärze ^C , Zwilling ^P , Grenz ^P , Gorner ^P , Findelen ^P	VS	13.09.07	2007066513	24400	b-w
Brunegg ^P , Abberg ^P , Holz ^C , Ross ^C , Bis ^P , Schali ^P , Hohlicht ^P ,	VS	21.09.07	2007066031	9800	b-w
Clariden ^C , Lang ^C , Spitzalpeli ^C , Hüfi ^P	GL	13.09.07	2007066107	14300	b-w
Corbassiere ^C , Boveire ^P , Mont Durand ^P , Tseudet ^P , Valsorey ^P	VS	21.09.07	2007068042	23900	b-w
Corbassiere ^P	VS	13.09.07	2007068041	10700	b-w
Damma ^P , Rotfirn ^P		12.09.07	2007066541	11500	b-w
Diablons ^C , Turtmann ^P , Brunegg ^P	VS	21.09.07	2007069006	12600	b-w
Diechter ^P , Trift ^P , Taleggi ^C , Gigli ^C , Chelen ^P , Steilimi ^P , Stei ^P	BE	12.09.07	2007066002	19600	b-w
Eiger ^C , Guggi ^C , Giesen ^C , Rottal ^C , Grosser Aletsch (Jungfraufirn) ^P	BE/VS	12.09.07	2007066021	16800	b-w
Findelen ^P , Schwarzberg ^P	VS	13.09.07	2007066040	11700	b-w
Gauli ^P	BE	12.09.07	2007066071	8400	b-w
Gietro ^C , Ecoulaies ^P , En Darrey ^P , Luette ^P , Cheilon ^P , Ruinette ^C , Serpentine ^P , Brenay ^P	VS	21.09.07	2007068002	14500	b-w
Gietro ^P	VS	05.09.07	2007068001	9000	col
Golegg ^C , Ärlen ^C , Wyssenbach ^P	BE	12.09.07	2007064001	11600	b-w
Gorner ^P	VS	13.09.07	2007066079	11800	b-w
Gorner ^P , Findelen ^P , Allalin ^P , Belvedere ^P , Chiacciao ^P	VS	13.09.07	2007066510	23500	b-w
Gorner ^P , Findelen ^P , Chiacciao ^P	VS	13.09.07	2007066511	20700	b-w
Gries ^C , Corno ^P	VS	12.09.07	2007066013	13000	b-w
Griess ^C , Limmern ^C , Biferten ^C	GL	13.09.07	2007066009	17200	b-w
Grosser Aletsch (Mönch-Süd) ^P	VS	13.09.07	2007070023	9400	b-w
Grosser Aletsch ^P	VS	12.09.07	2007066016	14800	b-w
Grosser Aletsch ^P		12.09.07	2007066015	15100	b-w
Grosser Aletschfirn ^P , Jungfrau ^P , Ewigschnee ^P , Grünegg ^P , Grosser Aletsch ^P	VS	12.09.07	2007066014	15700	b-w
Gruben ^P	VS	13.09.07	2007066026	6100	b-w
Grüebu ^P , Rossboden ^C , Mattwald ^P , Griesserna ^P	VS	21.09.07	2007066035	13900	b-w
Guggi ^P , Eiger ^P	BE	13.09.07	2007070020	13200	b-w

The Swiss Glaciers 2005/06 and 2006/07

Glaciers	Ct.	Date	Line No.	Scale	Type
Gutz ^c , Ob. Grindelwald ^p	BE	12.09.07	2007066505	14400	b-w
Gärsten ^c , Gelmer ^c , Alpli ^c	BE	12.09.07	2007064002	10100	b-w
Gärsten ^p , Rhone ^p , Sidelen ^c , Tiefen ^p , Rotfrin ^c , Damma ^c		12.09.07	2007066011	16900	b-w
Hohlicht ^p , Bis ^p , Brunegg ^p , Turtmann ^p	VS	21.09.07	2007066030	14000	b-w
Minstiger ^c , Oberaar ^p , Fiescher (Galmi) ^p	VS	12.09.07	2007066087	12400	b-w
Mutt ^c	VS	12.09.07	2007066166	4900	b-w
Ob. Grindelwald ^p	BE	12.09.07	2007066006	12600	b-w
Oberaar ^p	BE	12.09.07	2007064003	10400	b-w
Oberaar ^p	VS	12.09.07	2007065004	15700	b-w
Orny ^p , Rav. Rousses ^p , Saleina ^p , A Neuve ^p , Dolent ^c , Pré de Bard ^p	VS	21.09.07	2007066089	11800	b-w
Pierredar ^c , Mauvais ^c , Diablerets ^p , Prapio ^c , Tsanfleuron ^p	VS	21.09.07	2007066019	16300	b-w
Rhone ^p	VS	12.09.07	2007066012	9700	b-w
Ried ^c , Fee ^p	VS	21.09.07	2007066065	19400	b-w
Rossboden ^p , Griesserna ^p ,		21.09.07	2007066036	8500	b-w
Schwarzberg ^p	VS	05.09.07	2007067005	8000	b-w
Seewjinen ^c , Monte Moro ^c , Tälliboden ^c , Schwarzberg ^p	VS	05.09.07	2007067006	8900	b-w
Silvretta ^c , Verstancla ^c , Tiatscha ^p	GR	24.09.07	2007066001	14700	b-w
Studer ^p , Finsteraar ^p , Strahlegg ^c , Lauteraar ^p , Ob. Grindelwald ^p , Gauli ^p	BE	12.09.07	2007066165	13100	b-w
Trient ^c	VS	21.09.07	2007066018	16000	b-w
Trift ^p	BE	12.09.07	2007066004	8800	b-w
Unt. Grindelwald ^p	BE	12.09.07	2007066007	15300	b-w
Unteraar (Finsteraar) ^p	VS	12.09.07	2007065001	14000	b-w
Unteraar (Lauteraar) ^p	VS	12.09.07	2007065002	13700	b-w
Unteraar ^p	VS	12.09.07	2007065003	10000	b-w
Weingarten ^p	VS	13.09.07	2007066643	11100	b-w
Weingarten ^p , Kin ^p , Festi ^p , Hohbärg ^p , Ried ^p		13.09.07	2007066029	16900	b-w
Weisshorn ^p , Turtmann ^p , Brunegg ^p	VS	21.09.07	2007066520	17300	b-w

c Glacier shown completely
p Glacier shown partially

Type of film: b-w black-and-white
col colour
ir infrared

B Remarks on Individual Glaciers

1 Rhone

2006: Vermessungsflug am 5.9.2004, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ – A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 12.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ – A. Bauder)

2 Mutt

2007: Wir haben am 14. August angenehmes Messwetter gehabt, und es ergab sich auch die Zeit eine Höhe an einer Stelle zu messen, wie vor 7 Jahren (2000). Wo damals noch 13 m Eis lag ist heute nichts mehr. Die Höhen wurden erstmals, und mit dem Taschenmesser“ gemessen. So konnte auch der Schnittplan ergänzt werden. (U. Wittdorf)

3 Gries

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ – A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 12.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ – A. Bauder)

4 Fiescher

2006: Der Gletscher geht weiter stark zurück. Punkt war dieses Jahr klar erkennbar, die Punkte 6,7,8,9 und 10 konnten nicht mehr klar erkannt werden da nur Schutt zu sehen ist. den Punkt 13 habe ich neu aufgenommen. Links vom Wasseraustritt ist der Gletscher stark mit Steinen bedeckt. (P. Aschilier)

2007: Der Gletscher geht weiter stark zurück. Bei den Punkten 6,7,8,9,10 und 11 ist nur noch Schutt zu sehen. Den Punkt 14 habe ich neu aufgenommen. Der südlichste Punkt ist dieses Jahr die Nummer 4. (P. Aschilier)

5 Grosser Aletsch

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ – A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 12.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ – A. Bauder)

7 Kaltwassergletscher

2006: Der grosse Rückgang erstreckt sich über die ganze Gletscherzunge gleichmässig. (M. Schmidhalter)

2007: Der Rückgang ist bei den Punkten 1 und 3 sehr gross. (M. Schmidhalter)

10 Schwarzberg

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. Nicht mehr als Mittel über die Breite, da er nun eine eindeutige Zunge hat. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

2007: Vermessungsflug am 5.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. Zungenende im flachen Gelände, zwei Bachaustritte. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

11 Allalin

2006: Kein Vermessungsflug. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

2007: Vermessungsflug am 5.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

12 Chessjen

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

2007: Vermessungsflug am 5.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. Der Gletscher endet in einem See. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

13 Fee

2006: Das Eis unter dem Moränematerial links des Gletschersees schmilzt sehr rasch ab. Dadurch senkt sich die Umgebung des linken Seeufers ab. Die Gefahr eines Seeausbruchs erhöht sich. Der tiefste Punkt (im linken Bereich der Gletscherzunge) konnte wegen der fehlenden Zugänglichkeit nicht gemessen werden. (U. Andenmatten)

2007: Den Punkt P1 konnten wir erstmals beim Gletschertor aufnehmen. (U. Andenmatten)

16 Findelen

2006: Vermessungsflug am 20.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 13.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

17 Ried

2006: Der Messpunkt Nr.70 (630'800 / 111'899) müsste näher zum Gletscher gelegt werden. Der Gletscherrand ist mancherorts nicht klar definiert (bedeckt durch Moränematerial). (P. Rovina)

2007: Ein neuer Messpunkt (Nr. 72) wurde 130 m näher zum Gletscher gelegt. Die Längenänderung wurde bezüglich dem alten Messpunkt Nr. 70 bestimmt. (P. Rovina)

18 Lang

2006: Bei Messpunkt 4 wurden 5 neue Messungen gemacht. (H. Henzen)

2007: Für den Rückgang sind nur Punkt 3 und 4 massgebend. 2008 muss ein neuer Punkt festgelegt werden. (H. Henzen)

23 Moming

2007: Le glacier ne peut plus être relevé car trop dangereux. (P. Stoebener)

