



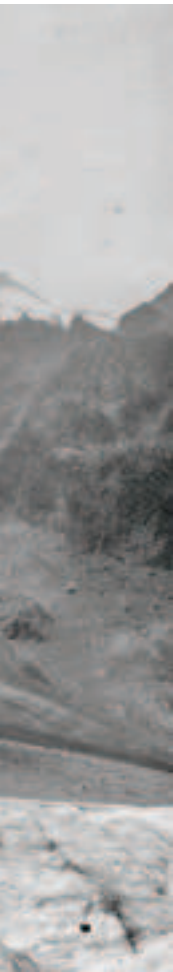
1904: Ansicht vom Steingletscher (Vordergrund) und Steinlimmigletscher (Hintergrund).
Zum Steinlimmigletscher heisst es im geografischen Lexikon von 1902: 3,5 km langer und im Mittel 900 m breiter Gletscher am Kamm zwischen dem Giglistock (2900 m) und dem Vorder Thierberg (3091 m).
Foto: ETH-Bibliothek Zürich, Bildarchiv

Schnee, Gletscher und Permafrost 2011/12

Kryosphärenbericht der Schweizer Alpen

Das Berichtsjahr war von einem heissen Sommer, einem frühen Wintereinbruch und viel Neuschnee geprägt. Insgesamt verloren die Gletscher erneut stark an Masse. Die Permafrostböden tauen weiter auf.

Text: Frank Paul, Andreas Bauder,
Christoph Marty, Jeannette Nötzli



Der Steinlimmigletscher 2006 mit seinen beiden Seitenzuflüssen (links) und dem zentralen Arm (im Sattel). 2012 sind die verschiedenen Zuflüsse soweit geschmolzen, dass sie nicht mehr miteinander verbunden sind. Das Gletscherende hat sich schlagartig um 842 Meter nach hinten verschoben. Foto: Archiv VAW/ETH Zürich (A. Felber)

Die Berichtsperiode war durch viele Extrema geprägt. Anfang Oktober führten auf der Alpennordseite erste Schneefälle bis hinunter auf 1200 m und anschliessende Regenfälle bis auf rund 2700 m nicht nur zu einer grossen Aktivität von Nassschneelawinen, sondern verursachten im Kander- und Lötschental auch massive Sachschäden durch Überschwemmungen und Murgänge. Der warme und trockene November trug dazu bei, dass im Herbst 2011 die zweithöchsten Temperaturen (nach 2006) seit Messbeginn registriert wurden. Anfang Dezember waren die Schweizer Alpen bis weit über 2500 m hinaus schneefrei. Eine solche Situation kann nur ca. alle 30 Jahre erwartet werden und trat letztmals 1953 auf. Dafür waren die anschliessenden Schneefälle auf der Alpennordseite umso heftiger. Insgesamt fiel in vier Grossschneefällen jeweils ein Meter Neuschnee oder mehr innerhalb von drei Tagen. Zuvor gab es keinen Dezember in der Statistik, der so schneearm angefangen und so schneereich geendet hat.

Grosse Neuschneemengen und Rekordkälte im Februar

Anfang Januar fiel innert vier Tagen begleitet von stürmischen Winden in den nördlichen und östlichen Gebieten erneut mehr als 1 m Schnee. Vom 19. bis 25. Januar kam nochmals über ein Meter hinzu. Mit Ausnahme des zentralen Alpensüdhangs waren die Schneehöhen auf 2000 m Ende Januar mit über 200 cm stark überdurchschnittlich. Von Dezember bis Januar wurde an mehr als der Hälfte der Stationen zwei bis drei Mal so viel Neuschnee gemessen wie im langjährigen Mittel. Die grösste Neuschneesumme wurde im Skigebiet von Elm (1690 m) mit 824 cm verzeichnet. An einigen Stationen mit langjährigen Messreihen (Ulrichen, Obersaxen, Davos, Samedan, Samnaun) wurde noch nie innerhalb von 60 Tagen so viel Neuschnee verzeichnet. Ende Januar konnten dadurch teilweise rekordmässige Schneehöhen gemessen werden (Graf. 1). Mengenmässig kann die Schneefallperiode 2011/12 mit der des Lawinenwinters 1999



Davos am 2. Dezember 2011, die weissen Flecken sind Kunstschnee. Wie im Grossteil der Alpen lag bis gegen 2500 m überhaupt kein Schnee. Auf Grund der grossen Wärme im November war die Kunstschneeproduktion beschränkt. Foto: Schweizer Luftwaffe

verglichen werden. Da es jedoch rund 3 bis 4 Grad wärmer als im Februar 1999 war, fiel ein Teil der Niederschläge bis auf 2000 m hinauf als Regen. Dies änderte sich im Februar, der in der ersten Hälfte die massivste Kältewelle seit 1985 und nur wenig Neuschnee mit sich brachte, sodass während zweier Wochen vielerorts auch im Mittelland eine geschlossene Schneedecke lag.

