

LANGZEITBEOBACHTUNG

# Unsere Umwelt im Blick

GLETSCHER- UND GEBIRGSFORSCHUNG, GEOMORPHOLOGIE UND ÖKOLOGIE: DIE UMWELTWISSENSCHAFTEN AN DER AKADEMIE.



Abb. 1: Die Pegelstation Vernagtbach in den Ötztaler Alpen.

VON LUDWIG BRAUN, HORST HAGEDORN, EVA SAMUEL-ECKERLE UND CLAUDIA DEIGELE

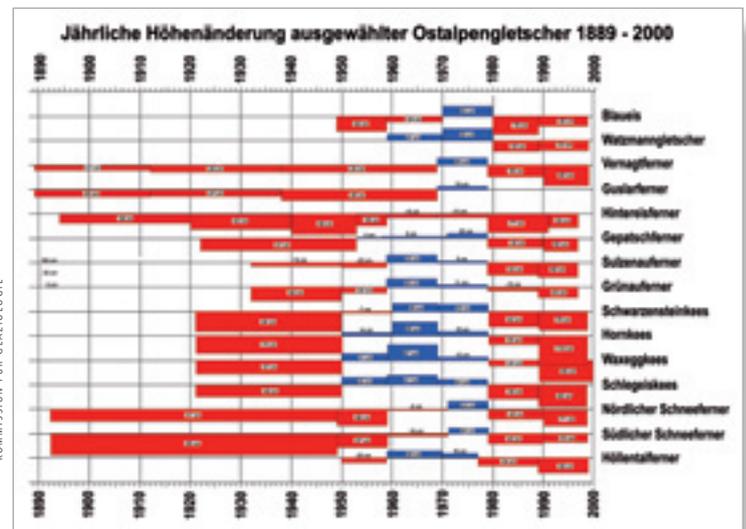
Schleichende Umweltveränderungen können nur durch sorgfältige Langzeitbeobachtungen entdeckt und quantifiziert werden, wie sie beispielhaft die im Jahre 1962 ins Leben gerufene Kommission für Glaziologie der Bayerischen Akademie der Wissenschaften durchführt. Den aufmerksamen Naturbeobachtern waren die Vorstöße und das Zurückschmelzen der Gletscher schon seit Jahrhunderten aufgefallen, es fehlten aber harte Fakten, welche es erlaubten, diese Veränderungen mit klimatischen Begebenheiten in Bezug zu setzen. Gegen Ende des 19. Jahrhunderts gelang es Sebastian Finsterwalder, Akademiemitglied und be-

geisterter Bergsteiger, mithilfe der von ihm entwickelten Photogrammetrie die Oberflächengeometrie des Vernagtferners und weiterer Gletscher in den Ostalpen mit hoher Präzision zu bestimmen. Damit legte er den Grundstein für die „Münchener Schule der alpinen Gletscherforschung“.

## Der Vernagtferner

Durch die Wiederholung der genauen Kartierungen im Abstand von Jahrzehnten, maßgeblich weiterverfolgt durch seinen Sohn Richard Finsterwalder, den Begründer der Kommission für Glaziologie, konnten in der Folge die Volumendifferenzen von einem guten Dutzend Gletscher bestimmt werden (Abb. 2). So hat sich die Oberfläche des Vernagtferners bis Ende der 1960er Jahre im Mittel über den Gesamtgletscher zwischen 21 und 30 cm jährlich gesenkt, in den 1970er Jahre kam es im Schnitt zu einer Aufhöhung von 29 cm, und in den letzten drei Jahrzehnten verlor er dann im Schnitt 50 bis deutlich über 100 cm jährlich an Höhe. Um diese Veränderungen zeitlich besser aufgelöst zu dokumentieren, wurden ab 1964 die Abschmelzraten jährlich mittels etwa 40 Pegelstangen, welche über den Gletscher verteilt im Eis eingebohrt werden, direkt „glaziologisch“ bestimmt. Leiter dieses Programms war Oskar Reinwarth,

Abb. 2: Geodätisch bestimmte mittlere Volumenänderungen (rot = negative, blau = positive Veränderung) von 15 ausgewählten Ostalpengletschern, Beispiel eines Umweltmonitorings, basierend auf der „Münchener Schule der Gletscherforschung“ mittels Photogrammetrie.



der bis zu seiner Pensionierung im Jahr 1994 der Kommission als Organisatorischer Leiter vorstand, gefolgt von Dr. Ludwig Braun, der seit September 1994 die Geschäfte der Kommission führt.