25 Ferpècle

2006: Le volume du glacier a fortement diminué. La distance est difficile à prendre avec beaucoup de précision. (F. Pralong)

29 Cheillon

2006: Point 7: nouvel AZ 202⁹ (O. Bourclin)

2007: Point 7: pas repris pour les raisons techniques. (O. Bourclin)

30 En Darrey

2006: Point 1: Glacier Rocheux, très difficile à déterminer une limite claire. (O. Bourclin)

2006: Point 1: Glacier Rocheux, très difficile à déterminer la frontière de Glace. (O. Bourclin)

33 Tsanfleuron

2007: Le glacier n'a pas été mesuré cette année (ni en 2006 d'ailleurs). (P. Stoebener)

34 Otemma

2006: Décrue complète, tout le plateau devant le glacier ainsi que le lit de la Dranse d'Otemma ont été nivelés, notre Pt 16/03 a été emporté. Le front du glacier s'est affaissé, portail effondré. Les cônes de glace rive droite ont été minés et sont précés à la base par un bras de la rivière. J'ai donc dû reprendre les mesures depuis le Pt 15/95 = 627 mètres. J'ai refait une fiche rapport pour 2005 avec les mesures correspondant à 2006. (J.-J. Chabloz)

2007: Je n'ai techniquement pas pu mesurer les points 1,2,3. Le front du glacier s'est complètement modifié. Le portail et toute la partie gauche du front sont totalement disloqués. La partie droite est maintenant bloquée par une succession de cônes de glace couverts de gravier et de sable, je n'ai pas pu mesurer utilement cette partie. Pour le reste, grosse diminution de masse. (J.-J. Chabloz)

35 Mont Durand

2006: Là aussi des blocs sont tombés en quantité de la rive gauche et le front du glacier entre le portail et l'énorme trou en amont est sur le point de s'effondrer. La glace décolle au niveau du socle glaciaire. La diminution de masse est jusqu'au niveau des plateaux supérieurs (apparition du socle et fort creusement à côte de la moraine centrale). (J.-J. Chabloz)

2007: Le portail s'élargit, se creuse et va prochainement s'effondrer à nouveau. La langue centrale est pratiquement séparée du glacier proprement dit et le gros trou central où l'on voit le socle rocheux sera bientôt le futur portail. Plus haut sur le glacier, les 3 ressauts laissent apparaître toujours plus le socle. (J.-J. Chabloz)

36 Brenay

2006: Pas de catalysme et le Pt 19/86 est solide! Mais la masse a fondu. Le trou ainsi que le socle au niveau des séracs à la jonction GL Brenay - GL Serpentine sont bien révélateur de la situation. Le torrent de surface sur la langue frontale a une profondeur d'environ 2 à 3 mètres. Là aussi j'ai fait un nouveau rapport 2005 avec les mesures correspondant à celui de 2006.(J.-J. Chabloz)

2007: Apparence trompeuse! Avec seulement 36 mètres de recul en moyenne, le glacier s'est complètement aplati et le trou des séracs fait bien voir la situation. Décrue totale. L'avant terrain est maintenant jonché de blocs descendus de la moraine latérale gauche qui laisse apparaître de la glace sous les débris rocheux. (J.-J. Chabloz)

37 Gietro

2006: Vermessungsflug am 20.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch Photogrammetrie Perrinjaquet im Auftrag der Force Motrices de Mauvoisin SA. Bestimmung der Längenänderung durch die VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 5.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch Photogrammetrie Perrinjaquet im Auftrag der Force Motrices de Mauvoisin SA. Bestimmung der Längenänderung durch die VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

38 Corbassiere

2006: Vermessungsflug am 20.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ im Auftrag der Force Motrices de Mauvoisin SA. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 13.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ im Auftrag der Force Motrices de Mauvoisin SA. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

39 Valsorey

2007: Perte front du glacier: ~ 70% (J. Médico)

40 Tseudet

2007: La mesure de 2005 était incertaine, d'où une différence aléatoire. (J. Médico)

43 Trient

2006: Le retrait se poursuit de manière continue. Mais c'est surtout la perte en épaisseur qui domine cette année, laissant présager un retrait horizontal important dans deux ou trois ans. (J. Ehinger) Visite du 23 août 2006, buts: évaluer visuellement l'état du glacier, prendre des photos. Pas de mesures prévues. Le débit du torrent est important, ce qui est normal à la fin du mois d'août, une période de fonte intense. Le cours principal s'écoule à ciel ouvert,

le glacier s'étant retiré sur la rive gauche depuis plusieurs années, libérant le talweg sur plusieurs centaines de mètres vers l'amont. De nombreux émissaires issus de la masse glaciaire convergent vers le torrent principal. La perte d'épaisseur signalée les années précédentes se confirme. La surface de glace morte, de couleur grise, augmente. Le glacier s'amincit et perd en largeur. Les crevasses s'ouvrent, quelques zones rocheuses apparaissent. Le retrait ne semble pas très important cette année, mais la perte de volume saute aux yeux.

Visite du 2 septembre 2006, buts: élever le "kern" du point de triangulation des Grandes Otanes, prendre des photos. Pas de mesures prévues. Afin d'améliorer la précision des mesures angulaires effectuées depuis le nouveau point d'observation, sous l'alpage de Vesevey, il a fallu rendre visible, de loin, l'emplacement exact du point sommital des Grandes Otanes (564'582/96550), l'un des sommets de référence visés. Au sommet, la position de la cheville de métal a été retrouvée, ainsi que deux croix gravées dans la pierre. Par contre, la troisième croix n'a pas été retrouvée. Comme la surface de la roche est fortement érodée, il est possible que cette croix ait disparu. La cheville était recouverte par un "kern" que nous n'avons pas démonté. Nous l'avons au contraire rehaussé afin de bien le voir depuis la nouvelle station de mesure, sous l'alpage de Vesevey. Du sommet des Grandes Otanes, on distingue le glacier du Trient, au loin. A cette distance, il n'est pas possible de l'observer en détail. Par contre, on distingue bien la surface abandonnée par le glacier depuis la fin du Petit Age Glaciaire. Du sommet, on repère bien la nouvelle station de mesure, le long du sentier qui conduit à l'alpage de Vesevey.

Visite du 23 septembre 2006, buts: Mesurer la position du front du glacier. Prendre des photos du glacier à partir des points habituels. Affiner les mesures des coordonnées des points relevés en 2003, en 2004 et en 2005 grâce au point de triangulation sous Vesevey. Lever le plus grand nombre possible de points en bordure de la langue glaciaire. Si le retrait horizontal est relativement faible cette année, la langue n'en a pas moins perdu un volume important, perte bien visible en comparant les photos prises du même point de vue les années précédentes. Le débit du torrent reste important pour une fin de mois de septembre, signe d'une fonte intense. Cette perte de volume se repère visuellement par la forme et la couleur de la surface de la langue: la partie basse de l'appareil glaciaire forme une pellicule étale et crevassée, d'une teinte grisâtre. En raison de sa minceur, la langue du glacier épouse assez précisément la surface de la roche en restituant les ondulations du relief sous-jacent. Un glacier bien développé, au contraire, gomme les aspérités de la vallée en donnant à la langue une allure pleine et à la surface une forme plus indépendante des petits accidents du lit rocheux. Le trou signalé en 2005 s'agrandit, dégagant une surface rocheuse de plus en plus apparente. On peut en repérer un deuxième, au sud-est et en amont, en bordure de la langue. Ces ouvertures révèlent que l'amincissement se rapproche d'un seuil à partir duquel le phénomène de la fonte peut conduire à une forte accélération du retrait horizontal de la langue, si les conditions météorologiques restent voisines de celles que nous connaissons actuellement.

2007: Le glacier du Trient a reculé de 18 mètres entre 2006 et 2007. Cette mesure correspond à la différence des pointes 06 et 07 de la langue. Si ce retrait est relativement modeste, la perte d'épaisseur, par contre, est très importante. On observe des trous dans la couverture de la glace qui sont apparus cette année et d'autres, minuscules en 2006, qui sont devenus béants en 2007. Le retrait, plus ou moins marqué, concerne aussi tout le pourtour de la langue glaciaire. On peut s'attendre à un retrait horizontal important dès que la langue aura suffisamment minci et passé sous un seuil d'équilibre. Actuellement, la pointe de la langue se trouve à l'altitude de 2035 mètres. (J. Ehinger)

44 Paneyrosse

2006: Pts III et A : abandon Pts 51 à 59: deuxième année de mesure. L' épaisseur de la langue du glacier a diminué de ~2m. (J.-Ph. Marlétaz) 2007: Epaisseur de la langue du glacier: -0.3m. Coordonnées 07 à vérifier en 08.

