

Zeitschrift: Schweizerische Bauzeitung
Herausgeber: Verlags-AG der akademischen technischen Vereine
Band: 86 (1968)
Heft: 31

Artikel: Gletscherbeobachtungen in der Schweiz
Autor: Kasser, Peter
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-70095>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 01.04.2025

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

durch seitliche Ausdehnung des Tones infolge der Verwitterung verursacht wird. In diesem besonderen Fall ist es auch sehr unwahrscheinlich, dass das Kriechen zu einem Gleiten führt. Aus der Untersuchung von Gould geht hervor, dass es in demselben Gebiet Böschungen gibt, die mit Neigungen zwischen 9° und 28° und unter der Voraussetzung, dass $c' = 0$ ist, einen erforderlichen Φ' -Wert von $12^\circ \div 45^\circ$ aufweisen.

Die Geschichte dieser Gebiete weist deutlich darauf hin, dass mit der Zeit an allen Böschungen, bei denen der erforderliche Φ' -Wert grösser als ungefähr $10^\circ \div 12^\circ$ ist, ein Bruch eintreten wird. Doch bis dahin kann sehr viel Zeit verstreichen. Der Langzeitfaktor, der allmählich zu einem Gleiten führt, ist eng mit dem Kriechen verbunden. Die Stabilität der Böschungen wird bei diesem Vorgang mit der Dauer der Einwirkung der Verwitterungskräfte abnehmen. Goulds Beobachtungen deuten an, dass für diese besonderen Tone, die eine Fließgrenze von $65 \div 70\%$ und einen natürlichen Wassergehalt, der knapp unter der Ausrollgrenze liegt, aufweisen, eine ansehnliche Bewegung notwendig ist, um die Struktur zu zerstören und die Scherfestigkeit des Tones auf den Restwert zu erniedrigen.

In der vorliegenden Arbeit wurde gezeigt, wie eng das Verhalten vorbelasteter Tone und Schiefertone in Böschungen mit den ingenieur-geologischen Eigenschaften dieser Tone verbunden ist. Sie enthalten eine elastische Dehnungsenergie, welche durch diagenetische Bindungen eingeschlossen werden und nur dann zerstört werden können, wenn der Ton einer Verwitterung ausgesetzt ist.

Literatur:

- Bjerrum, L.* (1967): Progressive failure in slopes of overconsolidated plastic clay and clay shales. The third Terzaghi Lecture. American Society of Civil Engineers, Proceedings, Vol. 93, No. SM 5, p. 3-49.
- Gould, J. P.* (1960): A Study of Shear Failure in Certain Tertiary Marine Sediments, ASCE Research Conference on Shear Strength of Cohesive Soils, Boulder, Colo., 1960, pp. 615-641.
- Haefeli, R.* (1938), Mechanische Eigenschaften von Lockergesteinen, Vortrag, «Schweizerische Bauzeitung», Bd. 111, No. 24, pp. 299-303; No. 26, pp. 321-325.

Haefeli, R. (1944), Zur Erd- und Kriechdruck-Theorie, «Schweizerische Bauzeitung», Bd. 124, No. 20, pp. 256-260; No. 21, pp. 267-271.

Haefeli, R. (1951), Investigation and Measurements of the Shear Strengths of Saturated Cohesive Soils, «Géotechnique», Vol. 2, No. 3, pp. 186-208.

Haefeli, R., Schaerer, Ch., and Amberg, G. (1953), The Behaviour Under the Influence of Soil Creep Pressure of the Concrete Bridge Built at Klosters by the Rhaetian Railways Company, Switzerland, Proceedings, International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 3, Zürich, 1953, Vol. 2, pp. 175-179.

Jäckli, H. (1948), Die Bodenbewegungen im Hinterrhein-Tal und ihre bautechnischen Auswirkungen, «Schweizerische Bauzeitung», 66. Jg., No. 37, pp. 503-507.

Jäckli, H. (1957), Gegenwartsgeologie des bündnerischen Rheingebietes, Beiträge zur Geologie der Schweiz, Geotechnische Serie, Lieferung 36, Bern, 136 pp.

Ladd, G. E. (1927-1928), Landslides and Their Relation to Highways; a Report of Observations. . . Part I-II, «Public Roads», Vol. 8, No. 2, 1927, pp. 21-32; Vol. 9, 1928, pp. 153-163.

Moos, A. von (1953), The Subsoil of Switzerland, Proceedings, International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, 3, Zürich, 1953, Vol. 3, pp. 252-264.

Peterson, R. (1954), Studies of Bearpaw shale at a damsite in Saskatchewan, Proc. Sep. No. 476, ASCE, Vol. 80, 28 pp.

Sharpe, C. F. S., and Dosch, E. F. (1942), Relation of Soil-Creep to Earthflow in the Appalachian Plateaus, «Journal of Geomorphology», Vol. 5, pp. 312-324.

