

SonntagsZeitung  
8021 Zürich  
044/ 248 40 40  
www.sonntagszeitung.ch

Medienart: Print  
Medientyp: Tages- und Wochenpresse  
Auflage: 201'738  
Erscheinungsweise: wöchentlich

Themen-Nr.: 377.012  
Abo-Nr.: 1070143  
Seite: 44  
Fläche: 202'746 mm<sup>2</sup>



28. Juni 2010



24. Juli 2015

Der Oberaargletscher im Sommer 2010 bzw. Sommer 2015. Wo früher Eis war, ist heute Geröll

## Die Gletscher schmelzen so schnell wie noch nie Der weltweite Schwund erreicht einen historischen Höchstwert. Die Folgen für die Schweiz sind instabile Hänge, weniger Wasser für Landwirtschaft und Stromgewinnung

Joachim Laukenmann

Mit surrendem Propeller schraubt sich die ein Meter grosse und nur 700 Gramm schwere Drohne über dem Gletscher in die Höhe. Bald wirkt sie wie ein Greifvogel, der in einer Thermik kreist. Ein Murmeltier, das an der Seitenmoräne lebt, hat den Styroporadler entdeckt und stösst Warnpfeife aus. In rund 400 Meter Höhe schwenkt die Drohne autonom auf die vordefinierte Flugbahn ein und beginnt, mit der nach unten gerichteten Kamera Fotos des Oberaargletschers am Grimselpass zu schiessen.

Der Glaziologe Michael Zemp von der Universität Zürich, Leiter des Weltgletscherbeobachtungsdienstes (WGMS), und seine beiden Mitarbeiter Philip Jörg und Annette Ramp sind auf einen Felsblock inmitten des Oberaargletschers geklettert. Von dort

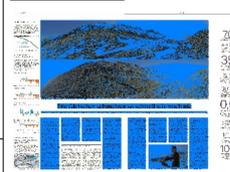
aus verfolgen sie den Flug ihrer Drohne mithilfe eines Laptops. Die Sonne brennt am Himmel. Selbst auf 2460 Meter Höhe ist es angenehm mild. Es ist der zweite Flug, den die Drohne heute absolviert. Ihre Bilder werden zu einem 3-D-Modell des Oberaargletschers verarbeitet, aus dem sich dessen aktuelle Ausdehnung bestimmen und ein exaktes Abbild der Oberflächentopografie berechnen lässt.

Wie die meisten Eisflüsse weltweit ist auch der Oberaargletscher durch den Klimawandel aus dem Gleichgewicht geraten: Oben im Nährgebiet wird weniger neues Eis erzeugt, als unten an der Gletscherzunge schmilzt. «Eine Faustregel besagt, dass ein Gletscher dann im Gleichgewicht ist, wenn er am Ende der Schmelzperiode noch zu zwei Dritteln mit Schnee bedeckt ist», sagt

Zemp. Er zeigt nach oben Richtung Oberaarjoch. Schon jetzt, Anfang August, ist mehr als die Hälfte des Gletschers schneefrei. Die Schmelzperiode dauert aber noch zwei Monate an.

So wundert es nicht, dass der Oberaargletscher schrumpft. Zwischen 1851 und 2006 zog sich seine Zunge um 2500 Meter zurück. Und die neuesten Messdaten mit der Drohne deuten an, dass der Gletscher seit 2006 um weitere 400 Meter kürzer wurde. Der aktuelle Rückzug läuft sogar mehr als doppelt so schnell ab wie im Mittel der letzten rund 160 Jahre.

Was sich am Oberaargletscher abspielt, ist symptomatisch. Das hat Zemp kürzlich in einer Publikation mit 38 Forscherkollegen aus aller Welt gezeigt. «Wir wollten schauen, wie aussergewöhnlich die globale Gletscherschmel-



SonntagsZeitung  
8021 Zürich  
044/ 248 40 40  
www.sonntagszeitung.ch

Medienart: Print  
Medientyp: Tages- und Wochenpresse  
Auflage: 201'738  
Erscheinungsweise: wöchentlich

Themen-Nr.: 377.012  
Abo-Nr.: 1070143  
Seite: 44  
Fläche: 202'746 mm<sup>2</sup>

ze der Jahre 2000 bis 2010 ist», sagt Zemp. Das Resultat war eindeutig: «Seit es Aufzeichnungen gibt, sind die Gletscher nie so schnell geschmolzen.»