Warmer Sommer schmilzt die überdurchschnittliche Schneemengen

Der März war 3 bis 4 Grad zu warm und niederschlagsarm. Ende März waren die Schneehöhen darum nur noch im Nordosten überdurchschnittlich, im Westen und Norden verbreitet durchschnittlich, im Tessin, Bergell und Puschlav hingegen teilweise stark unterdurchschnittlich. Der April war wechselhaft, und es schneite wiederholt bis in mittlere Lagen, sodass die Schneeschmelze nur verzögert einsetzte. Die nachfolgenden zwei Monate waren 2–3 Grad zu warm, sodass die Schneedecke auf dem 2540 m hohen Messfeld Weissfluhjoch trotz den grossen Winterschneemengen eine Woche früher (am 2. Juli) als normal ausaperte. Der in den Alpen drittwärmste Sommer seit Messbeginn war dafür verantwortlich, dass die Gletscher einmal mehr früh ausaperten und Ende September nur gerade oberhalb 3000 m noch wenig Schnee lag. Über den ganzen Winter (November

bis April) betrachtet, waren die Neuschneesummen oberhalb 1000 m leicht unterdurchschnittlich (83% vom Mittelwert 1971 bis 2000), weil es im Februar und März nur wenig und im November fast gar nicht geschneit hatte. Zusammen mit den überaus grossen Neuschneemengen vom Dezember und Januar wurden die maximalen Schneehöhen auf der Alpennordseite bereits Ende Januar erreicht. Damit kommt der Winter 2011/12 bezüglich Schneehöhe auf Rang 6 der letzten 60 Jahre. Anders sieht es für das Mittelland aus. Trotz des sehr kalten Februars war das Winterhalbjahr insgesamt rund 1 Grad zu warm. Dies hat unterhalb von rund 700 m einmal mehr zu unterdurchschnittlichen Neuschneemengen und Schneehöhen geführt (Abb 2).

Starker Schwund am Steinlimmigletscher nach Abtrennung der Zunge

Im Herbst 2012 wurde an 95 Gletscherzungen die Veränderung der Lage der Gletscherfront gegenüber dem Vorjahr ermittelt. Gesamthaft befanden sich 92 Gletscher auf dem Rückzug, weitere zwei veränderten ihre Zungenposition nicht und bei einem einzigen wurde ein positiver Wert gemessen. Die Werte reichen von einem Rückzug von 842 Metern am Steinlimmigletscher (BE) bis zu leichtem Vorrücken des Zungenrandes von zwei Metern am Gletscher da Lavaz (GR). Rund zwei Drittel der Werte liegen zwischen -1 Meter



Grafik 1: Schneehöhenverlauf

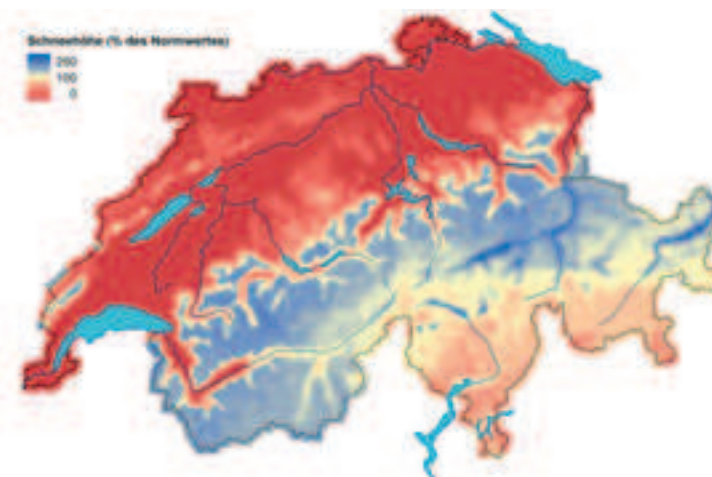
Schneehöhen (in cm) im Winter 2011/12 (schwarz) an den Stationen Müren und San Bernardino im Vergleich mit dem mittleren (grün), maximalen (blau) und minimalen (rosa) Schneehöhen. Die Neuschneefälle des Winters 2011/2012 sind als graue Balken wiedergegeben. Müren auf der Alpennordseite zeigt klar überdurchschnittliche Schneehöhen, wobei Ende Januar/Anfangs Februar sogar neue saisonale Rekorde erreicht wurden. Die Schneehöhen in San Bernardino auf der Südseite dagegen sind über den ganzen Winter unterdurchschnittlich, auch wenn die Normalschneehöhe mehrmals nur knapp verpasst wird. Grafik SLF