Skempton, A. W. (1964), Long-term stability of clay slopes. 4. Rankine lecture. «Géotechnique», Vol. 14, No. 2, pp. 77-102.

Terzaghi, K. (1950), Mechanism of Landslides, Application of Geology to Engineering Practice, The Geological Society of America, (Berkey Volume), pp. 83-123.

Adresse des Verfassers: *L. Bjerrum*, Dr. sc. techn., Direktor des Norwegischen Geotechnischen Institutes, Blindern, Oslo, Norwegen.

Gletscherbeobachtungen in der Schweiz

DK 551.311.125

Von **P. Kasser**, Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH, Zürich

Die von *Plinius* im ersten Jahrhundert geäußerte Auffassung, dass Bergkristall nichts anderes sei als Eis, das durch die starke Kälte des Hochgebirges eine hohe Härte und Widerstandsfähigkeit erlangt habe, mag *Gessner* noch beeinflusst haben, als er im Jahre 1541 schrieb: «Ist doch das Hochgebirge anscheinend über die Geschiebe des Tieflandes erhaben und nicht mehr unseren Witterungsgesetzen unterworfen, gleich als läge es in einer anderen Welt. Anders wirken dort die so machtvolle Sonne, die Luft und die Winde. Ewig dauert der Schnee; ein Ding, das unter der zartesten Berührung selbst der Fingerspitzen zergeht, kehrt sich an keine Anfeindung durch Hitze und Sonnenbrand und weicht auch der Zeit nicht, sondern erstarrt vielmehr zu allerhärtestem Eis und ständigem Kristall».

In der Chronik von *Johann Stumpf* finden sich 1548 bereits Hinweise auf die Schnee- und Firnschmelze. Die Bewegung der Gletscher war damals in der wissenschaftlichen Welt noch nicht bekannt. Nachdem im 16. Jahrhundert bei *Gessner* der Schrecken vor dem Hochgebirge durch Bewunderung und erste naturwissenschaftliche Erklärungsversuche abgelöst wird, erfolgt im 18. Jahrhundert eine entscheidende Umstellung im Verhältnis der gebildeten Welt zur Natur. *Scheuchzer* versucht, die Welt der Bibel mit den Naturwissenschaften in Einklang zu bringen, *Rousseau* weckt die Liebe zur Natur, *Saussure* untersucht die Gebirgswelt nach wissenschaftlichen Methoden. Den grössten Auf-

schwung erlebte die Gletscherkunde im vergangenen Jahrhundert. Wissenschaftliche Neugier und die Notwendigkeit, technische Probleme zu lösen, waren die Triebfedern. Im Jahre 1818 kämpfte der Wasserbauingenieur *Venez* darum, dem durch Eislawinen des Giétro-Gletschers gestauten See von Mauvoisin einen ungefährlichen Abfluss zu verschaffen. Durch seine Tätigkeit als Ingenieur angeregt, sucht er in der Natur die Geschichte der Gletscher zu lesen. 1829 erklärt er die Herkunft der erratischen Blöcke im Mittelland und im Jura. Es gelingt ihm, den Salinendirektor *Charpentier* von Bex zu überzeugen, der gemeinsam mit ihm vor der Versammlung der Naturforschenden Gesellschaft in Luzern im Jahre 1834 den Blocktransport durch Gletscher verteidigt und 1841 sein Buch über Gletscher schreibt. *Agassiz* verhilft dann der Idee endgültig zum Durchbruch. In den vierziger Jahren des neunzehnten Jahrhunderts messen *Agassiz* und *Desor* am Unteraargletscher, um den Mechanismus des Gletschers zu untersuchen. Genaue Ablationsmessresultate und die Karte von *Wild* sind einige der überlieferten wichtigen Ergebnisse. Unabhängig von dieser Arbeitsgruppe finden wir auch *Hugi* am Unteraar.

Mit der Motion von *Eugen Rambert* vom Jahre 1868, der Schweizerische Alpenclub (SAC) möge zur systematischen wissenschaftlichen Erforschung der Gletscher mit-helfen und sich zu diesem Zwecke mit der Schweizerischen Naturforschenden Gesell-

schaft (SNG) in Verbindung setzen, beginnt das Zeitalter der durch Organisationen getragenen systematischen Beobachtungen an Schweizer Gletschern. Das im Jahre 1869 gegründete, aus je drei Vertretern des SAC und der SNG bestehende «Gletscherkollegium» begann seine Arbeiten mit der «Instruktion für die Gletscherreisenden des SAC», die im Jahrbuch des SAC 1871 erschien, und den Vorstudien für ein «Gletscherbuch», als Manuskript im Jahre 1874 gedruckt, einem ersten Versuch für den bis heute nicht ausgeführten Kataster der Schweizer Gletscher. Die dritte und grösste Unternehmung war die im Jahre 1874 begonnene Vermessung des Rhonegletschers, die dank einem Vertrage mit dem Schweizerischen Militärdepartement (für das damalige topographische Bureau) sich zu der grundlegenden Arbeit entwickelte, deren Resultate *P. L. Mercanton* im Jahre 1916 als Band LII der «Neuen Denkschriften der SNG» unter dem Titel «Vermessungen am Rhonegletscher 1874-1915» publiziert hat. Im Jahre 1880 begann *Forel* die jährlichen Beobachtungen an den Gletscherenden im Wallis im Zusammenhang mit einem Gutachten zu den Überschwemmungen des Genfersees. Mit der Publikation der Resultate in den ersten beiden Jahren im «Echo des Alpes» und anschliessend in der Zeitschrift des SAC begründete er die bis heute ununterbrochene Reihe der «Variations-Berichte». Als im Jahre 1893 das Gletscherkollegium durch die «Gletscherkommission der SNG» abgelöst wurde, ge-