Seit über 120 Jahren sammelt der WGMS mit Sitz an der Universität Zürich weltweit Daten zur Veränderung der Gletscher. Drohnen kamen bei der aktuellen Studie noch nicht zum Einsatz, dafür zahlreiche andere Messmethoden. Eine davon zeigt Zemp im unteren Bereich des Oberaargletschers. Dort steckt ein zwei Meter langes Kunststoffrohr in einem mit Schmelzwasser gefüllten Bohrloch. Mehrere weitere, mit Ketten verbundene Stangen liegen daneben. Zemp hat die Stangen letzten Sommer hier im Eis versenkt. Nun kann er messen, um wie viele Meter der Gletscher an Mächtigkeit verloren hat.

### Veränderung von 1000 Gletschern seit dem 19. Jahrhundert

Oben im Nährgebiet graben die Glaziologen regelmässig einen Schacht, an dem sie den jährlichen Schneezuwachs ablesen. So erhalten sie eine Art Kontoauszug: Man sieht die Einnahmen (Schneezuwachs), die Ausgaben (Schmelze) und kann daraus Verlust oder Gewinn (die jährliche Massenbilanz) ableiten.

Allerdings wird diese «glaziologische Methode» nur bei 37 «Referenzgletschern» lang genug angewandt, um direkt einen Klimatrend erkennen zu können. Im Vergleich zu den rund 200 000 Gletschern weltweit ist das nur eine kleine Stichprobe. «Es könnte sein, dass sich ausgerechnet die 37 Referenzgletscher anders verhalten als der Rest», sagt Zemp. «Darum ergänzen wir die glaziologischen Daten mit geodätischen Messungen.»

Eine Variante dieser Geodäsie besteht darin, die einstige Ausdehnung und Mächtigkeit der Gletscher aus alten Landeskarten abzuleiten. Anhand der Höhenlinien in den Karten können die Glaziologen erkennen, wie mächtig die Gletscher seinerzeit waren. Ein

Vergleich mit aktuellen, vom Flugzeug aus oder mit Drohnen per Fotogrammetrie gewonnenen Geländedaten zeigt die Veränderung. «Mit dieser Methode können wir die Entwicklung von rund 1000 Gletschern bis zurück ins 19. Jahrhundert verfolgen», sagt Zemp.

Weitere Daten liefert die direkte Messung der Längenänderung. In der Schweiz etwa hat man die Position der Gletscherzungen seit den 1880er-Jahren erfasst. Im Gegenteil zur Änderung der Mächtigkeit, die auf die jährliche Niederschlags- und Schmelzbilanz reagiert, ist die Längenänderung des Gletschers ein eher indirektes Signal: Was die Gletscherzunge heute macht, wurde vom lokalen Wettergeschehen der letzten Jahre bis Jahrzehnte geprägt.

Der vierte und am breitesten abgestützte Ansatz sind Satellitenbilder. «Damit konnten wir weltweit Zehntausende Gletscher analysieren», sagt Zemp. Auf den Satellitenbildern erkennen die Glaziologen, ob und wenn ja, wie weit sich die Gletscher von der End- und Seitenmoräne zurückgezogen haben, die sie während der maximalen Ausdehnung vor 150 bis 200 Jahren schufen. Die Satellitendaten sind zwar nicht sehr genau, zeigen aber für eine Vielzahl von Gletschern, welche Richtung vorgegeben ist: Wachstum oder Rückzug?

### Der Rekord vom Jahr 1998 wurde schon fünfmal getoppt

Insgesamt werteten Zemp und Kollegen rund 47 000 Gletscherbeobachtungen aus. Einige Daten reichten bis ins 16. Jahrhundert zurück. «Die Eisdicke der beobachteten Gletscher nimmt derzeit jedes Jahr zwischen einem halben und einem ganzen Meter ab», sagt Zemp. «Das ist zwei- bis dreimal mehr als der entsprechende Durchschnitt im 20. Jahrhundert.» Auch für den gesamten Zeitraum der bildlich oder schrift-

lich dokumentierten Gletschergeschichte sei die aktuelle Entwicklung ohne Beispiel. «Die Studie zeigt klar, dass der aktuelle Gletscherrückgang ein globales Phänomen ist», sagt Zemp.

Unterdessen liegen die Zahlen bis 2014 vor. Bezeichnend ist, dass im letzten Jahrhundert das Jahr 1998 weltweit eine Rekordschmelze aufwies. In diesem Jahrhundert wurde dieser Rekord schon fünfmal getoppt: 2003, 2006, 2011, 2013 und basierend auf den neuesten Zahlen sehr wahrscheinlich auch 2014.