Pt. 51 = 578'483/ 123'134; Pt. 59 = 578'709/ 123'216 (J.-Ph. Marlétaz)

45 Grand Plan Nivé

2006: B120: lac intermédiaire. (J.-Ph. Marlétaz)

2007: Apparition d'une bande rocheuse parallèle qui divise l'avant du glacier. Abandon des pts 6 et B120. Pose de nouveaux pts sur la bande rocheuse pour 2008. (J.-Ph. Marlétaz)

47 Sex Rouge

2006: Point 1 à 3: Abandon de cette barre de mesures. Point 6: N'a pu être mesuré car le secteur était recouvert par un reliquat de neige fraîche d'août. (J. Binggeli)

2007: Point 5: Une coulée de matériau (boues/éboulis) a perturbé le site. Elle semble encore active et il faudra de ce fait établir un nouveau pt de référence. Point 6: statu quo, l'avance (par rapport à 2005, 2006 pas de relevé) résulte vraisemblablement de la précision des mesures. (J. Binggeli)

48 Prapio

2006: Nouveau point de mesure: 581'901/130'150 La mesure 2005 prenait en compte des blocs de glace fractionnés et détachés du glacier proprement dit et recouverts partiellement par des éboulis. Par conséquent, on ne peut pas en déduire que le glacier a reculé de ~ 40m entre 2005 et 2006. On constate "de visu" une fonte importante (eau de fonte + transport de matériau terreux et débris rocheux). (J. Binggeli)

2007: P1: Le site était encore partiellement recouvert de névés, recul du glacier à confirmer plus précisément en 2008. (J. Binggeli)

52 Gauli

2006: Der starke Rückgang von 78m erklärt sich durch das Kalben des Gletschers. Im natürlich entstandenen See vor dem Gletscher schwimmen zahlreiche Eisberge, die teilweise auf den Untiefen im See aufgefahren sind. (R. Straub) 2007: Die Seefläche hat sich nochmals wesentlich vergrößert. Darauf schwimmen ein paar grosse Eisplatten. (R. Straub)

53 Stein

2007: Auf der orographisch rechten Seite befinden sich fast bis zum See ausgedehnte Toteismassen, die kaum von Seitenmoränenmaterial überdeckt sind. (R. Straub)

54 Steinlimi

2007: Auf der orographisch rechten Seite befindet sich Toteis, das nur teilweise mit Seitenmoränenmaterial überdeckt ist. (R. Straub)

55 Trift (Gadmen)

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 12.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

59 Eiger

2006: Punkt 6 kann nicht mehr gemessen werden. Im Moment wird die Eisscholle im flacheren Teil gemessen. Im felsigen Steilhang besteht die Gefahr des vollständigen Wegschmelzens, so dass diese Eisscholle nicht mehr mit dem Gletscher verbunden ist. Überall starker Rückgang, teils stark unterhöhlte Partien. Gletschertor: schlecht erkennbar. Es kommt nur ein kleiner Bach aus dem Gletscher. Ein rechter Bach läuft unmittelbar am Gletscherrand. (R. Zumstein)

2007: Die Verbindung zwischen Gletscher und vorgelagerter Eisscholle ist im felsigen Steilhang unterbrochen. Ob und wie eine Messung überhaupt noch möglich ist, ist zu klären. (R. Zumstein)

60 Tschingel

2006: Auffälligster Punkt: Ein mächtiger Bach läuft orographisch links am Gletscherrand hinter das Gletschertor. Fast doppelt so grosser Rückgang wie im Vorjahr und bei allen Punkten. Das Eis ist nur am Gletschertor sichtbar. Dort wurde die Messung übers Wasser mit 13m geschätzt (unpassierbar). Enorm grosse Schuttmenge. Das Vorfeld bleibt oder wird flacher. (R. Zumstein)

2007: Felsabstrahlung und Wasser führten zum Verschwinden des Gletschers im Bereich des Gletschertores (bis 54m!), während bei der Zunge der Rückgang durchschnittlich nur 5.1m beträgt. Relativ wenig Wasser wegen kürzlichem Schneefall und kühler Witterung. (R. Zumstein)

61 Gamchi

2006: Punkt b: keine Messung möglich. (R. Descloux)

2007: Punkt b: keine Messung möglich. (R. Descloux)

62 Schwarz

2006: Der Schwarzbach hat seinen Lauf mehrmals geändert und fliesst im Zick-Zack aus dem Gletschertor hervor. Die Felsplatte mit dem Fixpunkt h ist wegen des veränderten Bachlaufes um 50 cm bachwärts verschoben worden. Der in 2005 angebrachte Versicherungspunkt konnte jetzt für die Rekonstruktion der ursprünglichen Lage von h verwendet werden. (U. Vogt)

2007: Die V-förmige Rinne hat sich weiter vertieft. Das Wasser tritt nun hauptsächlich auf der linken Seite des Gletschertores aus. Messung am Punkt h mit bisherigem Azimut nicht möglich, da wegen Schuttablagerungen Übergang Eis - Geröll nicht auszumachen ist. Weil Punkt h erneut verschoben, neuen Pkt. i eingerichtet. (E. Coleman Brantschen)

63 Lämmern

2006: Punkt c' wird um 57 m vorverschoben und neu markiert: Anschrift c' + 251. Am Rand der Gletscherzunge haben sich mehrere kleine Schmelzwassertümpel gebildet. Der Gletscher hat zwei Gletschertore, je eines auf der orografisch linken und rechten Flanke. (U. Vogt)

2007: Koordinaten von e' = 609'405/138'765; in Richtung 369^g ab d' ist der Schmelzwassertümpel von 2006 verschwunden. (Ch. v. Grünigen)

64 Blümlisalp

2006: Grosser Massenverlust. Zwei flach auslaufende und stark schuttbedeckte Zungen. Punkt A: keine Messung möglich. (U. Fuhrer)

2007: Gletscher nicht mehr zusammenhängend von B-C-D. Bedeutender Massenverlust. Zwischenpunkt BII neu vermessen und markiert, Distanz 250m. (U. Fuhrer)

66 Tiefen

2006: Der nördlichste Messpunkt zielt definitiv am Gletscher vorbei. In südlichen Bereich ist der Rückgang dank einer dicken Schittauflage und wesentlich reduzierter Besonnung erneut moderat ausgefallen. (J. Marx)

2007: Der Massenverlust der letzten Jahre setzt sich fort. Auch der durch Schutt bedeckte südliche Bereich schmilzt rasch ab. Vor dem Tor hat sich ein Seelein gebildet, das sich beidseits der Felsrippe mit den Messpunkten 2000, 05 und 06 entleert. (J. Marx)

67 St. Anna

2006: Am östlichen Rand ist der Rückgang sehr ausgeprägt. Die Messlinie vor Punkt 2000 zielt am Gletscher vorbei. Der See vor Punkt 95 ist praktisch aufgefüllt. Dank eines Schutthaufens auf dem Eis ist der Rückgang beim Punkt 2002 verhältnismässig bescheiden. (J. Marx)

2007: Eine Messung war nicht möglich. Am 3. Oktober wurde vom Bätzberg aus eine Panoramaaufnahme gemacht. (J. Marx)

68 Chelen

2006: Der Rückgang liegt im Rahmen der letzten Jahre. (J. Marx)

2007: Der Zungenbereich verflacht zunehmend. Entsprechend ist der Rückgang markant. (J. Marx)

69 Rotfirn

2006: Auch hier setzt sich der Rückgang fort. Der Höhenverlust im Zungenbereich ist augenfällig. (J. Marx)

2007: Der Massenverlust ist weiterhin auffällig. Der Zungenbereich wird kaum mehr genährt. Ein Abreissen im Steilabsturzgebiet wird immer wahrscheinlicher. (J. Marx)

70 Damma

2006: Der Randbereich des Gletschers ist momentan nicht direkt begehbar. Der Abstand vom neu eingerichteten Basispunkt (06) zur Gletscherzunge beträgt 117m. Die Koordinaten für den Punkt 06 wurden mittels GPS ermittelt. Die Differenz zwischen den früheren Mes-

spunkten (vor 2004) zum Punkt 06 beträgt rund 900m, wobei die Messrichtung fast genau der damaligen (250 Grad) entspricht. Die Toteismasse im Talboden wurde nicht mehr gemessen. (J. Marx) Bei Punkt 1987 ist der Gletscherrand schwer bestimmbar. Gletschertor: Der Hauptbach verläuft ca. 20m weiter westlich. (P. Kläger)

2007: Der Zugang zum im Vorjahr neu eingerichteten Messpunkt war nach den Schneefällen der letzten Septemberwoche nicht mehr möglich. (Panoramaaufnahme ab Berg) (J. Marx)

71 Wallenbur

2006: Der Gletscher ist fast stationär. Im Torbereich findet ein massiver Massenverlust statt. Dies hat zur Folge, dass der Gletscher im mittleren Randbereich in sich zusammenfällt. (J. Marx)

2007: Der Zungenbereich fällt in der Talmitte in sich zusammen. Der von Westen in den Wallenburfirn fließende Brunnenfirn wird in absehbarer Zeit vom Wallenburfirn getrennt sein. Damit fällt ein wichtiges Nährgebiet weg. (J. Marx)

73 Hüfi

2006: Der Gletscher hat sich auf ein Felsband zurückgezogen. Er ist noch knapp sichtbar aber nicht zugänglich. Die elektr. Distanzmessung ergibt einen Rückgang von 64m bei einem Azimut von 98 Grad. Bezogen auf die alte Messrichtung von 65 Grad ergibt dies einen Rückgang von 55.6m. (J. Marx)

2007: Der Gletscher ist nach wie vor sichtbar aber nicht zugänglich. Der elektr. gemessene Rückgang beträgt 4.0m bei einem Azimut von 98 Grad. Der sichtbare Zungenbereich hat stark an Masse eingebüsst. (J. Marx)

74 Griess

2006: Im Zungenbereich tut sich dank einer Schuttauflage relativ wenig. Der Massenverlust ist ausgeprägt. Die Nährgebiete unter dem Schärhorn haben in den letzten Jahren stark an Mächtigkeit verloren. (J. Marx)

2007: Vor dem Messpunkt 1992 konnte ein neuer Basispunkt eingerichtet werden. Die zukünftigen Messungen liegen auf den bisherigen Messachsen. (J. Marx)

75 Firnalpeli

2006: Bei den Punkten 7 und 8 hat sich der Gletscher über einen Felskopf zurückgezogen, dies führte zu grossen Distanzmessungen. (St. Flury)

2007: Bei Punkt 3 hat sich der Gletscher über einen Felskopf zurückgezogen. (St. Flury)

77 Biferten

2006: Das Gletschertor 1 hat sich zum Vorjahr wiederum beinahe um 1.50 m höher hinauf zurückgezogen auf 1966.2 m. ü. M, sicherlich nicht mehr die hohen Werte des Vorjahres, da aber im Moment der Gletscher in einem recht flachen Vorgelände eingebettet ist so ist dies doch wieder einiges an Verlust. Auch der tiefste Punkt der nur unwesentlich vom Gletschertor 1 nach Westen entfernt ist verhält sich gleich, er liegt nun auf 1962.9 m. ü. M, also auch um etwa 2.2 m höher. Der Abstand zur Fassung 2 hat sich zum Vorjahr wiederum um 7m verlängert, so dass wir im Moment bei 157m sind. Beim Gletschertor 2 sind die Werte gleich

wie im Vorjahr was die Höhen betrifft (2003.8 m. ü. M), doch die Situation zeigt auch da den Rückzug. Dies bestätigt auch unser Massenmesspunktist dieser doch um 3.7 m auf die Höhe von 2027.3 m. ü. M hinunter geschmolzen. So sind schliesslich die 6m Schwund über den gesamten Gletscher sicherlich nicht mehr verwunderlich. (H. Klauser)