Tabelle 1. Anzahl der vorstossenden Gletscher in den Jahren 1962/63 bis 1966/67

Jahr	Anzahl der vorstossenden Gletscher		
	Total	durch Anlagerung von Schnee	echt
1962/63	10		100
1963/64	5	0	5
1964/65	22	7	15
1965/66	34	12	22
1966/67	24	4	20

Tabelle 2. Änderung des Volumens und der Dicke einiger Gletscher

Gletscher	Periode (Anzahl Jahre)	Volumänderung Mio m ³	Dickenänderung cm/Jahr
Aletsch	1927/57 (30)	-2024	-50
Mattmarkgebiet (Total der 8 Gletscher)	1932/46 (14)	-69	-19
	1946/56 (10)	-113	-47
	1932/56 (24)	-182	-31
Gries (Aegina)	1923/61 (38)	-230	-83
Limmern	1945/59 (14)	-230	-31
Silvretta	1938/56 (18)	-14	-44

hörten, ausser dem Verfasser des 1885 erschienenen «Handbuchs der Gletscherkunde», *Albert Heim, F.A. Forel* und anderen auch *J. Coaz*, der damalige eidgenössische Oberforstinspektor, zu ihren Mitgliedern. Er erreichte die Mitwirkung der Forstorganisationen, die noch heute andauert und wesentlich zur Kontinuität der Zungenbeobachtungen beiträgt.

Trotz der Inhomogenität des Beobachtungsmaterials vermögen diese einfachen Messungen einen Überblick über die allgemeine Entwicklung zu geben. Bild 1 zeigt, dass seit dem Jahre 1891 nur in einigen Jahren seit 1915/16 und nochmals 1925/26 mehr als die Hälfte der Gletscher länger geworden sind. In der übrigen Zeit ist alljährlich die grosse Mehrheit der Gletscher kürzer geworden. Das Schwundjahr 1946/47 ist das einzige, in dem kein einziger vorstossender Gletscher beobachtet worden ist. Die Anzahl der beobachteten Gletscher ist von Jahr zu Jahr verschieden. Der Beginn der Grenzbesetzung in den Jahren 1914 und 1939, früher Winter einbruch im September 1960, die Auswirkungen des Lawinenwinters 1950/51, welche im Herbst 1952 das Forstpersonal übermässig

beanspruchten, sind die Ursachen für die betreffenden «mageren» Beobachtungsjahre. Andererseits haben die Vorstösse um das Jahr 1920 ein allgemeines Interesse geweckt und die Anzahl der beobachteten Gletscher ansteigen lassen.

Die Gletscherveränderungen sind klimatisch bedingt. Je nach seinen morphologischen Gegebenheiten und seiner Exposition reagiert ein Gletscher rascher oder langsamer auf Klimaänderungen. Dies kommt in Bild 2 im unterschiedlichen Verhalten der elf ausgewählten Gletscherzungen deutlich zum Ausdruck. Unter einem Vorstoss oder einem Rückzug verstehen wir eine positive, beziehungsweise negative Lageänderung des Gletscherendes, die definiert ist durch den Arealgewinn, beziehungsweise Arealverlust des Gletschers im Bereich der Front, dividiert durch die Breite der Gletscherfront. Im Normalfall ergibt sich ein Vorstoss, wenn die Bewegung der Zunge grösser ist als das Zurückschmelzen, ein Rückzug, wenn die Abschmelzung überwiegt. Ein Vorstoss kann sich aber auch dadurch ergeben, dass in kühlen Sommern der Schnee bis zum Herbst des Berichtsjahres nicht zu schmelzen vermag,

verfirnt und zum Bestandteil des Gletschers wird. Wenn dieser Firn im darauffolgenden Herbst noch nicht verschwunden ist, wird er zum Gletscher gerechnet. Dies gilt auch bei Schneelawinen, während Eislawinen schon im ersten Herbst als Bestandteil des Gletschers gelten, falls sie mit diesem zusammenhängen. Somit lassen sich die länger werdenden («vorstossenden») Gletscher in folgende Hauptklassen gruppieren:

1. Echte Vorstösse, bei denen die Gletscherbewegung massgeblich beteiligt ist.
2. Vorstösse, die durch Anlagerung von Schnee oder Eis am Gletscherende entstehen.