### Messung der Abflussmengen

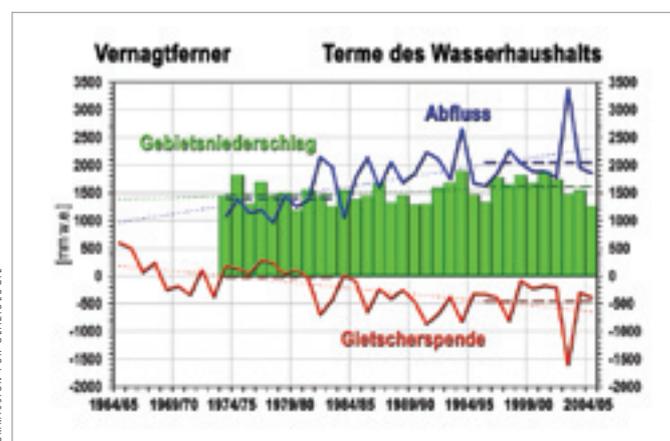
1973 begannen im Rahmen eines 12-jährigen DFG-Projektes (SFB 81: „Abfluss in und von Gletschern“) auch die Messungen der Wasserabflussmengen des Gletschers. Aufgrund der administrativen Vorarbeiten von Julius Büdel, der die Kommission von 1965 bis 1983 als Sekretär geleitet hatte, konnte die Kommission dieses hydrologisch-meteorologische Messprogramm ab 1985 in eigener Regie weiterführen und ausbauen. Für das Programm war zu Beginn des SFB-Projektes die von der DFG finanzierte Pegelstation am Vernagtbach in 2.640 m Höhe ü.N.N. gebaut worden (Abb. 1), bei der auch ein umfangreiches meteorologisches Messnetz im Bereich der Station und auf dem Gletscher eingerichtet wurde. Dank dieser umfassenden Datenerhebung kann der Wasserhaushalt des hochalpinen Einzugsgebietes bis heute bestimmt und mit den klimatischen Verhältnissen in Bezug gebracht werden (Abb. 3). Daraus geht hervor, dass sich die Niederschlagsverhältnisse in den letzten vier Dekaden nicht wesentlich verändert haben, dass sich hingegen die Abflüsse aus dem bis zu 80 % vergletscherten Gebiet durch Aufzehren der Eisreserven wesentlich erhöht haben. Hätte man am Ende der DFG-Förderung die Messungen eingestellt, wären die starken Veränderungen der letzten 25 Jahre nicht im Detail bekannt.

### Ausblick und Kooperationen

Zu den aktuellen und zukünftigen Herausforderungen der Kommission gehören Forschungen in folgenden Bereichen:

- Messung und Analyse aller Energiebilanzterme über Gletschereis und an der Pegelstation Vernagtbach als Grundlage zur Interpretation der kontinuierlichen Ablationsmessungen auf dem Gletscher (Detektion der anthropogenen Faktoren im Klimasignal „Energiebilanz“).
- Modellierung des Schneeauf- und Schneeabbaus sowie der Gletscherschmelze inklusive der Ausdehnung der vergletscherten Bereiche als Grundlage für wissenschaftlich fundierte Klimafolgen-Forschung.
- Arbeiten in der vergleichenden Hochgebirgsforschung, z. B. der Vergleich zwischen Alpen, Zentralasien und Hindukusch-Himalaja in Bezug auf die Reaktion von vergletscherten Gebieten auf Klimaänderungen. Dabei werden die in den Alpen bewährten Methoden in weniger gut erforschten Hochgebirgsregionen angewandt (z. B. in Kooperation mit dem GFZ Potsdam, der Universität Mailand etc.).
- Übernahme der viel versprechenden Ansätze in der Polarforschung (z. B. Wostok-See-DFG-Projekt in der Antarktis) in Kooperation mit dem Alfred-Wegener-Institut Bremerhaven und anderen Instituten.
- Zusammenarbeit mit den geodätischen Forschungsinstitutionen in München im Bereich der Massenveränderungen der Kryosphäre (Eis, Schnee und Permafrost).

