Zeitschrift: Wasser- und Energiewirtschaft = Cours d'eau et énergie
Herausgeber: Schweizerischer Wasserwirtschaftsverband
Band: 44 (1952)
Heft: 5-7

Artikel: Gletscherbewegungen der letzten 50 Jahre in Graubünden
Autor: Zingg, T.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-921780

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Wärmestromverbrauch in 19 Hotels ohne elektrische Küche, 1207 Betten, etwa 76 500 Übernachtungen:

Stromverbrauch in kWh			
Sommer	Winter	pro Bett	pro Übernachtung
563 816	394 641	795	12,5

f) Verschiedene

In Flims wurden im Jahre 1950 an vier Hotels mit Saisonbetrieb folgende Energiemengen für Küche und Warmwasserbereitung abgegeben:

Sommer	251 000 kWh
Winter	218 000 kWh

Ebenfalls von Bedeutung ist der Energieverbrauch für die Hotellerie in den von den AG Bündner Kraftwerken versorgten Ortschaften des Oberengadins. Sieben vollelektrische Hotelküchen, drei Großbacköfen und eine größere Anzahl Patisserieöfen und andere Großküchen-Einzelapparate sind angeschlossen. 91 % der Hotels bereiten im Sommer das Warmwasser ausschließlich elektrisch mit Überschußenergie. Die Gesamtenergieabgabe ist deshalb im Sommer bedeutend höher als im Winter, obwohl seit der Aufhebung der Einschränkungen eine größere Anzahl Privathäuser und sämtliche Kirchen auch im Hochwinter rein elektrisch geheizt werden. An die beiden Kurorte Pontresina und Sils i. E. / Segl wurden im Jahre 1950 folgende Energiemengen abgegeben:

	Pontresina	Sils i. E./Segl
Sommer	1 597 320 kWh	678 830 kWh
Winter	1 030 620 kWh	277 840 kWh
Stromabgabe im Februar	219 420 kWh	45 660 kWh
Stromabgabe im Mai	152 110 kWh	42 200 kWh
Stromabgabe im August	438 010 kWh	223 090 kWh

Benützte Unterlagen:

Statistik der Elektrizitätswerke der Schweiz, verschiedene Jahrg.;
Statistisches Jahrbuch der Schweiz 1950;
Führer durch die schweizerische Wasser- und Elektrizitätswirtschaft;
Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins;
Graubündens Volkswirtschaft von G. A. Töndury;
Die Entwicklung der Schweizerischen Elektrizitätswerke und ihrer Bestandteile von Prof. Dr. h. c. W. Wyßling.
Angaben der einzelnen Elektrizitätswerke.

Gletscherbewegungen der letzten 50 Jahre in Graubünden

Von *Dr. Th. Zingg*, Weißfluhjoch/Davos

DK 551.311.1 (494.26)

Das Antlitz unserer Berge hat durch den Rückzug der Gletscher auch seit der Jahrhundertwende erhebliche Änderungen erfahren. Der Rückzug hat im letzten Jahrzehnt besondere Ausmaße angenommen. Die Arealverminderung der Gletscher- und Firnflächen dürfte gelegentlich auch wirtschaftliche Folgen haben.

In diesen Ausführungen sollen die Gletscheränderungen Graubündens und die Zusammenhänge mit den klimatischen Elementen untersucht werden. Die Gletscheränderungen können wie folgt dargestellt werden:

1. Die Bestimmung der Arealverluste seit einem gewissen Zeitpunkt, ermittelt an Hand topographischer Karten.
2. Darstellung des zeitlichen Verlaufs der Änderungen, meistens auf den Stand der Gletscherzungen bezogen.
3. Bestimmung der Volumänderungen der Gletscher in einer gewissen Zeit. Diese Angaben sind für die Wasserwirtschaft besonders wichtig und gewinnen mehr und mehr an Bedeutung.

1. Die Arealverluste der Gletscher- und Firnflächen.

Die Bestimmung der Verluste wurde an Hand der Siegfriedkarte mit Aufnahmen um 1895 und der neuen Landeskarte von 1936—44 vorgenommen. Ferner konnten die vom Eidg. Amt für Wasserwirtschaft veröffentlichten Flächeninhalte beigezogen werden. Wie aus der Tabelle 1 hervorgeht, betragen die Verluste in diesem Zeitraum je nach Flußgebiet 13 bis 36 % der Firnoberfläche der Neunziger-Jahre. Aufgelockerte Firngebiete haben die größten Verluste erlitten. Erwartungsgemäß sind die tiefer gelegenen Eis- und Firnflächen am stärksten abgebaut worden.