In den letzten 5 Jahren (1962/63–1966/67) waren 50 verschiedene oder rund die Hälfte der beobachteten Gletscher in einem Jahr oder in mehreren Jahren an Vorstössen beteiligt. Aufgeteilt nach den Klassen 1 und 2 ergeben sich die in Tabelle 1 zusammengestellten provisorischen Werte.

An den 20 echten Vorstössen des Jahres 1966/67 sind 7 Gletscher beteiligt, denen ein mehrjähriger kräftiger Vorstoss zuzutrauen ist, nämlich: Saleina, Trient, Rosenlauri, Oberer Grindelwald, Eiger, Hüfi und Cambrena.

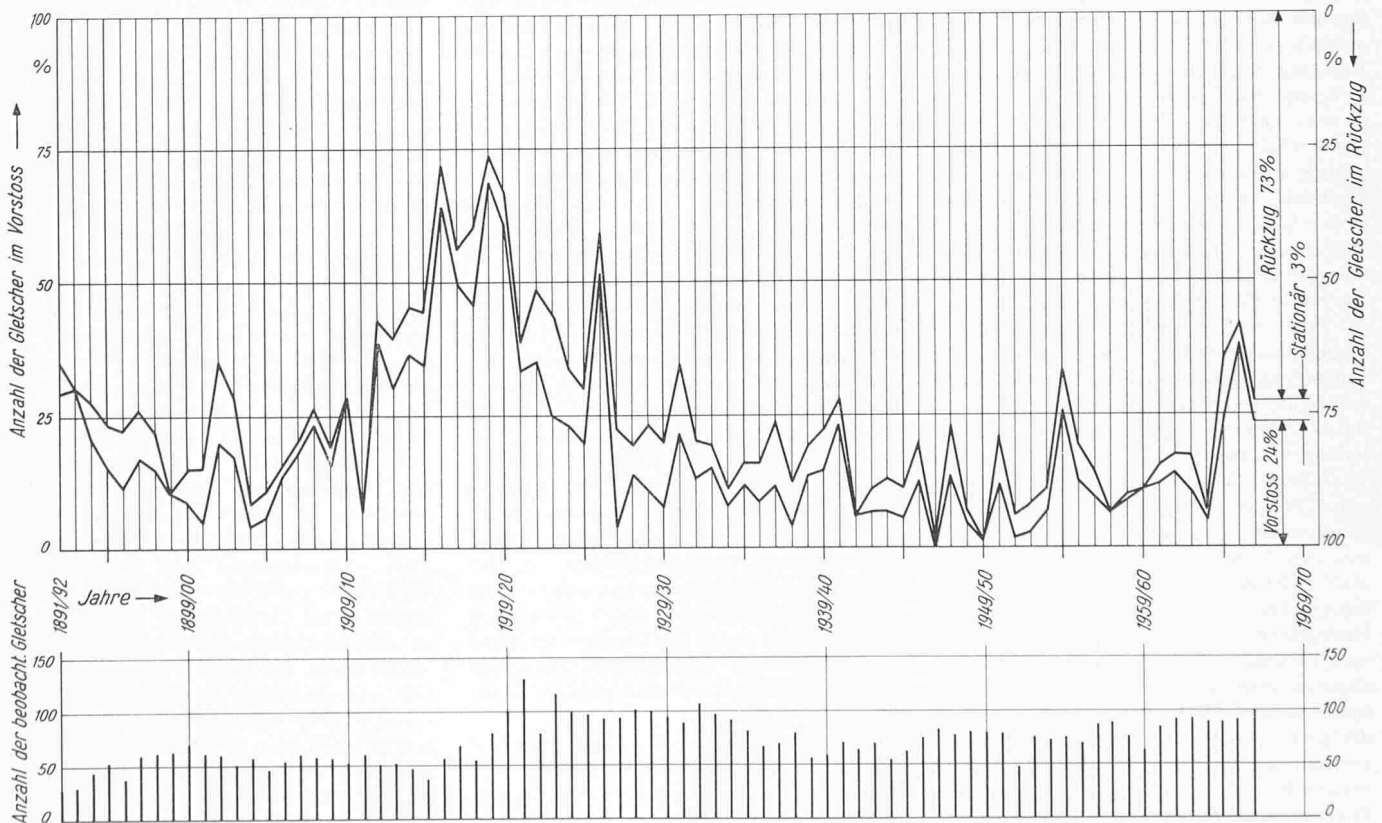


Bild 1. Lageänderung der Gletscherenden in den Schweizer Alpen von 1891/92 bis 1966/67. Anzahl der Gletscher im Vorstoss und im Rückzug in Prozenten der Gesamtzahl der beobachteten Gletscher