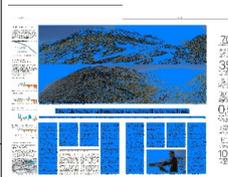
Selbst wenn wir den Klimawandel morgen stoppen könnten, würden die Gletscher vorerst weiterschmelzen. Das ist ein weiteres Resultat der Studie. In vielen Regionen der Welt sind die Eisflüsse genau wie der Oberaargletscher

so stark aus dem Gleichgewicht geraten, dass sie für das heutige Klima zu gross sind. Die Alpengletscher beispielsweise würden auch ohne weitere Erwärmung noch auf die Hälfte ihrer heutigen Fläche schrumpfen.

Das hat Folgen. Durch die schwindenden Gletscher werden Berghänge instabil, und es können sich wie vor einigen Jahren am unteren Grindelwaldgletscher gefährliche Seen bilden. «Plötzlich tauchen Gefahren an Orten auf, die vorher sicher waren», sagt Zemp. «Und Orte werden sicher, die vorher gefährdet waren.»

Derzeit sorgt die Gletscherschmelze in den Sommermonaten für einen erhöhten Wassernachschub. Die Speicherkraftwerke profitieren. «Der Wendepunkt ist aber fast erreicht», sagt Zemp. «Schon in naher Zukunft werden die Alpengletscher mangels Eismasse weniger Schmelzwasser liefern.» Trockenperioden wie in diesem Sommer werden gravierendere Folgen haben, insbesondere für Laufwasserkraftwerke im Unterland, für die Schifffahrt und für die Landwirtschaft.

Auf dem Oberaargletscher hat der Fallwind inzwischen aufgefrischt. Das



SonntagsZeitung  
8021 Zürich  
044/ 248 40 40  
www.sonntagszeitung.ch

Medienart: Print  
Medientyp: Tages- und Wochenpresse  
Auflage: 201'738  
Erscheinungsweise: wöchentlich

Themen-Nr.: 377.012  
Abo-Nr.: 1070143  
Seite: 44  
Fläche: 202'746 mm<sup>2</sup>

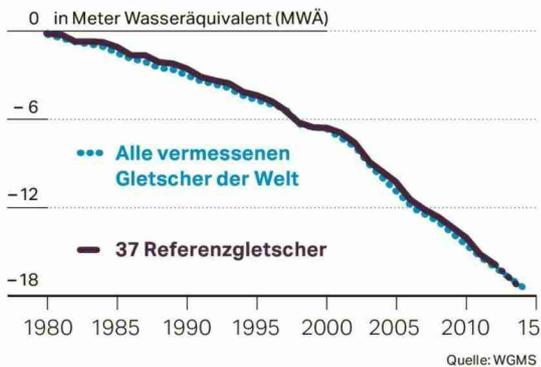
erschwert den dritten Start der Drohne. Kurz nach dem Abflug knallt sie aufs blanke Eis. Kamera und Akku werden hinausgeschleudert, der Propeller bricht. Zum Glück lässt sich der Schaden mit Sekundenkleber und Ersatzpropeller schnell beheben.



Startbereit: Glaziologe Zemp mit Drohne auf dem Oberaargletscher Foto: J. Laukenmann

## Totale Massenbilanz der Gletscher

Aufsummierte mittlere jährliche Massenbilanz aller vermessenen Gletscher der Welt. Das zeigt: Die 37 Referenzgletscher sind eine gute Repräsentation für alle Gletscher. Seit 1980 nahm die Mächtigkeit der Gletscher im Mittel um knapp 18 MWÄ ab. Da Wasser etwas dichter ist als Eis, entspricht das einem Rückgang der Eisdicke um rund 19,5 Meter.



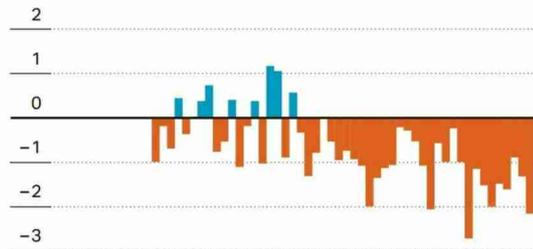
## Jährliche Massenbilanz ausgewählter Referenzgletscher

Die meisten Gletscher der Welt verlieren deutlich an Masse. Die Massenbilanz hängt jedoch stark von der lokalen Klimaentwicklung, von der jährlichen Niederschlagsbilanz und der Temperatur im Jahresverlauf ab. Minus 1 MWÄ bedeutet, dass ein Gletscher etwa 1,1 Meter an Mächtigkeit verloren hat.