2007: Die Messung beginne ich einmal mehr bei der Station 2003 mit der Orientierung auf E und auf die umliegenden Hüttengiebel (Fridolinshütte, Grünhornhütte). Bereits die ersten Bilder im Bereich der Fassung 2 lassen erahnen, dass der Eisstrom um einiges Richtung Tödi abgezogen ist. Das früher so mächtige Gletschertor ist zu einem Türchen zusammengesmolzen. In Höhenmetern ausgedrückt heisst dies 1968.2 m.ü.M. also um 2 m höher als noch im Vorjahr. Der tiefste Punkt ist da etwas humaner er flüchtet nur 0.30 m in die Höhe auf neu 1963.2 m.ü.M. Dies ist sicherlich immer noch dem beinahe flachen Vorgelände zu verdanken. Der Abstand der Fassung 2 zum Gletscher wir immer grösser und beträgt bereits 166.4 m. Nach dem Erfassen des Gletschertores 1 ist einmal mehr eine gute Spürnase für den Verlauf der Gletscherzunge gefragt, denn bis anhin hat noch kein Naturereignis die riesigen Schutthaufen abgetragen und wohl auch die Menschheit bringt da kaum etwas zu Stande. Da ich mit Maurus einen bereits versierten Messgehilfen dabei habe, löst er auch diese Klippen nach bestem Wissen und Gewissen. Nach der SZügletemeinerseits zur Station 101 kann ich die Messung Richtung Gletschertor 2 weiterführen. Dieses hat sich, wie sich bei der Berechnung herausstellt um beträchtliche 3.3 Höhenmeter auf die 2007.1 m.ü.M zurückbewegt. Ebenfalls in diesem Bereich ist der Gletscher drastisch in sich gefallen und der Gletscherbach fliesst aus einem unscheinbaren kleinen Schlund. Die restliche Punkterfassung zeigt, dass der Gletscher sich mehr und mehr im Westen von der Streiff Becker Moräne zurückzieht und nach Osten abwandert". Die Messung des Massenpunktes"den ich bei der Messung 2001 doch recht weit auf dem Rücken des Gletschers vorgenommen habe wandert von Jahr zu Jahr näher an den Rand oder eben umgekehrt der Gletscher schmilzt zu ihm hin. Bereits fehlen ihm wieder 5.6 m in der Höhe verglichen zum Vorjahr. Die ausgewiesene Meereshöhe ist dabei 2021.7 m.ü.M. Die Fläche die auf die gemessene Breite von 528m weggeschmolzen ist beträgt 5673 m² und ist auf die Gesamtfläche von 2.81 km² doch auch nicht zu unterschätzen. Auch die diesjährige Messung kann leider den rapiden Rückzug nur bestätigen und dokumentieren, zu bremsen ist dieses Phänomen wohl kaum. (H. Klauser)

78 Limmern

2006: Als Ersatz für den aufgegebenen Messpunkt 6 habe ich einen neuen Messpunkt mit neuer Messrichtung definiert (alte Messrichtung: 4200; neu 3600). Der Messpunkt 5 wird allmählich auch schwierig zu messen. Die erfasste Distanz bezieht sich auf Eisreste, die in einer Mulde liegen. Dahinter hat sich in Messrichtung eine Eislücke aufgetan. Der fließende Eisteil liegt noch etwa 30 m weiter entfernt und ist aktuell nicht erreichbar. (U. Steinegger)

2007: Punkte 1 und 2 sind stark schuttbedeckt. (U. Steinegger)

79 Sulz

2006: Mittlerer Rückgang (-2.1m) bei in etwa gleich bleibendem Volumen. (Th. Rageth)

80 Glärnisch

2006: Stationiert wird auf dem neuen Fixpunkt 13. Bei besten Verhältnissen, der Gletscher ist völlig ausgeapert, ergibt diese Messung ein wirklich eindeutiges Resultat. Auf einer Gesamtbreite von ca. 0.5 km beträgt die Fläche im Vergleich zum Vorjahr Minus 3870 m² was

schliesslich den mittleren Schwund von 7.9m bedeutet. Der tiefste Punkt am Gletscher hat sich dabei auf 2330.5 m.ü.M zurückgezogen dies zu den 2330.1 m.ü.M im Vorjahr. Die Abnahme in Dezimeter Schritten ist auf das recht flache Vorgelände in dieser Region zurückzuführen. Der tiefste Punkt und der nur an einer Stelle austretende Gletscherbach sind nach wie vor etwas verschoben. Der Gletscherbach in nördlicher Richtung vom tiefsten Punkt hat sich zum Vorjahr in der Höhe ähnlich verändert, da habe ich eine Höhe von 2342.7 m.ü.M ermittelt, was rund 0.7 m höher liegt als im 2005. Die diesjährige Messung können wir ebenfalls bis weit an das südliche Ende des Gletschers ausführen, die Probleme des Schuttes und des Gerölls bleiben sich aber ebenfalls gleich wie im Vorjahr, die Identifizierung der Gletscherzunge ist eine wahre Sisyphus Arbeit. (H. Klauser)

2007: 300 Meter vor der Gletscherzunge lichtet sich der Nebel und so bleibt es während der ganzen Messkampagne. Die Station 13 ist wiederum mein Standort von dem aus ich den ganzen Gletscher kartieren kann. Maurus beginnt wiederum am Nordende mit der Vermessung der Gletscherzunge. Die Messung über die ganze Gletscherzungenbreite ergibt eine Minusfläche von 6297 m². Die Division durch die gemessene Breite (460m) ergibt schliesslich wiederum einen beträchtlichen Schwund von 13.7 m. Dabei klettert auch die Höhe des tiefsten Punktes merklich in die Höhe so, dass dieser nun auf der Höhe von 2333.8 m.ü.M liegt, also um 3.3 m höher als noch im Vorjahr. Ebenfalls im gleichen Verhältnis schleicht sich der Gletscherbach zurück, dies immer noch etwas nördlich des tiefsten Punktes ziemlich am Rande des Gletschers zum Felsband. Hier beträgt die neue Höhe nun 2345.8 m.ü.M. im Vergleich zum Jahre 2006 wo er noch auf der Höhe von 2342.7 m.ü.M aus dem Gletscherschlund schoss. Mit den 50 gemessenen Punkten konnte ich den Gletscher dieses Jahr einmal mehr genau und zuverlässig kartieren, da der Gletscher bestens ausgeapert vor uns lag. Die Erschwernis mit Geröll und Schutt im südlichen Teil gehört zu den gewohnten Bedingungen und ist lösbar. So geht auch die Messung 2007 erfolgreich zur Neige. (H. Klauser)

81 Pizol

2006: Die Gletscherkontrolle fand am 13. September statt und wurde vom Glaziologen Matthias Huss begleitet, welcher im Rahmen seiner Dissertation auf dem Gletscher Messeinrichtungen zur Massenbilanzuntersuchung montierte. Die Distanzmessungen der Gletscherzunge erfolgten ab der obersten Basislinie (C1 bis C6) mit dem Fadenmessgerät im traditionellen Ableseazimut 250⁹ (nach Korrektur des Instrumentenfehlers: effektives Beobachtungsazimut 244⁹). Der Gletscher war fast durchgehend schneefrei. Die Querspalten waren gut sichtbar. Der Gletscherrand war an den Punkten C2, C3 klar, bei C4 und C5 jedoch mit Schutt überführt. Nicht bestimmbar war der Eisrand in C1 und C6. An C6 wurde im Schutt Bodeneis festgestellt. Vermutlich befindet sich noch weiters Bodeneis im Vorfeld des Gletschers, bis über den Bereich der Fixpunktlinie C hinaus. Der genaue Verlauf des Bodeneises ist jedoch nicht eruierbar. Das Gletschertor im Bereich des Eisrandes von Punkt C3 trat diese Jahr nicht mehr so auffällig zutage. Aufgefallen ist jedoch die sich oberhalb der 2700m-Höhenlinie abzeichnende Trennung des Gletschers in einen oberen und einen unteren Teil. (A. Hartmann)

2007: Der Gletscher zeigte keine Schneebedeckung. Die Lufttemperatur lag zwischen 5 und 10 Grad und die Abschmelzung war noch stark aktiv. Am Ostrand des Gletschers waren lochförmige Einsackungen zu beobachten, welche am Gletscherrand zu einem lebhaften Quellbach führten. Unsere Längenmessungen erfolgten wiederum ab der C-Linie, in den Punkten C2 bis C5, alle im Instrumentenazimut 250 Neugrad. Nach Korrektur des Instrumentenfehlers beträgt das eigentliche Beobachtungsazimut 244 Neugrad. Im Punkt C1 ergab sich

wiederum kein vernünftiger Schnitt (der Gletscherrand befindet sich hinter einem Felsvorsprung) und im Punkt C6 scheint der Gletscher definitiv verschwunden zu sein. Wegen der Schuttüberdeckung war es an den meisten Stellen nicht einfach, den Gletscherrand exakt zu bestimmen. Ein wirklich sauberer Eisrand wurde nur im Schnittpunkt mit der C4-Azimutlinie angetroffen. Im Vorfeld des Gletschers im Bereich der Punkte C3 bis C6 wurde noch etwas Bodeneis festgestellt, dessen Rand ist aber nicht bestimmbar. Die im Vorjahr festgestellte, beginnende Abtrennung des Gletschers oberhalb der 2700m-Höhenlinie trat dieses Jahr noch deutlicher zutage; sie beschränkt sich aber bisher auf das westseitige Drittel der Breite. Spalten waren von unseren Standorten aus nur in einem relativ flachen Winkel beobachtbar, am deutlichsten traten sie in horizontaler Richtung ob der 2700m-Höhenlinie auf. (A. Hartmann) Massenbilanzmessungen durch VAW/ETHZ: Die Messungen an einzelnen Pegeln zeigen 3.2 m Ablation an der Zunge und 1.6 m Ablation im oberen Bereich. Die mittlere spezifische Bilanz beträgt etwa -2.2 m Wasseräquivalent. Ein grosser Teil des Massenverlustes entstand noch im Herbst 2006 nach der Feldbegehung (anhaltende Schmelze für rund 50 Tage nach der Begehung). (M. Huss)