Tabelle 3. Mittlere spezifische Massenbilanzen in 10^{-1} g/cm^2

Haushaltsjahre	10^{-1} g/cm^2 für die Gletscher			
	Aletsch	Gries/Aegina	Limmern	Silvretta
1959/60	+ 412	— 55		
1960/61	— 180	+ 136	— 99	
1961/62	— 412	—1068	— 396	— 815
1962/63	— 118	+ 31	— 309	—1022
1963/64	—1293	— 862	—1833	—1495
1964/65	+1257	+ 925	+ 924	+1191
1965/66	+ 591	— 202	+ 505	+1096
1966/67	+ 307	+ 260	— 363	+ 262

Andere, wie zum Beispiel der Untere Grindelwald, mögen sich in den nächsten Jahren dazu gesellen. Das starke Zurückschmelzen der Gletscherenden in den besonders warmen Sommern zwischen 1941 und 1950, der seitherige Rückgang der Sommertemperaturen

und die extrem wachstumsgünstigen Jahre 1964/65 und 1965/66 haben die Möglichkeiten für Vorstösse verbessert. Aber nur die Andauer einer Klimaverschlechterung könnte eine allgemeine Vorstossperiode einleiten.

In den letzten Jahrzehnten sind unsere Gletscher nicht nur kürzer und schmaler, sondern auch wesentlich dünner geworden. Leider sind bis heute nur wenige Gletscher wiederholt photogrammetrisch mit einer Genauigkeit aufgenommen worden, die auch im Nährgebiet zur Bestimmung von Dickenänderungen genügt. Tabelle 2 gibt einige Resultate, wobei die Dickenänderungen auf die mittlere Gletscherfläche der Periode bezogen sind.

Die Dickenänderungen sind sehr ungleich über die verschiedenen Meereshöhen verteilt. Die Aletschgletscher beispielsweise sind in den 30 Jahren oberhalb 3500 m über Meer sogar etwas dicker geworden, auf 2500 m über Meer sind sie etwas über einen Meter

pro Jahr, am Gletscherende mehr als 5 Meter pro Jahr dünner geworden. Dies zeigt, dass die Hauptursache des Gletscherschwundes nicht in einem Mangel an Niederschlägen liegt, sondern in einer Zunahme der Ablation infolge steigender Temperaturen und einer Zunahme des Strahlungsgenusses. Durch Multiplikation mit dem Raumgewicht von $0,9 \text{ g/cm}^3$ ergeben sich aus den mittleren jährlichen Dickenänderungen approximative Werte für die mittleren spezifischen Haushaltszahlen in g/cm^2 . Die photogrammetrische Methode ist zu wenig genau zur Bestimmung der spezifischen Haushaltszahlen für Einzeljahre. Diese Werte werden entweder aus Niederschlag, Abfluss und Verdunstung geschätzt, wie dies an den Aletschgletschern geschieht, oder aus der sogenannten Oberflächenbilanz, indem mit Hilfe von Firn- und Ablationspegeln die Nettoakkumulation und die Nettoablation für das Einzeljahr in einzelnen Punkten gemessen und die Resultate über den ganzen Gletscher summiert werden. Solche Messungen werden am Limmerngletscher seit dem Herbst 1959, am Silvrettalgletscher seit Herbst 1960 und am Griesgletscher im Tal der Aegina seit Herbst 1961 durchgeführt. Die Resultate sind in Tabelle 3 zusammengestellt, wobei die Werte ungefähr für die Haushaltsjahre Oktober bis September gelten. Für das genaue Datum von Beginn und Ende der einzelnen Haushaltsjahre für die verschiedenen Gletscher sei auf den alljährlich im Dezemberheft «Die Alpen» erscheinenden Bericht verwiesen.

Klimaänderungen wirken sich direkt und sofort auf den Massenhaushalt aus. Der Massenhaushalt wirkt sich aus den verschiedenen Teilgebieten des Gletschers über die Gletscherbewegung verzögert und am Zungenende sofort auf die Veränderungen am Zungenende aus. Die Erläuterung dieser Zusammenhänge ist nicht Gegenstand dieses Berichtes. Nach unserem Rückblick sollen vielmehr die Aufgaben und das Programm für die periodischen Beobachtungen an den Schweizer Gletschern umrissen werden.

Das allgemeine Ziel der Beobachtungen ist die Kenntnis der Veränderungen unserer Gletscher. Die Messresultate sollen erlauben, Zusammenhänge mit den meteorologischen Daten zu studieren, das Sonderverhalten einzelner Gletscher zu erklären und die Möglichkeiten für die zukünftige Entwicklung abzuschätzen. Neben dem rein wissenschaftlichen Interesse lag das Schwergewicht in den letzten zwanzig Jahren auf wirtschaftlichen Fragen, die sich im Zusammenhang mit dem Wasserhaushalt ergeben.