Tabelle 1 Verluste der Firn- und Eisflächen einiger Flußgebiete in Graubünden

	um 1895 km²	um 1940 km²	Diff. km²	%
Silvretta-Verstankla bis Seebach	6,19	5,38	0,81	—13
Landquart bis Klus	13,05	9,23	3,82	—29
Albula oberhalb Bergün	8,17	5,72	2,45	—31
Somvix bis Rhein	9,50	7,59	1,91	—20
Medels bis Rhein	16,40	11,22	5,18	—32
Valser-Rhein bis und mit Peilerbach	20,98	13,41	7,57	—36
Puntaiglas	3,16	2,55	0,61	—20
Fedoz bis Silsersee	5,45	4,09	1,36	—25
Morteratsch	24,30	20,29	4,01	—16,5
Roseg	27,97	22,19	5,78	—21
Grialetsch	6,62	4,78	1,84	—28
Sarsura bis Inn	3,52	2,42	1,10	—31
Mittlerer Verlust obiger Gebiete				—25,6

Eine kürzlich erschienene Arbeit von Morawetz[1] über den Gletscherrückgang in den benachbarten Ötztaler-

[1] Zeitschrift für Gletscherkunde, Bd. 2, 1952, S. 105—111.

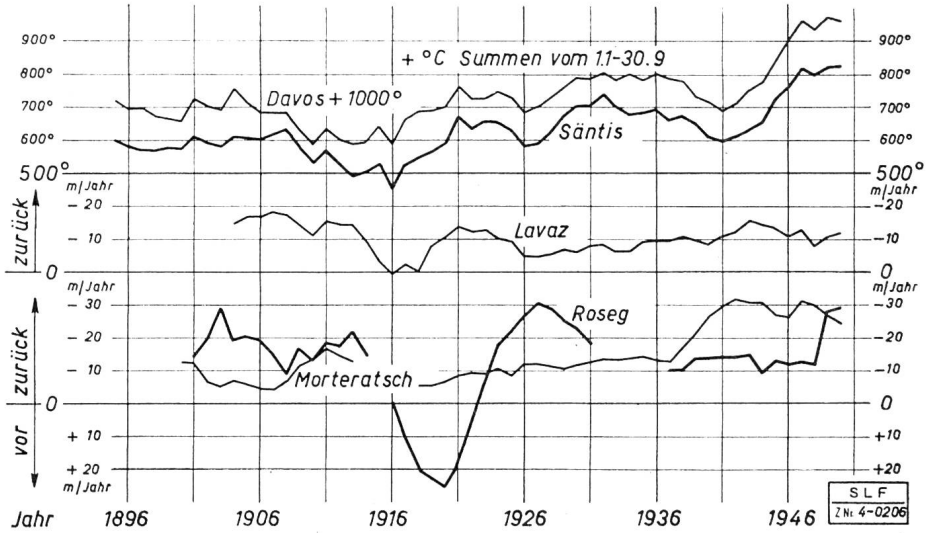

Abb. 1
Übergreifende Lustrenmittel der Temperatursummen und Gletscherzungenstände von 1891 bis 1950

alpen, bezogen auf die gleiche Periode, gibt einen mittleren Verlust von 28 % an. Die Schwankungen der einzelnen Gletscher bewegen sich im gleichen Rahmen wie in unserer Tabelle.

Die Verluste für das Rheingebiet mit ursprünglich (um 1895) 164 km² Eis- und Firnfläche betragen rund 50 km².

2. Die Veränderungen der Gletscher im Laufe der Zeit.

In Graubünden bestehen leider nur wenige nahezu lückenlose Beobachtungen über die Gletscherstände in jedem Jahr. Wir müssen uns auf wenige Beispiele beschränken. Es handelt sich um den Lavaz-Gletscher in der Medelsergruppe, den Roseg- und Morteratschgletscher. In Abb. 1 sind die Änderungen in übergreifenden Fünfjahresmitteln (Lustrenmittel) dargestellt. In der gleichen Figur sind auch die entsprechenden Mittel der Temperaturen über den gleichen Zeitraum eingetragen. Es handelt sich um die mittleren Summen der positiven Tagesmitteltemperaturen von Davos und Säntis jeweils vom 1. Januar bis 30. September. Mehrjährige Untersuchungen auf Weißfluhjoch zeigen, daß die positiven Tagesmitteltemperaturen in enger linearer Beziehung zur Schmelzwassermenge stehen (10 positiven Graden entspricht eine Schmelzwassermenge von 45 mm) [2]. Die summierten positiven Tagestemperaturen geben damit ein anschauliches Bild über die möglichen Schmelzwassermengen in einer Ablationsperiode.

