

Linke Seite: Vorstoß des Vernagtferners um die Jahrhundertwende, dargestellt in Gemälden von Rudolf Reschreiter – vor dem Bau der Vernagthütte!

Vergleich der Ansicht des Vernagtferners 1985 mit 2000: Blick von der Schwarzwandzunge zum Vorderen Brochkogel (3565 m). Die gesamten Eismassen im Vordergrund sind verschwunden. Der Aufnahmestandpunkt von 2000 liegt deutlich tiefer als 1985, weil hier die orographisch linke Seite der Schwarzwandzunge abgeschmolzen ist.



Fotos: Markus Weber

Gletscherforschung am Vernagtferner

Seit Jahrzehnten wird der Vernagtferner im Ötztal systematisch erforscht. Wissenschaftler rücken dem Gletscher zu Land, zu Wasser und aus der Luft zu Leibe und gelangen zu einer Vielzahl bedeutender Erkenntnisse. Von LUDWIG BRAUN und MARKUS WEBER.

Auf dem Abstieg von der Wildspitze Richtung Vernagthütte kann es Bergsteigern passieren, dass sie beim Überqueren der weiten Flächen des Vernagtferners unvermittelt vor einem zehn Meter hohen Gittermast stehen, der mit Dutzenden von meteorologischen Messgeräten bestückt ist und von dem unzählige Kabel in Zelte führen, zu Computern und Registriergeräten neben einem leise vor sich hinschnurrenden Stromgenerator... Oder sie treffen einen „Vermesser“ an, der mit einem fauchenden Dampfbohrer tiefe Löcher ins Eis schmilzt und darin Holzstangen versenkt, die an Wegmarkierungen erinnern, aber keine sind... Oder sie fallen beinahe in einen frisch gegrabenen Schneeschacht, in dem der Massenzuwachs des Gletschers bestimmt wird.

Auch im Gletschervorfeld können Wanderer Forscher beobachten, die mit hochgenauen Geräten umweltverträgliche Markierungsstoffe im Gletscherbach nachweisen, die kurz zuvor in eine Gletschermühle weiter oben hineingespült wurden. Folgen sie fälschlicherweise den Steigspuren entlang des Gletscherbachs anstatt dem Weg oben auf der Seitenmoräne, stehen sie am Ende vor der Pegelstation Vernagtbach und nicht vor der ersehnten Vernagthütte, die 120 Höhenmeter weiter oben hinter der mächtigen Seitenmoräne verborgen ist. Vielleicht fällt ihnen auch ein unermüdlich über dem Gletscher kreisendes Kleinflugzeug auf, von dem aus Fotografien zur Erstellung einer aktuellen Gletscherkarte gemacht werden... All diese Aktivitäten dienen dazu, den Vernagtferner wissenschaftlich zu erforschen.

Gletscher als „Fieberthermometer“?

Gletscher werden oft medienwirksam als das „Fieberthermometer der Erde“ bezeichnet, stellen demnach ein einfaches Messgerät für die klimatische Mitteltemperatur dar. Die Analogie zum Thermometer besteht darin, dass statt der Länge der Quecksilbersäule die der Gletscherzunge bzw. die Ausdehnung des Gletschers als Messgröße dient: Bei allgemein sinkenden Temperaturen stößt die Zunge tiefer ins Tal hinab, bei steigenden schmilzt sie zurück in höhere Lagen. In den letzten Dekaden beobachtet man nahezu überall in den Alpen einen Rückzug der Gletscher, somit besitzen wir nach dieser einfachen Vorstellung ein Indiz für eine Klimaerwärmung. Qualitativ ist dieser Schluss sicherlich richtig, denn Existenz

und Entwicklung eines Gletschers werden primär durch die lokal herrschenden Klimabedingungen bestimmt. Will man jedoch weitergehende quantitative Aussagen treffen, also den Gletscher wirklich als Messgerät für die Klimaentwicklung verwenden, muss man dessen Wirkungsmechanismus analog zum Prinzip der wohl vertrauten Temperaturmessung sehr gut kennen. Das Klima kann zudem nicht durch eine einzige Größe, die mittlere Lufttemperatur, beschrieben werden, sondern ergibt sich als Abfolge von höchst variablen Wettersituationen und Witterungsepisoden, charakterisiert durch weitere Kenngrößen wie z.B. Niederschlag, Bewölkung, Luftfeuchte und Wind. Diese einzelnen Klimatelemente wirken auf die Gletscherentwicklung jedoch sehr differenziert und vor allem über unterschiedliche Zeiträume, wenige Stunden oder Tage, aber auch Jahre, Jahrzehnte und Jahrhunderte.