82 Lavaz

2006: Die Basislinie von 2005 konnte nicht rekonstruiert werden, einzelne Punkte verschoben oder unauffindbar. Ausgehend vom Basispunkt 3/04 wurde eine neue Basislinie gelegt. Aufgrund des schlechten Untergrundes in Gletscherseenähe ist auch in Zukunft mit Verschiebungen von Basispunkten zu rechnen. Der Gletscher wird in der Falllinie durch eine Moräne getrennt. Unter dieser Moräne befinden sich nicht sichtbare Gletschermassen. In Linie zu dieser Moräne liegt der Basispunkt 3/05. Die von diesem Punkt aus gemessene Distanz zum Gletscherrand führt zu einem einzelnen Gletscherfenster und ist deshalb für diesen Standort wenig aussagekräftig. Der sichtbare Gletscherrand ist vom Südosten Richtung Nordwesten zur Moräne und von dieser weiterzuführen. In dem Messdaten von 2004 und 2005 wurde eine starke Abweichung festgestellt. Aufgrund der neuen Messdaten können die Daten von 2004 als fehlerhaft bezeichnet werden. (R. Lutz)

2007: Keine Messung wegen frühem Wintereinbruch. (R. Lutz)

83 Punteglias

2006: Kein Schnee im Messbereich, Gletschersee nur am Rande von dünner Eisschicht bedeckt. Es tritt viel Wasser aus dem Gletscher aus (deutlich mehr als in den Jahren 2003 - 2005), am meisten am östlichen Rand des Gletschers. Aus dem westlichen Gletschertor tritt kein Wasser mehr aus, dafür südlich und nördlich davon. Am hervortretenden Eis ist der Schmelzprozess sichtbar. Nordwestlich und nordöstlich des Sees tritt milchiges, im Bereich des westlichen Gletschertores klares Wasser aus. Die Ferrera führt trotz des Mehrabflusses aus dem Gletscher ähnlich viel Wasser wie am letztes Jahr. Sie entspringt nach wie vor dem Gletschersee. Gletschertore: Ost: Kein neues Tor entstanden, Wasser tritt direkt unter der Eismasse hervor. Rund 20m hinter dem Gletscherrand (Richtung NW) hat sich im Gletscherkörper ein Schmelzkrater von ca. 25m Durchmesser aufgetan. West: Ca. 20m breit, 3m hoch und 10m tief. Mit einigem Risiko begehbar, Gefahr von Steinschlag und Eisabbruch. Kein Wasseraustritt mehr, der Gletscherbar hat sich offenbar verlagert. Mitte: Starke Veränderungen seit 2005. Viel Eis ist sichtbar, es fanden diverse Eisabbrüche statt, es tritt ein Gletscherbach aus, die Eismasse ist zerklüftet und es gibt einen schönen Eisbogen zu bestaunen. Messung: A) Keine GPS-Messung: zu wenig Satelliten B) Konventionelle Messung

(Distanzmesser, Bussole, Neigungsmesser), ausgehend von Fixpunkt 14. Genauigkeit: Die Gletscherzunge ist vollständig von Schutt überlagert, Eis an wenigen Stellen sichtbar (mehr als in 2005). Der Verlauf der Gletscherzunge ist nicht mehr eindeutig, dies zeigt der Vergleich der Messungen zum letzten Jahr. Die konventionelle Messung verlief reibungslos. (M. Frei)

2007: Beobachtungen: Aus dem Gletscher tritt kein sicht- oder hörbares Wasser mehr aus. In den See treten aber an zwei Stellen Wasserläufe ein. Sie führen wenig klares Wasser ("Bächlein"). Die Ferrera führt trotz der kühlen Verhältnisse verhältnismässig viel Wasser (allerdings deutlich weniger als am 25.10.2006). Sie entspringt nach wie vor dem Gletschersee. Der See wird durch den Materialeintrag von N und NW zunehmend kleiner. Der sich nach Norden ziehende "Finger" des Sees besteht nicht mehr (velandet im 2006-07). Der im 2006 beobachtete "Schmelzkrater" von rund 25 m Durchmesser ist nun nur noch auf einer Seite von Eis umgeben (östliche Seite abgeschmolzen). Hier entsteht zur Zeit ein immer deutlicheres Tal, das von der Gletscherzunge her zunehmend eisfrei sein wird. Gletschertor West: Rund 15m breit, 2m hoch und 10m tief (kleiner als im 2006). Es ist gut begehbar und lässt einen Blick auf die klare, von Luftblasen durchzogene Eismasse zu. Kein Wasseraustritt. Nördlich Gletschertor West: Hier hat sich das Bild seit 2006 stark verändert. Der Gletscher hat sich um rund 60m zurückgezogen. Auch hier hat sich eine eisfreie Vertiefung (Tälchen) zwischen zwei Gletscherkörpern aufgetan (zwischen den beiden kleinen westlichen). Dabei ist eine eindruckliche Eiswand entstanden. Messung: Konventionelle Messung (Distanzmesser, Bussole, Neigungsmesser), ausgehend von Fixpunkt 15 (im 2006 neu eingemessen) Genauigkeit: Die Gletscherzunge ist mehrheitlich von Schutt überlagert, Eis ist an einigen Stellen sichtbar (deutlich mehr als in 2006). Der Verlauf der Gletscherzunge ist an der Zunge des mittleren, grauen Gletscherkörpers sowie östlich davon nicht ganz eindeutig. Die konventionelle Messung verlief reibungslos. Messrichtung 370^g wie im 2006. Ergebnis: Der Gletscher hat sich zwischen den einzelnen Gletscherkörpern deutlich zurückgezogen. Im 2006 gab es dazu bereits klare Anzeichen. Im Gesamtergebnis wird dieser Schwund aufgrund der Lage der Basislinie erst geringfügig abgebildet. Ich erwarte daher fürs nächste Jahr einen deutlich höheren Rückgang (sprunghaft). Der zentrale Bereich (südliche Seite des Gletscherkörpers Mitte) ist immer noch erstaunlich stabil und zeigt kaum einen Rückgang zu 2006. In Anbetracht des nassen Sommers 2007 ist der Rückgang aus meiner Sicht beträchtlich, insbesondere wenn auch die beobachtete Tälchenbildung" berücksichtigt wird. Diese ist ein Indiz für einen starken Volumenverlust. Die Mächtigkeit der Eismassen nimmt ab. Der schneearme Winter 2006/07 ist sicher auch massgebend am Ergebnis 2007 beteiligt. (M. Frei)

84 Länta

2006: Die im Verlauf der vergangenen 10-20 Jahren freigelegte Seitenmoräne erodiert stark, was in den letzten Jahren zu grossen Geschiebeverfrachtungen geführt hat. Das Geschiebe wird in die Flachstufe zwischen der Läntahütte und der Alp Lampertschalp verfrachtet. Es kommt in diesen Bereichen zu grösseren Aufladungen, was dazu führt, dass sich das Gerinne in die Breite ausdehnt. Als Folge davon geht Weideland verloren, der Wanderweg muss stellenweise in den Hang verlegt werden und die Zufahrt zur Alp Lampertschalp ist gefährdet. (B. Riedi)

2007: Das Geschiebe aus der Seitenmoräne: Weideland geht verloren, Wanderweg muss stellenweise in den Hang verlegt werden. Zufahrt zur Alp Lampertschalp wird vermehrt überschwemmt oder sogar fortgespült. (B. Riedi)

85 Vorab

2006: Neuschneereste, jedoch klar trennbar vom Gletscher. Keine gefahrenrelevanten Beobachtungen. (J. Brunold)

2007: Keine gefahrenrelevanten Beobachtungen. (J. Brunold)

86 Paradies

2006: Gemäss Vorschlag von Herrn Bauder wurde die Messrichtung geändert. Als Referenzpunkt wurde der im 2005 eingerichtete HP3 genommen. Die neue Messrichtung beträgt 232^g. Die Mächtigkeit des Gletschers ist sehr stark zurückgegangen. (C. Fisler)

2007: Das Moränematerial im Talboden unterhalb der Felsen wird durch Starkniederschläge stark erodiert. Es wird vermutet, dass diese auch zu den Unwetterschäden vom Oktober 2006 beigetragen haben. Bei diesem Ereignis wurden der Waffenschiesplatz Hniterrhein sowie die Ufer des Rheines bis Splügen stark in Mitleidenschaft gezogen. (C. Fisler)

87 Suretta

2006: Das bis jetzt gemessene Zungenende hat sich vom eigentlichen Gletscher getrennt. Die jetzige Gletscherzunge befindet sich ca. 700 bis 750m (horizontal) von dem letztjährigen Zungenende mit einer geschätzten Höhendifferenz von ca. 300m entfernt. Wegen der sehr grossen Distanz und aufgrund des unwegsamen Geländes war eine konventionelle Messung nicht möglich. Ausserdem war am Tag der Messung der Satellitenempfang schlecht. Aus diesen Gründen ist nur eine Skizze des jetzigen Zungenendes an Ort und Stelle in die vorhandenen Flugaufnahmen übertragen worden. Anhand dieser wurde der Rückgang geschätzt. (C. Fisler)

2007: Auch dieses Jahr musste der Rückgang wegen fehlenden Koordinaten des neu eingerichteten Referenzpunktes GL10 geschätzt werden. Anhand von Flugaufnahmen sowie des Übersichtsplanes 1:10'000 ist der Standpunkt von GL10 geschätzt worden. Von Punkt GL10 aus wurden im Feld anhand des elektronischen Distanzmessers 13 Punkte gemessen. Diese wurden mit der letztjährigen Skizze verglichen. Graphisch wurde die Veränderung der Gletscherzunge durch 23 Messungen im Abstand von 10 m ermittelt. Die Messrichtung ist immer noch 226^g. Der Rückgang muss nächstes Jahr mit den genaueren Koordinaten von GL10 neu ermittelt werden.