Die Eislawine vom 30. August 1965 am Allalingletscher hat eine neue Entwicklung eingeleitet. Das Bedürfnis, Gletscher zu überwachen, die Menschenleben und Gut gefährden, ist wach geworden. Im Rahmen der Gletscherkommission der SNG wird diesem Überwachungsproblem, das nicht nur wissenschaftliche und technische, sondern auch wirtschaftliche, rechtliche und politische Aspekte aufweist, alle Aufmerksamkeit geschenkt und nach einem Weg gesucht, um diese schwierigen Fragen zu lösen. Die Abteilung für Hydrologie und Glaziologie der VAW an der ETH in Zürich (VAWE/AHG) und das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung in Davos-Weissfluhjoch arbeiten in einigen Fällen zusammen mit

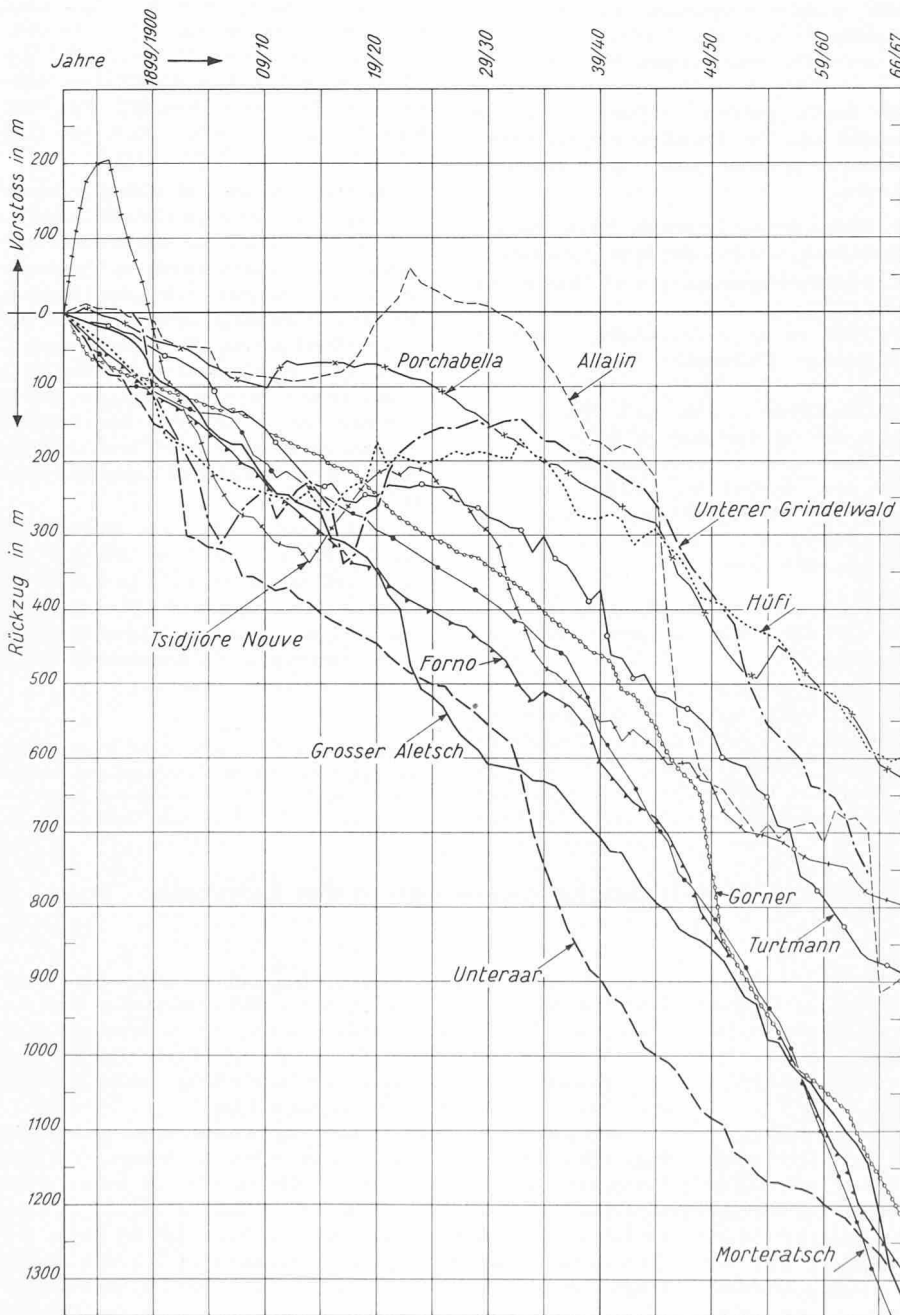


Bild 2. Lageänderung der Zungenenden von elf Gletschern in Metern in der Zeit vom Herbst 1899 bis Herbst 1967

Kraftwerkgesellschaften und anderen Institutionen an der Überwachung einiger Gletscher, mit dem Ziel, das Mass einer Gefährdung abzuschätzen. Die Erfahrung hat gezeigt, dass das hierfür notwendige eingehende Studium eines einzelnen Gletschers mit einem verhältnismässig grossen Aufwand verbunden ist, der für eine grössere Zahl von Gletschern schon wegen der benötigten Anzahl von Spezialisten kaum möglich wäre. Andererseits sind grosse Gletscherstürze seltene Ereignisse, die nur durch das Zusammenwirken einer Anzahl von besonderen Bedingungen zustandekommen. Wir haben deshalb wenig Aussicht, an den wenigen eingehend studierten und überwachten Objekten solche Eisstürze zu erleben und auf diesem Wege unsere Erfahrung zu bereichern.