und -30 Meter. Summierte Änderungen sind in Graf. 3 dargestellt. Der massive Schwund am Steinlimmigletscher steht im Zusammenhang mit einer Entwicklung über die letzten zehn Jahre. Der Gletscher wird entlang seiner Zunge von zwei Zuflüssen gespeist, welche sich über das letzte Jahrzehnt sukzessive ausgedünnt haben. Nun haben sie den Kontakt verloren, sodass sich das Zungenende des Hauptarmes schlagartig um eine sehr grosse Distanz nach hinten verschoben hat. Diese sprunghafte Veränderung ist auf die Definition des Gletscherendes und die Bestimmung der Längenänderung zurückzuführen und beschreibt den kontinuierlichen Gletscherrückgang nur schlecht. (vgl. «Die Alpen» 10/2012). Ein ausserordentlich grosser Schwundbeitrag von 146 Metern war auch am Glacier de Corbassière (VS) zu verzeichnen. Dessen Zunge präsentierte sich zuletzt als schmaler und stark ausgedünnter Eislappen, der über die letzten vier Jahre rasant geschmolzen ist.

Am Gletscher da Lavaz sind lokale Veränderungen am Gletscherende für den Vorstoss verantwortlich und nicht etwa ein grösserer Eisnachschub aus dem Firngebiet. Für einen so kleinen Gletscher ist die Fliessgeschwindigkeit nur gering, und somit ist der Eisnachschub an der Zunge von geringerer Bedeutung als die Schneeakkumulation über den Winter und die Schmelzverhältnisse im Sommer. Eventuell wurde das Vorrücken des Eisrandes begünstigt durch die überdurchschnittlichen Schneemengen im Winter und die Reduktion der Schmelze im Sommer durch die Schuttbedeckung.

Trotz viel Schnee im Winter ergibt sich eine sehr negative Massenbilanz

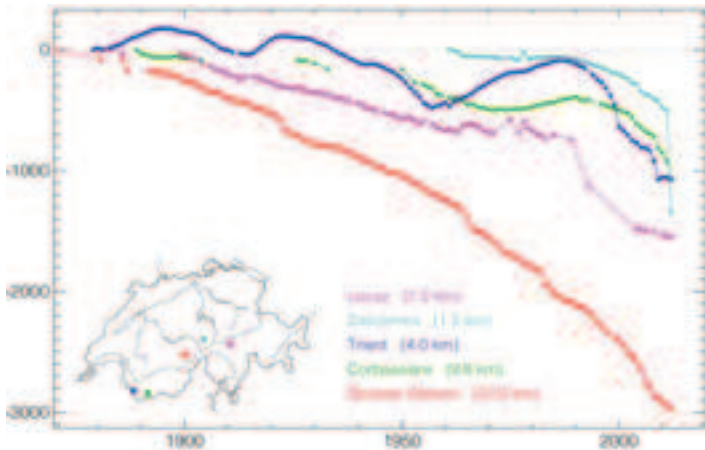
An den sechs Gletschern Basòdino, Findelen, Gries, Pizol, Rhone und Silvretta wurde die Massenbilanz mit Messungen der Schneeakkumulation über den Winter und der Schmel-