Ein Gletscher ist zudem kein toter Eisbrocken, der ähnlich einem Stück Gefriergut zum Auftauen in der Landschaft liegt. Er besitzt ein ausgeprägtes Eigenleben mit komplexen Transportvorgängen in seinem Innern, die wesentlich durch die geologischen Verhältnisse – Form des Untergrundes, Geländeneigung, Höhenverteilung, Exposition etc. – und seinen aktuellen Zustand – Eisdicke, Ausdehnung des Nährgebietes usw. – bestimmt werden. So reagieren Gletscher höchst unterschiedlich auf Veränderungen der klimatischen Randbedingungen, was man am Beispiel des Ver-

nagtferners in den Ötztaler Alpen sehr gut belegen kann. Um 1900 etwa kam es innerhalb weniger Jahre zu dramatischen Vorstoß- und Rückzugsvorgängen. Dabei waren die korrespondierenden Klimaänderungen keinesfalls besonders ausgeprägt. Inzwischen hat der Gletscher soviel Substanz verloren, dass erheblich größere Klimaschwankungen erforderlich wären, um zu einem ähnlichen Verhalten zu führen. Die Fließgeschwindigkeit des Gletschereises ist deutlich geringer, was auch durch die abnehmende Zahl von Spalten und Gletscherbrüchen zu sehen ist. Ein weiteres Indiz sind mächtige Eishöhlen, die sich aktuell in den Randbereichen der Gletscherzunge über längere Zeit erhalten können. Sie ermöglichen Glaziologen den seltenen Einblick in den internen Aufbau des Gletschers und sein Entwässerungssystem an der Gletschersohle.

Forschungsobjekt Vernagtferner

Die Veränderung der Gletscher unter den jeweiligen Umweltbedingungen zu untersuchen ist wesentlicher Bestandteil der Forschungsarbeiten der Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften in München. Ziel ist dabei die umfassende Kenntnis des individuellen Wirkungsmechanismus zwischen den Klimatelementen und der Reaktion der Gletscher, um letztlich aus Beobachtungen des Gletscherhaltens den Umkehrschluss auf Änderungen des Klimas führen zu können, d.h. die Eichung des eingangs erwähnten „Fieberthermometers“ vornehmen zu können. Dazu sind grundlagenorientierte interdisziplinäre Untersuchungen vorzugsweise aus den Fachgebieten Meteorologie – Hydrologie – Geodäsie mit adäquaten Messverfahren erforderlich, die

**Massengewinn und -verlust seit 1965
bezogen auf den Gesamtgletscher,
Ansicht August 1999 (als Hintergrund)**

höchst unterschiedliche Zeiträume überdecken, von der Langfristbeobachtung über Jahrhunderte bis zu Detailmessungen im Sekundenbereich. Diese werden in einem Dauermessprogramm wie in gezielten temporären Sonderuntersuchungen realisiert.