88 Porphabella

2006: Die grosse Längen- und Massenabnahme in den letzten Jahren legte allg. und speziell im östlichen Bereich grosse Flächen mit erodierbarem Material frei. Diese Entwicklung kann zu Murgängen führen. Im Zusammenhang mit allfälligen Murgängen besteht die Möglichkeit für die Bildung von temporären Wasserstauungen, welche jedoch aufgrund des Vorgeländes kein grosses Ausmass annehmen können und sicher im Bachlauf abfliessen werden. Aus den seitlichen Einhängen (Piz Val Müra, Bereich Porta d'Es-cha) wurde vermehrt Steinschlag registriert, was zu einer zusätzlichen Gefährdung von Touristen, welche über den Gletscher von/zur Es-cha Hütte wechseln, führt. (Chr. Barandun) 2007: Einschätzung 2006 gilt grundsätzlich immer noch. (Chr. Barandun)

89 Verstankla

2006: Das Jahr 2006 war gekennzeichnet durch einen extrem heissen Juli und einen kühlen, relativ niederschlagsreichen August, mit Schnee bis auf 2000m ü. M. hinunter. Am Tag der Gletschermessung war das Wetter schön. Die Temperatur lag um die 14°C. Der Gletscher war in den Randgebieten ausgeapert. Die Gletscherzunge ist mit viel Blockschutt und Feinmaterial beladen. Die Basispunkte sind nach wie vor gut auffindbar. Die Gletscherrandlinie wurde gleich wie im Vorjahr mit dem GPS - Gerät aufgenommen (Knickpunkte / Gletschertore). Insgesamt sind 11 Randpunkte eingemessen worden. Um die Werte der neuen Messungen in die alte Messreihe zu integrieren, wurden die Distanzen von den einzelnen Fixpunkten bis zum Gletscherrand mit dem vorgegebenen Azimut (118^g) unter Berücksichtigung des Höhenunterschiedes umgerechnet. Der Rückzug hat im Vergleich zum Vorjahr zugenommen. Der Abfluss des Wassers aus dem Gletscher teilt sich in drei Abflüsse, von Nord nach Süd, wie 50%, zu 5%, zu 45%. Auf der ganzen Breite des Gletschers sind kleinere Wasseraustritte aus dem Geröll festzustellen. (M. Maikoff)

2007: Das Jahr 2007 war gekennzeichnet durch einen sehr warmen Frühling und einem feucht-warmen Sommer. Am Tag der Gletschermessung war das Wetter vorerst verhangen, wurde dann aber zunehmend schön. Die Temperatur lag um die 15°C. Der Gletscher war in den Randgebieten ausgeapert. Die Gletscherzunge ist mit viel Blockschutt und Feinmaterial beladen. Die markierten Basispunkte sind mit Ausnahme von PN nach wie vor gut auffindbar. Die Gletscherrandlinie wurde gleich wie in den letzten Jahren mit dem GPS - Gerät aufgenommen (Knickpunkte / Gletschertore). Insgesamt sind 11 Randpunkte eingemessen worden. Um die Werte der neuen Messungen in die alte Messreihe zu integrieren, wurden die Distanzen von den einzelnen Fixpunkten bis zum Gletscherrand mit dem vorgegebenen Azimut (118^g) unter Berücksichtigung des Höhenunterschiedes umgerechnet. Der Rückzug entspricht in etwa jenem vom Vorjahr. Der Abfluss des Wassers aus dem Gletscher teilt sich in drei Abflüsse, von Nord nach Süd, wie 40%, zu 30%, zu 30%. Auf der ganzen Breite des Gletschers sind kleinere Wasseraustritte aus dem Geröll festzustellen. (M. Maikoff)

90 Silvretta

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

2007: Vermessungsflug am 24.9.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch und A. Bauder VAW/ETHZ. (VAW/ETHZ - A. Bauder)

91 Sardona

2006: Die Gletscherkontrolle fand am 15. September statt. Der Gletscher wies im oberen Teil eine leichte, verdreckte Schneebedeckung auf. Die Messungen erfolgten ab den Messpunkten 1, 2, 3, 4 und 5. Die Messungen wurden wieder mit dem Fadenmessgerät vorgenommen. In allen Punkten erfolgte die Messung im traditionellen Azimut 295^g. Der Gletscherrand war in den Punkten 1 bis 5 als Eisrand erkennbar. In den Punkten 1 und 4 war der Gletscherrand von Schutt überdeckt. Er konnte für die Messung jedoch wieder relativ sicher erkannt werden. Der Fels bei Pt. 1 tritt deutlich zutage. Weiter talwärts befindet sich bei diesem Messpunkt noch abgetrenntes und überführtes Eis. Der Eisrand bei Pt. 2 und 3 war sauber erkennbar. In den Punkten 2 bis 4 wurden beträchtliche Rückzuge festgestellt. Bei Punkt 6 ergab sich im Messazimut wieder kein Schnitt mit dem Gletscherrand. Der Gletscher ist in diesem Bereich nicht mehr sichtbar, es wird jedoch Bodeneis unter dem Schutt vermutet. Auch unter dem

Schutt zwischen den Punkten 3 und 4 wird eine grössere Menge an Eis vermutet. Auffällig waren dieses Jahr die zahlreichen Gletschertore. Der Gletscher macht den Eindruck, als ob sich der Abschmelzprozess weiter beschleunigt hätte. (T. Brandes)

2007: Die Gletscherkontrolle fand am 17. September statt. Der Gletscher war teilweise leicht eingeschneit und in verschiedenen Teilen mit Schutt bedeckt. Die Messung erfolgte ab den Punkten 1-6 mit dem Fadenmessgerät im bisherigen Azimut 289^g (korrigierter Winkel). Der Gletscherrand war in den Punkten 1 bis 5 klar erkennbar. Die Abtrennung auf der Beobachtungslinie ab Punkt 1 war noch deutlicher, das vom Felskopf talwärts liegende Bodeneisfeld ist noch vorhanden. In den Punkten 1 bis 3 und etwas weniger im Punkt 5 mussten massive Rückstände festgestellt werden. Bei den Punkten 2 und 3 dürften sich unter dem Schutt noch vom Gletscher getrennte Eislinsen befinden. Bei Punkt 6 konnte neu wieder ein Schnitt mit Eis definiert werden: Das in den letzten Jahren aufgrund der Schuttüberdeckung nicht mehr ansprechbare Eis ist am Rand durch Abschmelzung eingebrochen und so nun wieder klarer erkennbar. Die Gletscherspalten waren weitgehend mit Schnee aus der Vorwoche gefüllt. Bei einem Bildervergleich aus dem Jahr 2003 fiel ab Punkt 3 die massive Reduktion der Gletscherhöhe auf: Die Sichtlinie von Punkt drei über die Gletscherkante liegt heute massiv tiefer, neben der Länge hat also auch das Volumen erheblich abgenommen. Bei Punkt 3 fällt auch ein grösserer Felsbuckel auf, der heute nicht mehr von Eis bedeckt ist, 2003 jedoch erst vage sichtbar war. Die 2006 festgestellten Gletschertore sind auch dieses Jahr sichtbar. (T. Brandes)

92 Roseg

2006: Messung ab Fixpunkt 2004. Eisberge im Gletschersee. Linksseitig steigt der Gletscher an Land. Der Gletscherschwund kehrt von SW Richtung S (Sellagletscher). Neues Gletschertor an Land". (G. Bott)

2007: GPS-Messung. Der Sellagletscher ist unterbrochen auf ca. 2400-2500m ü. M. (159^g/815m). Roseggletscher: rechte Zunge auf ca. 2380 - 2680m unterbrochen. Holzfund (an Prof. Chr. Schlüchter). Viel Toteis linksseitig. Enorme Abschmelzung. (G. Bott)

93 Tschierva

2006: Messung ab Fixpunkt 2004. Sehr gute Messbedingungen. Beim Gletschertor kommen Felspartien zum Vorschein.