Grafik 2: Schneehöhen 2011/12 im Vergleich zur Periode 1971–2000

Prozentuale Abweichung der mittleren Schneehöhe im Winter 2011/12 (November bis April). Dank den massiven Schneefällen von Dezember und Januar waren die Schneehöhen gegenüber dem langjährigen Durchschnitt (1971–2000) am Alpennordhang stark überdurchschnittlich (blau). Das Mittelland konnte wegen dem zu warmen Temperaturen aber nicht davon profitieren und zeigt klar weniger Schnee als normal (rot). Leicht unterdurchschnittlich waren die Schneehöhen am Alpensüdhang. Dies hauptsächlich aufgrund der nur geringen Niederschläge. Grafik: SLF

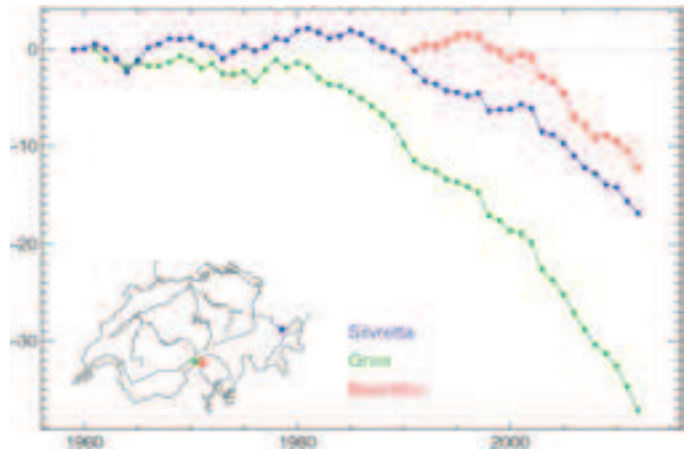
ze im Sommer erhoben. Die bereits oben erwähnten überdurchschnittlichen Schneemengen des Winters ergaben auch an den Gletschern durchwegs grössere Beträge der Schneeakkumulation. So war im Frühling die Hoffnung noch gross, endlich wieder einmal ein Jahr mit einer nicht so negativen Massenbilanz zu erreichen. Der Sommer mit den warmen Monaten Juni und Juli gleich zu Beginn führte jedoch dazu, dass die schützende Schneedecke schnell abgebaut war und die meisten Gletscher wiederum grossflächig bis zum Ende des Sommers ausgeapert waren. Dadurch ord-



Grafik 3: Längenänderung

Aufsummierte jährliche Längenänderungen (in m) für ausgewählte Gletscher des Messnetzes mit unterschiedlichem Reaktions- und Anpassungsverhalten an das Klima.

Grafik: VAW ETH Zürich



Grafik 4: Massenbilanz

Massenbilanz der Gletscher Basodino, Gries und Silvretta mit langen Messreihen. Dargestellt ist die aufsummierte mittlere jährliche Massenbilanz (in m Wasseräquivalent).

Grafik: VAW ETH Zürich

Felssturz am Cengalo

Nach Vorstürzen im Juli 2011 und einer vorübergehenden Beruhigung im Spätherbst lösten sich am 27. Dezember 2011 ca. 2 Millionen Kubikmeter Granit auf gut 3000 m von einem Sporn in der N-Flanke des Pizzo Cengalo (3396 m) im Val Bondasca.

Die Felsmassen erreichten den Talkessel des Val Bondasca und verschütteten den Alpinwanderweg, der die SAC-Hütten Sciora und Sasc Furä verbindet und der bereits nach den Vorstürzen von den Behörden geschlossen wurde. Durch die Ablegenheit des Val Bondasca richtete die Druckwelle nur kleinere Sachschäden an Gebäuden an. Im Sommer 2012 wurden die Ablagerungen nach heftigen Gewittern durch Murgänge weiter hinunter bis nach Bondo ins Bergeller Haupttal transportiert. Bei diesen Ereignissen wurden die Fussgängerbrücken des Zustiegs zur Sasc-Furä-Hütte zerstört. Sie ist inzwischen wieder ersetzt.

Mit Extrapolation von Messungen aus vergleichbaren Felsflanken können die mittleren Felstemperaturen im Anriss auf -1 bis -4°C geschätzt werden. Langfristige Auftauprozesse im Permafrost



Anriss des Felssturzes am Pizzo Cengalo. Hier stürzten rund 2 Mio. Kubikmeter Fels ins Tal. Nachfolgende Murgänge transportierten das Geschiebe bis ins Haupttal. Foto: Jeannette Nötzli, Universität Zürich

während des letzten Jahrzehnts sowie eindringendes Schmelzwasser im heißen Frühsommer 2011 könnten bei der Auslösung des Ereignisses eine Rolle gespielt haben. Mit der fortdauernden Erwärmung steiler Bergflanken im Permafrost scheint die Anzahl grosser

Felssturzereignisse zuzunehmen. In den letzten gut 20 Jahren ereigneten sich im Hochgebirge der Alpen oberhalb von 2500 m fünf Felsstürze mit Volumen von über einer Million Kubikmeter. Dies ist mehr als in den gut 100 Jahren zuvor.