Zum Dauermessprogramm zählen

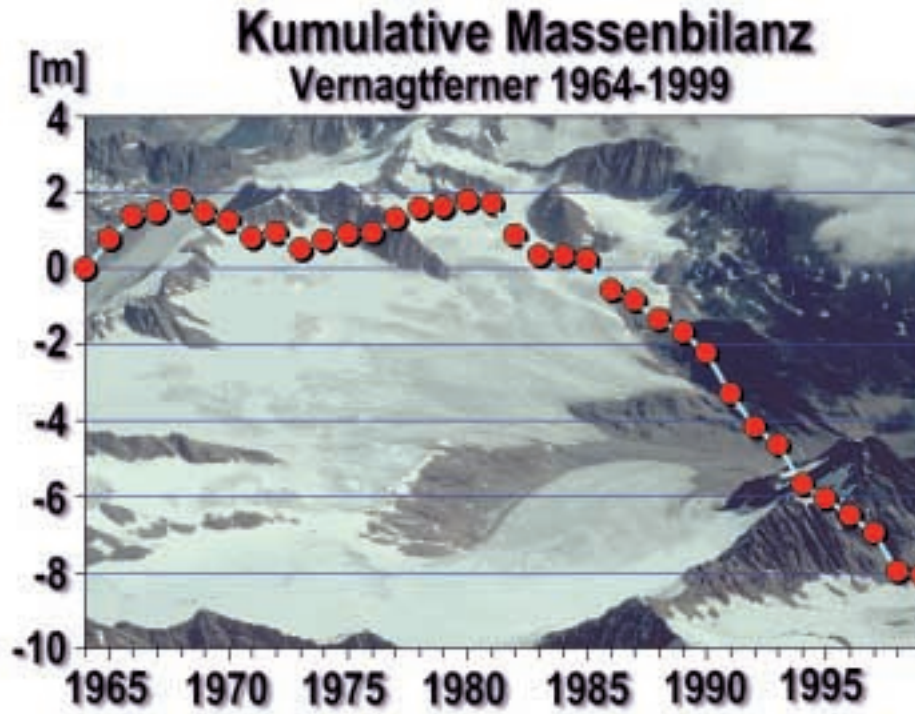
- ganzjährige Registrierungen an Klimastationen,
- Messungen des Gletscherabflusses im Vernagtbach,
- Bestimmung der Abschmelzraten von Eis an einer Vielzahl von Pegeln und des Schneezuwachses in Schneeschächten,
- regelmäßige Neukartierungen des Gletscherareals und dessen fotografische Dokumentation.

Mit zeitlich begrenzten Sondermessungen werden z.B. erfasst

- die Schmelzwasserbildung an der Gletscheroberfläche,
- die Fließwege auf und im Gletscher,
- die Abflüsse in seinen Teilbächen,
- das Versickern von Schmelz- und Regenwasser durch die Schneeauflage
- die Gletschersohle.

Diese experimentellen Erkenntnisse werden in Computermodellen verknüpft und liefern somit Antworten zu den komplexen Ausgangsfragestellungen.

Der Vernagtferner ist ein exzellentes Untersuchungsobjekt für Forschungsarbeiten, denn wissenschaftliche Beobachtungen haben dort eine lange Tradition (siehe auch den Kasten auf Seite 38). Schon aus dem 17. Jahrhundert sind Berichte bekannt, denen zufolge der Gletscher galoppierend ins Rofental vorgestoßen ist, das Haupttal blockierte, dadurch einen See aufstaute, der bei katastrophalen Ausbrüchen das Ötztal verwüstete. Hier wurde 1889 vom Münchner Professor Sebastian Finsterwalder mittels terrestrischer Photogrammetrie die weltweit erste genaue Karte eines Gesamtgletschers erstellt. Die 1901 von der Sektion Würzburg gebaute Vernagthütte diente in der Folge als wertvolle Ausgangsbasis für die „Gletschermesser“, wie alle auf dem Gletscher Arbeitenden später genannt wurden. In den 1950er Jahren erforschte Prof. Herfried Hoinkes aus Innsbruck erstmals systematisch den Zusammenhang zwischen Klima und Massenhaushalt des Gletschers. Seit



Voraussichtlicher Gletscherstand und Folgen

Voraussichtlicher Gletscherstand und Folgen

 Gletscher Mitte des 21. Jahrhunderts?	 Gletscher Ende des 21. Jahrhunderts?
 Extreme Wasserführung durch die Eisschmelze. Gefahr von Flutwellen bei Gewitter!	 Der Abfluss wird nur noch vom Niederschlag bestimmt. Es droht zeitweiliger Wassermangel!