Für die periodischen Gletscherbeobachtungen gilt heute folgendes Programm:

1. Jährliche Beobachtung von 105 Enden von Gletscherzungen

Diese werden durchgeführt durch das Forstpersonal der Kantone, die VAWE/AHG, Kraftwerkgesellschaften, weitere Institutionen und einzelne Mitarbeiter. Es besteht nicht die Absicht, die Anzahl der beobachteten Zungen wesentlich zu erhöhen. Dagegen sollte die Feldarbeit durch vermehrte Anwendung der Vermessung aus der Luft unterstützt und damit rationeller gestaltet und in der Qualität verbessert werden. Eine wesentliche Unterstützung verdanken wir dabei der verständnisvollen Hilfe durch die Eidgenössische Landestopographie in Bern (L + T). Die Vermessung aus der Luft kann aber die Beobachtung im Gelände niemals ersetzen, weil der Interpretation der Luftbilder gewisse Grenzen gesetzt sind. Auch haben die einfacheren Messungen den Vorteil, dass ein Überblick über die Gesamtergebnisse der Herbstbeobachtungen vor dem Jahresende vorliegt, während die Ergebnisse anspruchsvoller Aufnahmen oft erst nach vielen Monaten zur Verfügung stehen.

2. Flächenänderungen der Gletscher

Die neue Landeskarte 1:25000 gibt hierfür eine umfassende Grundlage. Nach Fertigstellung der ersten Ausgabe plant die L + T eine Nachführung im Turnus von je 6 Jahren.

3. Volumenänderungen der Gletscher, bzw. Höhenänderungen der Oberfläche oder Dickenänderung

Geplant ist eine periodische Wieder-

holung der luftphotogrammetrischen Aufnahme von einigen ausgewählten Gletschern im Auswertemasstab 1:10000, mit Aquidistanzen von 10 m. Für diese Aufnahmen müssen Jahre gewählt werden, in denen die Firngebiete genügend Relief zeigen, damit die Auswertung im Autographen mit der nötigen Genauigkeit möglich ist. Dies erfordert in manchem Fall eine Bereitschaft über mehrere Jahre. Deshalb werden diese Gebiete permanent signalisiert, von einem gewünschten Jahr an auf das Flugprogramm genommen, aber erst geflogen, wenn die Verhältnisse günstig sind. Je nach Objekt sind die Aufnahmen in Intervallen von etwa 5 bis 15 Jahren durchzuführen.

4. Haushaltsuntersuchungen

Die VAWE/AHG führt die Messungen jährlich an den in Tabelle 3 erwähnten vier Gletschern durch, zum Teil mit der verdankenswerten Unterstützung der in diesen Gebieten tätigen Kraftwerkgesellschaften. Für Haushaltsmessungen mittels Photogrammetrie wird vom Herbst 1968 an alljährlich der Basodino-Gletscher durch die L + T befliegen, wobei die Auswertung in den hierfür günstigen Jahren durchgeführt werden soll. Die Aufnahme weiterer kleiner Gletscher in dieses Netz wird für später erwogen.

5. Firnzuwachsmessungen an Pegeln und Höhenänderung der Firnoberfläche in Fixpunkten

Niederschlagsmessungen im Hochgebirge sind mit grossen Schwierigkeiten verbunden. Deshalb ist es ausserordentlich wertvoll, langjährige Klimareihen für den Firnzuwachs (Nettoakkumulation) zu besitzen und weiterzuführen, wobei auch die Dickenänderung der Gletscher in diesen Punkten gemessen wird. An dieser Aufgabe beteiligen sich auch das Eidg. Institut für Schnee- und Lawinenforschung (SLF) auf Silvretta und die Schweiz. Meteorologische Zentralanstalt (MZA) auf Clariden.

6. Vermessungsflüge an Gletschern, bei denen mit der Möglichkeit von grossen Eisstürzen gerechnet wird

Zehn ausgewählte Gletscher werden durch die L + T jedes Jahr um Mitte August herum befliegen. Falls sich nach der Aufnahme ein grösserer Absturz ereignet, wird die Aufnahme an diesem Gletscher wiederholt. Die zehn Gletscher werden nach rein wissen-

schaftlichen Kriterien ausgewählt, mit dem Ziel, Erfahrungsmaterial für die Untersuchung von Eisstürzen zu gewinnen.