Um den „Fußabdruck“ des aktuell beobachteten Klimawandels weiterhin zu erfassen und die zu Grunde liegenden Prozesse besser zu verstehen, ist es vordringlich, das Projekt „Gletscherforschung“ gezielt weiterzuführen, obschon der Wissenschaftsrat die Terminierung aller naturwissenschaftlichen Langzeitprojekte im Rahmen des Akademieprogramms im Jahr 2012 gefordert hatte. Nur so wird die Basis geschaffen, die mittels



Klimaszenarien abgeschätzten hydrologischen Klimafolgen für die Hochgebirge und deren Umländer in der Realität zu überprüfen.

### Die Gestalt der Erde

Gemeinsam mit den in der Bayerischen Akademie tätigen Geowissenschaftlern stellte der langjährige Sekretär der Kommission für Glaziologie Julius Büdel im Sommer 1975 den Antrag, eine Kommission für Geomorphologie zu gründen. Dem Antrag wurde am 12. Dezember 1975 stattgegeben. Zur Begründung hatten die Antragsteller die Bedeutung des Reliefs für die menschliche Nutzung und als Basis für viele geowissenschaftliche Fragen herausgestellt. Das Arbeitsprogramm wurde auf einer Sitzung im April 1976 in Nördlingen festgelegt.

### Geomorphologische Projekte

Ein großes Anliegen waren seit Beginn der Arbeiten Forschungen zur Entstehung und traditionellen Weiterbildung von Rumpfflächen, die im Formenbild der Erde eine große Rolle spielen. Da diese in Mitteleuropa nur als fossile Reliefgenerationen auftreten, sollten sie in bestimmten Vorzugsräumen in den Tropen, von Büdel als „Versuchsanordnungen der Natur“ benannt, untersucht werden.

**Abb. 3: Komponenten des Wasserhaushalts im Einzugsgebiet Vernagtbach (11,4 km<sup>2</sup>, Vergletscherung aktuell 75 %) mit ausgeglichenem Gletschermassenhaushalt (Gletscherspende +/- 300 mm) zu Beginn der Messreihe und stark negativen Werten am Ende der Messreihe (-1.600 mm im Jahr 2002/03). Durch das Aufzehren der Eisrücklage haben sich die Abflüsse stetig erhöht, mit einem Maximum von 3.400 mm im Jahr 2002/03, wo ca. die Hälfte des Abflusses vom Niederschlag und die andere Hälfte vom Abbau der Eisrücklage stammt.**

Einige Mitglieder der Kommission konnten so in den folgenden Jahren erhebliche Fortschritte in der Lösung vieler mit der Rumpfflächengenese aufgetretenen Probleme erzielen. Dabei griffen sie neben Themen der Grundlagenforschung auch solche der angewandten Forschung auf, z. B. den Anbau auf nährstoffarmen Tropenböden oder die Vermeidung von Hangrutschungen und exzessiver Erosion.

Ein weiteres in Nördlingen beschlossenes Arbeitsthema betrifft die Bildung von Gebirgsfußflächen (Abb. 4), die auch heute noch ein Schwerpunkt der internationalen Diskussion der Geomorphologen ist. Wichtige Aspekte sind hierbei das Alter, die erzeugenden Prozesse und die diese steuernden Klimabedingungen; letztere sind gegenwärtig auch ein wichtiger Diskussionspunkt beim erwarteten Klimawandel. Ein weiterer Schwerpunkt der Kommissionsarbeit liegt in der geomorphologischen Eiszeitforschung.

**Abb. 4: In Zerschneidung befindliche Rumpffläche mit von den Rahmenhöhen auflagernden Gebirgsfußflächen, Namibia.**

Das Arbeitsprogramm der Kommission tragen die Mitglieder, die in ihren Instituten in eigener Verantwortung und überwiegend mit

Drittmitteln finanzierte Forschungsvorhaben durchführen. Die Kommission fördert den Erfahrungsaustausch, initiiert neue Projekte und regt Diskussionen über Stand und Fortschritt der Geomorphologie an. Sie arbeitet eng mit internationalen Gruppierungen zusammen und bringt dabei Erfahrungen und Ideen aus der Arbeit der Kommission ein. Ein weiterer wichtiger Arbeitsbereich ist die Durchführung von Symposien über aktuelle und/oder ihr wichtig erscheinende Themen. Das in der Forschung etwas in den Hintergrund getretene Thema „Permafrost“ stand im Mittelpunkt des letzten Symposiums, das zeigte, dass auf diesem Gebiet mittlerweile erhebliche Forschungsfortschritte gemacht wurden. Auch die Gefährdung von Infrastruktur durch Hangabstürze in den Gebirgen kam zur Sprache. Die Veranstaltungen finden durchwegs ein großes Echo und wirken befruchtend auf die Forschung.