Längenänderung der Gletscher in den Schweizer Alpen 2011/12

Name/Kt	2012	Name/Kt	2012	Name/Kt	2012	Name/Kt	2012
Albigna/GR	-17	Gelten/BE	x	Palü/GR	-22	Trift (Gadmen)/BE	-24
Allalin/VS	-13	Giétro/VS	-94	Paneyrosse/VD	-3	Tsanfleuron/VS	-8
Alpetli (Kanderfirn)/BE	-37	Glärnisch/GL	n	Paradies/GR	-11	Tschierva/GR	-31
Ammerten/BE	0	Gorner/VS	-30	Paradisino (Campo)/GR	-12	Tschingel/BE	-37
Arolla (Mont Collon)/VS	-14	Grand Désert/VS	-13	Pizol/SG	-6	Tseudet/VS	-7
Basòdino/TI	-11	Grand Plan Névé/VD	-5	Plattalva/GL	-47	Tsidjiore Nouve/VS	-13
Bella Tola/VS	n	Gries/VS	-28	Porchabella/GR	-22	Turtmann/VS	x
Biferten/GL	n	Griess/UR	-9	Prapio/VD	s	Unteraar/BE	n
Blüemlisalp/BE	-30	Griessen/OW	-14	Punteglias/GR	-12	Unterer Grindelwald/BE	x
Boveyre/VS	-35	Grosser Aletsch/VS	-33	Rhone/VS	-40	Val Torta/TI	x
Breney/VS	-43	Hohlaub/VS	-12	Ried/VS	-11	Valleggia/TI	-6
Bresciana/TI	s	Hüfi/UR	n	Roseg/GR	-65	Valsorey/VS	-21
Brunegg (Turtmann)/VS	n	Kaltwasser/VS	-2	Rossboden/VS	n	Verstankla/GR	-17
Calderas/GR	-17	Kehlen/UR	-58	Rotfirn (Nord)/UR	-34	Vorab/GR	n
Cambrena/GR	-18	Kessjen/VS	-4	Rätzli/BE	n	Wallenbur/UR	-15
Cavagnoli/TI	-11	Lang/VS	-12	Saleina/VS	-33	Zinal/VS	-14
Cheillon/VS	-15	Lavaz/GR	+2	Sankt Anna/UR	-13		
Corbassière/VS	-146	Lenta/GR	-34	Sardona/SG	-1		
Corno/TI	-4	Limmern/GL	-11	Scaletta/GR	-3		
Croslina/TI	-5	Lischana/GR	-9	Schwarz/VS	-8		
Damma/UR	-22	Lämmern/VS	-13	Schwarzberg/VS	-51		
Dungel/BE	-4	Moiry/VS	-14	Seewjinen/VS	-11		
Eiger/BE	-8	Moming/VS	-4	Sesvenna/GR	-11		
En Darrey/VS	x	Mont Durand/VS	-37	Sex Rouge/VD	-3		
Fee (Nord)/VS	-20	Mont Fort (Tortin)/VS	-14	Silvretta/GR	-8		
Ferpècle/VS	-39	Mont Miné/VS	-36	Stein/BE	-72		
Fiescher/VS	-57	Morteratsch/GR	-82	Steinlimmi/BE	-842		
Findelen/VS	-72	Mutt/VS	-23	Sulz/GL	-2		
Firnalpeli (Ost)/OW	-7	Oberaar/BE	n	Suretta/GR	-18		
Forno/GR	-25	Oberaletsch/VS	n	Tiatscha/GR	-11		
Gamchi/BE	-11	Oberer Grindelwald/BE	x	Tiefen/UR	-42		
Gauli/BE	-91	Otemma/VS	-10	Trient/VS	-18		

Abkürzungen:
n = nicht beobachtet
s = Gletscherzunge
schneebedeckt
x = Betrag nicht bestimmt