In der Figur fällt der gleiche Temperaturverlauf von Davos und Säntis auf. Ferner ist ersichtlich, daß die Ablationsperioden der letzten 10 Jahre wesentlich wärmer waren als in früheren Jahrzehnten bis 1890 zurück. In den letzten 5 Jahren beträgt die Temperatursumme auf dem Säntis in 2500 m etwa 830 Grad entsprechend 374 cm Schmelzwasser, gegenüber nur 200 cm Schmelzwasser in den Jahren 1912 bis 1914.

[2] Zingg: Winterbericht 14 SLF 1949/50, S. 86—90.

Die mittleren Temperatursummen zeigen in den letzten 60 Jahren deutlich getrennte Perioden. Bis um 1908 bewegt sich die Kurve um das langjährige Mittel 1901 bis 1940 mit 1709 Grad für Davos und 611 Grad für den Säntis. Die Temperatur sinkt dann 1912 bis 1916 wesentlich unter dieses Mittel um anschließend bis 1927 leicht darüber zu liegen. Von diesem Zeitpunkt ab erscheint eine Reihe warmer Jahre mit geringer Absenkung um 1938 bis 1942, dann setzt die große Erwärmung ein.

Betrachten wir nun das Verhalten der Gletscher. Der Lavaz-Gletscher reagiert bis 1926 sehr gut auf die Temperatur, seither aber nicht mehr. Der Grund liegt in einer wesentlichen Veränderung des Gletschers. Seine ursprüngliche Zunge ist zusammengeschmolzen, ein Nachschub findet fast nicht mehr statt und das Zurückweichen erfolgt nur mit den jährlich zur Verfügung stehenden Temperaturen, deren Änderung im Abschmelzvermögen selten über 1,5 m beträgt. Der Lavaz-

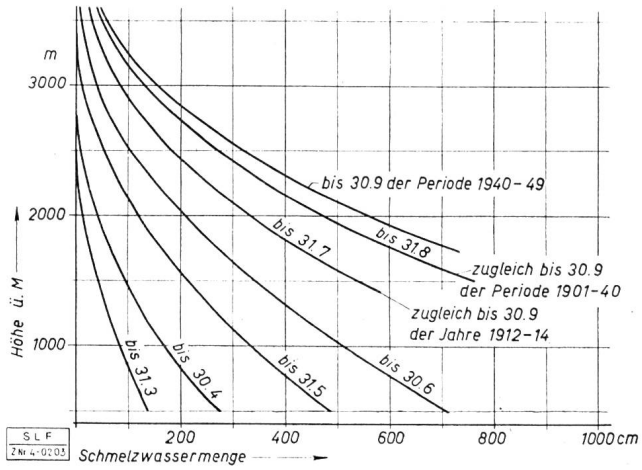

Abb. 2 Größe der aus den Temperatursummen ermittelten Schmelzwassermenge in Abhängigkeit von Meereshöhe und Jahreszeit

Gletscher ist fast zum Typus eines Kargletschers geworden.

Der Roseg-Gletscher folgt der Temperaturveränderung verzögert. Diese hat sich mit dem Rückzug der Zunge selbst wieder verändert. Den kühlen Jahren nach 1912 folgt der Vorstoß erst um 1917. Die Berechnungen ergeben, daß der Roseg-Gletscher unter den heutigen klimatischen Bedingungen das Gleichgewicht mit Zungenende in etwa 2450 m Meereshöhe haben müßte. Seit die Trennung zwischen Roseg- und Tschiervagletscher vollzogen ist (um 1940) reagieren die Einzelgletscher rascher.

Merkwürdig erscheint das vollständig andere Verhalten des benachbarten Morteratschgletschers. Er hat sich in der ganzen Zeit zurückgezogen. Ein beschleunigter Rückzug macht sich erst gegen Ende der 30er Jahre bemerkbar. Dieser verstärkte Rückzug geht auf die wärmere Periode ab 1927 zurück. Das vergangene Jahrzehnt mit den hohen Temperaturen und starken Verlusten im Nährgebiet wird erst noch fühlbar werden. Die große Eiszunge erhält nur geringen Nachschub, so daß auch die Fließgeschwindigkeit klein sein muß. Der verringerte Nachschub früherer Jahre kommt damit erst spät in Erscheinung, ähnlich wie bei andern großen Talgletschern der Alpen. (Aletsch, Fiescher, Gorner, letzterer zeigt eine Verzögerung von 13 Jahren.)