Grafik: Markus Weber

1964 wird für den Gletscher jährlich die Massenbilanz mittels der direkten glaziologischen Methode bestimmt.

Die Pegelstation Vernagtbach wurde auf Initiative der Kommission für Glaziologie mit der finanziellen Unterstützung der Deutschen Forschungsgemeinschaft im Jahr 1973 errichtet. Sie weist einen Vergletschungsgrad von ca. 80 Prozent auf und ist mit 2635 m ü. NN die höchstgelegene, ganzjährig betriebene Abflussmessstelle der Alpen. Damit können am Vernagtferner in einzigartiger Weise durch Anwendung von drei voneinander unabhängigen Verfahren die Erkenntnisse zum Langfristverhalten des Gletschers qualitativ wie quantitativ abgesichert werden. Umfang und Detailliertheit der Forschungsergebnisse erlauben es sogar, das teilweise vom Vernagtferner abweichende Verhalten von Gletschern anderer Regionen zu erklären.

Das Schicksal des Vernagtferners

Die innerhalb der letzten 20 Jahre deutlich höheren Massenverluste des Vernagtferners von durchschnittlich über zehn Meter Eis bezogen auf die gesamte Gletscherfläche sind nach den gewonnenen Erkenntnissen nicht nur auf die Klimaerwärmung, sondern auch auf die besonderen Charakteristiken des Gletschers selbst zurückzuführen. Fatal wirkt sich hierbei aus, dass er den größten Teil seines für den Aufbau von neuem Gletschereis erforderlichen Firnkörpers verloren hat. Eine neuerliche Wachstumsphase würde eine lang andauernde Periode mit kühlerem und feuchterem Klima voraussetzen, um den Firnkörper wieder aufzubauen, die Gletscherbewegung erneut anzufachen und damit einen Vorstoß zu bewirken.

Ändert sich das Klima in den nächsten Jahrzehnten nicht gravierend, wird sich das Eis des Vernagtferners immer weiter auf das Hochplateau zurückziehen, der Gletscher letztlich ähnlich dem Schneeferner an der Zugspitze in Teilbereiche zerfallen und irgendwann, eine karge Moränenlandschaft hinterlassend, vollständig verschwinden. Das Erscheinungsbild der Region wird sich auch deshalb stark ändern, weil die Eismassen bislang die Felsumrandung in den Kammlagen stützten und das Auftauen des Untergrundes verhinderten. Mit dem Verschwinden der Eismassen und dem damit verbundenen Stabilitätsverlust sind beachtliche Erosionserscheinungen zu beobachten, z.B. das Zusammenfallen eines ganzen Felspfeilers in der Nähe des Sexenjochs Anfang 1999.

Gletscherwasser: Segen und Gefahr

Gletscher sind nicht nur touristisch interessant, sondern auch für die Wasserversorgung des alpinen Raumes und der voralpinen Gebiete bedeutsam. Sie steuern dann den größten Teil ihres Wassers bei, wenn in trockenen Sommern andere Wasserquellen versiegen. Der seit 1980 anhaltende Massenschwund des Vernagtferners hat z.B. zur Folge, dass sich die Abflussspenden gegenüber Jahren mit ausgeglichenem Massenhaushalt (1960er und 1970er Jahre) in etwa verdoppelt haben. Zudem haben die täglichen Schwankungen im Abfluss stark zugenommen. Dieses veränderte Abflussverhalten hat das fast vollständige Abschmelzen des Firnkörpers verursacht, der früher eine hohe Speicherkapazität für Schmelzwasser aufwies und damit den Abfluss über Tage und Wochen dämpfte. Unter den aktuellen

Schmelzbedingungen über vorwiegend altem Eis wird wegen der dunkleren Oberfläche mehr Sonnenstrahlung absorbiert, die Schmelze ist intensiver und das Schmelzwasser fließt praktisch unverzögert ab. Bei der Überlagerung von starker Schmelze und Gewittern können in der Folge gefährliche Flutwellen entstehen, die Mensch und Natur bedrohen, so in den Sommern 1987 und 1998.