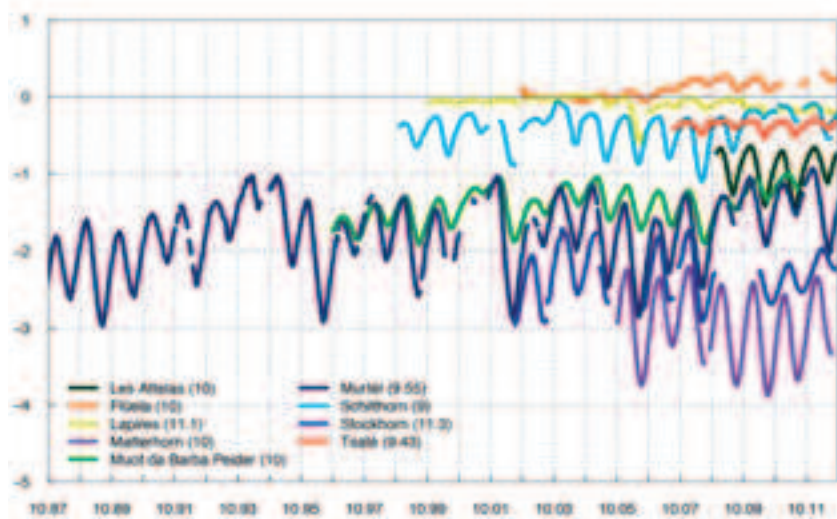
net sich die Massenbilanz des Jahres 2011/12 fast durchwegs auf Platz 3 hinter den sehr negativen Jahren 2002/03 und 2005/06 ein. Erneut ist das Resultat auf den Sommer mit sehr starker Schmelze zurückzuführen. Die Werte schwanken zwischen den einzelnen Gletschern, ohne dass ein regionales Muster auszumachen ist. So beträgt der mittlere Verlust am Griesgletscher mehr als zwei Meter, während bei den übrigen Gletschern die Werte bei ca. einem Meter liegen (Graf. 4).

Permafrost: Boden ist immer noch stark erwärmt

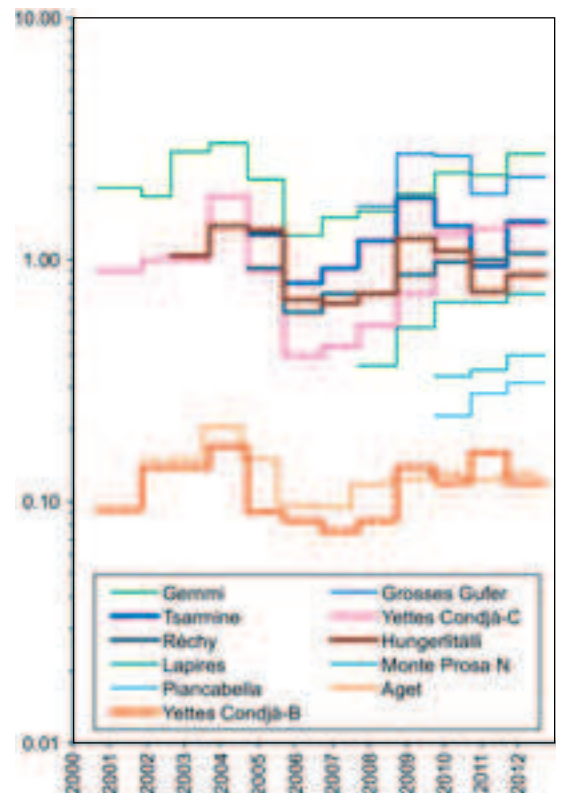
Im Berichtsjahr 2011/12 waren aufgrund der Witterungsbedingungen die Temperaturen im Permafrost etwas tiefer als im Vorjahr. Es ist jedoch bereits das vierte Jahr in Folge mit – im Vergleich zu den letzten 12 Jahren – eher wärmeren Permafrostverhältnissen. Die warmen Jahre vor der Berichtsperiode waren geprägt durch wenig Schnee und sehr frühe Ausaperung sowie überdurchschnittlich warme Frühling- und Sommertemperaturen. Dieses Jahr dagegen lag früh eine sehr dicke Schneedecke, welche die thermischen Bedingungen im Untergrund von der kalten Luft im Winter abkoppelte. Der trockene und warme Frühling sorgte aber für eine eher frühe Ausaperung. Die Oberflächentemperaturen sind etwa 0,4 °C tiefer als im äusserst warmen Vorjahr.