Abb. 3 Palügletscher, am 17. 9. 1950 von Alp Grüm aus aufgenommen, mit Einzeichnung der temporären Ausdehnung der Eiszunge:
Große Punkte: 1600/20
Große Striche: 1818/22, 1857, 1865, 1875
Kreuze: 1895
Kleine Punkte: 1921
Kleine Striche: 1926
Kleine Kreise: 1940
Photo und Angaben G. Gensler in «Leben und Umwelt» Nr. 7, Aarau 1951

3. *Die Volumänderungen der Gletscher- und Firngebiete.*

Volumetrische Vermessungen, wie solche am Unter- und Oberaargletscher und im Wallis vorgenommen werden, existieren meines Wissens nicht in Graubünden. Wir sind auf Einzelbeobachtungen und allfällige Berechnungen angewiesen. Gensler[3] hat an Hand von Photos und eigenen Beobachtungen das Absinken der Firnoberfläche im Berninagebiet verfolgt. Die Firnfläche am Piz Misaun in 2960 m Höhe hat sich beispielsweise von 1901 bis 1938 um 31 Meter gesenkt (Firnneigung 35°). Diese 31 Meter Verlust entsprechen einer Wassersäule von 18,6 m mit Raumgewicht 0,6 des Firns oder 21,7 m mit Raumgewicht 0,7.

In Abb. 2 sind die möglichen Schmelzwassermengen in Abhängigkeit von der Meereshöhe und der Zeit ab 1. Januar bis Ende September eingetragen. Die Mengen sind nach der oben angegebenen Beziehung ermittelt. Die entsprechenden Temperatursummen wurden aus den Jahren 1901 bis 1940 gewonnen. Daraus geht hervor, daß in der Höhe von 2950 m 150 cm Wasser wegschmelzen kann. Nehmen wir als jährlichen festen Niederschlag in dieser Meereshöhe und Gegend 110 cm an, wie er aus Schneehöhen hervorgeht, so verbleibt ein Verlust von 40 cm. Umgerechnet auf die entsprechende beobachtete Hangneigung macht dies in 38 Jahren einen Verlust von 18,6 Metern bzw. 20,9 Metern mit einer jährlichen Schneemenge von nur 105 cm Wasserwert. Die Beobachtung ergibt mit einem mittleren Raumgewicht des Firns von 650 kg/m³ 20,1 m, die Berechnung 18,6 oder 20,9 m je ob 110 cm oder 105 cm jährlicher Wasserwert der Schneedecke angenommen wird. Niederschlagsmengen von 2 bis 2,5 m, wie sie bisher für diese Höhe angenommen wurden, müßten ein Vorrükken der Gletscher bedeuten und sind deshalb und aus andern Gründen unwahrscheinlich.

Es dürfte in diesem Zusammenhang interessant sein, das Verhalten des Roseg-Gletschers an Hand der Temperatursummen für verschiedene Perioden zu berechnen wie sie aus dem Temperaturverlauf hervorgehen.

Wir haben das Gebiet des Roseg-Gletschers zu diesem Zweck nach Höhenstufen planimetriert und die möglichen Abschmelzungen nach den Werten aus Figur 2 berechnet. Mit Hilfe der offiziellen Niederschlagswerte müßte der Roseg-Gletscher auch in den bisher heißesten Jahren vorstoßen. Mit Hilfe der jährlich gemessenen Wasserwerte der Schneedecke im Engadin und einer

[3] Verhandlungen SNG, Davos 1950, S. 147, und «Leben und Umwelt», Aarau 1951, Nr. 7.