#### Publikationsreihe

Die Kommission gibt ferner die Schriftenreihe „Relief Boden Paläoklima“ heraus, in der bereits 23

Bände erschienen sind. Es handelt sich dabei überwiegend um Monographien, die zumeist aus Habilitationsschriften hervorgegangen sind. Jede Arbeit hat mehreren Gutachtern vorgelegen, was zur Qualitätssicherung der Reihe wesentlich beiträgt.

#### Gebirgsforschung

Als Ergänzung zu den beiden Kommissionen wurde 2001 die heutige Kommission für Gebirgsforschung als klassenübergreifendes, interdisziplinär ausgerichtetes Wissenschaftliches Komitee gegründet. Ihr Ziel ist es, innerhalb der Akademie eine fächerübergreifende Betrachtungsweise von Themen der Gebirgsforschung anzuregen. 2001 war die Akademie bereits seit zwei Jahren Mitglied im ISCAR (International Committee for Alpine Research), einem Zusammenschluss von Wissenschaftsakademien und nationalen Gebirgsforschungsinstituten der Alpenländer, dessen Aufgabe es u. a. ist, die Kontinuität und die wissenschaftliche Qualität des alle zwei Jahre stattfindenden „AlpenForums“ zu sichern. 2010 wird das AlpenForum unter dem Motto „Die Alpen und ihre Metropol“ in der Bayerischen Akademie der Wissenschaften stattfinden. Damit wird auch auf die Mitglieder der Kommission für Gebirgsforschung eine beratende Funktion bei der wissenschaftlichen Organisation der Veranstaltung zukommen.

#### Interdisziplinäre Fragestellungen der Ökologie

Eine etwas andere Struktur und Arbeitsweise als die vorgestellten Kommissionen für Glaziologie und für Geomorphologie zeichnet die Kommission für Ökologie aus. Sie wurde 1986, nicht zuletzt auf Wunsch des damaligen Bayerischen Staatsministeriums für Landesentwicklung und Umweltfragen unter Staatsminister Alfred Dick, ins



ARCHIV: H. HAGEDORN/IE. SAMUEL-ECKERLE

Leben gerufen. Um ihre Bildung vorzubereiten, war in der Sitzung der Mathematisch-naturwissenschaftlichen Klasse vom 14. Juni 1985 eine Besprechungsgruppe eingesetzt worden, der folgende Mitglieder angehörten: Hubert Ziegler (Botanik), Klaus Betke (Medizin), Horst Hagedorn (Geographie), Otto Kandler (Botanik, Mikrobiologie), Otto L. Lange (Botanik), Gerhard Neuweiler (Zoologie), Heinrich Nöth (Chemie) und Dietrich Schneider (Zoologie). Als weitere Mitglieder der neu zu gründenden Kommission schlug die Besprechungsgruppe vor: Dietrich Herm (Geologie, Paläontologie), Wolfgang Haber (Landschaftsökologie), Karl Eugen Rehfuess (Forstwissenschaften) und Udo Schwertmann (Bodenkunde). Die Kommission war also von Anfang an interdisziplinär ausgerichtet; zum Vorsitzenden wurde der Zoologe Gerhard Neuweiler gewählt. Auf Vorschlag der Besprechungsgruppe sollte „Ökologie in diesem Zusammenhang nicht nur im engeren biologischen Sinne verstanden werden, sondern auch die Einflüsse des Menschen auf Natur, Mitmenschen und Kulturgüter umfassen“.