2007: GPS-Messung. Holzfunde (an Prof. Chr. Schlüchter). Freiwerdender Talboden (Fels). Zunge ist sehr dünn geworden. Linksseitig viel Toteis. (G. Bott)

94 Morteratsch

2006: Messung ab Fixpunkt 2004. Linksseitig mächtige Geröllauflage. Grotte vom Winter 2004/05 gänzlich weggeschmolzen. (G. Bott)

2007: Linksseitiger Zungenteil von Geröll überdeckt. Messung ab Fixpunkt 2004, konventionell und mit GPS. Grosses Loch in Zungenmitte. (G. Bott)

95 Calderas

2006: Messung ab Fixpunkt 2002. Linksseitiges Rundloch hat sich stark vergrößert; Kaverne mit See. Begehbare Gletschertore in der Mitte und links, ca. 65m. Die Neigung der Gletscherzunge ist steiler als im 2005. (G. Bott)

2007: Messung ab Fixpunkt 2002. Grotte N 2006: abgeschmolzen! Grosse Risse/Spalten deuten auf Ablösung linker Zungen-Teil von Hauptgletscher. GPS-Messung B. Lüscher. (G. Bott)

96 Tiatscha

2006: Messung mit Messband (Basislinie) und elektr. Feldstecher (Distanz). Neue Messbasislinie durch alten Punkt B' ab 2006. (G. Bott)

2007: Messung mit Messband (Basislinie) und elektr. Feldstecher (Distanz). (G. Bott)

97 Sesvenna

2006: Konventionelle Messmethode & Zungenlinie mit GPS. (G.C. Feuerstein)

2007: Gletscherkörper in der Mitte stark reduziert. Gletschersee ähnlich dem Stand im 2006. (G.C. Feuerstein)

98 Lischana

2007: Keine Messung möglich (früher Wintereinbruch). (G.C. Feuerstein)

99 Cambrena

2006: Laghetto di fronte ai punti 1-3 (nessun pericolo). (G. Berchier)

2007: Misurato con il team della RTSI. Il laghetto non rappresenta nessun pericolo. (G. Berchier)

100 Palü

2006: Misurato distanza (Distomat) & direzione. Stima ritiro ghiacciaio su disegno GIS. La lingua è molto divisa e di poco spessore (pericolo di caduta di ghiaccio molto ridotto). (G. Berchier)

2007: Misurato con diversi direzioni & Distomat. Stima del ritiro del ghiacciaio su disegno GIS. (G. Berchier)

101 Paradisino (Camp)

2006: Rilievo 2006 con GPS. Calcolo della distanza con GIS. (G. Berchier)

2007: Sul lato sud della lingua del ghiacciaio è riapparso del ghiaccio ch non si vedeva in passato (questá grande massa di ghiaccio ricopertá di sassi era stata intérpretata quale sassaia!) . (G. Berchier)

103 Bresciana

2006: Questo ghiacciaio si trova a una quota di 2920 sopra il livello del mare, ed è assieme al Vadrecc di Camadra il più alto di tutti i 8 ghiacciai ticinesi monitorati. La lingua del ghiacciaio va praticamente orizzontale tra la morena che si trova a destra e la roccia che e a

sinistra. La parte sottostante (resto di lingua di ghiaccio) sulla sinistra è ora quasi scomparsa. Le condizioni meteorologiche durante le misurazioni non hanno permesso il rilievo del profilo longitudinale (neve). (C. Valeggia)

2007: Il fronte di questo ghiacciaio si trova attualmente a una quota di 2934 mslm. La parte terminale del ghiacciaio ha un andamento orizzontale ed è molto ripida. Le condizioni meteorologiche (neve) durante le misurazioni non hanno permesso il rilievo del profilo longitudinale. (C. Valeggia)

104 Basodino

2006: La lingua di ghiaccio si è appiattita notevolmente come pure il suo spessore. Sulla destra della lingua del ghiacciaio una sporgenza di roccia lunga 60 m che dal fronte sale verso il ghiacciaio. (C. Valeggia)

2007: Il fronte del ghiacciaio continua ad appiattirsi e a diminuire di spessore. Il confronto tra il profilo del 2006 e quello del 2007 mostra, nella zona misurata, una perdita di spessore di 3 metri. (C. Valeggia)

105 Rossboden

2007: Keine Messungen aber Dokumentation mit Fotos. Die erwartete Trennung oberer-unterer Teil hat begonnen! Man sollte nun die neuen Messpunkte setzen. Der untere Teil des Gletschers verzeichnet einen weiteren Volumenschwund. Die beiden Seen haben ein kleines Volumen (200-300m³) und stellen keine Gefahr dar. Der obere See muss jedes Jahr beobachtet werden. Er scheint aber eher auf dem Rückzug zu sein. (F. Pfammatter)

109 Kanderfirn

2006: Bedeutender Massenverlust. Tatzenförmige Gletscherzunge mit Gletschertor. Punkt C: keine Messung, Gletscher weg! (U. Fuhrer)

2007: Gletschertor mit Wasseraustritt. Starke Ausschmelzung Dolomitzone (linke Felswand), neu: Gletscherabbruch über dieser Zone bis vor Zungenende. Bedeutender Massenverlust. Tatzenzunge. (U. Fuhrer)

111 Ammerten

2006: Bei Basispunkt 4 ist der Eisrand wegen dem vielen Geröll und vor allem wegen einer gefrorenen Lehmschicht fast nicht mehr ausfindig zu machen. (E. Hodel)

2007: Der heurige Sommer fand hauptsächlich im April statt, aber ich kann nicht behaupten, dass sich der Gletscher erholt hat. Einzig am Wandfuss, etwas auffallend, die Lawinenkegel, wohl dank der häufigeren Neuschneefälle dieses Sommers. Die Felsinsel in der gletscherschwelle ist übrigens schon seit letztem Jahr nicht mehr vollständig vom Gletscher eingeschlossen. Die Messung am Punkt 4 wird durch die Messung am neuen Basispunkt 5 ersetzt.

112 Dungen

2006: Das Zungenende war zur Zeit der Messung vollständig ausgeapert. Mit Ausnahme von wenigen kurzen Stücken war das Zungenende klar ersichtlich, so dass eine zuverlässige Messung durchgeführt werden konnte. (A. Wipf)

2007: Verhältnisse: Bis am 18. September ist im Wildhorngebiet Schnee gefallen, sodass der Tüngelgletscher zur Zeit der Vermessung immer noch vollständig mit Neuschnee bedeckt war. Da das Zungenende bis auf wenige kurze Abschnitte nicht mit Moräne bedeckt ist und einem Felsbett aufliegt, war dennoch eine zuverlässige Messung möglich. (A. Wipf)

113 **Gelten**

2006: Punkto Ausaperung herrschten ideale Verhältnisse für eine Vermessung. Wie gewohnt konnte aber nur im westlichsten Teil eine Vermessung vorgenommen werden, da im östlichen Teil der Zunge die starke Schuttbedeckung das Bestimmen des Endes verunmöglichte. Im letzten Jahr verhinderte Lawinenschnee eine Vermessung. Dieses Jahr konnte festgestellt werden, dass sich dieser mit dem Gletscher verbunden hatte, sodass sich die Lage des Zungenendes trotz eines weiteren Ausdünnens nur unmerklich verlagert hat. Einzig am SE-Fuss des Hüenerhörnlis, wo der Gletscher auf einem nach südostexponierten Felsbett aufliegt, hat er weiter an Mächtigkeit und Länge/Breite verloren. Neu wurde die Längenänderung innerhalb eines zentralen Sektors (60m breit entlang Profil 591140/133600 - 591085/133254 = Richtung 210g) bestimmt, statt wie bisher mit Hilfe von Fixpunkten. (A. Wipf)

2007: Verhältnisse: Das Zungenende des Geltengletschers zeigte sich ebenfalls schneebedeckt. Da die unmittelbare Umgebung des Zungenendes z.T. schneefrei war, konnte der Gletscherrand trotzdem deutlich verfolgt werden. Der Gletscherschwund hat sich einmal mehr hauptsächlich auf der wenig Schutt aufweisenden NW-Seite manifestiert. Vor der Gletscherzunge haben die Schmelzwasserbäche einen Graben erodiert (schon seit Jahren bestehend). Im Jahre 2006 konnte beim Aufstieg Richtung Arpelstock festgestellt werden, dass auf ca. 2610m südlich des Hüenerhörnlis ein kleiner randglazialer See entstanden ist. Dieser dürfte sich periodisch(?) subglazial entleeren, sodass der Bach eine erhöhte Erosionsfähigkeit im Vorfeld aufgewiesen haben dürfte (Entstehung des Grabens). (A. Wipf)

114 **Plattalva**

2007: Punkt 5: Rand steil zu Messrichtung. (U. Steinegger)

115 **Scaletta**

2006: Messung am 16. Sept.: keine Schneebedeckung. (B. Teufen)

2007: Neuschnee 20cm. Massive Volumenabnahme seit 2003 wird zunehmend Längenabnahme zur Folge haben. (B. Teufen)

117 **Valleggia**

2006: La lingua del ghiacciaio termina nella vallata tra la morena di roccia e la montagna. Il suo fronte non è più così ripido come gli anni precedenti, la massa di ghiaccio scomparsa nei 3 anni precedenti è notevole. La sporgenza di roccia che si trova al centro del ghiacciaio è sempre più evidente. (C. Valeggia)

2007: Ha una lingua che termina in un avvallamento delimitato da uno sperone roccioso e dal versante disgregato della quota 2626 mslm. Il suo fronte non è più così ripido come gli anni precedenti, lo spessore di ghiaccio scomparso dal 2007 è di 3.50 metri. (C. Valeggia)

118 Val Torta

2006: Il ghiacciaio si è appiattito notevolmente senza avere una coltre di ghiaccio molto consistente ed è in gran parte ricoperto da detriti di roccia. Il ghiacciaio è in fase di estinzione (Toteis) e non ha più alimentazione e nei prossimi anni scomparirà... ! Inoltre si nota alcune sporgenze di roccia sia nel ghiacciaio, come pure a valle del fronte. (C. Valeggia)

2007: Il ghiacciaio si è appiattito notevolmente senza avere una coltre di ghiaccio molto consistente ed è in gran parte ricoperto da detriti di roccia. Il ghiacciaio è in fase di estinzione (ghiaccio morto) non ha più alimentazione forse nei prossimi anni scomparirà!. La spessore di ghiaccio scomparso nel 2007 è di 1.50 metri. (C. Valeggia)

119 Cavagnoli

2006: Il fronte del ghiacciaio che si misura termina in una zona pianeggiante formando davanti alla lingua un laghetto. Anche quest'anno il laghetto è aumentato in lunghezza dovuto al ritiro del ghiacciaio di circa 17 metri. La lingua del ghiacciaio si è appiattita notevolmente. (C. Valeggia)

2007: La parte terminale del ghiacciaio continua a ritirarsi, ad appiattirsi e a perdere spessore (da 2.60 a 5.70 m dal 2006 al 2007!) favorita dal fatto che va a finire in un laghetto formatosi una decina di anni fa e nel terreno pianeggiate. Ad alcune decine di metri dal fronte, parallelo al medesimo, nel 2006 si è aperto un grosso crepaccio che porterà, nei prossimi anni, al distacco di un'importante massa di ghiaccio. Il ghiacciaio non dispone più di una zona di accumulo e la tendenza, in atto da parecchi anni, di dividersi in campi isolati di ghiaccio morto continua. (C. Valeggia)