Kryosphärenmessnetze Schweiz

Die Beobachtung der Kryosphäre umfasst Gletscher, Schnee und Permafrost (www.cryosphere.ch). Die Beobachtungen und Messnetze koordiniert die Expertenkommission für Kryosphäre (EKK). Die Schneemessungen werden vom Bundesamt für Meteorologie und Klimatologie MeteoSchweiz und vom WSL-Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) durchgeführt und beinhalten rund 150 Messstationen. Die Messungen an den 115 Gletschern führen Vertreter der Hochschulen, der kantonalen Forstämter und der Kraftwerksgesellschaften sowie Privatpersonen durch (glaciology.ethz.ch/swiss-glaciers). Das Permafrostnetzwerk wird von mehreren Hochschulen und dem SLF betrieben und umfasst 14 Bohrlochstandorte und 12 Standorte mit Bewegungsmessungen (www.permos.ch). Der Witterungsverlauf basiert auf den Berichten von MeteoSchweiz und des SLF.



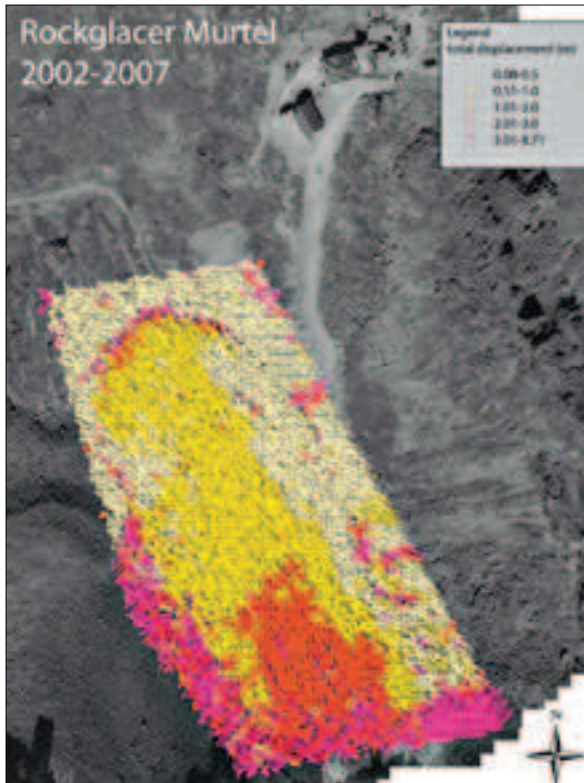
Grafik 5: Temperaturen im Permafrost
Permafrosttemperaturen in ca. 10 Meter Tiefe an verschiedenen Bohrlochstandorten in den Schweizer Alpen. Grafik: Permos



Grafik 6: Geschwindigkeiten von Blockgletschern
Die horizontalen Kriechgeschwindigkeiten von elf Blockgletschern in den Schweizer Alpen zwischen 2000 und 2012. Die Werte werden für jeden Blockgletscher aus mehreren Punkten (ca. 5 bis 30) bestimmt, die mindestens einmal jährlich vermessen werden, der angezeigte Wert ist der Mittelwert aller Messpunkte.
Grafik: Permos

Dies gilt insbesondere für die von Schnee beeinflussten Standorte, da hier der Schnee länger liegen blieb und der Sommer kälter war. Die Felstemperaturen waren wie die Lufttemperaturen leicht höher als im Jahr zuvor. Im Vergleich mit den letzten 12 Jahren liegen die Oberflächentemperaturen aber immer noch über dem Durchschnitt. Für die zwischen 2000 und 3500 m gelegenen Messstandorte der Bohrlöcher werden je nach Höhenlage, Exposition, Schneebedingungen und Untergrund des Standortes Permafrosttemperaturen von etwa 0 bis -3°C gemessen. Deutlich kältere Bedingungen sind in den Schweizer Alpen in den höchsten schattigen Flanken über 4000 m zu erwarten, aber dort sind bisher keine Sensoren installiert. In den letzten fünf Jahren sind die Permafrosttemperaturen in den obersten zehn Metern des Untergrundes aufgrund der zunehmend warmen Bedingungen an den meisten Standorten angestiegen und weitgehend auf oder über dem Niveau von 2003. Da eine Temperaturänderung an der Oberfläche ca. ein halbes Jahr braucht, bis sie diese Tiefe erreicht, sind die im Frühjahr 2012 bei den Sensoren in zehn Metern Tiefe gemessenen ho-