Mittels Modellrechnungen kann der Einfluss einer weiteren Klimaerwärmung auf die Wasserspende alpiner Gebiete abgeschätzt werden. Kurz- bis mittelfristig ist mit weitaus stärkeren Schmelzwassermengen während der Sommermonate zu rechnen, da sich gemäss der Prognosen von Klimatologen vor allem die Anzahl der Hitzetage im Sommer erhöhen soll. Längerfristig wird aber der Massenverlust der Gletscher zu einem markanten Rückgang der vergletscherten Flächen führen, die Wasserspenden werden kontinuierlich abnehmen und in trockenen, heißen Sommern wird das verfügbare Wasser knapp werden.

Ausblick

Die Forschungsarbeiten der Kommission für Glaziologie beschränken sich nicht auf den Vernagtferner. In Zusammenarbeit mit anderen Forschungsinstitutionen wird zur Zeit auch am neuen Gletscherkataster für ganz Österreich und Südtirol mitgewirkt, es werden die Folgen des Klimawandels auf das Einzugsgebiet des Inns abgeschätzt und der Einfluss des weltweit beobachteten Gletscherrückgangs auf die Wasserspenden zentralasiatischer Gebiete untersucht. Dort stellt das von den Gletschern stammende Schmelzwasser die kostbarste Süßwasserressource dar.



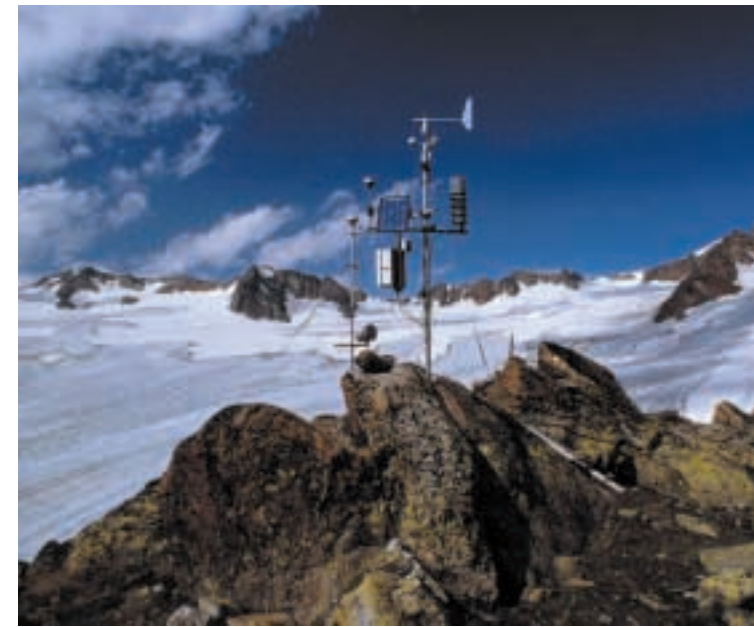
Umspülung der Pegelstation während des Hochwassers vom 4. August 1998 als Folge von starker Schmelze und Gewitterregen, Abfluss ca. 20 m³/s.

Fotos: T. Schuler



Apparatur zur Messung von Windgeschwindigkeit, Temperatur und Feuchte mit bis zu 60 Messungen pro Sekunde, HyMEX2000 August 2000, im Hintergrund das Taschachjoch (3235 m)

Von elementarer Bedeutung bleiben die Forschungsarbeiten am Vernagtferner, zumindest solange er existiert, was trotz der schlechten Prognosen noch gut 100 Jahre dauern dürfte. Damit auch in Zukunft bei erhöhten Abflussspitzen die Messungen an der Pegelstation Vernagtbach zuverlässig weitergeführt werden können, musste die Messanlage in den Jahren 1995 und 2000 unter beträchtlichem finanziellen Aufwand saniert werden, was dank der Unterstützung durch die Karl Thiemig-Stiftung München und den DAV möglich wurde, der gleichzeitig Sanierungsarbeiten am Weg zur Vernagthütte



Klimastation Schwarzkögele (3070 m), im Hintergrund der Vernagtferner

durchführte. Die nächste dringend notwendige Investition, die grundlegende Erneuerung der meteorologischen Messgeräte und der Datenregistrierung, steht bislang aufgrund finanzieller Engpässe noch aus.