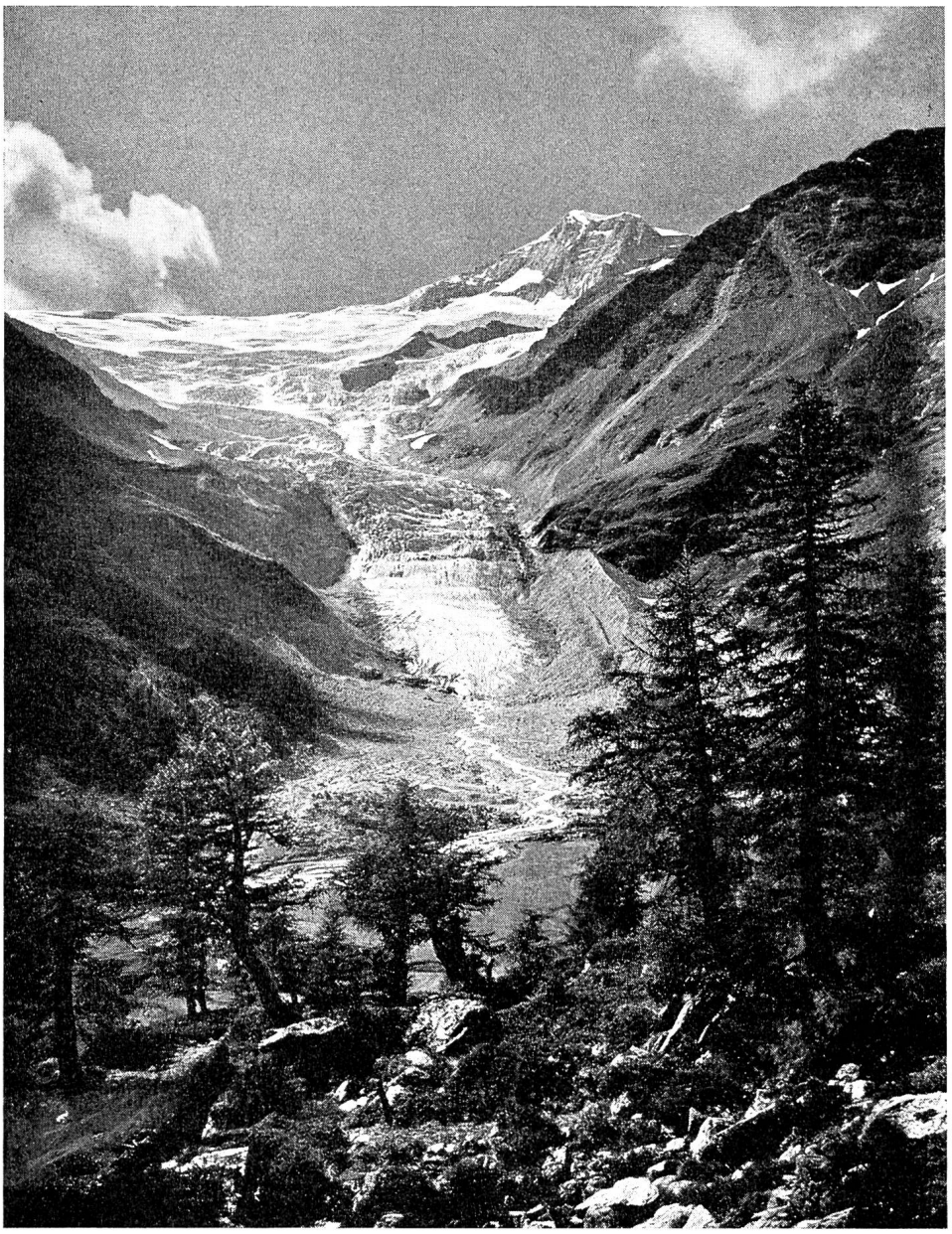

Abb. 4 Der Palügletscher um 1910

leichten Zunahme mit der Höhe wie sie für die Region bestimmt werden kann, müssen wir mit einer mittleren Höhe von etwa 160 cm Wasser in 4000 m Meereshöhe rechnen. Die Temperatursumme der kalten Periode von 1912 bis 1914, welcher ein Vorstoß des Gletschers folgte, und die angeführten Niederschlagsmengen ergeben für das Abschmelzgebiet einen berechneten Verlust von 4,8 Mio m^3 und für das Nährgebiet einen Zuwachs von 9,3 Mio m^3. Dieses Verhältnis mußte zu einem Vorstoß führen. Im Mittel der Jahre 1901 bis 1940 erhalten wir mit den gleichen Niederschlagsmengen einen Verlust von rund 12 Mio m^3 und einen Zuwachs oberhalb der Schneegrenze von 4,2 Mio m^3. Der allgemeine Rückzug kommt damit gut zur Geltung.

Die aus der Bilanzrechnung sich ergebende Schneegrenze in 3000 bis 3100 m auf dem Gletscher stimmt mit der effektiv beobachteten überein. Sie lag in der kalten Periode nach der Berechnung auf etwa 2800 m.

Zusammenfassend kann gesagt werden, daß Graubünden seit etwa 1895 bis 1940 einen Arealverlust von Eis und Firn von wenigstens 110 km^2 erlitten hat, bis 1950 sicher über 120 km^2. Dieser Verlust entspricht bei einer mittleren Höhenlage von 2700 m einem verminderten Sommerabfluß von jährlich wenigstens 120 Mio m^3. Es wäre deshalb sehr erwünscht, wenn von einzelnen Gebieten in regelmäßigen Zeitabständen photogrammetrische Aufnahmen gemacht würden, um die Flächenänderungen des Firn- und Gletschergebietes kennen zu lernen. Gleichzeitig wären auch die Beziehungen zu den klimatischen Elementen besser zu erkennen.