hen Temperaturen das Resultat des heissen Herbstes 2011. Gut sichtbar ist dies zum Beispiel auf dem Stockhorn beim Gornergrat oder den Blockgletschern und Schutthalden im Oberengadin. Aber die Unterschiede zwischen den Standorten sind gross, und an einigen Bohrlöchern haben die Temperaturen in den letzten fünf Jahren abgenommen (Graf. 5). An den meisten Messstationen des Schweizer Permafrostbeobachtungsnetzwerks PERMOS mit einer Datenreihe von 10 oder mehr Jahren gehören die Auftautiefen der letzten vier Jahre zu den tiefsten, und von diesen sind jene vom Sommer 2011 meist am tiefsten. An mehreren Standorten wurde im Sommer 2011 oder 2012 sogar der Rekord aus dem Hitzesommer 2003 gebrochen. Die Auftautiefen 2012 variieren von 2,9 Meter in einer gefrorenen Moräne bei Gentiannes bis zu 6,8 Meter im Nordhang des Schilthorns. Das Geolektrik-Monitoring bestätigt für die ausgewerteten Stationen die Daten der Temperaturmessungen mit weiterhin unterdurchschnittlichen elektrischen Widerständen. Am Schilthorn sind die Werte zum dritten Mal in Folge auf einem neuen Rekordtief, welches auch die Werte des Rekord-



Grafik 7: Blockgletscher Murtèl-Corvatsch

Im Rahmen von PERMOS werden die Bewegungen des Blockgletschers Murtèl-Corvatsch beobachtet. Der Blockgletscher liegt in der Nähe der Mittelstation der Bahn zum Corvatsch-Gipfel (oben rechts). Dargestellt sind mit Fotogrammetrie bestimmte horizontale Verschiebungen zwischen 2002 und 2007. Die grössten Fließgeschwindigkeiten sind in der Wurzelzone zu finden (unten im Bild). Im Hintergrund das Orthofoto von 1996. Foto: Swissphoto Grafik: Permos



Die Daten des Permafrostbohrlochs am Flüelapass müssen mittlerweile im Winter ausgelesen werden. Im Sommer gibt es dort zu viel Steinschlag. Foto: Marcia Phillips, SLF

sommers von 2003 deutlich übertrifft. Die Widerstandsabnahme ist auf der ganzen Profiltiefe von ca. 10 m markant. Dies ist wahrscheinlich eine Folge der höheren Permafrosttemperaturen und des nachhaltigen Eisschwundes der letzten Jahre.

Blockgletscher fließen weiter beschleunigt

Im Rahmen der Permafrostbeobachtung werden 14 Blockgletscher jährlich vermessen und ihre Kriechgeschwindigkeiten bestimmt (Graf. 6).

Diese variieren je nach Blockgletscher (Temperatur, Geometrie, Material, Eisgehalt) und liegen im Bereich von Dezimetern bis Metern pro Jahr (Graf. 7). Mit einer Zunahme um 16% im Vergleich zum Vorjahr deutet auch diese Messgrösse auf sehr warme Verhältnisse im Permafrost hin. Damit liegen die Kriechgeschwindigkeiten ca. 20% über dem Mittelwert der letzten 10 Jahre. Die Resultate für das Berichtsjahr reichen von +4% für Yettes Condjà C (1,41 m/a) bis +53% für Tsarmine (1,54 m/a). In den letzten fünf Jahren sind alle Blockgletscher schneller geworden, jedoch mit Unterschie-

den in der zeitlichen Entwicklung: Einige wurden kontinuierlich schneller, andere hatten ein Maximum im Jahre 2008/09, wurden bis zum Vorjahr wieder langsamer und im Berichtsjahr wiederum schneller. Diese Unterschiede zeigen ein kompliziertes räumliches Muster, das noch weiter untersucht werden muss.

→ Weitere Auskünfte

Gletscher: Andreas Bauder, VAW, ETH Zürich, bauder@vaw.baug.ethz.ch, 044 632 41 12

Schnee: Christoph Marty, SLF, marty@slf.ch, 081 417 01 68

Permafrost: Jeannette Nötzli, PERMOS, Universität Zürich, info@permos.ch, 044 635 52 24