Viele der Arbeiten können nur dank dem Idealismus der Beteiligten und der externen Unterstützung durch die an der Vernagtferner Interessierten ausgeführt werden, einer Motivation, die nicht zuletzt der Begeisterung für die Schönheit des Untersuchungsobjekts entspringt. Wer diese nicht vor Ort auf dem Gletscher bewundern kann, sei auf das reichhaltige Bildmaterial im Internet hingewiesen, das die Kommission für Glaziologie unter der Adresse www.Glaziologie.de präsentiert. Nicht zuletzt wäre die Vernagtferner in der heutigen Form undenkbar, wenn sie nicht immer wieder auf die bewährte logistische Unterstützung durch die Vernagthütte der Sektion Würzburg zurückgreifen könnte.



Dr. Ludwig Braun

ist Glaziologe und wissenschaftlicher Leiter der Kommission für Glaziologie. Er beschäftigt sich hauptsächlich mit Schmelzwasserabflüssen in alpinen Regionen.

Dipl.-Meteorologe Markus Weber

ist mit Untersuchungen zur Meteorologie und der Energiebilanz über Gletschern befasst.

CHRONOLOGIE DER VERNAGTFORSCHUNG

1601, 1678, 1680, 1773, 1845, 1847, 1848

Plötzliche Entleerungen des vom Vernagtferner aufgestauten Rofener Eissees mit Überflutungen im Ötztal

1773

Beschreibung des Vernagtferners und des Rofener Eissees durch J. Walcher SJ, Wien

1860–1872

Gletscherpfarrer Franz Senn in Vent: Förderer der alpinistischen Erschließung

1892

E. Richter: Sammlung der Dokumente über Ausbrüche des Rofener Eissees

1897

Umfassende Monografie über den Vernagtferner inkl. Karte 1:10.000 (Stand 1889) von S. Finsterwalder, erschienen in der Zeitschrift des D. u. Ö. Alpenvereins

1897–1904

R. Reschreiter: Darstellungen des Vorstoßes von Guslar- und Vernagtferner (jährliche Abfolge von acht Bildern)

1901

Internationale Glaziologische Konferenz in Vent mit vielen

bekanntesten Gletscherforschern wie Brückner, Forel, Mercanton, Penck, etc.; Besuch des Vernagtferners und der neu gebauten Schutzhütte der Sektion Würzburg

1912

Gesamtaufnahme 1:10.000 durch O. v. Gruber

1926

S. Finsterwalder und H. Hess: Geschwindigkeitsmessungen am Vernagt- und Guslarferner, Festschrift zum 50-jährigen Bestehen der Sektion Würzburg des D. u. Ö. Alpenvereins

1938

Gesamtaufnahme 1:10.000 durch H. Schatz

1962

Gründung der Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften, München durch R. Finsterwalder; derzeitiger Vorsitzender: Prof. Horst Hagedorn, Würzburg

1964

Beginn der Massenbilanzmessungen

1969

Neukartierung 1:10.000

1973

Bau der Pegelstation Vernagt-

bach, Beginn der Abfluss- und Klimaaufzeichnungen

1974–1986

Projekt „Abfluss in und von Gletschern“ des Sonderforschungsbereiches 81 der Deutschen Forschungsgemeinschaft unter der Leitung von H. Moser, München

1976

Festschrift 100 Jahre Sektion Würzburg, mit Artikel „Der Vernagtferner als Forschungsobjekt“ von O. Reinwarth

1979

Erste Orthophotokarte 1:10.000 des Vernagtferners

1992–1998

Weiterführende Arbeiten im Rahmen des Bayerischen Klimaforschungsprogramms

1995, 2000

Revisionen der Pegelstation aufgrund der Hochwässer 1994 und 1998

Aufnahmen mit einer Vermessungskamera über dem Vernagtgebiet



Fotos: Markus Weber