#### Austausch, Diskussion, Beratung

Zu den Aufgaben und Zielen der Kommission schreibt der damalige Akademiepräsident Arnulf Schlüter im Januar 1987 an das Bayerische Staatsministerium für Wissenschaft und Kunst: „Bei den Planungsarbeiten hat sich ergeben, dass diese Kommission ... nirgendwo besser angesiedelt werden konnte als bei der Akademie, in der alle in Frage kommenden Fachrichtungen vertreten sind. ... Zu den Aufgaben der Kommission gehören u.a. die wissenschaftliche Beratung der Bayerischen Staatsregierung in Fragen der Ökologie, die Förderung der wissenschaftlichen Fundierung des Umweltschutzes und das frühzeitige

Erkennen von ökologischen Problemen. All dies sind Aufgaben von längerer Dauer, die nicht kurzfristig in Projektform zu erledigen sind.“ Auf ihrer zweiten Sitzung im Februar 1987 erklärten die Mitglieder zur Hauptaufgabe der Kommission, „im interdisziplinären Bereich der Ökologie Anregungen zu geben, um Spezialisten zusammenzubringen, die sonst keinen Kontakt haben, durch Rundgespräche oder Symposien“. Mit diesen Rundgesprächen werden seither aktuelle oder voraussichtlich künftig aktuell werdende ökologische Themen aufgegriffen, unter möglichst vielfältigen Aspekten behandelt und, falls möglich, Lösungsvorschläge für Probleme aufgezeigt bzw. Empfehlungen für künftiges Handeln abgegeben.

#### Publikation der Rundgespräche

Das erste Rundgespräch mit dem Titel „Welche Natur wollen wir schützen?“ fand am 10. und 11. Juni 1988 statt. In zwei Vorträgen und 14 Kurzreferaten wurde diese bis heute aktuelle Fragestellung aus unterschiedlichen Blickwinkeln, von der Vegetations- und Naturschutzforschung, über Städtebau und Architektur hin zu Wirtschaftswissenschaft und Umweltpolitik, behandelt. Seitdem finden die Rundgespräche der Kommission für Ökologie ein- bis zweimal jährlich statt, das vorerst letzte am 23. März 2009 zum Thema „Ökologische Rolle von Pilzen“. Da die Tagungen aus organisatorischen Gründen nur einer begrenzten Anzahl eingeladenen Gäste zugänglich sind, werden alle Vorträge und Diskussionsbeiträge in der Reihe „Rundgespräche der Kommission für Ökologie“ publiziert (Hrsg. Bayerische Akademie der Wissenschaften, Verlag Dr. Friedrich Pfeil, München); mittlerweile sind 35 Bände erschienen. Die Abbildung 5 gibt einen Eindruck über die Spannweite der behandelten Themen;



etliche von ihnen wurden in den früheren Heften von „Akademie Aktuell“ näher vorgestellt.

Zusätzlich zu dieser Veranstaltungsreihe wurde 1988 eine Fachtagung mit begleitender Exkursion zum Thema „Zustand und Entwicklung des Bergwaldes“ durchgeführt (Heft 40 der Reihe „Forstwissenschaftliche Forschungen“, Verlag Paul Parey) sowie 1990, gemeinsam mit dem Bayerischen Staatsministerium für Landesentwicklung und Umweltfragen zu dessen 20-jährigem Bestehen, das Symposium „Mensch und Natur, Lebensraum und Technik“ (Verlag Pfeil). 1993 und 2005 verfasste die Kommission Stellungnahmen zum Zustand und zur Gefährdung der Wälder sowie zur Praxis der Waldzustandserhebung.

In der Kommission wirken derzeit 20 Mitglieder aus den Bereichen Botanik, Zoologie, Mykologie und Mikrobiologie, Landschaftsökologie und Bodenkunde, Land- und Forstwirtschaft, Geografie, Geologie und Paläontologie, Ingenieurwissenschaften, Chemie, Medizin und Psychologie. 1988 übernahm der Botaniker Hubert Ziegler den Vorsitz der Kommission; er prägte entscheidend die Arbeitsweise der Kommission und leitete sie äußerst erfolgreich über 20 Jahre. Seit Januar 2009 hat der Mikrobiologe Karl Stetter den Vorsitz inne. Unterstützt wird die Kommission seit 1988 von einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin in Teilzeit.



**Abb. 5: Vielfalt ökologischer Themen: Beispiele für die Berichtsbände der Kommission für Ökologie (hier die Bände 2, 19, und 35 aus den Jahren 1991, 2000 und 2009).**

*Ludwig Braun ist Organisatorischer Leiter, Eva Samuel-Eckerle ist Mitarbeiterin der Kommission für Glaziologie. Horst Hagedorn ist Vorsitzender der Kommissionen für Glaziologie, für Geomorphologie sowie für Gebirgsforschung. Claudia Deigle ist wissenschaftliche Sekretärin der Kommission für Ökologie.*