### Massenzuwachs Massenverlust

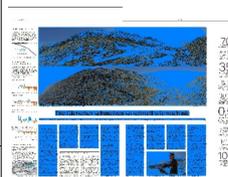
In Meter Wasseräquivalent (MWÄ)

#### Gries-Gletscher (Schweiz)



#### Storbreen (Norwegen)



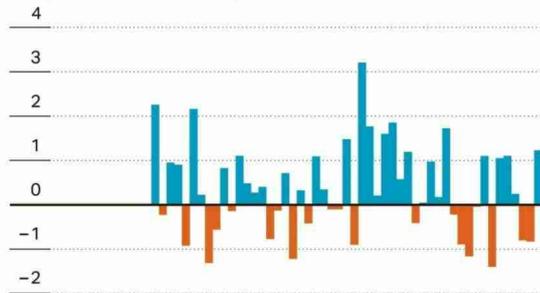


SonntagsZeitung  
8021 Zürich  
044/ 248 40 40  
www.sonntagszeitung.ch

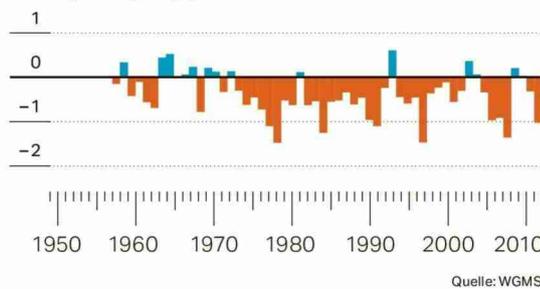
Medienart: Print  
Medientyp: Tages- und Wochenpresse  
Auflage: 201'738  
Erscheinungsweise: wöchentlich

Themen-Nr.: 377.012  
Abo-Nr.: 1070143  
Seite: 44  
Fläche: 202'746 mm<sup>2</sup>

### Nisgardbreen (Norwegen)



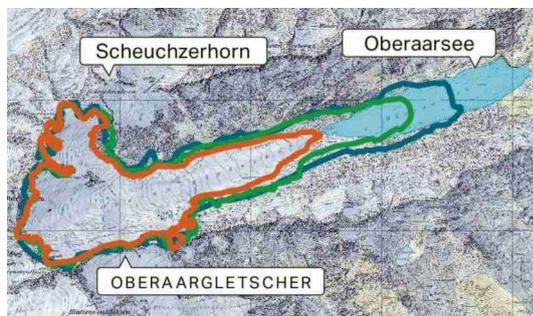
### Ts. Tuyuksuyskiy (Kasachstan, Zentralasien)



### Rückzug des Oberaargletschers

Ausdehnung des Oberaargletschers in den Jahren **1881** — **1947** — **2006** abgeleitet aus alten Landeskarten.

Mit Hilfe der Höhenlinien können die Glaziologen jeweils auch die Mächtigkeit des Gletschers bestimmen. Die maximale Ausdehnung erreichte der Gletscher um 1850. Die Staumauer wurde zwischen 1952 und 1954 errichtet. Seit 2006 hat sich der Gletscher um weitere 400 Meter zurückgezogen.



SoZ Candrian; Quelle: Bundesamt für Landestopografie, Uni Zürich

# 70 0,5

Prozent des Süsswassers sind in Gletschern gespeichert.

Meter würde der Meeresspiegel ansteigen, wenn alle Gletscher der Erde abschmelzen (ohne die Eisschilde von Grönland und der Antarktis).

# 47 000

Gletscherbeobachtungen sind weltweit verfügbar. Manche reichen bis ins 16. Jahrhundert zurück.

# 730 000

Quadratkilometer beträgt die totale Gletscherfläche der Erde – so gross wie Deutschland, Polen und die Schweiz zusammen.

# 35

Prozent ging die Gletscherfläche der Alpen zwischen 1850 und 1970 zurück, weitere 22 Prozent zwischen 1970 und 2000.

# 1415

Meter hat sich die Gletscherzunge des Rhonegletschers zwischen 1879 und 2014 zurückgezogen.

# 3785

Quadratkilometer sind in Mitteleuropa mit Eis bedeckt. Das entspricht in etwa der Fläche der Kantone Zürich und St. Gallen.

# 100

Jahre umfasst die Messreihe über Zuwachs und Schmelze des Claridenfirns. Es ist die weltweit längste Messreihe dieser Art.

# 3019

Meter hat sich die Gletscherzunge des Grossen Aletschgletschers zwischen 1870 und 2014 zurückgezogen.