Die laufenden anspruchsvollen Spezialuntersuchungen an einzelnen Gletschern, mit dem Ziel, eine Gefährdung möglichst frühzeitig zu erkennen, sind Sonderaufgaben, auf die hier der Vollständigkeit halber hingewiesen sei.

Die jährliche Publikation der Resultate erfolgt in der Zeitschrift «Die Alpen» des SAC als Bericht der Schweiz. Gletscherkommission der SNG, wobei den Redaktoren und den Organen des SAC für ihr Verständnis und ihre ausdauernde Hilfe gedankt sei, ist der nächste Bericht für 1966/67 doch der achtundachtzigste seiner Art. Ein Sonderdruck enthält jeweils zusätzliche Informationen. Die Jahresberichte enthalten nicht nur Angaben über Gletscher und Schneedecke, sondern auch meteorologische Grössen und Abflussmengen, die durch die MZA und das Eidg. Amt für Wasserwirtschaft gemessen sind. Die Überwachung der Gletschermessungen, die Zusammenstellung der Resultate und die Abfassung des Berichtes liegen seit dem allzufrühen Hinschied von Prof. André Renaud in Lausanne am 8. Juni 1964 in den Händen der VAWE/AHG.

Der Verfasser dieser Mitteilungen betreut zurzeit auch die jährlichen Gletscherberichte. Er dankt den zahlreichen Institutionen und einzelnen Mitarbeitern, welche die Messungen zum grossen Teil gratis oder gegen bescheidene Spesenentschädigungen ausführen. Besonderer Dank gilt auch Prof. Dr. R. Haefeli, welcher die Gletscherkommission der SNG seit dem Jahre 1949 präsidiert und den Unterzeichneten im Jahre 1942 am Grossen Aletschgletscher als Berg- und Arbeitskamerad in die Gletscherprobleme eingeführt hat.

Abschliessend sei darauf hingewiesen, dass die Resultate auch im Rahmen des «Permanent Service on the Fluctuations of Glaciers», einem weltweiten Dienst der wissenschaftlichen Unionen, Beachtung finden und einen Beitrag zum Internationalen Hydrologischen Dezennium darstellen.

Adresse des Verfassers: Peter Kasser, dipl. Bau-Ing., Abteilung für Hydrologie und Glaziologie, Versuchsanstalt für Wasserbau und Erdbau an der ETH, 8044 Zürich, Voltastrasse 24.

Zur Entwicklung der Baugrunduntersuchung in Lockergesteinen in der Schweiz DK 624.131

Von Dr. A. von Moos, Geologe, Zürich

Bei Anlass des 70sten Geburtstages von Prof. Dr. Robert Haefeli soll hier auf die Entwicklung der Baugrunduntersuchung namentlich in Gebieten mit Lockergesteinen eingegangen werden, auf welche der Jubilar massgebenden Einfluss hatte. Anschliessend werden einige Bemerkungen zur heutigen Situation auf diesem Gebiete angefügt, wobei der Standpunkt des Geologen im Vordergrund steht.

Zunächst darf festgestellt werden, dass Baugrunduntersuchungen an und für sich keine Errungenschaft der neueren Zeit sind. Vertieft man sich etwa in die Schriften eines J. K. Escher von der Linth (1767 bis 1823) zurzeit der Linthkorrektur (1808 bis 1822) oder liest man den Schlussbericht des Geologen Albert Heim und der Ingenieure R. Moser und A. Bürkli über die Rutschung von Zug 1887, so erkennt man, wie diese Männer sich bemühten, mit den damals zur Verfügung stehenden Mitteln die speziellen Baugrundverhältnisse dieser geologisch jungen Fluss- und Seeablagerungen zu erkennen und daraus technische Schlüsse zu ziehen.

Nun war aber die Baugrunduntersuchung bis zum zweiten Weltkrieg hauptsächlich qualitativer Natur und konzentrierte sich vor allem auf Tunnel- und Kraftwerkbauten, auf Rutschungen und seltener auf Fundationsfragen. Die Suche nach Wasser (Quellen- und Grundwassererschliessung) und nach mineralischen Rohstoffen soll dem Thema entsprechend nicht berührt werden.

Von geologischer Seite befassten sich mit der mehr qualitativen Begutachtung solcher Fragen – aber immer im Nebenamt – teils Hochschullehrer, wie etwa A. Heim (1849 bis 1937), H. Schardt (1858 bis 1931), P. Arbenz (1880 bis 1943), A. Buxtorf, M. Lugeon (1870 bis 1953) u. a., teils auch Volksschullehrer (J. Hug 1882 bis 1958 u. a.). – Die Berechnungen der Ingenieure andererseits, die sich mit solchen Fragen beschäftigten, fussten damals vor allem auf theoretischen Überlegungen über Erddruck-, Stabilitäts- und Setzungsfragen, die praktisch kaum auf Bestimmungen am Baugrund selbst zurückgingen.