120 Corno

2006: La vera lingua del ghiacciaio si trova tra le due rocce, una morena si sta formando sopra la roccia di destra e dividerà il ghiacciaio in due parti. La parte destra del ghiacciaio non è più voluminosa e anche la lingua si è appiattita notevolmente e ricoperta di detriti. (C. Valeggia)

2007: Il ghiacciaio si ritira sempre di più sopra una fascia di rocce ripide e si praticamente diviso in due parti, una con zona di accumulazione ed ablazione che dal 2006 al 2007 ha perso 1.50 metri di spessore, l'altra con ghiaccio morto. (C. Valeggia)

173 Seewjinen

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

2007: Vermessungsflug am 5.09.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

174 Hohlaub

2006: Vermessungsflug am 5.9.2006, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. Der Teil, der letztes Jahr gerutscht ist, hat sich vollständig vom Gletscher gelöst und auch fast aufgelöst. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

2007: Vermessungsflug am 5.09.2007, photogrammetrische Auswertung durch H. Bösch - VAW/ETHZ im Auftrag der Kraftwerke Mattmark AG. Zungenende am oberen Ende einer Steilstufe. (VAW/ETHZ - H. Bösch)

352 Croslina

2006: La lingua del ghiacciaio si trova sopra il laghetto su roccia sia lateralmente come pure davanti al fronte si è appiattita notevolmente. (Campo Tencia) Il laghetto è completamente visibile. (C. Valeggia)

2007: La lingua del ghiacciaio è ormai molto in alto sopra il laghetto formatosi all'inizio degli anni novanta, che ha assunto la sua forma definitiva . La lingua continua ad appiattirsi. (C. Valeggia)

353 Vadrecc di Camadra

2006: In allegato il profilo longitudinale anno 2005-2006. La massa di ghiaccio scomparsa in altezza è di 2.8 metri. (C. Valeggia)

– **Vadret da l'Alp Ota**

2006: Am 11.7.2006 verursacht ein Ausbruch einer Wassertasche einen Murgang, der zwei Wanderwege verschüttete und eine Touristin mitriss, die dabei ums Leben kam. Es herrschte sehr schönes und heisses Wetter mit starker Gletscherschmelze. Das Hochwasser brach bei strahlendem Sonnenschein gegen 14:15 h aus. Es hatte seinen Ursprung im Vadret da l'Alp Ota, einem kleinen Kargletscher im Val Roseg. (VAW/ETHZ – A. Bauder)

C Investigators

C.1 Length Variation (2007)

Glacier	No.	Investigator
Allalin	11	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Alpetli (Kanderfirn)	109	KAWA/BE, Ueli Fuhrer
Ammerten	111	Erwin Hodel
Arolla (Mont Collon)	27	DWL/VS, Frédéric Pralong
Basòdino	104	SF/TI, Claudio Valeggia
Bella Tola	21	currently not observed
Biferten	77	Hanspeter Klauser
Blüemlisalp	64	KAWA/BE, Ueli Fuhrer
Boveyre	41	DWL/VS, James Medico
Breney	36	Jean-Jacques Chabloz
Bresciana	103	SF/TI, Claudio Valeggia
Brunegg (Turtmann)	20	currently not observed
Brunni	72	AFJ/UR, Jann Marx
Calderas	95	AfW/GR, Giachem Bott
Cambrena	99	AfW/GR, Gilbert Berchier
Cavagnoli	119	SF/TI, Claudio Valeggia
Cheillon	29	DWL/VS, Olivier Bourdin
Corbassière	38	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Corno	120	SF/TI, Claudio Valeggia
Croslina	352	SF/TI, Claudio Valeggia
Damma	70	AFJ/UR, Jann Marx
Dungel	112	Andreas Wipf
Eiger	59	KAWA/BE, Rudolf Zumstein
En Darrey	30	DWL/VS, Olivier Bourdin
Fee (Nord)	13	DWL/VS, Urs Andenmatten
Ferpècle	25	DWL/VS, Frédéric Pralong
Fiescher	4	DWL/VS, Peter Aschilier
Findelen	16	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Firnalpeli (Ost)	75	AWR/OW, Stephan Flury
Forno	102	AfW/GR, Curdin Mengelt
Gamchi	61	KAWA/BE, Roland Descloux
Gauli	52	Rudolf Straub
Gelten	113	Andreas Wipf
Giétro	37	VAW/ETHZ, Andreas Bauder

Glacier	No.	Investigator
Glärnisch	80	Hanspeter Klauser
Gorner	14	DWL/VS, Leo Jörger
Grand Désert	31	DWL/VS, François Vouillamoz
Grand Plan Névé	45	FFN/VD, J.-Ph. Marlétaz
Gries	3	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Griess	74	AFJ/UR, Beat Annen
Griessen	76	AWR/OW, Stephan Flury
Grosser Aletsch	5	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Hohlaub	174	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Hüfi	73	AFJ/UR, Anton Arnold
Kaltwasser	7	DWL/VS, Martin Schmidhalter
Kehlen	68	AFJ/UR, Martin Planzer
Kessjen	12	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Lang	18	DWL/VS, Hans Henzen
Lavaz	82	AfW/GR, Renaldo Lutz
Lenta	84	AfW/GR, Bernard Riedi
Limmern	78	Urs Steinegger
Lischana	98	AfW/GR, Gian Cla Feuerstein
Lämmern	63	KAWA/BE, Christian von Grünigen
Mittelaletsch	106	currently not observed
Moiry	24	DWL/VS, Marcel Barmaz
Moming	23	currently not observed
Mont Durand	35	Jean-Jacques Chabloz
Mont Fort (Tortin)	32	DWL/VS, François Vouillamoz
Mont Miné	26	DWL/VS, Frédéric Pralong
Morteratsch	94	AfW/GR, Giachem Bott
Mutt	2	Ueli Wittorf
Oberaar	50	Flotron AG / KWO
Oberaletsch	6	DWL/VS, Christian Theler
Oberer Grindelwald	57	Hans Boss
Otemma	34	Jean-Jacques Chabloz
Palü	100	AfW/GR, Gilbert Berchier
Paneyrosse	44	FFN/VD, J.-Ph. Marlétaz
Paradies	86	AfW/GR, Cristina Fisler
Paradisino (Campo)	101	AfW/GR, Gilbert Berchier
Pizol	81	KfA/SG, Arnold Hartmann
Plattalva	114	Urs Steinegger
Porchabella	88	AfW/GR, Christian Barandun
Prapio	48	FFN/VD, Jacques Binggeli
Punteglias	83	AfW/GR, Maurus Frei
Rhone	1	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Ried	17	DWL/VS, Peter Rovina
Roseg	92	AfW/GR, Giachem Bott
Rossboden	105	DWL/VS, Ferdinand Pfammatter
Rotfirm (Nord)	69	AFJ/UR, Martin Planzer
Rätzli	65	currently not observed

Glacier	No.	Investigator
Saleina	42	DWL/VS, James Medico
Sankt Anna	67	AFJ/UR, Jann Marx
Sardona	91	KfA/SG, Thomas Brandes
Scaletta	115	Bernardo Teufen
Schwarz	62	KAWA/BE, Evelyn Coleman Brantschen
Schwarzberg	10	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Seewjinen	173	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Sesvenna	97	AfW/GR, Gian Cla Feuerstein
Sex Rouge	47	FFN/VD, Jacques Binggeli
Silvretta	90	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Stein	53	Rudolf Straub
Steinlimmi	54	Rudolf Straub
Sulz	79	AW/GL, Jürg Walcher
Suretta	87	AfW/GR, Cristina Fisler
Tiatscha	96	AfW/GR, Giachem Bott
Tiefen	66	AFJ/UR, Jann Marx
Trient	43	Jacques Ehinger
Trift (Gadmen)	55	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Tsanfleuron	33	DWL/VS, Jean-Daniel Brodard
Tschierva	93	AfW/GR, Giachem Bott
Tschingel	60	KAWA/BE, Rudolf Zumstein
Tseudet	40	DWL/VS, James Medico
Tsidjiore Nouve	28	DWL/VS, Frédéric Pralong
Turtmann	19	currently not observed
Unteraar	51	Flotron AG / KWO
Unterer Grindelwald	58	Hans Boss
Val Torta	118	SF/TI, Claudio Valeggia
Valleggia	117	SF/TI, Claudio Valeggia
Valsorey	39	DWL/VS, James Medico
Verstankla	89	AfW/GR, Michael Maikoff
Vorab	85	AfW/GR, Jürg Brunold
Wallenbur	71	AFJ/UR, Pius Kläger
Zinal	22	DWL/VS, Marcel Barmaz
Zmutt	15	currently not observed

AFJ/UR Amt für Forst und Jagd, Uri

AfW/GR Amt für Wald, Graubünden

AW/GL Abteilung Wald, Glarus

AWR/OW Amt für Wald und Raumentwicklung, Obwalden

DWL/VS Dienststelle für Wald und Landschaft/Service des forêts et du paysage (SFP), Wallis/Valais

FFN/VD Service des forêts, de la faune et de la nature, Vaud

KAWA/BE Amt für Wald, Bern

KfA/SG Waldregion 3 Sargans, St. Gallen

SF/TI Sezione forestale, Ticino

VAW/ETHZ Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie, ETH Zürich

C.2 Mass Balance and Velocity

Glacier	No.	Investigator
Allalin	11	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Basòdino	104	Giovanni Kappenberger
Clariden	141	Giovanni Kappenberger
Corbassière	38	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Findelen	16	GIUZ, Horst Machguth
Giétro	37	VAW/ETHZ, Andreas Bauder
Gries	3	VAW/ETHZ, Martin Funk
Hohlaub	174	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Schwarzberg	10	VAW/ETHZ, Hermann Bösch
Silvretta	90	VAW/ETHZ, Andreas Bauder

VAW/ETHZ Versuchsanstalt für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie,
 ETH Zürich

GIUZ Geographisches Institut, Universität Zürich